

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Херсонський державний аграрний університет»



Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 113



Видавничий дім
«Гельветика»
2020

*Рекомендовано до друку вченою радою ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
(протокол № 9 від 26.06.2020 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 113. 274 с.

«Таврійський науковий вісник» на підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 14.05.2020 № 627 (додаток 2) журнал внесений до Переліку фахових видань України (категорія «Б») у галузі сільськогосподарських наук (101 – Екологія, 201 – Агрономія, 202 – Захист і карантин рослин, 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 207 – Водні біоресурси та аквакультура).

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 23212-13052ПР від 22.03.2018 року.

Редакційна колегія:

Ушкаренко Віктор Олександрович – завідувач кафедри землеробства ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», д.с.-г.н., професор, академік НААН – головний редактор

Аверчев Олександр Володимирович – проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», д.с.-г.н., професор

Вожегова Раїса Анатоліївна – директор Інституту зрошуваного землеробства НААН України (м. Херсон), д.с.-г.н., професор, член-кор. НААН, заслужений діяч науки і техніки України

Шахман Ірина Олександрівна – доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», к.географ.н., доцент

Домарацький Євгеній Олександрович – доцент кафедри рослинництва, генетики, селекції та насінництва ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», д.с.-г.н., доцент

Лавренко Сергій Олегович – доцент кафедри землеробства ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», к.с.-г.н., доцент

Лавриненко Юрій Олександрович – заступник директора з наукової роботи Інституту зрошуваного землеробства НААН України (м. Херсон), д.с.-г.н., професор, чл.-кор. НААН

Коковіхін Сергій Васильович – заступник директора Інституту зрошуваного землеробства НААН України, д.с.-г.н., професор

Србіслав Денчіч – член-кор. Академії наук і мистецтв та Академії технічних наук Сербії, д.ген.н., професор (Сербія)

Осадовский Збигнев – ректор Поморської Академії, д.біол.н., професор (Слупськ, Республіка Польща)

ЗЕМЛРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 633.31/37:631.53.011:631.8
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.1>

ФОРМУВАННЯ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД СТИМУЛЯТОРА РОСТУ FOLIAR CONCENTRATE

Баган А.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,
Полтавська державна аграрна академія

Юрченко С.О. – к.с.-г.н., доцент кафедри селекції, насінництва і генетики,
Полтавська державна аграрна академія

Шакалій С.М. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва,
Полтавська державна аграрна академія

Для отримання нормально розвинених сходів рослин необхідні високі посівні якості насіння сільськогосподарських культур, у тому числі і зернобобових. Важливим заходом для поліпшення посівних якостей є проведення передпосівної обробки насіння стимуляторами росту. Для проведення досліджень актуальним є використання органічних стимуляторів росту рослин на основі гумінових речовин.

Основним завданням нашого експерименту було дослідження закономірностей вияву і формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від застосування стимулятора росту. У лабораторних умовах закладено двофакторний дослід із пророщування насіння у чотириразовій повторності протягом семи діб. Матеріалом для досліджень були зразки насіння чотирьох зернобобових культур – нут, чина, сочевиця і маш.

Дослідження проводили за такою схемою: контроль (без обробки), обробка насіння стимулятором росту. Вивчали такі показники: енергію проростання насіння, лабораторну схожість, швидкість проростання, дружність проростання та середню масу проростка згідно загальноприйнятих методик. Досліджували вплив органічного препарату компанії “Soil-Biotics” (США) Foliar Concentrate, який містить гумінові, фульвові та ульмінові кислоти, на посівні якості насіння зернобобових культур.

За виявом досліджуваних ознак виділено варіант з обробкою насіння органічним стимулятором росту Foliar Concentrate. Встановлено вплив цього препарату на підвищення посівних якостей насіння зернобобових культур порівняно із контролем. Вивчено вияв досліджуваних ознак за варіантами досліді. Визначено реакцію зернобобових культур на обробку стимулятором росту за посівними якостями насіння. Встановлено вплив вказаного препарату на дружність проростання у нуту, чини і сочевиці; на швидкість проростання – у машу та на середню масу проростка – у нуту і сочевиці.

Рекомендовано використання органічного стимулятора росту *Foliar Concentrate* для передпосівної обробки насіння зернобобових культур з метою поліпшення посівних якостей насіння та отримання дружніх і здорових сходів рослин.

Ключові слова: нут, чина, сочевиця, маш, стимулятор росту, посівні якості насіння.

Bahan A.V., Yurchenko S.O., Shakaliy S.M. Formation of seed sowing qualities of legumes depending on growth stimulator Foliar Concentrate

To obtain quite developed sprouts, high sowing seed qualities of agricultural crops, including legumes, are required. Pre-sowing treatment of seeds with growth stimulators is an important measure to improve sowing qualities. The use of organic plant growth stimulators based on humic substances is essential for conducting research.

The main objective of our experiment was to study the patterns of manifestation and formation of sowing qualities of legume seed, depending on growth stimulator application. A two-factor experiment on seed germination was performed four times over seven days under laboratory conditions. The research material was seed samples of four legumes such as chickpea, pea vine, lentils and mung bean. The research was performed according to the following scheme: control (without treatment), seed treatment with the growth stimulator.

Such indicators as seed germination energy, laboratory germination, germination rate, germination evenness and average weight of seedlings were studied according to the generally accepted methods. The effect of the organic preparation *Foliar Concentrate* by *Soil-Biotics* company (the USA), which contains humic, fulvic and ulminic acids, on the sowing qualities of legume seed was studied. The variant with seed treatment with organic growth stimulator *Foliar Concentrate* has been selected according to manifestation of the studied traits.

The influence of this preparation on the increase of seed sowing qualities of legume crops, in comparison with control one, has been established. The manifestation of the studied traits according to the variants of the experiment is investigated. The response of legumes to treatment with growth stimulators by seed sowing qualities is determined. The effect of this preparation on germination uniformity in chickpea, pea vine and lentils; on germination rate of mung bean and the average weight of the seedlings of chickpea and lentils is determined.

It is recommended to use the organic growth stimulator *Foliar Concentrate* for pre-sowing treatment of legume seeds in order to improve seed sowing qualities and obtain uniform and healthy sprouts.

Key words: chickpea, pea vine, lentils, mung bean, growth stimulator, seed sowing qualities.

Постановка проблеми. Важливе значення для отримання високого врожаю сільськогосподарських культур має інтенсивність росту на початкових стадіях розвитку рослини. Для вирішення цього завдання необхідно визначити комплекс заходів для обробки посівного матеріалу сільськогосподарських культур, що дасть змогу отримати здорові і дружні сходи та покращити посівні якості насіння [1, с. 46; 2, с. 79].

Вітчизняними виробниками створено багато біокомплексів для зернобобових культур, які містять у своєму складі азотфіксатори, фітогормони, антагоністичні мікроорганізми збудників хвороб, амінокислоти, мікроелементи, вітаміни [3, с. 16; 4].

Останнім часом в Україні і за кордоном широкого розповсюдження набувають стимулятори росту нового покоління, які механізмом дії на рослини, ефективністю застосування, екологічними і технологічними показниками суттєво відрізняються від інших препаратів. Використовують їх як шляхом обприскування рослин у період вегетації, так і під час обробки насіння безпосередньо перед посівом.

Застосування таких препаратів дозволяє не лише підвищити урожайність, поліпшити показники якості насіння, підвищити імунітет рослин до несприятливих чинників середовища, зменшити використання пестицидів і добрив, але й покращити посівні якості насіння сільськогосподарських культур [5, с. 162; 6]. Відомо, що використання стимуляторів росту рослин дає змогу не лише збільшити урожайність культур приблизно на 15%, а й поліпшити енергію проростання та схожість насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку багатьох вчених, проростання насіння – це складний процес за морфологічними і фізіологічними показниками, які формуються під впливом середовища, де знаходиться насіннина. Так, незначна дія ззовні пригнічує або навпаки прискорює біохімічні перетворення, що впливає на формування посівних якостей насіння [7, с. 83; 8]. І.Г. Строна вважає, що насіння є не тільки інструментом для збереження і розмноження виду рослин, але й для пристосування до умов вирощування [9].

На думку деяких дослідників, всі чинники різного походження, що впливають на проростання насіння, можуть викликати значні зміни у фізіолого-біологічних процесах перетворення ще на початкових стадіях розвитку насіннини. Саме вони формують такі посівні якості насіння, як енергія, дружність і швидкість проростання, а також схожість насіння. У подальшому ці показники впливають на дружність і густоту сходів, формування габітусу рослини, процеси диференціації та утворення генеративних органів і продуктивність посіву. Тому процеси проростання насіння викликають особливу зацікавленість серед дослідників [7, с. 83].

Насіння зернобобових культур за оптимальних умов живлення, забезпечення вологою та відсутності посухи стає крупним, набираючи більших маси та розміру, формує високі посівні якості і продуктивні рослини [2, с. 79; 10].

Оскільки насіння зернобобових здатне поглинати занадто багато вологи порівняно з іншими культурами, воно характеризується високими посівними якостями. Але навіть за незначного додаткового збільшення вологи у них прискорюється інтенсивність дихання, що викликає загибель насіннини [11, 12]. Тому для підвищення продуктивності рослин і покращення посівних якостей доцільно під час передпосівної обробки насіння використовувати органічні стимулятори росту.

Використання препаратів для передпосівної обробки насіння, які містять гумінові речовини, значно активізує процеси проростання насіння. Так, застосування таких препаратів дає змогу покращити посівні якості зернобобових культур, а саме підвищити не тільки енергію проростання і схожість, а й збільшити швидкість і дружність проростання насіння [13, с. 18; 14, с. 14; 15; 16, с. 26]. Тому обробка насіння зернобобових культур препаратами на основі гумінових речовин є високоефективним засобом для поліпшення проростання насіння та їх посівних якостей.

Постановка завдання. Метою досліджень було вивчення впливу органічного стимулятора росту гумінового походження компанії “Soil-Biotics” (США) Foliar Concentrate на посівні якості насіння зернобобових культур (нут, сочевиця, чина і маш).

Об’єкт досліджень вивчали за схемою двофакторного досліду: фактор А – культури: нут, сочевиця, чина і маш; фактор В – варіанти обробки насіння: контроль (без обробки), обробка препаратом Foliar Concentrate. Дослідження проводили у лабораторних умовах. Зразки насіння досліджуваних культур пророщували у чашках Петрі згідно загальноприйнятих методик у чотириразовій повторності.

Варіанти досліду вивчали за такими показниками: енергія проростання (%), лабораторна схожість (%), середня маса одного проростка (г), швидкість (діб) і дружність проростання (%). Під час закладання досліду протягом семи діб кожного дня проводили підрахунок пророслого насіння.

Швидкість проростання насіння визначали за формулою Піпера:

$$E = n_1 s_1 + n_2 s_2 + \dots + n_m s_m / n_1 + n_2 + n_m, \quad (1)$$

де E – середня швидкість проростання насіння, діб;

n – кількість пророслих насінин за добу у дні підрахунку;

m – кінцевий день підрахунку;

s – строки проростання.

Показник дружності проростання обчислювали за формулою:

$$D = B / S, \quad (2)$$

де D – дружність проростання, %;

B – кінцева схожість насіння, %;

S – кількість діб проростання [17, с. 57].

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами лабораторних досліджень було встановлено, що енергія проростання насіння у досліджуваних культур дорівнювала: нут – 88-94%, чина – 86-92%, сочевиця – 88-90%, маш – 94-96%.

Найменше значення цього показника спостерігалось у чини, а найбільша енергія проростання була зафіксована в машу, яка майже не варіювала за результатами досліду (табл. 1).

Таблиця 1

Посівні якості насіння зернобобових культур

Культура (фактор А)	Варіант обробки (фактор В)	ЕП, %	ЛС, %	ШП, діб	ДП, %	МП, г
Нут	контроль	88	98	3,4	19,6	7,81
	Foliar Concentrate	94	100	3,4	33,3*	8,96*
Чина	контроль	86	100	3,1	25,0	6,67
	Foliar Concentrate	92	100	3,0	33,3*	6,95
Сочевиця	контроль	88	96	3,6	24,0	2,04
	Foliar Concentrate	90	100	3,5	33,3*	2,37
Маш	контроль	94	98	2,9	32,7	2,70
	Foliar Concentrate	96	100	2,1*	33,3	2,87

* – різниця істотна на рівні значущості 0,05.

Лабораторна схожість у зернобобових була відносно високою і за варіантом досліду з обробкою у всіх культур складала 100%. За варіантом без обробки ця ознака була найменшою у сочевиці – 96%. У нуту і машу схожість становила 98%. У чини вказаний показник за обома варіантами досліду дорівнював 100% і був найвищим порівняно із попереднім показником.

Швидкість проростання насіння у нуту за обома варіантами досліду становила 3,4 доби. Дещо менше значення досліджуваної ознаки, яке було незначним, зафіксовано у чини – 3,0-3,1 доби. Найдовший період проростання спостерігався у сочевиці – 3,5-3,6 діб. Найшвидше проросло насіння машу, у якого спостерігалася суттєва різниця цього показника за варіантами досліду (складала 2,1-2,9 діб).

Дружність проростання має тісний зв'язок із попереднім показником. Так, найменшою дружністю проростання характеризувалося насіння нуту, у якого спостерігалася істотна різниця за варіантами досліду – 19,6-33,3%. Дещо більшим значенням цього показника характеризувалися чина і сочевиця (25,0-33,3% та 24,0-33,3%). Найбільш дружне проростання насіння було зафіксовано у машу, яке суттєво не відрізнялося за варіантами досліду (32,7-33,3%) та мало найменшу тривалість проростання.

За середньою масою проростка зернобобових культур за варіантами досліду суттєвої різниці не спостерігалось: чина – 6,67-6,95 г, сочевиця – 2,04-2,37 г, маш –

2,70-2,87 г. Лише у нуту зафіксовано значну різницю за досліджуваним показником із результатами досліду – 7,81-8,96 г.

На рис. 1. показано проросле насіння зернобобових культур на сьому добу закладання досліду.



а) нут



б) чина



в) сочевиця



г) маш

Рис. 1. Проросле насіння зернобобових культур

Стимулятор росту Foliar Concentrate за показником енергії проростання зернобобових культур перевищував контроль на 2,1-7,0%. За лабораторною схожістю насіння варіант із обробкою мав менший вияв ознаки – 1,0-4,2%. Значне варіювання за результатами досліду спостерігалось за показником швидкості проростання – від 1,0 до 38,1%. Чутливість до обробки препаратом за виявом цієї ознаки було виявлено у машу.

За дружністю проростання варіант з обробкою стимулятором росту перевищував контроль на 1,8-69,9%. Так, вплив препарату Foliar Concentrate на вияв досліджуваного показника був значним у чини і сочевиці – 33,2-38,8%. Дружність проростання насіння за варіантами досліду майже не відрізнялася у машу (1,8%). Надчутливість до стимулятора росту за виявом цієї ознаки було зафіксовано у нуту (69,9%) (рис. 2).

Варіант із обробкою препаратом мав більший вияв за ознакою середньої маси проростка порівняно із контролем у зернобобових культур на 6,3-16,2%. Чутливіми до обробки стимулятором росту за цим показником виявилися нут і сочевиця.

Висновки і пропозиції. За результатами досліджень було встановлено, що органічний стимулятор росту Foliar Concentrate, який містить гумінові речовини, по-різному вплинув на формування посівних якостей насіння у зернобобових культур.

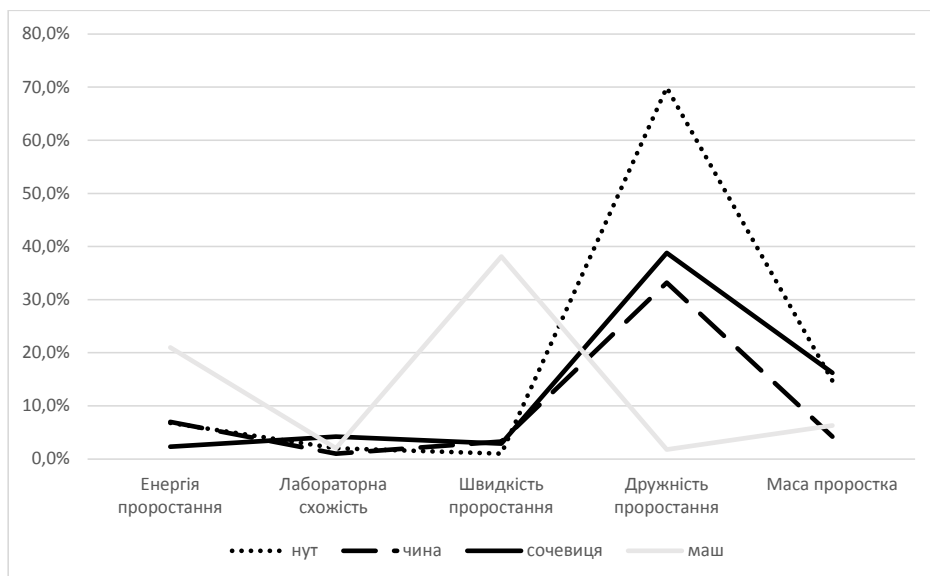


Рис. 2. Вплив стимулятора росту *Foliar Concentrate* на підвищення посівних якостей насіння зернобобових культур порівняно із контролем

Чутливими до впливу цього препарату виявилися такі культури за досліджуваними показниками:

- 1) нут – за дружністю проростання насіння і середньою масою проростка;
- 2) чина – за дружністю проростання;
- 3) сочевиця – за дружністю проростання насіння і середньою масою проростка;
- 4) маш – за швидкістю проростання.

Для підвищення посівних якостей насіння та отримання дружніх і здорових сходів рослин рекомендовано проводити передпосівну обробку насіння зернобобових культур органічним стимулятором росту *Foliar Concentrate*. Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу цього препарату на елементи насінневої продуктивності досліджуваних культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гончар Л.М., Щербакова О.М. Вплив передпосівного оброблення насіння нуту на польову схожість і густоту стояння рослин. *Вісник Полтавської ДАА*. 2016. № 3. С. 46–50.
2. Каленська С.М., Новицька Н.В., Рожко В.І., Малинка Л.В., Барзо І.Т. Поліпшення посівних якостей нуту за допомогою наночастинок біогенних металів. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2014. № 85. С. 79–83.
3. Баган А.В., Шакалій С.М., Барат Ю.М. Формування насінневої продуктивності нуту залежно від сорту та інокуляції насіння. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 14–21.
4. Біологічні інокулянти : вебсайт. URL: <https://uk.m.wikipedia.org>.
5. Гаврилюк М.М. Насінництво і насіннезнавство польових культур. К. : Аграрна наука. 2017. 216 с.
6. Макрушин М.М. Насіннезнавство польових культур. К. : Урожай. 1994. 208 с.

7. Драган М.І., Грищенко Р.Є., Любчич О.Г., Ларіна С.В., Діденко Л.С. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур у кислому середовищі. *Інститут зернового землеробства УААН*. 2007. Вип. 2. С. 83–88.
8. Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України. Розділ Система ведення насінництва. К. : Логос, 2004. 366 с.
9. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. М. : Колос. 1966. 276 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Бушуляк О.В., Січкач В.І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування : *монографія*. Одеса. 2009. 248 с.
12. Їжик М.К. Сільськогосподарське насіннєзнавство: реалізація потенційних можливостей насіння. Харків, 2001. Частина 2. 117 с.
13. Маренич М.М., Юрченко С.О. Посівні властивості насіння сільськогосподарських культур залежно від застосування стимуляторів росту. *Вісник Полтавської ДАА*. 2016. № 1–2. С. 18–21.
14. Козаренко Д.О. Застосування гуматів – перспективний метод зменшення хімічного навантаження на агроценози. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 8. С. 14–16.
15. Мусатов А.Г., Сидоренко Ю.Я., Бочевар О.В., Ільєнко О.В. Ефективність передпосівної обробки насіння гороху гуматмікроелементними препаратами в умовах північної підзони Степу : електронний ресурс. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 74–77. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2010_38_17.
16. Сергієнко В. Рістрегулюючий і захисний ефект гумінових речовин. *Агро-бізнес сьогодні*. 2001. № 7. С. 26–29.
17. Панасюк О., Панасюк Р. Вплив удобрення на показники життєздатності насіння сої. *Вісник Львівського НАУ. Серія: Агрономія*. 2018. № 22(2). С. 57–59. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2018_22_15.

УДК 631.53.0:633.491:631.811.98
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.2>

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ КАРТОПЛІ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗА ЛІТНЬОГО САДІННЯ СВІЖЕЗІБРАНИМИ БУЛЬБАМИ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Балашова Г.С. – д.с.-г.н., с.н.с., завідувачка відділу біотехнології,
овочевих культур та картоплі,

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

Котюк Б.С. – молодший науковий співробітник відділу біотехнології,
овочевих культур та картоплі, аспірант,

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

Котова О.І. – науковий співробітник відділу біотехнології,
овочевих культур та картоплі,

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

Юзюк С.М. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник
відділу рослинництва та неполивного землеробства,

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

Юзюк О.О. – науковий співробітник відділу біотехнології,
овочевих культур та картоплі,

Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України

У статті наведені результати досліджень щодо вивчення насінневої продуктивності сортів картоплі різних груп стиглості за двоврожайної культури в зрошуваних умовах Південного Степу України. Вивчалися ранньостиглі сорти Тирас (St), Дума, Слаута та Фактор; середньоранні – Левада (St), Злагода; середньостиглі – Слов'янка (St), Мирослава, Княгиня та Аніка. Встановлено закономірності формування насінневого врожаю досліджуваних сортів картоплі, серед яких виділено такі, що володіють високою насінневою продуктивністю.

Для галузі насінництва картоплі велику цінність мають сорти, що характеризуються високою насінневою продуктивністю. Особливе значення серед структури врожаю має вихід кондиційної насінневої картоплі, маса насінневої бульби та кількість бульб під кушем. Okремо слід виділити коефіцієнт розмноження сортів, як найважливіший показник у насінництві.

Визначено, що в середньому за три роки вихід кондиційного насіння, в розрізі усіх досліджуваних сортів, коливався в межах від 4,67 т/га у ранньостиглого сорту Дума до 10,95 т/га у середньостиглого сорту Аніка і залежав на 79,8% від сортових особливостей і на 20,2% від інших чинників. В результаті кореляційно-регресійного аналізу визначено високу цільність лінійного зв'язку між виходом кондиційного насіння та рівнем урожайності сортів. Коефіцієнт кореляції при цьому склав $0,967 \pm 0,090$.

В середньому за три роки спостережень виділено сорти з високою насінневою продуктивністю порівняно із відповідними стандартними варіантами окремих груп стиглості. Так, середньостиглий сорт Аніка перевершив сорт-стандарт Слов'янка за виходом кондиційної насінневої картоплі та коефіцієнтом розмноження – 10,95 т/га та 5,2 проти 9,32 т/га та 4,2.

Середньоранній сорт Злагода виявився найпродуктивнішим за виходом насінневих бульб – 59,4 проти 53,7% за культивування сорту-стандарту Левада. Сорти ранньостиглої групи Дума, Слаута та Фактор сформували більшу масу середньої насінне-

вої бульби порівняно зі стандартним варіантом групи стиглості – сортом Тирас: 86,0; 87,9 та 82,2 проти 73,0 г відповідно.

Ключові слова: картопля, сорт, зрошення, насіннєва продуктивність, двоврожайна культура, коефіцієнт розмноження.

Balashova G.S., Kotov B.S., Kotova O.I., Yuziuk S.M., Yuziuk O.O. Seed productivity of potato varieties of different ripeness groups in summer planting of freshly harvested tubers under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The article presents the results of studies of seed productivity of potato varieties of different ripeness groups in summer planting under irrigated conditions of the Southern Steppe of Ukraine. The following varieties were studied: early ripe Tiras (St), Duma, Slauta and Factor; mid-early – Levada (St), Zlagoda; mid-season – Slavyanka (St), Miroslava, Knyaginya and Anika.

The regularities of the formation of the seed crop of the studied varieties of potatoes are established, among which the ones with high seed productivity are identified. For the potato seed production industry, varieties characterized by high seed productivity are of great value. Of particular importance in the crop structure is the yield of certified seed potatoes, the mass of seed tubers and the number of tubers under the bush.

Separately, it is necessary to highlight the reproduction rate coefficient of varieties as the most important indicator in seed production. It was determined that on average for three years, the yield of certified seeds, in the context of all the studied varieties, ranged from 4.67 t/ha in the early-ripening variety Duma to 10.95 t/ha in the mid-season variety Anika and depended by 79.8% on varietal characteristics and by 20.2% on other factors.

As a result of the correlation and regression analysis, a high density of the linear relationship between the yield of certified seeds and the yield level of the varieties was determined – the correlation coefficient was 0.967 ± 0.090 . As a result of three years of research, it was found that the mid-season Anika variety exceeded the Slavyanka standard variety with the yield of certified seeds and a reproduction rate of 10.95 t/ha and 5.2 versus 9.32 t/ha and 4.2 respectively.

The Zlagoda mid-early variety turned out to be the most productive in terms of seed tuber yield – 59.4 versus 53.7% when growing the Levada standard variety. Varieties of the early ripening group Duma, Slauta and Factor formed a large mass of medium seed tuber compared to the standard of the ripeness group – Tiras variety: 86.0; 87.9 and 82.2 against 73.0 g respectively.

Key words: potato, variety, irrigation, seed productivity, second-crop potatoes, reproduction rate.

Постановка проблеми. Насінництво картоплі (*Solanum tuberosum* L.) на півдні України базується на використанні комплексу генетичних, агротехнічних і фітопатологічних знань, методів лабораторних досліджень та іншого [1].

Традиційне ведення насінництва картоплі в умовах Степу України малоефективне. Такі методи створення вихідного матеріалу як клонові, бульбові, гніздові, кущові та негативні добори показали низьку ефективність у боротьбі із виродженням культури.

У зв'язку з вегетативним розмноженням картоплі особливої шкоди культурі завдають вірусні, бактеріальні та грибні хвороби, а жорсткі погодні умови степової зони (високі температури повітря і ґрунту, низька вологість, часті суховії) сприяють пришвидшенню процесу виродження, тому сортооновлення у регіоні рекомендовано проводити через кожні 1-2 роки [2–4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Метод двоврожайної культури, що полягає у вирощуванні картоплі із свіжозібраних бульб від весняного садіння, за результатами численних досліджень показав свою ефективність у природно-кліматичних умовах півдня України: високу врожайність та коефіцієнт розмноження, меншу ураженість вірусними хворобами і тривале збереження насіннєвих якостей, скорочення витрат при зберіганні насіннєвого матеріалу до наступного сезону [5–13].

За садіння свіжозібраними бульбами культура вражається вірусними хворобами у 4 рази менше, ніж за літнього садіння насіннєвим матеріалом, отриманим при збиранні раннього врожаю попереднього року. При цьому прибавка врожаю

становить 4,28 т/га або 17,7% [14]. За даними досліджень М.С. Бойко до четвертої репродукції не спостерігалось зниження продуктивності насіннєвого матеріалу, тобто за двоврожайної культури процес виродження картоплі загальмовується, а якість отриманого насіння зберігається на високому рівні [5].

За даними попередніх досліджень продуктивність рослин картоплі від бульб, отриманих в результаті культивування за двоврожайної культури, виявилася на 22% вищою, ніж від насіннєвого матеріалу, отриманого за весняного садіння, і на 10% від використання бульб, отриманих за звичайного літнього садіння [15]. При вирощуванні насіннєвого матеріалу за двоврожайної культури обов'язковим є правильне визначення строків збирання першого врожаю і садіння свіжозібраними бульбами другого [16, 17].

Постановка завдання. Метою проведеного дослідження було визначення насіннєвої продуктивності сортів картоплі різних груп стиглості за двоврожайної культури у зрошуваних умовах Південного Степу України.

Матеріали і методи досліджень. Експериментальна частина польового дослідження з вивчення насіннєвої продуктивності сортового складу картоплі відбувалася протягом 2016–2018 років у зрошуваних умовах Південного Степу України на полях Інституту зрошуваного землеробства НААН, що розташований на правому березі річки Дніпро в зоні Інгулецької зрошувальної системи. Ґрунт дослідних ділянок – темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий на карбонатному лесі, типовий для зрошуваної зони півдня України.

Дослід закладено методом розщеплених ділянок за певною схемою (таблиця 1).

Таблиця 1

Схема польового дослідження (літнє садіння свіжозібраними бульбами)

№ п/п	Сорт	Група стиглості	№ п/п	Сорт	Група стиглості
1.	Тирас (St)	рання	6	Злагода	середньорання
2.	Дума		7	Слов'янка (St)	середньостигла
3.	Славута		8	Мирослава	
4.	Фактор		9	Княгиня	
5.	Левада (St)	середньорання	10	Аніка	

Ділянки дворядкові, по 13 бульб у рядку, площа живлення 70x35 см. З раннього урожаю в кожному варіанті відбирали 110 бульб масою 40-50 г для літнього садіння. За літнього садіння повторність чотириразова, збирання в жовтні. Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик щодо проведення лабораторних і польових дослідів і супутніх досліджень [16–19]; збирання та облік урожаю – згідно методичних рекомендацій щодо проведення досліджень із картоплею [20]; структуру отриманого урожаю визначали згідно ДСТУ 4013-2001 «Сортові та посівні якості картоплі насіннєвої. Технічні умови» [21].

Статистична обробка даних дослідів проводилася за методиками В.О. Ушкаренко з використанням програмно-інформаційного комплексу (ПК) "Agrostat"[®] на основі Microsoft Office[®] Excel[®] [22]. Агротехніка у досліді відповідала розробленим Інститутом зрошуваного землеробства НААН рекомендаціям [23] із вирощування картоплі на зрошуваних землях.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для галузі насінництва картоплі велику цінність мають сорти, що характеризуються високою насіннєвою продуктивністю. Особливе значення серед структури врожаю має вихід конди-

ційної насінневої картоплі, маса насінневої бульби та кількість бульб під кушем. Окремо слід виділити коефіцієнт розмноження сортів як найважливіший показник у насінництві.

Встановлено, що в середньому за три роки вихід кондиційної насінневої картоплі в розрізі усіх досліджуваних сортів коливався в межах від 4,67 т/га у ранньостиглого сорту Дума до 10,95 т/га у середньостиглого сорту Аніка і залежав на 79,8% від сортових особливостей і на 20,2% від інших невідомих чинників.

При аналізі насінневої продуктивності встановлено, що за три роки досліджень серед ранньостиглої групи сорти Слаута та Фактор сформували практично однаковий рівень виходу кондиційної насінневої картоплі порівняно зі стандартним варіантом – 9,37 та 8,48 т/га проти 9,72 т/га за найменшої істотної різниці у 1,30 т/га. Значне зниження цього показника на 5,05 т/га (52,0%) зафіксовано у сорту Дума.

За культивування сорту-стандарту ранньостиглої групи Тирас отримано коефіцієнт розмноження 4,7, при цьому порівнювані з ним сорти Дума, Слаута та Фактор продемонстрували істотне зниження цього показника на 2,6; 0,9 та 1,5 відповідно (рис. 1).



Рис. 1. Вихід кондиційної насінневої картоплі різних за стиглістю сортів за літнього садіння свіжозібраними бульбами, серпень 2016-2018 років

Сорт середньоранньої групи Злагода показав істотне зменшення виходу кондиційної насінневої картоплі – 7,21 т/га проти 8,55 т/га у сорту-стандарту Левада відповідно. Однак за коефіцієнтом розмноження сорти виявилися практично однаковими.

В середньому за три роки досліджень сорт-стандарт середньостиглої групи Слов'янка та порівнюваний із ним сорт Мирослава сформували однаковий рівень виходу кондиційної насінневої картоплі – 9,32 та 8,03 т/га відповідно. Сорт Аніка істотно перевищив стандартний варіант як за коефіцієнтом розмноження, так і за виходом кондиційної насінневої картоплі – 5,2 проти 4,2 та 10,95 т/га проти 9,32 т/га відповідно. Сорт Княгиня продемонстрував суттєве зниження порівняно із сортом-стандартом відповідно до наведених вище показників на 2,19 т/га та 1,2.

У результаті трирічних досліджень встановлено, що формування кількості насінневих бульб у більшості сортів ранньостиглої групи не дуже коливалося – від

57,8% у сорту Слаута до 60,1% у сорту-стандарту Тирас. Істотне зменшення цього показника на 5,8% продемонстрував сорт Фактор (таблиця 2).

Таблиця 2

Структура насінневої продуктивності різних за стиглістю сортів картоплі за літнього садіння свіжозібраними бульбами, серпень 2016-2018 років

Сорт	Група стиглості	Вихід насінневих бульб, % (за кількістю)	Маса насінневої бульби, г	Кількість бульб під кущем, шт.
St. Тирас	рання	60,1	73,0	8,3
Дума		58,0	86,0	6,8
Слаута		57,8	87,9	7,8
Фактор		54,3	82,2	7,5
St. Левада	середньо-рання	53,7	84,1	7,8
Злагода		59,4	77,7	7,7
St. Слов'янка	середньо-стигла	56,1	84,5	8,5
Мирослава		55,3	83,5	8,4
Княгиня		45,2	80,0	6,5
Аніка		50,1	84,5	7,2
НІР₀₅		5,4	3,8	1,2

За масою насінневої бульби усі порівнювані сорти ранньостиглої групи показали суттєве збільшення порівняно зі стандартним варіантом. Найбільший показник отримано за вирощування сорту Слаута – 87,9 г. Сорти Дума та Фактор перевищили сорт-стандарт Тирас за цим показником на 13,0 та 9,2 г відповідно. Слід зазначити, що сорт Дума сформував найменшу кількість бульб під кущем як серед інших порівнюваних сортів у ранній групі стиглості, так і в розрізі усіх варіантів дослідів – 6,8 шт.

Середньоранні сорти Левада та Злагода утворили практично однакову кількість бульб під кущем – 7,8 та 7,7 шт., при цьому кількісний вихід із них бульб насінневої фракції відрізнявся суттєво – 53,7 проти 59,4% відповідно. Однак сорт-стандарт Левада сформував насінневі бульби істотно більшою масою – 84,1 г і перевищив сорт Злагода на 6,4 г (7,6%).

Аналіз структури насінневої продуктивності сортів середньостиглої групи показав, що сорт Княгиня істотно поступився сорту-стандарту Слов'янка як за відсотком виходу насінневих бульб (45,2% проти 56,1%), масою насінневої бульби (80,0 г проти 84,5 г), так і за кількістю бульб під кущем (6,5 шт. проти 8,5 шт.). Сорт Мирослава сформував практично однакову загальну кількість бульб під кущем порівняно зі стандартним варіантом – 56,1% проти 55,3% та 8,5 шт. проти 8,4 шт. відповідно. Маса насінневої бульби у більшості сортів середньостиглої групи не дуже відрізнялася і коливалася в межах від 83,5 г (Мирослава) до 84,5 г (Слов'янка, Аніка).

У результаті кореляційно-регресійного аналізу визначено високу щільність лінійного зв'язку між виходом кондиційного насіння та рівнем урожайності сортів. Коефіцієнт кореляції при цьому склав $0,967 \pm 0,090$ (рисунк 2).

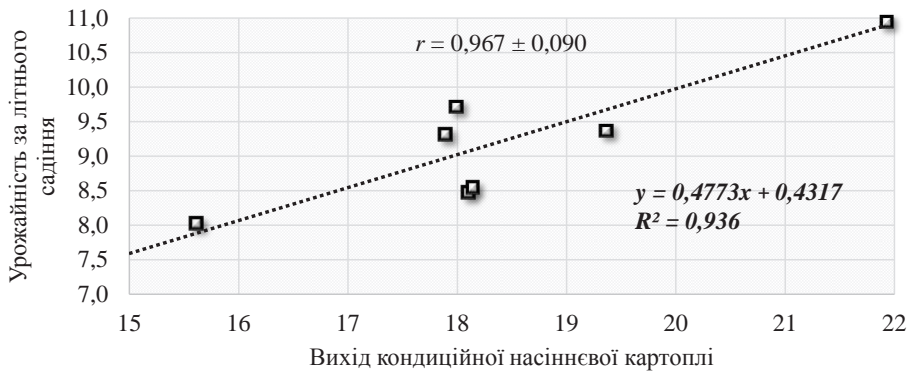


Рис. 2. Модель залежності насіннєвої продуктивності сортів картоплі від загального рівня урожаю при літньому садінні свіжозібраними бульбами, серпень 2016-2018 років, т/га

Висновки і пропозиції. У середньому за три роки спостережень виділено сорти з високою насіннєвою продуктивністю порівняно з відповідними стандартними варіантами окремих груп стиглості. Так, середньостиглий сорт Аніка перевершив сорт-стандарт Слов'янка за виходом кондиційної насіннєвої картоплі та коефіцієнтом розмноження – 10,95 т/га та 5,2 проти 9,32 т/га та 4,2 відповідно.

Середньоранній сорт Злагода виявився найпродуктивнішим за виходом насіннєвих бульб – 59,4 проти 53,7% за культивування сорту-стандарту Левада. Сорти ранньостиглої групи Дума, Слаута та Фактор сформували більшу масу середньої насіннєвої бульби порівняно зі стандартним варіантом групи стиглості – сортом Тирас: 86,0; 87,9 та 82,2 проти 73,0 г відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондарчук А.А. Наукове забезпечення виробництва картоплі в Україні. *Картоплярство*. 2004. № 33. С. 3–9.
2. Балашова Г.С. Насінництво картоплі за двоврожайної культури в умовах Степу України. *Картоплярство*. 2012. № 41. С. 64–69.
3. Бугаєва І.П., Сніговий В.С. Культура картоплі на півдні України : монографія. Херсон : Видавництво ХДПУ, 2002. 176 с.
4. Кушнір Г.П. Мікроклональне розмноження рослин : монографія. Київ : Наукова думка, 2005. 271 с.
5. Кружилін А.С. Что дают летние посадки картофеля. *За устойчивый урожай на юго-востоке*. 1939. № 1. С. 48–50.
6. Кузьмич А.О., Балашова Г.С. Виродження картоплі та як його уникнути. *Овощеводство*. 2011. № 4. С. 52–54.
7. Кононученко В.В., Верменко Ю.Я., Бугаєва І.П. Насінництво картоплі в Степу України. *Картоплярство*. 2004. Вип. 33. С. 9–20.
8. Бугаєва І.П., Балашова Г.С., Черниченко І.І., Черниченко О.О. Насінництво картоплі в умовах півдня України на зрошенні. *Зрошуване землеробство*. 2005. Вип. 43. С. 92–102.
9. Бойко М.С. Двоврожайна культура картоплі на зрошенні. Одеса, 1976. 136 с.
10. Бойко Н.С. Изучение сроков летней посадки картофеля свежубранными клубнями в условиях орошения. *Орошаемое земледелие*. 1967. С. 103–106.
11. Черниченко І.І. Балашова Г.С., Черниченко О.О. Двоврожайна культура картоплі на півдні України. *Аграрний тиждень*. 2012. № 20. С. 8.

12. Бойко Н.С. Летняя посадка картофеля свежесобранными клубнями в условиях орошения на юге Украины : автореф. дис. на соискание науч. степ. канд. с.-х. наук. Одесса, 1968. 25 с.
 13. Лук'яненко І.А. Чорний О.П. Весняне та літнє вирощування картоплі в степах України. Дніпропетровськ : Промінь, 1971. 147 с.
 14. Бобрышев Ф.И., Чмулев В.М. Картофель на Ставрополье. Ставропольское книжное издательство, 1974. 250 с.
 15. Шевченко А.В., Чмулев В.М. Агротехника и семеноводство картофеля при двурожайной культуре. Краснодарское книжное издательство, 1973. 78 с.
 16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропроиздат, 1985. 351 с.
 17. Остапов В.И., Лактионов Б.И., Писаренко В.А. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях УССР. Днепропетровск : Облиздат, 1985. 62 с.
 18. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 286 с.
 19. Куценко В.С., Осипчук А.А., Подгаєцький А.А., Кононученко В.В., Бугаєва І.П., Верменко Ю.Я. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Київ : Немішаєве, 2002. 183 с.
 20. ДСТУ 4013-2001. Сортові та посівні якості картоплі насінної. [Чинний від 2001-06-27]. Технічні умови. Київ, 2001, 23 с.
 21. Інструкція з апробації сортових посівів картоплі. Київ : Аграрна наука, 2002. 29 с.
 22. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : *навчальний посібник*. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
 23. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Заєць С.О. та ін. Технології вирощування зернових, технічних, кормових культур і картоплі на зрошуваних землях півдня України : науково-практичні рекомендації. Херсон : Ін-т зрош. землероб., 2013. 44 с.
-

УДК 633.31

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.3>

ВІДБІР, ОЦІНКА І СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ КОНЮШИНИ ЛУЧНОЇ (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Боженко А.І. – к.с.-г.н., завідувач лабораторії селекції багаторічних трав,
Носівська селекційно-дослідна станція

Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України

Сизенко О.Є. – науковий співробітник,
Носівська селекційно-дослідна станція

Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України

У статті викладено результати вивчення селекційних зразків конюшини лучної за основними господарсько-біологічними ознаками. Проведений добір кращих зразків, які поєднують у собі високу кормову і насінневу продуктивність, проведені спрямовані схрещування для поєднання всіх важливих генетичних чинників у одному генотипі.

У розсаднику вільного перезапилення селекційних номерів проведено низку комбінацій зі створення синтетичних популяцій, які складаються з декількох компонентів, за рахунок гібридизації яких підтримується певний ефект гетерозису в низці наступних поколінь. Наведена оцінка селекційному матеріалу за поколіннями, що досліджувалися. Виявлені зразки конюшини лучної, які достовірно перевищували стандартні сорти за комплексом господарсько-цінних ознак і властивостей.

Виділено перспективні зразки за елементами кормової та насінневої продуктивності, які можна включати в селекційний процес для створення вихідного матеріалу. Встановлено, що добір рослин з оцінкою по нащадках із наступним формуванням синтетиків шляхом об'єднання резервів насіння рослин з високою загальною комбінаційною здатністю є одним із основних методів селекції конюшини лучної. Вивчена кормова (зелена маса і суха речовина) та насіннева продуктивність синтетичних популяцій конюшини лучної. В якості перспективного матеріалу в селекції на підвищену насінневу продуктивність пропонується використовувати селекційний зразок Сун 477, а на підвищену кормову продуктивність – Сун 465.

Виявлений і створений вихідний матеріал з підвищеною кормовою і насінневою продуктивністю проходить подальшу польову оцінку і селекційне опрацювання в селекційних розсадниках Носівської селекційно-дослідної станції. Дослідження вияву господарсько-цінних ознак вихідного матеріалу конюшини лучної та результати порівняльного випробування великої кількості селекційних зразків за комплексом цінних ознак і властивостей дають підстави для використання їх як перспективного вихідного матеріалу при створенні високоврожайних сортів-синтетиків, а селекційний сортозразок Сун 465 під назвою «Акцент» у 2018 році переданий у мережу Державного сортіввипробування.

Ключові слова: конюшина лучна, вихідний матеріал, сорт, вивчення, врожайність.

Bozhenko A.I., Syzenko O.Ye. Selection, assessment and creation of source material of meadow clover (*Trifolium pratense* L.) under the conditions of the Northern Forest-steppe of Ukraine

The article presents the results of the study of breeding samples of meadow clover by the main economic and biological characteristics. There were conducted selection of the best samples, which combine high feed and seed productivity, and targeted crossing to combine all important genetic factors in one genotype.

In the nursery of free pollination of breeding numbers, a number of combinations were made to create synthetic populations, which consist of several components, due to the hybridization of which a certain effect of heterosis in a number of subsequent generations is maintained. The estimation of selection material on the studied generations was made. Samples of meadow clover that significantly exceeded the standard varieties in terms of a set of economically valuable traits and properties were found. There were specified promising samples for elements of fodder and seed productivity that can be included in the selection process to create the source material.

It was found that the selection of plants with the assessment of offspring, followed by the formation of synthetics by combining the reserves of seeds of plants with high overall combination ability is one of the main methods of selection of meadow clover. Fodder (green mass and dry matter) and seed productivity of synthetic populations of meadow clover were studied. As a promising material in the selection for increased seed productivity, it is proposed to use a selection sample Syn 477, and for increased forage productivity – Syn 465.

The detected and created source material with increased forage and seed productivity undergoes further field evaluation and selection processing in breeding nurseries of Nosivka breeding and research station. Studies of the manifestation of economically valuable traits of meadow clover source material and the results of comparative testing of a large number of breeding samples on a set of valuable traits and properties give grounds for their use as a promising source material in creating high-yielding synthetic varieties. In 2018 breeding sample Syn 465 was transferred to the State Variety Testing Network.

Key words: meadow clover, source material, variety, study, yield.

Постановка проблеми. Подальший розвиток тваринництва, яке здатне задовольняти потребу населення в найважливіших продуктах харчування, можливий лише на основі міцної кормової бази, заснованої на використанні найбільш врожайних і наближених до місцевих умов вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі багаторічних трав, одне з провідних місць серед яких належить конюшині лучній.

В інтенсифікації кормовиробництва значна частка відводиться сортам, особливо інтенсивного типу, належної і ефективної організації сортового насінництва [1]. Аналіз результатів селекційної роботи з конюшиною лучною показує, що натеper внесок селекції конюшини в загальне підвищення врожаю кормових культур складає близько 25%, таким чином, резерви підвищення ефективності селекції і ролі сорту в кормовиробництві залишаються значними.

Останніми роками на Носівській селекційно-дослідній станції створено декілька високоврожайних, ранньостиглих, зимостійких сортів конюшини лучної: Фалкон, Файна, Флагман, які за 2 укуси дають 120-140 ц/га сіна, 23,5-23,9% сирого протеїну в абсолютно сухій речовині з урожайністю насіння 5,0-6,0 ц/га.

Сучасне кормовиробництво потребує таких сортів конюшини лучної, які поєднують високий біологічний потенціал урожайності з високим вмістом поживних речовин, високою адаптивністю, насінневою продуктивністю та стійкістю проти хвороб і шкідників [2]. Створення таких сортів інтенсивного типу повинно бути забезпечене різноманітним селекційним вихідним матеріалом.

Постановка завдання – оцінка і виявлення кращих селекційних зразків конюшини лучної за основними господарсько-біологічними ознаками для подальшого їх використання при створенні перспективного селекційного матеріалу.

Методика і умови проведення досліджень. Дослідження проведені в Носівській селекційно-дослідній станції, яка розташована в північній частині Лісо-степової ґрунтово-кліматичної зони Бобровицько-Бахмацького агроґрунтового району Чернігівщини.

Досліди розміщували в селекційній сівозміні на чорноземах різного ступеня опідзоленості, легкосуглинкового механічного складу. Вміст гумусу в орному шарі (за Тюрнімом) 2,3-2,8%; рН сольової витяжки – 5,45-5,75; гідролітична кислотність (за Каппеном) – 4,98 мг – екв. на 100 г ґрунту; вміст P_2O_5 (за Кірсановим) – 12,5, K_2O (за Масловою) – 13,2-13,9 мг на 100 г ґрунту.

За багаторічними даними клімат на цій території помірно-теплий, м'який, із достатнім зволоженням. У середньому за рік температура повітря складає 5,7-6,8°C. Річна сума опадів сягає 555 мм. Проте у зв'язку із глобальним потеплінням погодні умови в цьому регіоні почали змінюватися. Протягом останніх

років спостерігається весняно-літня засуха тривалістю до двох місяців, що відчутно впливає на фенофази розвитку рослин конюшини. Тому метеорологічні умови в роки досліджень відрізнялися між собою за тепло- і вологозапечеченням і їх розподілом протягом вегетаційного періоду. Але закономірними залишалися надзвичайно високі температури і недостатня кількість опадів, що позитивно вплинуло на добір селекційних зразків з підвищеною стійкістю до несприятливих факторів навколишнього середовища.

Селекційні розсадники висівали підпокровно весною і безпокровно влітку в селекційних сівозмінах. У 2016-2018 роках робота з багаторічними травами продовжувалася методом добору рослин з оцінкою по нащадках з подальшим формуванням синтетиків шляхом об'єднання резервів насіння рослин з високою загальною комбінаційною здатністю (далі – ЗКЗ).

Селекційний процес включав такі розсадники:

1. Екологічне сортовипробування.
2. Розсадник вихідного матеріалу (розсадник добору і вільного перезаплення селекційних зразків).
3. Розсадник вивчення загальної комбінаційної здатності клонів (селекційний розсадник).
4. Попереднє і конкурсне сортовипробування.
5. Розмноження синтетиків і перспективних зразків.

Облікова площа ділянок у селекційному розсаднику – 2 м², повторень – 4, у попередньому сортовипробуванні – 5 м², у конкурсному – 2,5 м² та 25 м², повторень – 4. Посів в усіх розсадниках проводився сівалками з нормою висіву 8,5-9 млн схожих насінин на гектар. Оцінку елітних рослин за різними якісними і кількісними ознаками проводили в розсадниках добору з площею живлення 45х45 см. У цих розсадниках до цвітіння видаляли вражені хворобами, пошкоджені шкідниками, низькорослі, пригнічені рослини (негативний добір).

За стандарт висівали кращі комерційні сорти конюшини лучної Божена та Фалкон з розміщенням їх через 10 селекційних зразків у кожному розсаднику. Облік урожаю кормової маси проводили шляхом скошування та зважування всієї маси з кожної ділянки досліду. Вихід сіна із зеленої маси визначали по пробних снопах, відібраних після скошування і висушених до постійної ваги. Врожай насіння визначали з другого укосу.

З метою вивчення селекційного матеріалу на зимостійкість травостій конюшини лучної підкошували на 3-5 тижнів пізніше оптимального строку, рекомендованого для нашої зони. Протягом вегетаційного періоду за ростом і розвитком травостою проводили фенологічні спостереження [3]. Обробку даних досліджень проводили методом дисперсійного аналізу [4].

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження, включені в програму селекційної роботи з конюшиною лучною «Корми і кормовий білок», спрямовані на створення більш ранньостиглих високопродуктивних сортів з підвищеною стійкістю до несприятливих чинників навколишнього середовища та вивчення перспективних методів підвищення врожайності багаторічних трав на основі гетерозисної селекції.

У розсадниках добору кожного року висівали близько 2500 зразків конюшини лучної. Посів проводили влітку по чорному пару насінням своїх сортів і селекційних зразків, які забезпечують високий урожай кормової маси і насіння. Після бракування за формою і величиною куща, кількістю стебел, стійкістю до хвороб, кількістю та якістю насіння (негативний добір) для подальшого вивчення відби-

рали 350-450 найбільш урожайних рослин конюшини лучної, насіння яких (зі збереженням резерву) після детального аналізу використовується для посіву розсадників вивчення нащадків на загальну комбінаційну здатність. Резерв насіння кращих з них висівається для розмноження на ізольованих ділянках.

Основна ідея селекційних досліджень полягає у підборі найбільш цінних за господарсько-біологічними показниками сортотипів і проведенні спрямованих схрещувань для поєднання всіх важливих генетичних чинників у одному генотипі. Тому в розсаднику вільного перезаплення селекційних номерів було проведено низку комбінацій зі створення синтетичних і складногібридних популяцій, які складаються з декількох компонентів, за рахунок постійної гібридизації яких між собою підтримується певний ефект гетерозису в низці наступних поколінь. Ефективність гетерозисної селекції здебільшого залежить від належної оцінки загальної комбінаційної здатності вихідного матеріалу, тому оцінка і відбір зразків з високою ЗКЗ є необхідним етапом у селекції на гетерозис.

За результатами досліджень у селекційних розсадниках на загальну комбінаційну здатність щорічно вивчали 330-440 зразків конюшини лучної, кращі з яких по кормовій продуктивності перевищували стандарт на 11-19%. Всього з розсадників вивчення загальної комбінаційної здатності для подальшої роботи і створення вихідного матеріалу виділено в 2016-2018 роках 111 найбільш високопродуктивних по зеленій масі і стійких до негативних факторів навколишнього середовища зразків.

У таблиці 1 наведені дані по кормовій продуктивності кращих селекційних зразків конюшини лучної, які за результатами досліджень 2016-2018 років перевищили стандарт на 14-19%.

Таблиця 1

**Урожайність кращих селекційних зразків конюшини лучної
в селекційних розсадниках за 2016-2018 роки**

Селекційний номер	Урожай зеленої маси за два укоси			НІР _{0,05}
	кг/діл.	% до стандарту	± до стандарту	
2016				
4926	12,7	115	+1,7	1,25
4933	12,8	114	+1,6	1,31
4962	12,9	117	+1,9	1,42
5012	13,0	119	+2,1	1,66
5015	12,7	116	+1,8	1,66
5083	12,6	114	+1,6	1,33
5153	12,6	114	+1,6	1,21
5195	12,5	114	+1,6	1,35
5198	12,7	116	+1,8	1,35
5206	12,9	118	+2,0	1,58
2017				
5237	12,9	114	+1,6	1,22
5244	13,3	114	+1,7	1,30
5246	13,5	116	+1,9	1,30
5275	13,9	117	+2,0	1,41

Продовження таблиці 1

5278	13,7	115	+1,8	1,41
5334	13,5	115	+1,8	1,93
5379	13,4	114	+1,7	1,36
5392	13,5	115	+1,8	1,45
5428	13,6	117	+2,0	1,42
5473	13,5	114	+1,7	1,34
5506	13,5	114	+1,7	1,12
2018				
5532	14,4	118	+2,2	1,80
5563	14,0	114	+1,8	1,41
5571	14,2	116	+2,0	1,58
5614	13,8	114	+1,7	1,52
5619	14,1	116	+2,0	1,52
5628	14,0	115	+1,9	1,52
5653	14,2	115	+1,9	1,44
5691	14,2	116	+2,0	1,56
5693	14,0	114	+1,8	1,56
5732	14,4	118	+2,2	1,67
5733	14,1	115	+1,9	1,67
5758	13,8	114	+1,7	1,43

З метою створення високоврожайного, більш зимостійкого сорту з селекційного розсадника весною (на 3 році життя) відбирали та переносили на ізольовану клумбу для організації розсадника полікросу для спрямованого перезаплення рослин селекційних зразків, які виділялися високою зимостійкістю і активним відростанням з початком вегетації.

Також для створення нового перспективного селекційного матеріалу на широкій генетичній основі було закладено розсадник екологічного випробування конюшини лучної, зразки якої походять як із території колишнього СРСР і України, так і з території Західної Європи і Америки. Кращими себе виявили Viola, Глорія (Польща), SZ-95, Vanessa (Німеччина), Florie (США), Спарта, Тернопільська 4 (Україна), Зирянівська 2 (Східний Кавказ) та інші, які за окремими показниками були близькі до стандартного сорту Фалкон.

У наших дослідженнях за елементами кормової продуктивності в розсадниках попереднього випробування у 2016-2018 роках виділено перспективні селекційні зразки, які, за даними табл. 2, достовірно перевищували стандарт за врожаєм зеленої маси за 2 укуси на 12-21% при $P < 0,05$. Кращими показниками серед них виорювалися Syn 288, Syn 363, Syn 414, Syn 430, Syn 330, Syn 387, Syn 375, Syn 286 та інші. Заслужують на увагу як найбільш високоврожайні селекційні номери Syn 375, Syn 330, Syn 387, Syn 430 та інші, які протягом трьох останніх років достовірно переважали стандартний сорт на 80-130 ц/га кормової маси.

У результаті оцінки синтетичних популяцій конюшини лучної за основними господарсько-цінними ознаками в конкурсному випробуванні 2016-2018 років виявлено низку селекційних зразків, які вірогідно перевищили стандартний сорт за урожаєм зеленої маси на 12-21% при $P < 0,05$ (табл. 3.1, 3.2). Це Syn 471, Syn 473,

Syn 474, Syn 459, Syn 461, Syn 375, Syn 413, Syn 465, Syn 477 та інші, які характеризувалися підвищеними показниками кормової продуктивності протягом кількох років (з перевищенням стандарту від 60 до 100 ц/га). Особливої уваги заслуговує Syn 465, який протягом трьох років випробування достовірно і стабільно перевищував за кормовою продуктивністю стандартний сорт на 15-18%.

Таблиця 2

**Урожай зеленої маси кращих селекційних зразків конюшини лучної
в попередньому випробуванні за 2016-2018 роки**

Селекційний номер	Урожай, ц/га		Урожай за 2 укоси, ц/га	± до St	% до стандарту
	I укіс	II укіс			
2016					
Фалкон – St	338	282	620	–	100
Syn 375	392	321	711	+91	115
Syn 330	395	325	720	+100	116
Syn 382	381	320	701	+81	113
Syn 363	390	323	713	+93	115
Syn 309	380	316	696	+76	112
Syn 430	391	323	714	+94	115
Syn 288	383	316	699	+79	112
Syn 286	400	328	728	+108	117
Syn 387	410	342	752	+132	121
<i>HIP</i> _{0,05}			68		
2017					
Фалкон – St	286	211	497	–	100
Syn 288	331	242	573	+76	115
Syn 382	319	238	557	+60	112
Syn 430	334	246	580	+83	116
Syn 330	341	252	593	+96	119
Syn 387	343	248	591	+94	118
Syn 414	321	237	558	+61	112
Syn 286	327	235	562	+65	113
Syn 363	330	237	567	+70	114
Syn 375	334	248	582	+85	117
<i>HIP</i> _{0,05}			59		
2018					
Фалкон – St	325	285	610	–	100
Syn 430	378	330	708	+98	116
Syn 330	385	333	718	+108	117
Syn 387	390	339	729	+119	119
Syn 375	374	328	702	+92	115
Syn 288	367	324	691	+81	113
Syn 363	365	319	684	+74	112
Syn 286	378	322	700	+90	114
Syn 281	372	320	692	+82	113
Syn 414	372	325	697	+87	114
<i>HIP</i> _{0,05}			71		

Таблиця 3.1

**Урожай зеленої маси кращих селекційних зразків конюшини лучної
в конкурсному сортовипробуванні за 2016-2018 роки**

Селекційний зразок	Урожай зеленої маси, ц/га		
	I укіс	± до St	% до St
2016			
Фалкон – St	356	–	100
Syn ₃ 459	428	+72	120
Syn ₃ 460	424	+68	119
Syn ₃ 461	432	+76	121
Syn ₃ 462	430	+74	120
Syn ₃ 464	408	+52	114
Syn ₃ 465	412	+56	115
Syn ₃ 466	426	+70	119
Syn ₃ 471	409	+53	115
Syn ₃ 473	399	+43	112
Syn ₃ 476	402	+46	113
Syn ₃ 485	399	+43	112
<i>HIP</i> _{0,05}	41,6		

Таблиця 3.2

**Урожай зеленої маси кращих селекційних зразків конюшини лучної
в конкурсному сортовипробуванні**

Селекційний зразок	Урожай зеленої маси, ц/га								
	I укіс			II укіс			За два укоси		
	ц/га	± до St	% до St	ц/га	± до St	% до St	ц/га	± до St	% до St
2017									
Фалкон – St	284	–	100	187	–	100	471	–	100
Syn ₃ 473	331	+47	117	217	+30	116	548	+77	116
Syn ₃ 474	336	+52	118	227	+40	121	563	+92	120
Syn ₃ 481	311	+27	110	212	+25	113	523	+52	111
Syn ₃ 485	312	+28	110	215	+27	115	527	+55	112
Syn ₄ 459	329	+45	115	219	+32	117	548	+77	116
Syn ₄ 460	321	+37	113	211	+24	112	532	+61	113
Syn ₄ 465	327	+43	115	223	+36	119	550	+79	117
<i>HIP</i> _{0,05}							51		
2018									
Фалкон – St	292	–	100	170	–	100	462	–	100
Syn ₇ 375	330	+38	113	196	+26	115	526	+64	114
Syn ₆ 409	333	+41	114	190	+20	112	523	+61	113
Syn ₆ 413	350	+58	120	194	+24	114	544	+82	117
Syn ₅ 459	333	+41	114	189	+19	111	522	+60	112
Syn ₅ 461	339	+47	116	192	+22	113	531	+69	115
Syn ₅ 465	350	+58	120	199	+29	117	549	+87	118

Продовження таблиці 3.2

Syn ₄ 471	356	+64	122	199	+29	117	555	+93	119
Syn ₄ 473	330	+38	113	196	+26	115	526	+64	114
Syn ₄ 474	342	+50	117	194	+24	114	536	+74	116
Syn ₄ 477	362	+70	124	200	+30	118	562	+100	121
Syn ₄ 485	336	+44	115	187	+17	110	523	+61	113
Syn ₄ 487	324	+32	111	192	+22	113	516	+54	112
<i>HIP</i> _{0,05}							51		

За врожаєм сухої речовини кращі показники (15-28% до St) у 2016-2018 роках виявили Syn 435, Syn 468, Syn 471, Syn 473, Syn 485, Syn 459, Syn 477, Syn 460, Syn 461, Syn 465 та інші, які мали суттєве перевищення (від 15 до 31 ц/га) стандарту (табл. 4.1, 4.2). Заслугує на увагу селекційний зразок 465, який за останні роки досліджень перевищував стандарт на 20-22% (або 22-23 ц/га) за виходом сухої речовини.

Таблиця 4.1

Урожай сухої речовини кращих селекційних зразків конюшини лучної в конкурсному сортовипробуванні у 2016-2018 роках

Селекційний номер	Урожай сухої речовини I укіс, ц/га	± до St	% до St
2016			
I блок			
Агрос 12 – St	77,5	–	100
Syn ₃ 473	89,1	+11,6	115
Syn ₃ 471	91,5	+14,0	118
Syn ₃ 485	89,5	+12,0	115
Syn ₃ 476	90,7	+13,2	117
<i>HIP</i> _{0,05}		10,5	
II блок			
Агрос 12 – St	80,9	–	100
Syn ₃ 459	97,2	+16,3	120
Syn ₃ 460	96,3	+15,4	119
Syn ₃ 461	98,1	+17,2	121
Syn ₃ 462	97,7	+16,8	120
Syn ₃ 465	93,6	+12,7	115
Syn ₃ 466	96,8	+15,9	119
<i>HIP</i> _{0,05}		11,6	

При вивченні селекційних зразків за насінневою продуктивністю в конкурсному випробуванні за час досліджень 2016-2018 років виділено низку зразків (Табл. 5): Syn 384, Syn 430, Syn 489, Syn 502, Syn 281, Syn 477, Syn 378, Syn 413, Syn 340, Syn 465, Syn 471 та інші, які перевищили стандарт на 15-35%, що становить 0,5-1,3 ц/га.

У розсадниках розмноження селекційних зразків кожного року вирощується насіння близько 30 нових синтетиків конюшини лучної, які вивчаються в попередньому і конкурсному випробуваннях. Результати порівняльного випробування великої кількості зразків за комплексом цінних ознак і властивостей дають під-

Таблиця 4.2

**Урожай сухої речовини кращих селекційних зразків конюшини лучної
в конкурсному сортовипробуванні у 2017 році**

Селекційний зразок	Урожай сухої речовини, ц/га								
	I укіс			II укіс			За два укоси		
	ц/га	± до St	% до St	ц/га	± до St	% до St	ц/га	± до St	% до St
2017 рік									
Фалкон – St	64	–	100	46	–	100	110	–	100
Syn ₃ 473	84	+20	131	57	+11	124	141	+31	128
Syn ₃ 474	71	+7	111	57	+11	124	128	+18	116
Syn ₃ 477	73	+9	114	54	+8	117	127	+17	115
Syn ₃ 468	69	+5	108	64	+15	132	130	+20	118
Syn ₃ 481	70	+6	109	61	+15	132	131	+21	119
Syn ₃ 485	73	+9	114	60	+14	130	133	+23	121
Syn ₃ 435	78	14	122	56	+10	121	134	+24	121
Syn ₄ 459	79	+15	124	56	+10	122	135	+25	123
Syn ₄ 460	80	+16	125	55	+9	119	135	+25	123
Syn ₄ 461	73	+9	114	56	+10	121	129	+19	117
Syn ₄ 465	77	+13	121	57	+11	123	134	+24	122
<i>HIP</i> _{0,05}								15,6	
2018 рік									
Фалкон – St	65	–	100	48	–	100	113	–	100
Syn ₆ 413	76	+11	117	56	+8	116	132	+19	116
Syn ₆ 435	77	+12	118	55	+7	115	132	+19	117
Syn ₅ 461	76	+11	117	55	+7	114	131	+18	116
Syn ₅ 465	79	+14	121	57	+9	118	136	+23	120
Syn ₄ 468	77	+12	119	55	+7	114	132	+19	116
Syn ₄ 471	79	+14	121	57	+9	119	136	+23	120
Syn ₄ 477	82	+17	126	58	+10	121	140	+27	124
Syn ₄ 485	75	+10	116	54	+6	113	129	+16	115
Syn ₂ 496	77	+12	119	55	+7	114	132	+19	117
<i>HIP</i> _{0,05}								15,3	

Таблиця 5

**Урожай насіння кращих селекційних зразків конюшини лучної
в конкурсному сортовипробуванні у 2016-2018 роках**

Селекційний номер	Урожай насіння з другого укоси		
	ц/га	± до St	% до St
2016			
Агрос 12 – St	3,7	–	100
Syn ₇ 281	4,4	+0,7	118
Syn ₆ 384	4,8	+1,1	129
Syn ₆ 382	4,2	+0,5	113
Syn ₅ 430	4,8	+1,1	129

Продовження таблиці 5

Syn ₃ 489	4,9	+1,2	132
Syn ₄ 502	5,0	+1,3	135
НІР _{0,05}		0,42	
2017			
Агрос 12 – St	3,8	–	100
Syn ₃ 477	4,8	+1,0	126
Syn ₄ 465	4,2	+0,4	111
Syn ₆ 378	4,9	+1,1	129
Syn ₃ 471	4,5	+0,7	118
Syn ₅ 409	4,2	+0,4	111
Syn ₅ 413	4,4	+0,6	116
Syn ₈ 281	4,4	+0,6	115
Syn ₈ 286	4,2	+0,4	111
Syn ₇ 309	4,3	+0,5	113
Syn ₆ 330	4,2	+0,4	111
Syn ₆ 340	4,6	+0,8	121
Syn ₆ 362	4,3	+0,5	113
НІР _{0,05}		0,38	
2018			
Фалкон – St	3,5	–	100
Syn ₉ 281	4,1	+0,6	117
Syn ₈ 309	4,0	+0,5	114
Syn ₇ 340	4,2	+0,7	119
Syn ₇ 362	4,0	+0,5	115
Syn ₇ 375	3,9	+0,4	112
Syn ₇ 378	4,4	+0,9	126
Syn ₆ 409	3,9	+0,4	111
Syn ₆ 413	4,1	+0,6	116
Syn ₅ 461	4,0	+0,5	114
Syn ₅ 465	4,2	+0,7	120
Syn ₄ 471	4,1	+0,6	117
Syn ₄ 473	3,9	+0,4	111
Syn ₄ 477	4,3	+0,8	123
НІР _{0,05}		0,40	

стави для використання вказаних селекційних зразків як перспективного вихідного матеріалу при створенні високоврожайних сортів-синтетиків, а селекційний сортозразок Syn 465 під назвою «Акцент» у 2018 році переданий у Державне сортопробування.

Висновки. Добір рослин з оцінкою по нащадках є одним із кращих методів селекції конюшини лучної, а також шляхом до поліпшення виведених сортів за врожайністю насіння. Використання батьківських форм з високою загальною комбінаційною здатністю відкриває можливість практичної реалізації гетерозису шляхом формування синтетичних популяцій. Підкошування травостою 3-го укосу

у випробуванні в пізні строки використовується як аналізуючий фон для оцінки селекційних зразків на морозостійкість.

Особливої уваги заслуговують селекційні зразки конюшини лучної: Syn 471, Syn 473, Syn 459, Syn 461, Syn 465, Syn 477, Syn 413, Syn 474, Syn 462, Syn 466, Syn 468, Syn 435, Syn 387, Syn 375, Syn 378, Syn 485, Syn 340, Syn 430, Syn 330, Syn 460, які забезпечують значну прибавку по кормовій і насіннєвій продуктивності перед стандартом, що дає підстави на використання їх як вихідного матеріалу в селекції, а в майбутньому до необхідності розмноження і передачі в Державне сортовипробування. Станом на 2018 рік переданий у Держсортвипробування (заявка № 18155002 від 26.10.2018) новий високоврожайний сорт конюшини лучної під робочою назвою «Акцент» (селекційний номер 465).

Широке впровадження у виробничі посіви нових сортів конюшини лучної як найбільш урожайних по кормовій масі і насінню є значним резервом збільшення виробництва кормів в умовах Полісся та Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Новоселова А.С. Повышение эффективности селекции клевера : сборник научных трудов. Вып. 35. Москва : ВИК, 1987. С. 26–33.
2. Харченко Ю.В., Кочерга В.Я., Холод С.М. Продуктивність зразків конюшини лучної в умовах Устимівської дослідної станції рослинництва. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 54–58.
3. Смурыгин М.А. и другие. Методические указания по селекции многолетних трав. Москва : ВНИИ кормов, 1985. 188 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

УДК 633.854.78

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.4>

ВПЛИВ ВИСОТИ РОСЛИН І ДІАМЕТРУ КОШИКІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ ПОСІВУ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ

Борисенко В.В. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет садівництва

Карнаух О.Б. – к.с.-г.н., доцент кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет садівництва

Накльока Ю.І. – к.с.-г.н., доцент кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет садівництва

Новак А.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет садівництва

Усик С.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет садівництва

Коваль Г.В. – к.с.-г.н., викладач кафедри загального землеробства,
Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати трирічних досліджень з вивчення формування висоти, кількості насіння і діаметра кошиків різностиглих гібридів соняшника залежно від густоти посіву та ширини міжрядь у Правобережному Лісостепу України.

Результати проведених досліджень свідчать, що висота рослин при густоті 90 тис./га і ширині міжрядь 70 см мала більші показники і в скоростиглого гібрида Заграва становила 192,5 см, а в ранньостиглого гібрида Український F1 – 198,3 см. На контролі (густина 70 тис./га і ширина міжрядь 70 см) висота стебел була меншою – 186,4 і 193,8 см.

Діаметр кошиків був більшим при густоті рослин 70 тис./га і ширині міжрядь 70 см. У скоростиглого гібрида Заграва цей показник становив 22,3 см, у ранньостиглого гібрида Український F1 – 19,6 см. Кількість насіння в кошику мала вищі показники при густоті 70 тис./га і ширині міжрядь 70 см і становила у гібрида Заграва – 1670 шт., а в гібрида Український F1 – 1561 насінин відповідно.

Пустозерність залежала як від густоти стояння рослин, так і від кліматичних умов. Так, у 2012 році в результаті більш несприятливих умов кількість невиповненого насіння у гібрида Заграва була в 0,5-2,9% вищою, ніж у 2011 і 2013 роках, а в гібриду Український F1 – на 0,3-2,2% відповідно.

На варіанті з густрою 50 тис. рослин/га пустозерність у гібрида Заграва при ширині міжрядь 45 см становила 15,6%, а в гібрида Український F1 – 15,2%. При загущенні посівів до 90 тис. рослин/га кількість дефектного насіння зростає, і показник пустозерності у гібрида Заграва становив 24,5%, а у гібрида Український F1 – 22,9%.

Таким чином, для вирощування обох гібридів (скоростиглого Заграва і ранньостиглого Український F1) у південній частині Правобережного Лісостепу України оптимальним просторовим розміщенням рослин в агроценозах є густина посіву 70 тис. рослин/га і ширина міжрядь 70 см, при якій отримано найбільшу кількість насіння і діаметр кошиків соняшника.

Ключові слова: соняшник, густина посіву, ширина міжрядь, висота, діаметр кошиків, насіння.

Borysenko V.V., Karnauh O.B., Nakleka Yu.I., Novak A.V., Usik S.V., Koval G.V. The influence of plant height and diameter of inflorescences on sunflower productivity depending on sowing density and row spacing

The article presents the results of three years of research on the formation of the height, number of seeds and diameter of inflorescences of mixed hybrids of sunflower, depending on the density of sowing and the width of the rows in the Right-Bank Forest-Steppes of Ukraine.

The results of the studies indicate that the plant height with a density of 90 thousand/ha and a row spacing of 70 cm was great and in the early hybrid Zagrava was 192.5 cm, and in

the early-ripening Ukrainian F1 hybrid it was 198.3 cm. In the control (density 70 thousand /ha and row spacing 70 cm) the height of the stems was less – 186.4 and 193.8 cm.

The diameter of the inflorescences was large under plant density of 70 thousand/ha and a row spacing of 70 cm. For the early ripe Zagrava hybrid, this indicator was 22.3 cm, for the early ripe Ukrainian F1 hybrid – 19.6 cm. The number of seeds in the inflorescence had higher density values under 70 thousand/ha and a row spacing of 70 cm; in hybrid Zagrava it was 1670 pcs., in hybrid Ukrainian F1 it was 1561 seeds respectively.

The occurrence of empty grains depended both on the density of plant standing and on climatic conditions. So, in 2012, as a result of more adverse conditions, the number of unfilled seeds in the Zagrava hybrid was 0.5-2.9% higher than in 2011 and 2013. And the Ukrainian F1 hybrid had 0.3-2.2% respectively.

In the variant with a density of 50 thousand plants/ha, the occurrence of empty grains in Zagrava hybrid under a row spacing of 45 cm was 15.6%, that of the Ukrainian F1 hybrid was 15.2%. When the crops had a density of 90 thousand plants/ha, the number of defective seeds increased and the emptiness index for the Zagrava hybrid was 24.5%, for the Ukrainian F1 hybrid it was 22.9%.

Thus, for the cultivation of both hybrids, early Zagrava and early ripe Ukrainian F1, in the southern part of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the optimal spatial distribution of plants in agrocenoses is a density of 70 thousand plants/ha and a row spacing of 70 cm, under which the highest number of seeds and a larger diameter of inflorescences of sunflower are obtained.

Key words: sunflower, planting density, row spacing, height, diameter of inflorescences, seeds.

Постановка проблеми. Одним із ефективних та діючих факторів, який регулює використання вологи, світла, інтенсивність асиміляційного процесу та формування врожаю, є кількість рослин на одиниці площі. Зв'язок продуктивності і густоти стояння рослин виявляється по-різному залежно від ґрунтового-кліматичних умов, біологічних особливостей гібридів та агротехніки [1].

При надмірному загущенні збір насіння соняшника з гектара знижується. По мірі загущення посіву посилюється конкуренція між рослинами, примушуючи їх більш продуктивно використовувати умови середовища з метою підвищення врожайності культури. Але одночасно пропорційно густоті посіву рослин на гектарі збільшується непродуктивне використання факторів довкілля на утворення вегетативної маси [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження М.В. Кашукоєва, З.А. Шердієва [3] свідчать про те, що соняшник, як і інші культури, має генетично зумовлені обмеження ростових процесів, які викликають неоднакову інтенсивність росту рослин у висоту та його обмеження при будь-якому сполученні агротехнічних і метеорологічних чинників.

За коливаннями добового приросту рослин у висоту за міжфазними періодами, як і загалом за період вегетації, можна визначити вплив різних факторів на продукційні процеси культури. Дослідження, проведені А.В. Бакумою [4], підтверджують, що кількість рослин на одиниці площі є одним із ефективних діючих факторів, що регулює використання вологи, світла та інтенсивність асиміляційного процесу, формування врожаю. Тому густина посіву – важливий елемент технології вирощування різних культур. При оптимальному визначенні кількісного розміщення рослин на одиниці площі можна досягти максимальної урожайності зі збереженням високих якісних показників. Аналогічні дані були отримані також і в дослідженнях П.І. Бойко, В.О. Бороданя [5].

Постановка завдання. З метою вивчення впливу густоти посіву та ширини міжрядь на продуктивність різностиглих гібридів соняшника у південній частині Правобережного Лісостепу України на чорноземі опідзоленому дослідного поля Уманського національного університету садівництва протягом 2011–2013 років вивчалася питання формування висоти, кількості насіння та діаметру кошиків

сонояшника гібридів різних груп стиглості: скоростиглий Заграва та ранньостиглий Український F1.

Сонояшник при цьому розміщували після пшениці озимої. Схема польового досліду: густина посіву гібридів сонояшника 50, 70 і 90 тисяч рослин на 1 га, ширина міжрядь 45 і 70 см. Контроль – варіант із густиною рослин 70 тис./га. Обліки, вимірювання, супутні спостереження виконували згідно з методикою проведення польових дослідів і методикою державного сорто випробування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одержані дані свідчать, що висота рослин сонояшника змінюється залежно від густоти посіву та ширини міжрядь, що й підтверджується даними (табл. 1).

Таблиця 1

Висота рослин сонояшника у фазі цвітіння залежно від густоти посіву та ширини міжрядь, см

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Густина посіву, тис./га (фактор С)	Висота стебла			
			2011 рік	2012 рік	2013 рік	середнє
Заграва	45	50	182,0	178,3	176,9	179,1
		70	185,6	183,8	182,9	184,1
		90	190,4	187,8	189,1	189,1
	70	50	183,5	179,6	177,3	180,1
		70	186,4	184,2	183,7	184,8
		90	192,5	188,6	190,2	190,4
Український F1	45	50	185,9	182,9	183,6	184,1
		70	190,7	188,4	189,3	189,5
		90	196,1	194,5	195,2	195,3
	70	50	188,1	185,7	186,4	186,7
		70	193,8	190,9	192,3	192,3
		90	198,3	195,4	197,1	196,9
НІР05		<i>фактор А</i>	4,6	4,4	4,5	-
		<i>фактор В</i>	4,5	4,3	4,6	-
		<i>фактор С</i>	5,7	5,5	5,6	-
		<i>фактор АВС</i>	11,4	10,9	11,1	-

На контрольному варіанті – 70 тис./га висота рослин гібрида Заграва з шириною міжрядь 70 см була в середньому на рівні 186,4 см, а з міжряддям 45 см – 185,6 см, у гібрида Український F1 цей показник становив 193,8 і 190,7 см. Можна зауважити, що за роки досліджень різниці у висоті рослин за густоти 70 та 90 тис./га не було.

Менша висота рослин спостерігалася за густоти 50 тис./га у ранньостиглого гібрида Заграва з міжряддям 45 см і становила 182 см, а з міжряддям 70 см – 183,5 см, середньораннього гібрида Український F1 – 185,9 та 188,1 см відповідно, більша – за 90 тис. рослин/га – гібрида Заграва за ширини міжрядь 45 см – 190,4 см, з міжряддям 70 см – 192,5 см.

У гібрида Український F1 з міжряддям 45 см висота рослин становила 196,1 см, з міжряддям 70 см – 198,3 см, що більше на 4,8 см, ніж у гібрида Заграва з міжряддям 45 см і на 6,1 см – з міжряддям 70 см, а в гібрида Український F1 з міжряддям 45 см – на 5,4 см і з міжряддям 70 см – на 4,5 см порівняно з густотою посіву 70 тис. рослин/га.

Збільшення висоти рослин у загущених посівах соняшника в умовах достатнього зволоження Н.Н. Прядко [6] пояснює дією інших (крім вологи) визначальних чинників, таких як світло та елементи живлення. У його дослідях густина посіву впливала на висоту рослин відповідно до умов зволоження: у вологі роки вона зростала в міру загущення, в посушливі – зменшувалася. Це свідчить, що розріджені посіви соняшника порівняно з густішими краще використовують опади другої половини вегетації.

Лімітуючим стосовно висоти рослин фактором була кількість опадів у першій половині вегетації соняшника, а діаметра кошика – у другій. Згідно отриманих даних можна зауважити, що діаметр кошика змінюється залежно від густоти посіву та ширини міжрядь, що наведено у таблиці 2.

Діаметр кошика коливався залежно від густоти в обох гібридів у межах 17,5-22,3 см. Більші кошики соняшник гібриду Заграва сформував при густоті 70 тис. рослин/га і ширині міжрядь 70 см – 22,3 см у 2011 році, а менші – при ширині міжрядь 45 см та густоті 50 тис. рослин/га – 17,5 см у 2012 році. У варіантах із густотою 90 тис./га рослини формували кошики невеликого розміру – 18,5 та 19,9 см, різниця становила 1,4 см і була не істотною.

Таблиця 2

Діаметр кошиків соняшника у фазу цвітіння залежно від густоти посіву та ширини міжрядь, см

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Густина посіву, тис./га (фактор С)	Рік			Середнє
					2011	
Заграва	45	50	19,6	17,9	18,8	18,7
		70	21,2	18,7	19,4	19,8
		90	20,3	18,2	18,7	19,1
	70	50	20,1	18,9	19,6	19,5
		70	22,3	20,4	21,2	21,3
		90	21,5	19,9	20,3	20,6
Український F1	45	50	18,5	17,6	18,1	18,2
		70	19,3	18,2	18,6	18,8
		90	18,8	17,9	18,2	18,3
	70	50	18,9	17,8	18,3	18,4
		70	19,6	18,9	19,1	19,2
		90	19,0	18,4	18,5	18,6
НІР05	<i>фактор А</i>		1,5	1,2	1,3	-
	<i>фактор В</i>		1,6	1,3	1,4	-
	<i>фактор С</i>		2,7	2,2	2,4	-
	<i>фактор АВС</i>		5,3	4,8	5,1	-

В умовах неоднакового забезпечення факторами життєдіяльності і залежно від густоти стояння рослин на одиниці площі між висотою стебла і кількістю насіння простежується обернена залежність: із загущенням висота рослин збільшується, а кількість квітів і в подальшому насіння в кошику зменшується [7].

При недостатній освітленості в період диференціації конуса наростання (загущення посівів, значна забур'яненість, похмура погода тощо) в кошику закладається менше квітів і виникає пустозерність, а зменшується кількість насіння. Як вбачається з даних Табл. 3, кількість насіння у кошику соняшника залежала від погодних умов, які склалися протягом вегетаційного періоду, генетичних особливостей гібридів, ширини міжрядь, густоти посіву та комплексної взаємодії цих факторів.

У наших дослідях зазначено, що при збільшенні густоти з 50 до 70 тис. рослин/га кількість насіння у кошику істотно зростала, досягнувши максимального значення в варіанті 70 тис. рослин/га у гібриду Заграва при ширині міжрядь 70 см – 1670 шт. у середньому за три роки. При загущенні посівів до 90 тис. рослин/га кількість насіння зменшувалася. Мінімальне значення цього показника мало місце при густоті 90 тис. рослин/га у гібриду Український F1 при ширині міжрядь 45 см – 1315 шт. (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив густоти посіву та ширини міжрядь на кількість насіння у кошику соняшника, шт.

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Густота посіву, тис./га (фактор С)	Роки досліджень			Середнє за три роки
			2011	2012	2013	
Заграва	45	50	1573	1496	1525	1531,3
		70	1658	1578	1632	1622,6
		90	1479	1421	1454	1451,4
	70	50	1550	1512	1534	1532,0
		70	1670	1590	1635	1631,6
		90	1471	1419	1448	1446,0
Український F1	45	50	1475	1428	1451	1451,3
		70	1548	1512	1526	1528,7
		90	1362	1315	1339	1338,7
	70	50	1426	1391	1410	1409,0
		70	1561	1489	1532	1527,3
		90	1387	1344	1362	1364,3
HIP05	<i>фактор А</i>		81,7	80,4	81,3	-
	<i>фактор В</i>		81,5	80,2	81,1	-
	<i>фактор С</i>		90,8	89,3	90,5	-
	<i>фактор АВС</i>		158,3	156,4	157,9	-

Також слід вказати на вплив погодних умов на зміну кількості насіння в кошику. В більш сприятливому 2011 році у гібриду Заграва цей показник залежно від густоти стояння був більший на 2,6-9,9%, а в гібриду Український F1 – на 1-5,3%, ніж у 2012,2013 роках. Причиною цього явища був дефіцит вологи в ґрунті під час наливу та дозрівання насіння.

Загальна кількість насіння та кількість дефектного насіння – це величини, від яких залежить пустозерність; при збільшенні кількості дефектного та зменшенні нормального насіння пустозерність зростає. Пустозерність залежала як від густоти стояння рослин, так і від кліматичних умов (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив густоти посіву та ширини міжрядь на пустозерність насіння у кошику соняшника, %

Гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Густота посіву, тис./га (фактор С)	Роки досліджень			Середнє за три роки
			2011	2012	2013	
Заграва	45	50	14,2	15,6	14,9	14,9
		70	19,4	20,7	19,8	20,0
		90	21,9	24,5	22,3	22,9
	70	50	13,8	14,6	14,1	14,2
		70	18,9	20,3	19,7	19,6
		90	20,9	23,8	21,6	22,1
Український F1	45	50	14,6	15,2	15,1	15,0
		70	19,3	20,6	19,9	19,9
		90	20,7	22,9	21,4	21,7
	70	50	13,5	14,2	13,9	13,9
		70	18,4	20,8	19,2	19,5
		90	20,9	22,5	21,6	21,7
НІР 05	<i>фактор А</i>		1,4	1,1	1,2	-
	<i>фактор В</i>		1,5	1,2	1,3	-
	<i>фактор С</i>		2,5	2,1	2,3	-
	<i>фактор АВС</i>		5,1	4,7	4,9	-

Так, у 2012 році внаслідок більш несприятливих умов кількість невивпненого насіння у гібрида Заграва була на 0,5-2,9% вищою, ніж у 2011 і 2013 роках, а у гібрида Український F1 – на 0,3-2,2% відповідно.

У варіанті з густотою 50 тис. рослин/га пустозерність у гібриду Заграва при ширині міжрядь 45 см складала 15,6%, а в гібрида Український F1 – 15,2%. При загущенні посівів до 90 тис. рослин/га кількість дефектного насіння зростала, і показник пустозерності у гібрида Заграва становив 24,5%, а в гібрида Український F1 – 22,9%.

Отже, густоту 70 тис. рослин/га можна вважати оптимальною, при ній максимальний реалізується насінневий потенціал гібридів і формується максимальна кількість насіння.

Висновки і пропозиції. Результати проведених досліджень свідчать, що висота рослин при густоті 90 тис./га та ширині міжрядь 70 см мала більші показники і в скоростиглого гібриду Заграва складала 192,5 см, а в ранньостиглого гібрида Український F1 – 198,3 см. На контролі (густота 70 тис./га і ширина міжрядь 70 см) висота стебел була меншою – 186,4 та 193,8 см.

Більший діаметр кошиків був при густоті рослин 70 тис./га і ширині міжрядь 70 см. У скоростиглого гібрида Заграва він становив 22,3 см, а в ранньостиглого

гібрида Український F1 – 19,6 см. Кількість насіння в кошику мала вищі показники при густоті 70 тис./га та ширині міжрядь 70 см і складала у гібрида Заграва 1670 шт., а в гібрида Український F1 – 1561 насінин відповідно.

Таким чином, для вирощування обох гібридів (скоростиглого Заграва та ранньостиглого Український F1) у південній частині Правобережного Лісостепу України оптимальним просторовим розміщенням рослин в агроценозі є густина 70 тис. рослин/га і ширина міжрядь 70 см, при якій отримано найбільшу кількість насіння та діаметр кошиків соняшника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Поліщук С.Ф. Вплив основних факторів навколишнього середовища на якість насіння соняшника. *Вісник сільськогосподарської науки*, 1999. № 5. С. 21–23.
2. Яковенко Т.М. Олійні культури України. К. : Урожай, 2005. 406 с.
3. Кашукоєв М.В., Шердиев З.А. Продуктивность и качество семян подсолнуха в зависимости от густоты посевов. *Зерновое хозяйство*. 2006. № 8. С. 28–29.
4. Бакума А.В. Вплив густоти стояння на формування врожайності сортів соняшнику кондитерського та якість їх насіння. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Випуск 76. 2015. С. 13–20.
5. Бойко П.І., Бородань В.О. Вирощування соняшника в сівозмінах. *Пропозиція*. № 4. 2000. С. 36–38.
6. Прядко Н.Н. Новые элементы интенсивной технологии возделывания подсолнуха. *Агроном*. 2014. № 1. С. 156–158.
7. Грабовський М.Б. Вплив густоти стояння рослин на вияв господарсько-цінних ознак і продуктивність соняшнику в умовах центрального Лісостепу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 88–91.

УДК 634.23(477.64),635.711,635.745
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.5>

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЧЕРЕШНІ ЗА СУМІСНОГО ВИРОЩУВАННЯ З ЛІКАРСЬКИМИ РОСЛИНАМИ

Герасько Т.В. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Єременко О.А. – д.с.-г.н., професор, професор кафедри рослинництва імені професора В.В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Іванова І.Є. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Покопцева Л.А. – к.с.-г.н., доцент, в.о. завідувача кафедри рослинництва імені професора В.В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу сумісного вирощування лікарських рослин (*Thymus vulgaris* L., *Hyssopus officinalis*) у органічному саду на показники продуктивності дерев черешні.

Метою було порівняти річний приріст діаметру штамбу, сумарний річний приріст пагонів, індекс листової поверхні, кількість квітів, ступінь зав'язування плодів, діаметр плоду, масу плоду за умов сумісного вирощування лікарських рослин (*Thymus vulgaris* L., *Hyssopus officinalis*) і чистого пару (традиційний механічний обробіток ґрунту) в органічному черешневому саду в умовах Південного Степу України за відсутності зрошування.

Дослід закладено у науково-дослідному саду ТДАТУ (с. Зелене, Мелітопольського р-ну, Запорізької обл.). Дослідна ділянка знаходиться у зоні Степу, у другому агрокліматичному районі, який характеризується як посушливий і дуже теплий. Ґрунт дослідної ділянки — каштановий, мало гумусний (вміст гумусу 0,6%), зі слабодужною реакцією ґрунтового розчину (рН змінюється в межах 7,1-7,4), загальний вміст водорозчинних солей не перевищує 0,015-0,024%.

Рослинним матеріалом слугують дерева черешні (*Prunus avium* L. / *Prunus mahaleb*) сорту Ділема 2011 року садіння. Схема садіння 7x5 м. Загальна площа дослідної ділянки складає 1,4 га, 1260 м² було виділено під контрольний варіант (чистий пар), на площі 1120 м² у жовтні 2017 року були посіяні лікарські трави. Схема досліду була така: 1) контроль – чистий пар; 2) Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis*); 3) Чебрець звичайний (*Thymus vulgaris*). Будь-який інший догляд був ідентичним у кожному варіанті. Догляд за лікарськими рослинами полягав у ручному прополованні. Мінеральні добрива, синтетичні хімічні засоби захисту рослин, зрошення не застосовувалися.

Встановлено, що за сумісного вирощування з Гісопом лікарським і Чебрецем звичайним річний приріст діаметру штамбу дерев черешні був істотно більшим, починаючи з другого року вирощування, на 33%. Сумарний річний приріст пагонів, індекс листової поверхні, кількість квітів за сумісного вирощування лікарських рослин істотно не відрізнялися від контрольного варіанту (чистий пар).

Починаючи з другого року вирощування, ступінь зав'язування плодів був суттєво більшим на ділянках із сумісним вирощуванням лікарських рослин (на 42-54%). Починаючи з другого року вирощування, діаметр плодів був істотно меншим за сумісного вирощування Гісопу лікарського. Маса плодів у 2019 році була істотно менша за умов сумісного вирощування лікарських рослин: Гісопу лікарського – на 28%, Чебрецю звичайного – на 21% (порівняно з умовами чистого пару).

Ключові слова: аеролісомеліорація на основі черешні, лікарські рослини, сумісне вирощування, Чебрець звичайний, Гісоп лікарський.

Gerasko T.V., Yeremenko O.A., Ivanova I.Ye., Pokoptseva L.A. Productivity indices of sweet cherry trees under intercropping with medicinal plants

The article presents the results of research on the effect of intercropping sweet cherry trees with medicinal plants (*Thymus vulgaris* L., *Hyssopus officinalis*) in an organic garden on the productivity of sweet cherry trees.

The aim was to compare the annual increase in trunk diameter, total annual growth of shoots, leaf surface index, number of flowers, degree of fruit set, fruit diameter, fruit weight under conditions of intercropping with medicinal plants (*Thymus vulgaris* L., *Hyssopus officinalis*) and standard mechanical cultivation (control) in an organic sweet cherry orchard in the rainfed southern steppe of Ukraine.

The experiment was conducted in an organic orchard of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivar "Dilemma" / *Prunus mahaleb* planted in 2011 at 7×5 m. The work was conducted in the southern steppe of Ukraine (Melitopol district, Zaporozhye region). The soil cover of the investigated area is chestnut soils, which are very low-humus. Soils have a slightly alkaline reaction of soil solution (pH varies within 7.1-7.4). Against the background of a light granulometric composition, the humus content in the upper humus horizon is 0.6%. The analysis of aqueous extraction revealed that the total content of water-soluble salts does not exceed 0.015-0.024%.

The research site is located in the Steppe zone, in the second agro-climatic region, which is characterized as arid and very warm. The total area of the experimental plot is 1.4 ha, 1260 m² was allocated for the control variant (standard mechanical cultivation), and in October 2017, medicinal herbs were sown on the area of 1120 m². The scheme of the experiment was as follows: 1) Control – standard mechanical cultivation; 2) *Hyssopus officinalis*; 3) *Thymus vulgaris* L. Any other management was identical in each treatment. Caring for medicinal plants consisted of manual weeding. Mineral fertilizers, synthetic chemical plant protection products, irrigation were not used.

It was found that under the conditions of intercropping with medicinal plants (*Thymus vulgaris* L., *Hyssopus officinalis*) the annual increase in the trunk diameter of cherry trees was significantly greater – starting from the second year of cultivation, by 33%. The total annual growth of shoots, leaf surface index, the number of flowers under the conditions of intercropping with medicinal plants did not differ significantly from the control variant (standard mechanical cultivation).

From the second year of cultivation, the degree of fruit set was significantly higher under conditions of intercropping with medicinal plants (by 42-54%). From the second year of cultivation, the diameter of the fruit was significantly smaller under the conditions of intercropping with hyssop. Fruit weight in 2019 was significantly less under the conditions of intercropping with medicinal plants: hyssop – by 28%, thyme – by 21% (compared to control variant – standard mechanical cultivation).

Key words: sweet cherry tree-based agroforestry, medicinal plants, intercropping, *Thymus vulgaris* L., *Hyssopus officinalis*.

Постановка проблеми. Зміна клімату призводить до зниження врожаїв черешні на півдні України, що ставить проблему підвищення комерційної віддачі плодкових насаджень. Резервом для отримання додаткового прибутку слугує те, що більшість насаджень черешні традиційно вирощується на екстенсивній (посухостійкій) підщепі (*Prunus mahaleb*) із широкими міжряддями (5-7 м), що дозволяє сумісно з основною культурою вирощувати додаткову рослинну продукцію. Особливо вигідним може бути вирощування лікарських рослин [1], але питання впливу лікарських рослин на продуктивність основної культури є не досить дослідженим, особливо в богарних умовах Південного Степу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сумісне вирощування плодкових культур із додатковими культурами визначається в англійській науковій літературі як "fruit-tree-based agroforestry" («агролісомеліорація на основі плодкових дерев») [2; 3]. У тому випадку, коли основний прибуток дають не плоді дерева, а додаткова культура (наприклад, лікарські рослини), така система має назву, наприклад, "medicinal-plant-based agroforestry" («агролісомеліорація на основі лікарських рослин») [4].

Словосполучення «сумісне вирощування» також позначається терміном "intercropping", зокрема, мається на увазі сумісне вирощування плодкових і лікар-

ських культур [5–7]. Описано приклади успішного сумісного вирощування лікарських рослин у насадженнях кави, чаю, банана, кокосу, пальми, каучуку, манго, какао, яблуні, груші, персику [4–7]. При цьому лікарські рослини, окрім комерційної вигоди, надають численні екологічні послуги: квітучі трави приваблюють комах-запилувачів [8] і дають живлення корисним кохам [9–12]; леткі сполуки, що виділяють у повітря трави, можуть дезорієнтувати комах-шкідників і мати фунгіцидний ефект [13].

Є повідомлення про оздоровчий вплив лікарських рослин на ґрунт і його збагачення поживними елементами [14]. Важливо також, що лікарські трави, вирощені у приватних плодкових насадженнях, використовуються для покращення здоров'я фермерів і членів їхніх родин [15].

Можливість та ефективність вирощування лікарських рослин в богарних умовах Південного Степу України доведена [16], але вплив сумісного вирощування з лікарськими травами на показники продуктивності плодкових культур остаточно не з'ясований. Так, повідомлялося, що сумісне вирощування персику з лікарськими та ароматичними травами покращувало продуктивність та якість плодів персику [5]. Проте повідомляється також і про низьку продуктивність основної плодової культури за сумісного вирощування з лікарськими рослинами [3].

Таким чином, сумісне вирощування у насадженнях черешні лікарських рослин може стати резервом для підвищення комерційної віддачі плодкових насаджень, позитивно вплинути на екологію та покращити здоров'я фермерів. Але вплив лікарських рослин на ростові процеси дерев черешні ще остаточно не досліджено.

Постановка завдання. Метою статті було з'ясувати вплив сумісного вирощування лікарських рослин і дерев черешні в органічному черешневому саду на показники продуктивності дерев черешні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослід закладено у науково-дослідному саду ТДАТУ (с. Зелене Мелітопольського р-ну Запорізької обл.). Дослідна ділянка знаходиться в зоні Степу, у другому агрокліматичному районі, який характеризується як посушливий і дуже теплий. Ґрунт дослідної ділянки – каштановий, мало гумусний (вміст гумусу 0,6%), зі слаболужною реакцією ґрунтового розчину (рН змінюється в межах 7,1-7,4), загальний вміст водорозчинних солей не перевищує 0,015-0,024%.

Рослинним матеріалом слугують дерева черешні (*Prunus avium* L. / *Prunus mahaleb*) сорту Ділема 2011 року садіння. Сорт Ділема – середньоранній, отриманий від схрещування сортів Дрогана жовта і Валерій Чкалов. Дерево сильноросле, формує розкидисту, трохи пониклу, густу крону. Плоди опукло-серцеподібні, шкірочка і м'якоть темно-червоного кольору відмінного кисло-солодкого, освіжаючого смаку. Дозріває в умовах Мелітополя у першій декаді червня, здебільшого використовується у свіжому вигляді.

Схема садіння 7x5 м. Загальна площа дослідної ділянки складає 1,4 га, 1260 м² було виділено під контрольний варіант (чистий пар), а на площі 1120 м² у жовтні 2017 року були посіяні лікарські трави. Схема досліду була така: 1) Контроль – чистий пар; 2) Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis*); 3) Чебрець звичайний (*Thymus vulgaris*).

Дослідження показників продуктивності черешні за сумісного вирощування з лікарськими рослинами проведено у чотирьохкратному повторенні по 4 контрольних дерева. Чистий пар забезпечували дискуванням на глибину 15 см і ручним прополюванням (4 рази за вегетаційний сезон). Будь-який інший догляд був ідентичним у кожному варіанті. Догляд за лікарськими рослинами полягав у руч-

ному прополюванні. Мінеральні добрива, синтетичні хімічні засоби захисту рослин, зрошення не застосовувалися.

Основні елементи облік та спостережень: показники продуктивності дерев черешні – річний приріст діаметру штамбу (см), сумарний річний приріст пагонів (м/дерево), індекс листової поверхні (m^2/m^2), кількість квітів (шт./дерево), ступінь зав'язування плодів (%), діаметр плоду (мм), маса плоду (г). Показники продуктивності черешні визначали, як описано у Г.К. Карпенчука і А.В. Мельника [17, с. 31–38]. Результати опрацьовано статистично методом дисперсійного аналізу [18, с. 338–342]. Математичну обробку отриманих даних проводили за допомогою пакету прикладних програм Microsoft Excel.

Як вбачається з таблиці 1, у 2018 році річний приріст діаметру штамбу дерев черешні за сумісного вирощування лікарських рослин істотно не відрізнявся порівняно з контрольним варіантом (чистий пар).

Таблиця 1

Показники продуктивності черешні

Варіант	Річний приріст, діаметру штамбу (см)	Сумарний річний приріст пагонів (м/дерево)	Індекс листової поверхні (m^2/m^2)	Кількість квітів (шт./дерево)	Ступінь зав'язування плодів (%)	Діаметр плоду, мм	Маса плоду, г
2018 рік							
1. Чистий пар	1,3	76,6	1,5	544	33	20,1	5,4
2. Гісоп лікарський	1,1	85,9	1,6	492	33	19,8	5,3
3. Чебрець звичайний	1,2	77,1	1,5	475	34	19,9	5,4
НІР _{0,5}	0,16	9,25	0,13	76,2	3,4	1,66	0,46
2019 рік							
1. Чистий пар	0,6	43,3	1,3	357	24	24,5	7,6
2. Гісоп лікарський	0,8	42,0	1,4	374	34	21,0	5,5
3. Чебрець звичайний	0,8	44,9	1,5	365	37	22,4	6,0
НІР _{0,5}	0,11	5,03	0,14	88,5	3,1	2,13	0,67

Це свідчить про те, що лікарські рослини у перший рік вегетації не створювали суттєвої конкуренції деревам черешні. У 2019 році на ділянках сумісного вирощування лікарських рослин річний приріст діаметру штамбу був суттєво більшим за контрольний варіант (на 33%). Сумарний річний приріст пагонів та індекс листової поверхні дерев черешні істотно не відрізнялися за сумісного вирощування лікарських рослин (порівняно з чистим паром).

Відомо, що показник річного приросту діаметру штамбу напряму пов'язаний з урожайністю дерев [19, 20]. Це також видно з наведених даних щодо кількості квітів і ступеня зав'язування плодів, які у 2018 році у варіантах 2 і 3 суттєво не відрізнялися від контрольного варіанту, але у 2019 році ступінь зав'язування плодів був суттєво більшим на ділянках із сумісним вирощуванням лікарських рослин (на 42-54%).

Проте, починаючи з другого року вирощування, діаметр плодів був істотно меншим за сумісного вирощування Гісопу лікарського. Маса плодів у 2019 році була істотно менша за умов сумісного вирощування лікарських рослин: Гісопу лікарського – на 28%, Чебрецю звичайного – на 21% (порівняно з умовами чистого пару). Пояснити виявлений позитивний вплив сумісного вирощування лікарських рослин на річний приріст діаметру штамбу дерев черешні можна оздоровчим впливом лікарських рослин на ґрунт і його збагачення поживними елементами, про що вже повідомлялося у науковій літературі [14].

Ступінь зав'язування плодів напряму залежить від кількості комах-запилювачів, яких принадають лікарські рослини [8]. Хоча періоди цвітіння Чебрецю звичайного та Гісопу лікарського не співпадають з періодом цвітіння черешні, завдяки тривалому та рясному цвітінню ці трави принадають численних комах-запилювачів, які оселяються на ділянках із лікарськими рослинами і наступного року починають відвідувати квітки черешні.

Щодо зниження маси плодів черешні за сумісного вирощування з лікарськими рослинами, то це пояснюється великою кількістю плодів – чим більша кількість плодів на дереві, тим вони менше розміром і вагою. Цей негативний ефект можна подолати за допомогою зрошення, внесення добрив або інокуляції пристовбурних кіл симбіотичними мікоризними грибами для покращення забезпечення дерев поживними речовинами та водою.

Висновки і пропозиції. Річний приріст діаметру штамбу дерев черешні був істотно більшим за сумісного вирощування з Гісопом лікарським і Чебрецем звичайним, починаючи з другого року вирощування, на 33%. Сумарний річний приріст пагонів, індекс листової поверхні, кількість квітів за сумісного вирощування лікарських рослин істотно не відрізнялися від контрольного варіанту (чистий пар).

Починаючи з другого року вирощування, ступінь зав'язування плодів був суттєво більшим на ділянках із сумісним вирощуванням лікарських рослин (на 42-54%). Діаметр плодів був істотно меншим за сумісного вирощування Гісопу лікарського.

Маса плодів у 2019 році була істотно менша за умов сумісного вирощування лікарських рослин: Гісопу лікарського – на 28%, Чебрецю звичайного – на 21% (порівняно з умовами чистого пару).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Никитюк Ю.А., Сологуб Ю.О. Фінансово-економічні аспекти розвитку органічного лікарського рослинництва в Україні. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 2. С. 23–28.
2. Pant K.S., Yewale A.G., Prakash P. Fruit Trees Based Agro-forestry systems. Published in: *Agroforestry: Theory and Practices*. Scientific publishers (India), 2014. P. 564–588.
3. Bellow J.G., Hudson R.F., Nair P.K.R. Adoption potential of fruit-tree-based agroforestry on small farms in the subtropical highlands. *Agroforest Syst.* 2008. № 73. P. 23–36 (2008). URL: <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9105-x>.
4. Thakur A., Chandra P. Medicinal and Aromatic Plant Based Agro-forestry systems. Published in: *Agroforestry: Theory and Practices*. Scientific publishers (India), 2014. P. 589–601.
5. Tripathi P. et al. Fruit yield and quality characteristics of high density *Prunus persica* (L.) Batsch plantation intercropped with medicinal and aromatic plants in the Indian Western Himalayas. *Agroforest Syst.* 2019. № 93(5). P. 1717–1728. URL: <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0276-9>.

6. Song B.Z. et al. Effects of intercropping with aromatic plants on the diversity and structure of an arthropod community in a pear orchard. *BioControl*. 2010. № 55(6). P. 741–751. URL: <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9301-2>.
 7. Chamoli M. et al. Assessment of Biomass Yield, Essential Oil and β -asarone content of *Acorus calamus* L. Intercropped with *Morus alba* L. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2013. № 16(6). P. 763–770. URL: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2013.862081>.
 8. Christmann S. Farming with alternative pollinators increases yields and incomes of cucumber and sour cherry. *Agron. Sustain. Dev.* 2017. № 37. P. 24. URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0433-y>.
 9. Belz E. et al. Olfactory attractiveness of flowering plants to the parasitoid *Microplitis mediator*: potential implications for biological control. *BioControl*. 2013. № 58. P. 163–173. URL: <https://doi.org/10.1007/s10526-012-9472-0>.
 10. Balmer O. et al. Noncrop flowering plants restore top-down herbivore control in agricultural fields. *Ecology and Evolution*. 2013. № 3(8). P. 2634. URL: <https://doi.org/10.1002/ece3.658>.
 11. Wan N.-F. et al. Ecological engineering of ground cover vegetation promotes biocontrol services in peach orchards. *Ecological Engineering*. 2014. № 64. P. 62–65. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.12.033>.
 12. Wan N.-F. et al. Plant diversification promotes biocontrol services in peach orchards by shaping the ecological niches of insect herbivores and their natural enemies. *Ecological Indicators*. 2019. № 99. P. 387–392. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.047>.
 13. Khan R. et al. Determination and seasonal variation of chemical constituents of essential oil of *Hyssopus officinalis* growing in Kashmir valley as incorporated species of Western Himalaya. *Chemistry of Natural Compounds*. 2012. № 48(3). P. 502–505. URL: <https://doi.org/10.1007/s10600-012-0290-5>.
 14. Du L., Zhao J., Abbas F. et al. Higher nitrates, P and lower pH in soils under medicinal plants versus crop plants. *Environ Chem Lett*. 2013. № 11(4). P. 385–390. URL: <https://doi.org/10.1007/s10311-013-0419-1>.
 15. Agelet A., Bonet M.A., Valles, J. Homegardens and their role as a main source of medicinal plants in mountain regions of Catalonia (Iberian peninsula). *Econ Bot*. 2000. № 54. P. 295–309 (2000). URL: <https://doi.org/10.1007/BF02864783>.
 16. Свиденко Л.В., Єжов В.М. Перспективи вирощування деяких ефірнооїльних культур у Степу Південному. *Вісник аграрної науки*. 2015. С. 20–24.
 17. Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями: методические рекомендации. Под ред. Г.К. Карпенчука и А.В. Мельника. Умань : Уман. с.-х. ин-т, 1987. 115 с.
 18. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с.
 19. Moore C.S. Biometrical Relationships in Apple Trees. *Journal of Horticultural Science*. 1978. № 53. P. 45–51. URL: <https://doi.org/10.1080/00221589.1978.11514792>.
 20. Westwood M.N., Roberts A.N. The relationship between trunk-cross sectional area and weight of apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1970. № 95. P. 28–30.
-

УДК 633.358:631.53:631.8(477.7)
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.6>

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ ПОСІВНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Єременко О.А. – д.с.-г.н., професор, професор кафедри рослинництва
імені професора В.В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Капінос М.В. – асистент кафедри плодоовочівництва, виноградарства та біохімії
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

У статті наведені результати досліджень із вивчення ефективності передпосівної обробки насіння гороху сучасними препаратами, проведених у 2015-2017 роках на чорноземі південному середньосуглинковому в умовах дослідного поля НДІ агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету.

Схема дослідю включала такі варіанти: Фактор А – сорт: 1. Девіз; 2. Глянс; 3. Отаман. Фактор В – оброблення насіння: 1. Контроль (обробка водою); 2. Інокуляція Ризобіотом (*Rhizobium*, штам 261-В, титр бульбочкових бактерій 5-6 млрд/мл) – 0,5 л/т; 3. Інкустація АКМ (Патент України № 8501) – 0,3 л/т; 4. Обробка АКМ (0,3 л/т) + Ризобіотом (0,5 л/т). Насіння обробляли із розрахунку 20 л робочого розчину на тону насіння.

Проведені нами дослідження показали, що густина продуктивних стебел залежала від сортових особливостей і варіанту обробки насіння. Так, у середньому за роки досліджень і по фактору сорт, передпосівна обробка насіння Ризобіотом сприяла збільшенню кількості продуктивних стебел порівняно з контрольним варіантом дослідю на 1,36 шт./м²; АКМ – на 4,87 шт./м². Сумісне використання препаратів сприяло формуванню 108,20 продуктивних стебел на 1 м², що перевищило показники контролю на 5,61 м².

Застосування препаратів АКМ і Ризобіоту сумісно забезпечує формування найвищих показників індивідуальної продуктивності рослин гороху. Так, за такого варіанту обробки насіння в середньому за роки досліджень висота кріплення нижнього боба склала залежно від сорту 36,33-37,23 см, кількість бобів на одній рослині та кількість насінин в одному бобі становила відповідно 3,14-3,43 та 3,46-3,67 шт., маса насіння однієї рослини та маса 1000 насінин – 2,51-2,74 та 218,63-231,22 г. Деяко більші показники індивідуальної продуктивності в середньому за роки досліджень мали рослини гороху сорту Девіз.

У середньому за роки досліджень максимальна врожайність зерна гороху залежно від досліджуваного сорту склала 2,67-3,01 т/га за сумісної обробки насіння перед сівбою препаратами АКМ і Ризобіотом, що перевищило показники контролю на 12,9-13,1%. При цьому вищу врожайність формували рослини гороху сорту Девіз (2,83 т/га), що перевищило її значення по сорту Глянс на 2,1%, сорту Отаман – на 11,7%.

Ключові слова: горох, сорт, обробка насіння, продуктивність, структура урожаю

Yeremenko O.A., Kapinos M.V. The influence of presowing seed treatment on the productivity of varieties of peas in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The article presents the results of research to study the effectiveness of pre-sowing treatment of pea seeds with modern drugs, conducted in 2015-2017 on southern chernozem in the experimental field of the Research Institute of Agrotechnology and Ecology Tavriya State Agrotechnological University.

The scheme of the experiment included the following options: Factor A – variety: 1. Deviz; 2. Glyans; 3. Otaman. Factor B – seed treatment: 1. Control (water treatment); 2. Inoculation with Rhizobiphyte (*Rhizobium*, strain 261-B, titer of nodule bacteria 5-6 billion/ml) – 0.5 l/t; 3. Inlay AKM (Patent of Ukraine № 8501) – 0.3 l/t; 4. AKM treatment (0.3 l/t) + Rhizobiphyte (0.5 l/t). Seeds were treated at the rate of 20 liters of working solution per ton of seeds.

Our research showed that the density of productive stems depended on varietal characteristics and seed treatment options. Thus, on average over the years of research and by factor variety, pre-sowing treatment of seeds with Rhizobiphyte contributed to an increase in the number of productive stems compared to the control version of the experiment by 1.36 pcs./m²; AKM – by 4.87 pcs./m². The combined use of drugs contributed to the formation of 108.20 productive stems per 1 m², which exceeded the control indicators by 5.61 m².

The use of AKM and Rhizobifit drugs together ensures the formation of the highest indicators of individual productivity of pea plants. Thus, under this variant of seed treatment, on average over the years of research, the height of the lower bean, depending on the variety was 36.33-37.23 cm, the number of beans per plant and the number of seeds in one bean was 3.14-3, 43 and 3.46-3.67 pcs. Seed weight of one plant and weight of 1000 seeds – respectively 2.51-2.74 and 218.63-231.22 g. Slightly higher indicators of individual productivity, on average over the years of research, had pea plants of the Deviz variety.

On average over the years of research, the maximum yield of pea seeds, depending on the studied variety was 2.67-3.01 t/ha with joint treatment of seeds before sowing drugs AKM and Rhizobifit, which exceeded the control by 12.9-13.1%. At the same time, the highest yield was formed by pea plants of the Deviz variety (2.83 t/ha), which exceeded its value for the Glyans variety by 2.1%, for the Otaman variety – 11.7%.

Key words: peas, variety, seed treatment, productivity, crop structure.

Постановка проблеми. Зернові бобові культури мають важливе значення як харчові та кормові культури, що сприяють сталому розвитку світового сільського господарства. Серед зернових бобових горох (*Pisum sativum* L.) є економічно важливою культурою поряд із соєю та квасолею у всьому світі та здебільшого вирощується в помірних регіонах [1]. Він має велике продовольче, кормове та агротехнічне значення, цінний на широкий спектр поживних речовин [2; 3; 4].

Зерно гороху містить від 16 до 36% білка, до 54% вуглеводів, приблизно 1,6% жиру, понад 3% зольних речовин. Білок цієї культури є повноцінним за амінокислотним складом і засвоюється в 1,6 рази краще, ніж білок пшениці. У ньому міститься 4,6% лізину, 11,4% аргініну, 1,2% триптофану (від сумарної кількості білка) [5]. Горох давно визнається недорогим, доступним джерелом протеїну, складних вуглеводів, вітамінів і мінералів. Висока поживність гороху робить його цінним харчовим продуктом, здатним задовольнити харчові потреби приблизно 800-900 мільйонів людей у всьому світі [6; 7].

В Україні гороху належить одне з провідних місць серед зернобобових культур [8]. Посівні площі гороху в Україні становлять близько 0,3 млн га, 25% з яких приходиться на зону Степу. На жаль, через гострий дефіцит ресурсного потенціалу та кон'юнктуру ринку в рослинництві України за останні 15 років спостерігалися негативні явища, які призводили до зменшення площ посіву гороху, урожайності, вмісту сирого протеїну від 22,5-23,5 до 19-22%. Зниження родючості ґрунтів через їх нераціональну експлуатацію, відсутність науково обґрунтованої сівозміни, системи удобрення і захисту призвели до недобору 0,2-0,4 т/га сирого протеїну [9]. Отже, в перерахунку на валовий збір в масштабах України щороку недобір становить від 120 до 280 тис. тонн сирого протеїну тільки із посівних площ гороху [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Горох – дуже вимоглива до світла, вологи та ґрунту культура, тому часто він не реалізує генетичний потенціал продуктивності в умовах несприятливих факторів [11].

Із літературних джерел відомо, що від проростання насіння та впродовж основних етапів органогенезу рослини гороху потребують оптимального співвідношення вологи, тепла і елементів живлення. Невід'ємним складником агротехнологічного процесу вирощування гороху, спрямованим на підвищення біологічної фіксації молекулярного азоту, покращання умов росту і розвитку рослин, формування їхньої продуктивності є застосування мінеральних добрив і мікробіологічних препаратів поліфункціональної дії на основі специфічних штамів азотфіксуювальних бульбочкових бактерій, які характеризуються високою вірулентністю та активністю [12].

Інокуляція насіння гороху сприяє підвищенню урожайності зерна та його якості. Так, передпосівна обробка насіння Ризоторфіном у нормі 300 г/га забезпечує збільшення вмісту протеїну в зерні на 0,2-0,5%, а при триразовому позакореновому внесенні макро- і мікродобрив «Еколист» вміст сирого протеїну збільшується на 0,3-0,6% [13].

За інокуляції насіння бактеріальними препаратами та створення сприятливих абіотичних умов для розвитку активних симбіотичних бульбочкових бактерій рослини гороху здебільшого забезпечують власні потреби в азотних сполуках. Однак процеси симбіотичної азотфіксації можуть суттєво лімітуватися за недостатнього зволоження або низького рівня аерації ґрунту [14].

Відомо, що горох, формуючи врожай зерна, виносить із ґрунту значну кількість поживних речовин. На формування 1 ц зерна горох витрачає: азоту – 4,5-6,0 кг, фосфору – 1,7-2,0 кг, калію – 3,5-4,0 кг, кальцію – 2,5-3,0 кг, магнію – 0,8-1,3 кг, а також мікроелементи: молібден, бор та інші [15]. Рослини гороху в симбіозі з бульбочковими бактеріями виду *Rhizobium* здатні фіксувати до 70-160 кг/га азоту та залишати в поживних і кореневих рештках до 30% засвоєної кількості такого елемента живлення, що потім використовується наступними культурами сівозміни [16; 17].

Доведено, що передпосівна обробка насіння активізує симбіотичну діяльність бульбочкових бактерій, що впливає на урожайність гороху. Рівень зернової продуктивності зернобобових культур, в тому числі і гороху, визначається комбінацією параметрів структури врожаю, основними з яких є кількість рослин на одиниці площі, кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса 1000 насінин, маса насіння з рослини та інші [18; 19].

Завдання і методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі НДІ агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету протягом 2015-2017 років за загальноприйнятими методиками [20, 21].

Ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом південним середньосуглинковим. Погодні умови за гідротермічними показниками в роки проведення досліджень різнилися, що дало можливість отримати об'єктивні результати.

Об'єктом досліджень був горох посівний (*Pisum sativum L.*), а саме сорти Девіз, Глянс, Отаман. Технологія їх вирощування, за винятком досліджуваних факторів, була загальнопринятною до існуючих зональних рекомендацій для Південного Степу України.

Схема дослідів включала такі варіанти:

Фактор А – сорт: 1. Девіз; 2. Глянс; 3. Отаман.

Фактор В – оброблення насіння: 1. Контроль (обробка водою); 2. Інокуляція Ризобіотом (*Rhizobium*, штам 261-Б, титр бульбочкових бактерій 5-6 млрд/мл) – 0,5 л/т; 3. Інкрустація АКМ (Патент України № 8501) – 0,3 л/т; 4. Обробка АКМ (0,3 л/т) + Ризобіот (0,5 л/т). Насіння обробляли із розрахунку 20 л робочого розчину на тону насіння.

Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю в усіх дослідках із горохом посівним проводили згідно із зональними методичними рекомендаціями та ДСТУ. Дисперсійний аналіз виконували за методикою Б.О. Доспехова з використанням програми “Statistika-6”.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування господарського врожаю зернобобових – значно складніший процес, ніж в інших культур, наприклад, зернових. Це пов'язано зі слабкою можливістю регулювання кількості плодо-

носних стебел, з поступовою і тривалою диференціацією генеративних органів і особливо суттєвою залежністю їх розвитку від зовнішніх умов [22].

Важливим чинником формування врожайності гороху є густина продуктивного стеблостою. Проведені нами дослідження показали, що густина продуктивних стебел залежала від сортових особливостей та варіанту обробки насіння (рис. 1).

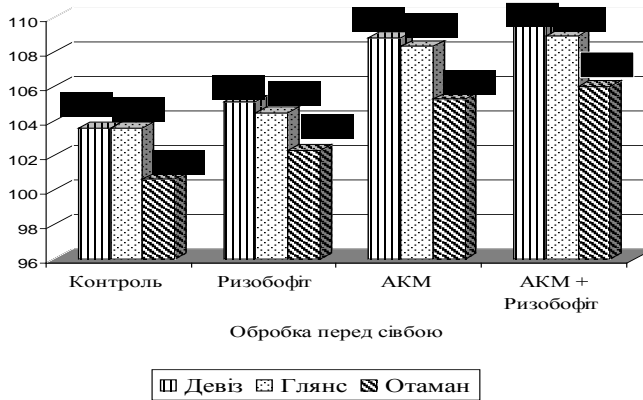


Рис. 1. Густина продуктивного стеблостою гороху залежно від сортових особливостей та передпосівної обробки насіння, шт./м² (середнє за 2015-2017 роки)

Так, в середньому за роки досліджень та по фактору сорт, передпосівна обробка насіння Ризобіофітом сприяли збільшенню кількості продуктивних стебел порівняно з контрольним варіантом дослідження на 1,36 шт./м²; АКМ – на 4,87 шт./м². Сумісне використання препаратів сприяло формуванню 108,20 продуктивних стебел на 1 м², що перевищило показники контролю на 5,61 м².

Слід зазначити, що на рослинах гороху сорту Отаман утворювалося дещо менше продуктивних стебел порівняно з іншими досліджуваними сортами – 100,62-106,02 шт./м² залежно від варіанту обробки насіння. На 1 м² посіву сортів Девіз і Глянс рослини формували майже однакову кількість продуктивних стебел – 106,79 та 106,33 шт. у середньому по варіантах обробки насіння.

Нашими дослідженнями підтверджується покращення індивідуальної продуктивності рослин сортів гороху за передпосівної обробки насіння (табл. 1).

Важливою селекційною ознакою, що пов'язана з основними морфологічними і біологічними характеристиками гороху, є висота кріплення нижнього бобу. Так, в середньому по фактору обробки насіння найнижче кріплення бобу мали рослини сорту Отаман – 35,35 см. Дещо вище були прикріплені боби у рослин інших досліджуваних нами сортів гороху.

Слід зазначити, що передпосівна обробка насіння препаратами АКМ і Ризобіофіт забезпечувала дещо вище прикріплення бобів на рослинах незалежно від сорту. Так, застосування такого варіанту обробки насіння за вирощування сорту Девіз сприяло кріпленню нижнього бобу на рівні 36,83 см, що вище за контроль на 5,3%, сорту Глянс – на 7,1%, сорту Отаман – на 5,9%.

В середньому за роки досліджень найбільша кількість бобів була сформована у сорту Девіз за обробки його насіння перед сівбою сумісно АКМ і Ризобіофітом – 3,43 шт. на рослину, що перевищило показники сортів Глянс та Отаман за такого варіанту обробки насіння на 1,7-8,5%.

Таблиця 1

**Вплив передпосівної обробки насіння на структуру врожаю сортів гороху
(середнє за 2015-2017 роки)**

Сорт (фактор А)	Обробка насіння (фактор В)	Висота прикріп- лення нижнього боба, см	Кількість бобів на одній рослині, шт.	Кількість насінин у бобі, шт.	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Девіз	Контроль	34,87	3,33	3,33	2,53	227,37
	Ризобофіт	35,58	3,37	3,38	2,62	228,74
	АКМ	36,78	3,41	3,43	2,69	229,52
	АКМ + Ризо- бофіт	36,83	3,43	3,47	2,74	229,23
Глянс	Контроль	34,60	3,22	3,38	2,47	226,80
	Ризобофіт	35,60	3,24	3,43	2,56	229,80
	АКМ	36,62	3,30	3,47	2,66	231,42
	АКМ + Ризо- бофіт	37,23	3,37	3,46	2,71	231,22
Отаман	Контроль	34,20	3,03	3,54	2,30	214,45
	Ризобофіт	34,85	3,08	3,57	2,36	214,99
	АКМ	36,00	3,11	3,63	2,45	217,71
	АКМ + Ризобофіт	36,33	3,14	3,67	2,51	218,63
НІР ₀₅	фактор А	0,59	0,24	0,33	0,15	0,55
	фактор В	0,44	0,22	0,21	0,10	0,60

Кількість насінин на рослині – найваріабельніша ознака. На кількість насінин в одному бобі насамперед впливали сортові особливості гороху. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору передпосівної обробки насіння найбільшу кількість насінин формували рослини сорту Отаман – 3,60 шт. в 1 бобі. Сорти Девіз і Глянс мали майже однакову кількість насінин у бобі – 3,40 і 3,44 шт. відповідно.

Встановлено, що застосування композиції АКМ і Ризобофіт сприяло збільшенню кількості насінин в одному бобі незалежно від досліджуваного сорту гороху. Так, за вирощування сорту Отаман передпосівна обробка зазначеними препаратами сприяла утворенню в одному бобі 3,67 насінин, що більше за показники інших варіантів обробки насіння на 1,1-3,5%.

Із проведених досліджень можна зробити висновок, що всі структурні показники врожаю рослин гороху досліджуваних сортів зазнавали певних змін залежно від проведення передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами. Найбільші зміни були зафіксовано щодо маси насіння з рослини. Зокрема, в середньому за три роки досліджень маса насіння з однієї рослини залежно від передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами варіювала в межах від 2,30 до 2,74 г.

Найбільші показники були зафіксовані за сумісного використання АКМ і Ризобофіту – 2,51-2,74 г залежно від досліджуваного сорту, що перевищило показники варіантів з обробкою насіння водою на 7,7-8,4%. Така розбіжність між показниками маси насіння з рослини зумовлена тим, що на варіантах комплексної обробки насіння бактеріальними препаратами кількість продуктивних стебел на рослині, кількість бобів та їх озерненість були більшими, ніж на контрольному варіанті.

Важливим показником якості зерна є його маса, яка залежить від генетичних особливостей сорту та впливу факторів вирощування. Передпосівне оброблення насіння у середньому за 2015 – 2017 рр. мало позитивний вплив на масу 1000 насінин досліджуваних сортів. Максимальною масою 1000 насінин була у сортів Девіз та Глянс за передпосівної обробки насіння АКМ і становила 229,51 та 231,42 г, що відповідно на 2,15 та 4,62 г більше порівняно до контролю. За вирощування сорту Отаман маса 1000 насінин найбільшою була за сумісної обробки насіння перед сівбою препаратами АКМ та Ризобофит – 218,63 г, що перевищило контроль на 4,18 г.

Сортові особливості рослин мали також вплив на показник маси 1000 насінин гороху. Так, у середньому за роки досліджень і по фактору передпосівної обробки насіння, за вирощування сорту Глянс маса 1000 насінин склала 229,81 г, що перевищило показники інших досліджуваних сортів на 1,09 – 13,36 г або 0,5 – 5,8%.

Результати наших досліджень дають підставу стверджувати, що за рахунок технологічних прийомів, зокрема передпосівної обробки насіння, можливо керувати майбутнім рівнем урожаю гороху завдяки покращенню таких ознак, як кількість бобів і насіння в них, маса насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин тощо. В середньому за роки досліджень було встановлено, що зазначені показники продуктивності рослин гороху залежали від факторів, які були поставлені на вивчення. Рівень урожайності зерна зростав зі збільшенням індивідуальної продуктивності рослин (рис. 2). Так, в середньому за роки досліджень максимальна урожайність зерна гороху залежно від досліджуваного сорту склала 2,67-3,01 т/га за сумісної обробки насіння перед сівбою препаратами АКМ і Ризобофит, що перевищило показники контролю на 12,9-13,1%.

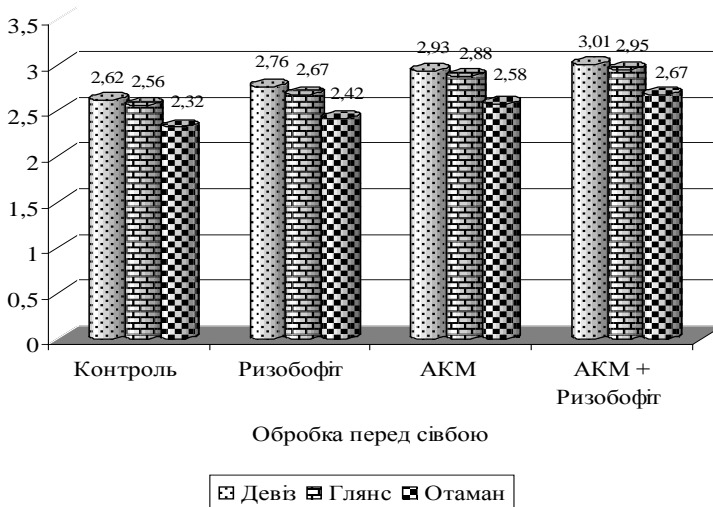


Рис. 2. Вплив передпосівної обробки насіння та сортових особливостей на урожайність зерна гороху, т/га (середнє за 2015-2017 роки)

Застосування препаратів окремо також сприяло зростанню урожайності зерна гороху порівняно з контролем, але показники були дещо меншими за варіант сумісної обробки насіння. Так, інокуляція насіння Ризобофитом забезпечила урожайність зерна гороху на рівні 2,42-2,76 т/га, що більше за контроль на 4,1-5,1%. Передпосівна обробка насіння АКМ в середньому за роки досліджень спри-

яла формуванню урожайності на рівні 2,58-2,93 т/га, що перевищило контроль на 10,1-10,6% залежно від досліджуваного сорту.

Урожайність зерна гороху визначалася також і сортовими особливостями рослин гороху. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору передпосівної обробки насіння урожайність зерна сорту Девіз склала 2,83 т/га, що перевищило її значення по сорту Глянс на 2,1%, сорту Отаман – на 11,7%.

Висновки і пропозиції. В умовах Південного Степу України застосування для передпосівної обробки насіння препаратів АКМ (0,3 л/т) і Ризобіфіт (0,5 л/т) забезпечує формування найвищих показників індивідуальної продуктивності рослин гороху. Так, за такого варіанту обробки насіння в середньому за роки досліджень висота кріплення нижнього боба склала залежно від сорту 36,33-37,23 см, кількість бобів на одній рослині та кількість насінин в одному бобі становила відповідно 3,14-3,43 та 3,46-3,67 шт., маса насіння однієї рослини та маса 1000 насінин – 2,51-2,74 і 218,63-231,22 г.

В середньому за роки досліджень максимальна урожайність зерна гороху залежно від досліджуваного сорту склала 2,67-3,01 т/га за сумісної обробки насіння перед сівбою препаратами АКМ і Ризобіфіт, що перевищило показники контролю на 12,9-13,1%. При цьому вищу урожайність формували рослини гороху сорту Девіз (2,83 т/га), що перевищило її значення по сорту Глянс на 2,1%, сорту Отаман – на 11,7%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Lack of efficacy of transgenic pea (*Pisum sativum* L.) stably expressing antifungal genes against *Fusarium* spp. in three years of confined field trials / J. Kahlon et al. *GM Crops & Food*. 2018. Vol. 9, № 2. P. 90–108. DOI: 10.1080/21645698.2018.1445471.
2. Vertical distribution of Pea (*Pisum sativum* L.) seed yield depending on the applied bacterial inoculants / T. Zając et al. *Journal of Agricultural Science*. 2013. Vol. 5, № 1. 260–268 P. DOI: 10.5539/jas.v5n1p260.
3. Zając T., Klimek-Kopyra A., Oleksy A. Effect of Rhizobium inoculation of seeds and foliar fertilization on productivity of *Pisum sativum* L. *Acta Agrobotanica*. 2013. Vol. 66, № 2. 71–78 P. DOI:10.5586/aa.2013.024.
4. Колесніков М.О. Вплив токоферолу на адаптивний стан і формування біологічної продуктивності гороху посівного (*Pisum sativum* L.). *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2014. Т. 23, № 1129. С. 129–137.
5. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 55–61.
6. Food Security Data and Definitions 2005–2007. Food Deprivation. Number of Undernourished Persons. *Food and Agriculture Organization. FAO Statistics*. 2011. URL: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/fs-data/ess-fadata/en/>.
7. Dahl W., Foster L., Tyler R. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *British Journal of Nutrition*. 2012. № 108. P. 3–10. DOI: 10.1017/S0007114512000852.
8. Холод С.М. Характеристика різних сортозразків гороху посівного (*Pisum sativum* L.) у зоні Південного Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 2. С. 109–117. DOI: 10.21498/2518-1017.15.2.2019.173552.
9. Петриченко В.Ф. Наукові основи сталого розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2003. № 50. С. 3–10.
10. Король Л.В., Присяжнюк О.І. Формування фотосинтетичного апарату гороху залежно від впливу добрив і регуляторів росту в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 121–127.

11. Камінський В.Ф. Стан і перспективи виробництва гороху в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 5. С. 22–25.
 12. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху / Л.С. Єремко та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 50–56. DOI: 10.31210/visnyk2019.03.06.
 13. Плотніков В.В., Гильчук В.Г., Гуменний М.Б. Урожайність та якість зерна гороху при комплексному застосуванні системи агрохімікатів в сучасних конкурентоспроможних технологіях його вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2008. № 62. С. 155–163.
 14. Шерстобоева Е.В., Дудинова И.А., Крамаренко С.Н. Биопрепараты азотфиксирующих бактерий: проблемы и перспективы применения. *Микробиологический журнал*. 1999. Т. 59, № 4. С. 110–116.
 15. Гамаюнова В.В., Туз М.С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в Південному Степу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. № 1. С. 46–57.
 16. Адамень Ф.Ф. Азотфіксація та основні напрями поліпшення азотного балансу ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 2. С. 9–17.
 17. Negi S., Sing R., Dwivedi O. Effect of biofertilizers, nutrient sources and lime on growth and yield of garden pea. *Legume research*. 2006. Vol. 29, № 4. P. 282–285.
 18. Кирсанова Е.В., Злотников К.М., Злотников А.К. Предпосевная обработка семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур. *Земледелие*. 2011. № 6. С. 51–55.
 19. Труш О.К., Бобро М.А., Рожков А.О. Вплив передпосівної обробки бактеріальними препаратами насіння квасолі на основні елементи структури врожаю. *Селекція і насінництво*. 2018. № 114. С. 120–127. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.152146.
 20. Ничипурович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. Москва : АН СССР, 1963. 36 с.
 21. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. Москва : Колос, 1985. 336 с.
 22. Особливості формування елементів продуктивності рослин гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування культури / С.П. Дворецька та інші. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. № 3. С. 56–66.
-

УДК 631.5:633.854.78
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.7>

РОЛЬ РЕГЛАМЕНТІВ СІВБИ У ФОРМУВАННІ ФІТОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СОНЯШНИКУ

Каленська С.М. – д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри рослинництва,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Гарбар Л.А. – к.с.-г.н., доцент кафедри рослинництва,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Горбатюк Е.М. – к.с.-г.н., викладач агрономічних дисциплін,
Мігійський коледж Миколаївського національного аграрного університету

Стаття присвячена результатам досліджень, що проводилися протягом 2014-2016 років в умовах Степу Миколаївської області на чорноземах типових малогумусних. Дослідження були спрямовані на виявлення впливу строків сівби та ширини міжряддя гібридів соняшнику Форвард, Ясон, PR64F50, PR64A15, PR64A89 на фітометричні показники рослин.

Результати досліджень показали, що біометричні показники рослин соняшнику залежали від генетичних особливостей культури, строків сівби та ширини міжряддя. Біометричні показники рослин соняшнику досліджуваних гібридів за пізніх строків сівби характеризувалися суттєвим їх зниженням порівняно з показниками раннього та рекомендованого строків сівби. Відмінності у особливостях росту та розвитку рослин досліджуваних гібридів мали значний вплив на формування агрофітоценозу соняшнику та його продуктивність.

Максимальний показник ФПП нами було отримано у гібриду PR64A15 за сівби в рекомендований строк із шириною міжряддя 35 см, який склав 2,97 млн м²/га* діб. Гібрид PR64F50 мав найвищий показник на цьому ж варіанті, який становив 2,91 млн м²/га* діб. За вирощування гібридів PR64A89 і Форвард найкращий показник було отримано за вирощування їх з шириною міжряддя 45 см та сівбою у ранні строки, який склав відповідно 2,46 та 2,45 млн м²/га* діб. Максимальний показник за вирощування гібриду Ясон було отримано у варіанті із шириною міжряддя 35 см та сівбою у рекомендовані строки – 2,34 млн м²/га* діб.

Відповідно до результатів досліджень найвищі показники ЧПФ були отримані за вирощування гібридів PR64F50, PR64A15 та Ясон при сівбі їх у рекомендовані строки за ширини міжряддя – 35 см, які склали 5,33 г/м² за добу, 5,59 та 5,08 г/м² за добу. У гібриді Форвард і PR64A89 вищі показники чистої продуктивності були отримані за сівби в ранні строки, які склали 5,16 та 5,11 г/м² за добу.

Результати проведених нами досліджень показали, що максимальні показники площі листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу (далі – ФП), чистої продуктивності фотосинтезу (далі – ЧПФ) були отримані за вирощування гібридів PR64F50, PR64A15 та Ясон за їх сівби у рекомендовані строки та ширини міжряддя 35 см із показниками чистої продуктивності фотосинтезу, що склали 5,33 г/м² за добу, 5,59 і 5,08 г/м² за добу. При цьому чіткої динаміки у показниках нами не було виявлено.

Ключові слова: соняшник, строки сівби, ширина міжряддя, гібрид, урожайність, продуктивність.

Kalenska S.M., Gorbatyuk E.M., Garbar L.A. The role of sowing parameters in sunflower phytometric indicators formation

The article is devoted to the results of studies conducted during 2014-2016 under the conditions of the Steppe zone of the Mykolaiv region on typical low-humus chernozems. The studies were aimed at identifying sowing dates and inter-row spacing influence on phytometric indicators of plants of sunflower hybrids Forward, Jason, PR64F50, PR64A15, PR64A89.

The research results showed that biometric parameters of sunflower plants depended on genetic characteristics of the crop, timing of sowing and inter-row spacing. At the same time, we did not find a clear dynamics in the indicators. The biometric indicators of sunflower plants of studied hybrids with late sowing periods were characterized by significant decrease compared with indicators of early and recommended sowing dates.

*Differences in characteristics of plant growth and development of the studied hybrids had a significant impact on the formation of sunflower agrophytocoenoses and its productivity. We obtained the maximum FPS in hybrid PR64A15 under sowing in the recommended period and inter-row spacing of 35 cm; it amounted to 2970000 m² ha * day. Hybrid PR64F50 had the highest rate in the same option, which amounted to 2910000 m²/ha * day.*

*Growing of hybrids PR64A89 and Forward, the best indicator was obtained for growing them with an inter-row spacing of 45 cm and sowing on early dates, which amounted to 2.46 and 2450000 m²/ha * day respectively. The maximum indicator for growing hybrid Jason was obtained in the variant with an inter-row spacing of 35 cm and sowing at the recommended time – 2340000 m²/ha * day. According to the research results, high CFP indicators were obtained for hybrids PR64F50, PR64A15 and Jason when sowing them at the recommended time with an inter-row spacing of 35 cm, and they amounted to 5.33 g/m² per day, 5.59 and 5.08 g respectively/m² per day.*

At the same time, in hybrids Forward and PR64A89, high rates of net productivity were obtained under sowing on early dates and they amounted to 5.16 and 5.11 g/m² per day. The results of our studies showed that maximum indicators of leaf surface area, photosynthetic potential (FP), net photosynthetic productivity (NPP) were obtained in hybrids PR64F50, PR64A15 and Jason with their sowing at recommended time and inter-row spacing of 35 cm.

Key words: sunflower, sowing dates, inter-row spacing, hybrid, yield, productivity.

Постановка проблеми. Морфологічні особливості будови кожної рослини, як і посіву загалом, характеризують використання факторів вегетації, зокрема світла і води. Сформовані посіви мають відповідати структурі, за якої процеси продуктивності лімітуються лише зовнішньою подачею енергії, за виключенням внутрішніх факторів рослини [1, с. 5].

Продуктивність усього посіву залежить від його структури. Показником ефективного зв'язку різних факторів слід вважати ступінь забезпечення запрограмованого формування структури рослин і отримання з одиниці площі до збирання певної кількості рослин із необхідною продуктивністю. Проведення фітотетричних вимірів у посівах при різному поєднанні факторів дозволяє програмувати вирощування високопродуктивних рослин «ідеального типу», з найбільшою ефективністю використовуючи умови для формування врожаю.

Близько 90% урожайності біомаси становлять елементи, які засвоюються рослиною під час фотосинтезу в зелених частинах рослин (в основному в листках). Тобто, першою відповідною реакцією рослини на надходження променистої енергії є створення оптичного апарату, що дозволяє найбільш раціонально використовувати енергію променів, які падають на рослину. Для характеристики тривалості фотосинтетичної роботи посіву за період вегетації використовують показник *фотосинтетичний потенціал посіву* (далі – *ФП*), який характеризує інтенсивність роботи листкової поверхні протягом вегетаційного періоду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фотосинтетичний потенціал посіву найбільш тісно корелює з урожайністю, проте В.В. Єфремова вважає, що цей показник здебільшого взаємозв'язаний з вмістом олії. А.С. Оканенко, Х.Н. Починок, Б.А. Митрофанов [2, с. 14], А.В. Шепель [3, с. 12] стверджують, що зі збільшенням густоти посіву збільшується і фотосинтетичний потенціал.

Фотосинтез посіву відбувається нерівномірно у різні періоди вегетації культури. Нагромадження вегетативної маси посіву визначається як площею асимілюючої поверхні, яка формується у міжфазні періоди росту і розвитку рослин у посіві, так і тривалістю міжфазних періодів [4, с. 22; 5, с. 45; 6, с. 9; 7, с. 83].

Фотосинтетичний потенціал посіву (далі – *ФПП*) дає можливість прогнозувати продуктивність посіву культури, вплив на такий показник біологічних особливостей гібриду та прийомів вирощування [8, с. 41; 9, с. 40; 10, с.173; 11, с. 143].

Якісною характеристикою роботи фотосинтезуючого апарату рослини є чиста продуктивність фотосинтезу. Вплив ширини міжряддя на величину цього показника вивчався багатьма дослідниками. Результати досліджень О.М. Олексюка [12, с. 105], І. Синягіна [11, с. 23], І.Д. Ткаліча, О.М. Олексюка [13, с. 23], М.І. Харченка та інших [14, с. 62; 15, с. 50; 16, с. 115] свідчать про зниження чистої продуктивності фотосинтезу за умови загушення посіву. Тобто, між показниками площі листової поверхні та освітленістю рослин складається якесь певне співвідношення, яке насамперед визначається генетичними особливостями рослин і їх просторовим розміщенням.

Метою досліджень було виявлення впливу строків сівби та ширини міжряддя гібридів соняшнику на особливості росту та розвитку рослин.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися в умовах Степу Миколаївської області на чорноземах типових малогумусних протягом 2014-2016 років. Технологія вирощування культури є загальноприйнятою для зони Степу України за винятком досліджуваних елементів. Предметом дослідження були посіви соняшнику гібридів Форвард, Ясон, PR64F50, PR64A15, PR64A89.

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик. Польові досліди закладали за методом розщеплених ділянок. Дослід трифакторний. Площа посівної ділянки – 56 м², облікової – 42 м². Попередник – пшениця озима.

Схема досліду передбачала вивчення таких факторів: *Фактор А* – гібриди: Форвард, Ясон, PR64F50, PR64A15, PR64A89. *Фактор В* – ширина міжрядь: 35, 45, 70 см. *Фактор С* – строки сівби: 1) ранній – за досягнення температури ґрунту на глибині 10 см 6-8° С; 2) рекомендований – за 10-12° С; 3) пізній – за 14-16° С.

Виклад основного матеріалу досліджень. Результати досліджень показали, що біометричні показники рослин соняшнику залежали від сортових особливостей культури, строку сівби та ширини міжряддя. При цьому чіткої динаміки у показниках нами не було виявлено. Тобто, кожен досліджуваний гібрид мав індивідуальну реакцію на застосування досліджуваних факторів.

Так, за раннього строку сівби у гібридів PR64F50, PR64A15 найвищі показники висоти рослин, діаметру стебла, кількості листків на рослині та площі листової поверхні були зафіксовані за сівби їх із шириною міжряддя 35 см. Тоді як у гібридів PR64A89, Форвард та Ясон максимальні показники нами були отримані за сівби з шириною міжряддя 45 см (табл. 1).

Висота рослин залежно від ширини міжрядь та гібриду змінювалася від 128,3 до 149,6 см із максимальним показником у гібриду Форвард на варіанті із шириною міжряддя 45 см. Діаметр стебла рослин змінювався від 2,43 до 2,98 см з максимальними показниками на цьому ж варіанті. Варто зазначити, що між висотою рослин і діаметром стебла прослідковувалася пряма кореляційна залежність, коефіцієнт кореляції складав $r = 0.86$.

Кількість листків на рослині залежно від гібриду досить різнилася. При цьому показник змінювався від 14,5 шт./рослину на варіанті з шириною 35 см у гібриду Форвард до 18,9 шт./рослину у гібриду PR64F50 за ширини міжряддя 35 см.

У рекомендований строк сівби прослідковувалася чітка закономірність у біометричних показниках. Так, максимальні показники висоти рослин, діаметру стебла, кількості листків на рослині та площі листової поверхні було зафіксовано за сівби з шириною міжряддя 35 см у всіх досліджуваних гібридів за винятком гібрида Форвард, у якого максимальну кількість листків та площу листової поверхні було зафіксовано за ширини міжряддя 45 см. Варто зазначити, що всі біометричні показники, які ми визначали, були значно вищими за сівби в рекомендований строк порівняно з показниками раннього строку сівби.

Таблиця 1

Площа листової поверхні, тис. м²/га (стадія розвитку ВВСН–66–69)
(середнє за 2014–2016 роки)

Гібрид	Ширина міжряддя	Строки сівби		
		ранній	рекомендований	пізній
PR64F50	35	47,3	48,8	42,8
	45	42,4	44,1	41,1
	70	38,9	40,8	38,1
PR64A15	35	46,8	49,2	41,0
	45	46,6	45,8	43,0
	70	42,1	42,6	43,1
PR64A89	35	43,1	45,6	42,2
	45	46,1	43,7	41,8
	70	44,8	43,0	41,2
Форвард	35	38,9	39,3	36,4
	45	45,0	42,6	38,0
	70	42,3	41,0	38,4
Ясон	35	39,6	44,6	41,7
	45	43,1	44,2	42,0
	70	34,1	43,7	40,7

Таблиця 2

Фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу
рослин соняшника за різних строків сівби та ширини міжряддя
(стадія розвитку ВВСН–66–69) (середнє за 2014–2016 роки)

Гібрид	Ширина міжряддя	Строки сівби					
		ранній		рекомендований		пізній	
Показник		ФП, млн м ² /га днів	ЧПФ, г/м ² за добу	ФП, млн м ² /га днів	ЧПФ, г/м ² за добу	ФП, млн м ² /га днів	ЧПФ, г/м ² за добу
PR64F50	35	2,73	5,25	2,91	5,33	2,37	5,12
	45	2,35	5,01	2,58	5,17	2,31	4,86
	70	2,19	4,41	2,24	4,67	2,15	4,33
PR64A15	35	2,94	5,23	2,97	5,59	2,32	4,79
	45	2,51	5,18	2,48	5,09	2,41	5,03
	70	2,37	4,98	2,35	5,04	2,40	5,03
PR64A89	35	2,43	5,06	2,48	5,08	2,35	5,03
	45	2,46	5,16	2,40	5,12	2,07	4,95
	70	2,38	5,05	2,35	5,03	2,03	4,92
Форвард	35	2,17	4,52	2,23	4,67	1,92	4,29
	45	2,45	5,11	2,42	5,08	2,09	4,32
	70	2,40	4,78	2,32	5,01	2,12	4,86
Ясон	35	2,14	4,59	2,34	5,08	2,17	4,71
	45	2,12	4,59	2,31	4,93	2,16	4,62
	70	1,74	4,21	2,28	4,86	2,07	4,43

Біометричні показники рослин сояшнику за пізніх строків сівби характеризувалися їх суттєвим зниженням порівняно з показниками раннього та рекомендованого строків сівби. При цьому максимальні показники висоти рослин і діаметру стебла на цьому етапі сівби було зафіксовано за сівби з шириною міжряддя 35 см у гібридів Ясон, PR64F50, PR64A89, за сівби з шириною 45 см – Форвард, з шириною 70 см – PR64A15. Тоді як кількість листків і площа листової поверхні рослин сояшнику з найвищими показниками була виявлена у гібридів PR64F50, PR64A89 за ширини міжряддя 35 см, PR64A15 і Форвард – за ширини міжряддя 70 см, Ясон – 45 см.

Результати досліджень показали, що біометричні показники рослин сояшнику залежали від генетичних особливостей культури, строків сівби та ширини міжряддя. При цьому чіткої динаміки у показниках нами не було виявлено. Біометричні показники рослин сояшнику досліджуваних гібридів за пізніх строків сівби характеризувалися їх суттєвим зниженням порівняно з показниками раннього та рекомендованого строків сівби.

Відмінності у особливостях росту та розвитку рослин досліджуваних гібридів мали суттєвий вплив на формування агрофітоценозу сояшнику та його продуктивність.

Фотосинтетичний потенціал посіву сояшнику змінювався залежно від гібриду, ширини міжряддя та строків сівби. Так, максимальний показник ФПП нами було отримано у гібриду PR64A15 за сівби в рекомендованій строк із шириною міжряддя 35 см, який склав 2,97 млн м²/га* діб. Гібрид PR64F50 мав найвищий показник на цьому ж варіанті, який становив 2,91 млн м²/га* діб.

За вирощування гібридів PR64A89 і Форвард найкращий показник нами було отримано за вирощування їх з шириною міжряддя 45 см і сівбою у ранні строки, який склав відповідно 2,46 та 2,45 млн м²/га* діб. Максимальний показник за вирощування гібриду Ясон було отримано у варіанті із шириною міжряддя 35 см та сівбою у рекомендовані строки – 2,34 млн м²/га* діб.

Результати проведених нами досліджень показали, що найвищі показники ЧПФ нами були отримані за вирощування гібридів PR64F50, PR64A15 та Ясон при сівбі їх у рекомендовані строки за ширини міжряддя 35 см, які склали 5,33 г/м² за добу, 5,59 та 5,08 г/м² за добу. Тоді як у гібридів Форвард і PR64A89 вищі показники чистої продуктивності були отримані за сівби в ранні строки, і вони склали 5,16 та 5,11 г/м² за добу (табл. 2).

Варто зазначити, що незалежно від строків сівби та досліджуваного гібриду найнижчі показники ЧПФ нами були отримані за сівби з шириною міжряддя 70 см, що можна пояснити загущенням рослин у рядку (табл. 2).

Висновки і пропозиції. Результати досліджень показали, що біометричні показники рослин сояшнику залежали від генетичних особливостей культури, строків сівби та ширини міжрядь. При цьому чіткої динаміки у показниках нами не було виявлено.

Результати проведених досліджень показали, що максимальні показники площі листків, ФП і ЧПФ були отримані за вирощування гібридів PR64F50, PR64A15 та Ясон, за їх сівби у рекомендовані строки та ширини міжряддя 35 см, а у гібридів Форвард та PR64A89 – за сівби в ранні строки, які становили 5,16 та 5,11 г/м² за добу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ничипорович А.А. О принципах составления программ фотосинтетической деятельности растений в посевах. *Агротехника*. 1964. № 12. С. 3–15.
2. Оканенко А.С., Починок Х.Н., Митрофанов Б.А. Интенсивность и продуктивность фотосинтеза и использование солнечной радиации посевами сельскохозяйственных растений. *Фотосинтез, рост и устойчивость растений*. Киев : Наукова думка, 1971. С. 5–28.
3. Шепель А.В. Розробка елементів технології вирощування гібридів соняшника різних груп стиглості в основних посівах при зрошенні : автореф. дис. канд с.-г. наук. Херсон, 1998. 17 с.
4. Андрієнко А.В., Жужа О.О. Тонкощі сівби соняшнику. *Пропозиція*. 2013. № 4. С. 20–24.
5. Андрюхов В.Г., Иванов Н.Н., Туровский А.И. Подсолнечник. Москва : Россельхоз издат, 1975. 88 с.
6. Либерштейн И.И., Мустьяцэ И.Н. Совершенствование конструкции посевов подсолнечника. *Технические культуры*. 1990. № 1. С. 8–10.
7. Лебідь Є.М., Льоринець Ф.А., Коцюбан А.І. Продуктивність соняшнику залежно від основних елементів систем землеробства. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2003. № 21-22. С. 80–84.
8. Сильченко З.Т. Некоторые особенности роста и развития подсолнечника в зависимости от густоты стояния. Селекция и агротехника подсолнечника. Воронеж, 1962. С. 37–45.
9. Андрюхов В.Г. Научное обоснование и разработка технологий возделывания кукурузы и подсолнечника в засушливой Степи Российской Федерации : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Волгоград, 1992. 58 с.
10. Авакян А.А. Биология развития сельскохозяйственных растений. Москва : Сельхозиздат, 1962. 238 с.
11. Синягин И.И. Площади питания растений. Москва : Россельхозиздат, 1975. 383 с.
12. Реакция гибридов подсолнечника в сравнении с его сортами на агротехнические приёмы возделывания / [Д.Н. Белевцев, В.Д. Горбаченко, Н.Я. Тимошенко и другие]. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1991. № 2. С. 103–107.
13. Ткалич И.Д., Демидов А.А. Способы посева подсолнечника. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 5. С. 22–25.
14. Харченко М.І. Чиста продуктивність фотосинтезу і площа листової поверхні різних за густотою сортів і гібридів соняшника. *Степове землеробство*. 1993. Вип. 27. С. 61–66.
15. Каленська С., Гарбар Л., Горбатюк Е. Вплив площі живлення на показники фотосинтетичного потенціалу соняшнику. Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення. Міжнар. наук.-практ. конф, м. Житомир, листопад 2015 року : тези доп. Житомир, 2015. С. 50–52.
16. Каленська С.М., Горбатюк Е.М., Гарбар Л.А. Формування продуктивності посівів соняшнику за впливу строків сівби та ширини міжряддя. *Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої безпеки*. Міжнар. науково-наук.-практ. конф., присвячена 110-річчю від дня народження академіка-селекціонера Василя Миколайовича Ремесла, с. Центральне, 20 жовтня 2017 року : тези доп. Центральне, 2017. С. 115–116.

УДК 635.8:631.879

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.8>

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ЕКЗОТИЧНИХ ВИДІВ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ ПІД ВПЛИВОМ ЕМ ПРЕПАРАТІВ

Ковальов М.М. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри загального землеробства, Центральноукраїнський національний технічний університет

Мостіпан М.І. – к.б.н., професор, завідувач кафедри загального землеробства, Центральноукраїнський національний технічний університет

У статті досліджено дію різних типів ЕМ препаратів для пригнічення конкурентної мікрофлори у підготовці солом'яного субстрату до подальшої інокуляції Гливи королівської (Ерингі) та Гливи лимонношляпкової (Ільмак) за вищезазначеного інтенсивним методом у штучних умовах.

Встановлено особливості плодоношення різних екзотичних видів гриба Глива звичайна при отриманні товарної продукції в умовах захищеного ґрунту. Наявність поживних речовин, таких як загальний вміст азоту та фосфору, є досить важливими факторами, які обмежують колонізацію субстрату та безпосередньо впливають на рівень врожайності.

Визначено, що ферментовану ЕМ препаратами солому необхідно використовувати для приготування субстрату при всесезонному вирощуванні екзотичних видів Гливи звичайної. Цей вид субстрату характеризується швидким настанням фаз росту й розвитку гриба, що призводить до збільшення загальної врожайності, а також покращує товарність продукції.

Швидкість перебігу фаз росту та розвитку екзотичних видів гриба Глива звичайна є досить важливим показником, який характеризує співвідношення між умовами культивування та його морфо-біологічними особливостями. При створенні оптимальних умов вирощування з використанням субстратів із високим рівнем забезпеченості поживними речовинами перебіг процесів росту і розвитку гриба набуває більш інтенсивного характеру.

Нами була розроблена енергозаощаджувальна технологія промислового вирощування екзотичних видів гриба Глива звичайна за інтенсивного способу при застосуванні ЕМ препаратів, яка дозволить зменшити енергетичні ресурси для стерилізації солом'яного субстрату, а саме видалення конкурентної мікрофлори – представників роду *Trichoderma* та *Penicillium*. За врахуванням отриманих даних і беручи до уваги результати попередніх досліджень щодо вирощування Ерингі та Ільмака, обробка солом'яного субстрату ЕМ препаратами і поширення інокуляції сприяють скороченню терміну обростання блоків.

Ключові слова: екзотичні види гливи, солом'яний субстрат, врожайність, ЕМ препарати.

Kovalov M.M., Mostipan M.I. Formation of productivity of exotic species of oyster mushroom under the impact of EM solutions

The objective of the study is to compare the effect of different EM solutions to inhibit competitive micro-flora in preparation of straw substrate for further inoculation of golden and pink oyster mushrooms for intensive cultivation under artificial conditions. Specific features of cultivation of exotic oyster mushrooms on wheat straw and barley substrate, which is fermented with EM solutions under cold cultivation in protected soil conditions, have been investigated.

The peculiarities of fruiting of different strains of oyster mushroom were identified when obtaining marketable products in the conditions of protected soil. The availability of nutrients, such as total nitrogen and phosphorus content, are quite significant factors that limit substrate colonization and directly influence the productivity level.

It has been determined that the straw fermented with EM solutions must be used for the preparation of the substrate for all-season cultivation of exotic species of oyster mushrooms. This type of substrate is characterized by rapid onset of phases of growth and development of mushrooms, which leads to an increase in overall productivity. Such a substrate also improves the marketability of products. The rate of flow of the phases of growth and development of exotic species of the oyster mushroom is a fairly significant indicator that characterizes the relationship between cultivation conditions and its morphological and biological characteristics.

When creating optimal conditions for growing with the application of substrates with a high level of nutrient supply, the flow of processes of growth and development of oyster mushrooms becomes more intense. We have developed intensive energy-saving technology for industrial cultivation of exotic species of oyster mushrooms applying EM solutions.

The technology allows reducing energy resources for sterilization of straw substrate, namely the removal of competitive micro-flora such as representatives of the genus Trichoderma and Penicillium. Taking into account the obtained data and the results of previous studies concerning cultivation of pink and golden oyster mushrooms, treatment of straw substrate with EM solutions and layered inoculation contribute to reducing the time of block fouling.

Key words: exotic species of oyster mushroom, straw substrate, productivity, EM solutions.

Постановка проблеми. На початку нового тисячоліття в Україні продовжує активно розвиватися сільське господарство. В умовах сьогодення отримання екологічно безпечної продукції грибівництва можливе лише за вирощування у штучних суворо контрольованих умовах [1, 2].

Частка промислового вирощування екзотичних видів грибів нині в Україні становить 2,5% від загальної кількості. Не виключенням є і Глива королівська, або Ерингі (*Pleurotus eryngii*) та Ільмак, або Глива лимонна (*Pleurotus citrinopileatus*). Обидва представники є досить рідкісними їстівними грибами з приємним смаком і оригінальним ароматом. При інтенсивному вирощуванні екзотичних видів гриба Глива звичайна можна отримати високоякісний екологічно чистий продукт. Гливи належать до базидіальних грибів, у яких плодове тіло складається з шляпки, що плавно переходить у ніжку [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Культивують Гливу звичайну на різноманітних відходах деревообробної промисловості – тирсі, корі листяних порід дерев, папері, а також на відходах сільськогосподарського виробництва: соломі злакових культур, лушпинні соняшника, качанах і стеблах кукурудзи, на відходах цукрової тростини та інших матеріалах, які містять целюлозу [4–6].

Встановлено, що вживання 100-150 г свіжих грибів гливи в день покращує стан організму людини та підвищує його стійкість проти негативних факторів навколишнього середовища [7]. Наша країна має величезний потенціал для розвитку грибівництва, адже є необхідна сировина для виготовлення субстратів, велика кількість приміщень, які можна використати для вирощування грибів.

Попри позитивні економічні ефекти стає все більш актуальною проблема накопичення відходів на виробництвах, у тому числі і відходів рослинного походження. Нині існує велика кількість технологій по підготовці відходів для подальшого використання їх в якості поживного середовища. Застосування екологічно-обґрунтованих технологій вирощування гриба дозволить як мінімізувати негативний вплив на екологічний стан довкілля, так і отримати цінні продукти [8].

Вирощування Гливи звичайної за інтенсивним способом є безвідходною технологією, оскільки з одного боку вирішується питання забезпечення населення екологічно безпечною продукцією, а з іншого відпрацьований субстрат використовують як органічне добриво для рослин відкритого ґрунту [9]. Завдяки методам підвищення селективності субстрату та методам біотехнології середня урожайність Гливи звичайної за один цикл вирощування сягає позначки 1,0-1,2 кг/кг субстрату [2; 4].

Якість компонентів субстрату безпосередньо впливає на основні етапи росту і розвитку, а також на врожайність Гливи звичайної. В якості субстрату використовують різноманітні відходи сільськогосподарського виробництва: соломі злакових рослин (пшениці, жита), рідше рештки кукурудзи та ячменю чи квасолі або їх суміш, тирсу і кору листяних порід дерев, соняшникове лушпиння.

Деякі закордонні дослідники [10] дотримуються думки, що максимально прийнятливим субстратом у вирощуванні Гливи звичайної є пшенична солома. Цей вид субстрату також непогано реагує на введення до нього стимулюючих речовин, які згодом сприяють збільшенню загальної врожайності Гливи звичайної за інтенсивного вирощування. Основною складністю здебільшого є те, що для отримання повноцінного субстрату необхідно застосовувати досить дорогі методи його підготовки. Необхідною умовою отримання сталих і високих врожаїв є контроль якості субстрату: структури, кислотності середовища, вологості, вмісту елементів живлення.

У процесі росту і розвитку міцелій Гливи звичайної із субстрату отримує воду, поживні речовини, а в субстрат виділяє продукти життєдіяльності [4; 5]. Оптимальні параметри середовища культивування гриба та поживні речовини субстрату забезпечують нормальні умови для його життєдіяльності. За допомогою розгалуженої системи гіфи у субстраті виконується просторове переміщення поживних речовин [11].

Постановка завдання. Мета дослідження – порівняння дії різних ЕМ препаратів для пригнічення конкурентної мікрофлори у підготовці солом'яного субстрату до подальшої інокуляції Гливи лимонної та Гливи королівської за вирощування інтенсивним методом у штучних умовах.

Досліди проводили в базі кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2018-2020 років згідно з методикою А.І. Іванова [12]. З цією метою вирішувалися такі завдання:

1. Провести оцінку основних видів солом'яних субстратів і визначити їх поживну цінність.
2. Здійснити оцінку біологічної продуктивності грибних блоків залежно від способу їх обробки і підібрати найбільш високоврожайний.
3. Максимально спростити технологічний процес підготовки солом'яного субстрату для подальшої інокуляції в умовах захищеного ґрунту.

Схема досліду:

1) замочування солом'яного субстрату у воді з додаванням вапна в кількості 1,5 г/л при температурі навколишнього середовища 25 С протягом 42 годин (контроль);

2) замочування солом'яного субстрату у 1,5% робочому розчині ЕМ «Біоактив» при температурі навколишнього середовища 25 С протягом 42 годин;

3) замочування солом'яного субстрату у 1,5% робочому розчині ЕМ «Агро» при температурі навколишнього середовища 25°C протягом 42 годин;

4) замочування солом'яного субстрату у 1,5% робочому розчині ЕМ «Бокаші» при температурі навколишнього середовища 25°C протягом 42 годин.

ЕМ «Агро» – субстанція живих культур Ефективних Мікроорганізмів, до яких входять молочнокислі, фотосинтезуючі, азот фіксуєчі, дріжджі, актиноміцети, меляса цукрової тростини, вода.

ЕМ «Біоактив» – спеціальний комплекс живих культур Ефективних Мікроорганізмів, до складу якого входять фотосинтезуючі, молочнокислі, дріжджі, актиноміцети, азотофіксуєчі, меляса цукрової тростини, вода.

ЕМ «Бокаші» – спеціальний комплекс, що містить Ефективні Мікроорганізми: молочнокислі, фотосинтезуючі, дріжджі, актиноміцети.

Облікова одиниця – один мішок розміром 35x70 см, наповнений субстратом (5 кг). Повторюваність чотирирозразова.

У період вирощування Гливи звичайної проводили фенологічні спостереження: фіксували дати інокуляції та проростання міцелію, появу плодових тіл, початок і закінчення плодоношення I хвилі; біометричні вимірювання: довжини і діаметра ніжки та шапинки, облік урожаю – методом зважування грон плодових тіл. Урожайність екзотичних видів гливи визначали на основі співвідношення маси зібраних плодових тіл до маси ферментованого субстрату. Дані врожайності обробляли методом дисперсійного аналізу за Б.А. Доспеховим [13].

Виклад основного матеріалу дослідження. Наявність поживних речовин, таких як загальний вміст азоту та фосфору, є тими факторами, які обмежують колонізацію субстрату, а також безпосередньо впливають на рівень плодоношення. Так, вміст загального азоту та фосфору в однотипних субстратах при холодному способі обробки з використанням ЕМ препаратів практично не коливався. В той же час на контрольних варіантах значення цих показників було майже вдвічі меншим. Це насамперед пов'язано зі зростанням вологості субстрату внаслідок внесення вапна (таблиця 1).

Таблиця 1
Залежність основних показників субстратів від способів їх обробки

Вид обробки	Показник*		
	Загальний вміст азоту, %	Загальний вміст фосфору, %	pH
1 (контроль)	0,21/0,18	0,18/0,15	7,9/7,9
2	0,57/0,47	0,55/0,46	5,6/5,8
3	0,55/0,46	0,54/0,45	5,5/5,6
4	0,65/0,55	0,57/0,49	5,7/5,8
НІР _{0,95} : загальне по фактору А по фактору Б		0,81 0,41 0,57	

*Примітка: у чисельнику значення для ячмінної соломи, а у знаменнику – для пшеничної.

В той же час поживні речовини субстратів можуть засвоюватися міцелієм за певних значень кислотності поживного середовища. Більшість видів грибів надають перевагу слабо кислій реакції поживного середовища, так само як і конкурентна мікрофлора, яскравим представником якої є *Trichodérma víride*.

В наших дослідженнях використовувався холодний спосіб обробки субстрату на варіантах ферментації ЕМ препаратами [3, 6]. При обробці субстрату ЕМ препаратами відбувалося не тільки знищення конкурентної мікрофлори, а й попередня ферментація самого субстрату, про що свідчать показники рН. У контрольні варіанти додавали гашене вапно в кількостях 1,5 г/л для штучного збільшення рівня лужності, що дещо пригнічувало розвиток конкурентної мікрофлори на перших етапах розвитку міцелію. Однак ферментації субстрату не було помічено, і спостерігалися осередки зараження блоків стромами *Trichodérma víride*.

Швидкість перебігу фаз росту та розвитку Гливи звичайної є досить важливим показником, який характеризує співвідношення між умовами культивування та морфологічними і біологічними особливостями екзотичних видів Гливи зви-

чайної. При створенні оптимальних умов вирощування перебіг процесів росту і розвитку гриба набуває більш інтенсивного характеру.

В наших дослідженнях настання фенологічних фаз росту і розвитку гриба насамперед залежали від створення оптимальних умов, а саме від забезпеченості певного виду субстрату поживними речовинами та ступенем ферментації самого субстрату, що вплинуло в подальшому на загальну величину врожаю і товарність плодових тіл Ерингі та Ільмака.

Урожайність Гливи королівської та Гливи лимонної складалася з декількох хвиль плодоношення, що становило загальну її врожайність. Весь період плодоношення обох видів складає від 3 до 6 місяців. Плодові тіла характеризувалися за однотипною формою, мали властиве певному виду забарвлення і відповідали встановленим технологічним вимогам вирощування. У результаті досліджень була встановлена тривалість періоду інкубації та початок вступу у плодоношення досліджуваних штамів гриба (таблиця 2).

Таблиця 2

Дати настання фенологічних фаз розвитку Гливи звичайної

Вид гриба	Вид субстрату	Дата інокуляції	Повне обростання блоку міцелієм, діб після інокуляції	Наявність конкуруючої мікрофлори	Поява плодових тіл, діб після інокуляції	Початок плодоношення 1 хвилі, діб після інокуляції
Ерингі (контроль)	пшениця	02.10.19	35	присутня	38	44
	ячмінь	02.10.19	35	присутня	38	44
Ільмак (контроль)	пшениця	02.10.19	34	присутня	39	45
	ячмінь	02.10.19	34	присутня	39	45
Ерингі	пшениця	02.10.19	22	відсутня	25	31
	ячмінь	02.10.19	21	відсутня	24	30
Ільмак	пшениця	02.10.19	21	відсутня	24	30
	ячмінь	02.10.19	20	відсутня	23	30

Цілковите засвоєння міцелієм блоків, субстрат яких не оброблявся ЕМ препаратами (контроль), відбулося через 35 днів після інокуляції, тобто на 15 днів пізніше. При цьому в усіх контрольних блоках спостерігалось локальне зараження *Trichoderma viride*. Необхідно зауважити, що початок плодоношення на контрольних блоках почався на 13-14 діб пізніше ферментованих, а ступінь ураження їх стромами *Trichoderma viride* коливався від 5 до 25%. Цим і пояснюється така велика розбіжність між періодами обростання та плодоношення на контрольних варіантах.

При оцінці ефективності впливу забезпеченості субстратів елементами живлення на урожайність Гливи звичайної визначено перевагу субстрату, в основу якого входила ячмінна солома. Показники генеративної стадії наведені у таблиці 3.

Перевага в урожайності насамперед зумовлена підвищеним вмістом загального азоту та фосфору в субстраті, що сприяло інтенсивному розростанню міцелію та утворенню великої кількості плодових тіл гриба. Маса плодових тіл досліджу-

Таблиця 3

**Біологічна продуктивність грибних блоків
залежно від способу їх обробки**

Вид обробки блоку	Вид гриба	Субстрат	Біологічна продуктивність		
			Середня вага зростку, г	Діаметр шапинки, см	Урожайність І хвили, г/мішок
1	Ерингі	пшениця	420±50	3-5	840±50
		ячмінь	445±50		890±50
	Ільмак	пшениця	420±50	3-6	840±50
		ячмінь	445±50	3-6	890±50
2	Ерингі	пшениця	825±100	5-8	1650±100
		ячмінь	855±100		1710±100
	Ільмак	пшениця	800±100	4-8	1600±100
		ячмінь	900±100		1800±100
3	Ерингі	пшениця	825±100	5-8	1650±100
		ячмінь	855±100		1710±100
	Ільмак	пшениця	800±100	4-8	1600±100
		ячмінь	925±100		1850±100
4	Ерингі	пшениця	752±100	5-8	1525±100
		ячмінь	760±100		1530±100
	Ільмак	пшениця	790±100	4-8	1580±100
		ячмінь	830±100		1660±100

ваних видів гриба Глива королівська на ячмінній соломі становила 1710 та 1530 г/мішок, що перевищувало загальну врожайність плодкових тіл контрольного варіанта у 1,7-2,0 рази.

Для Гливи лимонної урожайність на ячмінній соломі мала дещо вищі показники – 1800; 1850 та 1660 г/мішок, тобто порівняно з контрольними варіантами була вище в 1,8-2,0 рази. Урожайність грибних блоків із використанням ЕМ «Бокаші» була дещо нижча, ніж із використанням ЕМ «Агро» та ЕМ «Біоактив». На нашу думку, це зумовлено специфікою самого препарату, адже на грибних блоках четвертого варіанту подекуди спостерігалось пророщення зерна міцелію, що вплинуло на зменшення врожайності плодкових тіл.

Аналіз біологічної продуктивності та часу плодоношення яскраво свідчить на користь ферментованого субстрату. Вага плодоносних зростків також була більшою 900±100 г проти 445±50 г. Збільшення плодоношення одного блоку розробленим нами способом ферментації та за звичайною технологією 1600-1850 г/мішок проти 840-890 г/мішок.

Контрастні відмінності врожайності, на нашу думку, можуть бути пояснені тим, що при ферментації солом'яного субстрату ЕМ препаратами відбувається не лише розщеплення лігніну [6], а й повне незараження. У той же час неферментований солом'яний субстрат на контрольних варіантах лише збільшив рівень кислотності в лужний бік, що дещо пригнічувало розвиток конкурентної мікрофлори, але до повного її знищення не призвело, а міцелій не зміг повністю її подолати.

Висновки і пропозиції. На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Обробка солом'яного субстрату ЕМ препаратами і поширення інокуляція сприяють скороченню терміну обростання блоків при інтенсивному вирощуванні Гливи королівської та Гливи лимонної.

2. Субстрат із пшеничної соломи доцільно використовувати для культивування екзотичних видів Гливи звичайної, однак він характеризується нижчими поживними властивостями, ніж ячмінна солома.

3. Найвищою урожайністю І хвилі плодоношення 1850 г на 5 кг субстрату володіє Глива лимонна за умови обробки ячмінної соломи препаратом ЕМ «Агро», а нижчим урожаєм – Глива королівська (1530 г за умови обробки пшеничної соломи препаратом ЕМ «Бокаші»).

4. Для забезпечення населення свіжою продукцією екзотичних видів грибів можна рекомендувати до вирощування усі досліджувані види гриба Глива звичайна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Горшкова Л.М., Верченко Є.В. Вплив ЕМ-технологій на урожайність гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*): зб. наукових праць V Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2014. С. 38–40.

2. Войтенко Т.Л. Режими термічної обробки субстрату при вирощуванні гливи звичайної у штучних умовах. *Овочівництво і баштанництво*. 2010. Вип. 56. С. 91–95.

3. Мельник Віктор. Гливи. Грибник. 2017. URL: <http://gribnick.org.ua/grib-glivi.html> (дата звернення: 18.04.2020).

4. Вдовенко С.В. Вирощування їстівних грибів. Вінниця: Навч. посібник, 2011. 135 с.

5. Миронычева Е., Кюрчева Л. Качественные характеристики товарных грибов. *Овощеводство: журнал для дачников и садоводов*. 2010. № 2. С. 79–80.

6. Грибы и грибоводство / под общ. ред. П.А. Сычева. М.: ООО «Издательство АСТ»; Д.: «Издательство Сталкер», 2003. 512 с.

7. Овчарук В.І. Екологічна особливість гливи звичайної за екстенсивного способу вирощування / *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.18. С. 48–52.

8. Ковальов М.М., Резніченко В.П. Розроблення енергозаощаджуючої технології вирощування гливи звичайної за рахунок використання ЕМ-препаратів. *Таврійський науковий вісник: науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 108. Видавничий дім «Гельветика», 2019. С. 34–38.

9. Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері. За ред. Голуб Г.А. Київ: Науковий світ, 2010. 30 с.

10. Гайслер Л.И. Выращивание грибов шампиньонов и вешенки обыкновенной. Кишинев, 1989. 53 с.

11. Ковальов М.М., Мостіпан М.І., Мащенко Ю.В. Вплив ЕМ препаратів на формування врожаю різних штамів гливи звичайної. *Таврійський науковий вісник: науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 111. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 83–87.

12. Иванов А.И. Методика оценки урожайности новых штаммов вешенки: Микология и фитопатология, 1989. Т. 23. С. 485–487.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: АГРОПромиздат, 1985. 351 с.

УДК 519.23:633.111.1:528.88

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.9>

ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ У ПРОГНОЗУВАННІ ВРОЖАЇВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ ЗА ДАНИМИ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ

Лиховид П.В. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник відділу маркетингу, трансферу інновацій та економічних досліджень, Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
Лаверенко С.О. – к.с.-г.н., доцент кафедри землеробства, ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»
Лаверенко Н.М. – к.с.-г.н., доцент кафедри землеустрою, геодезії та кадастру, ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

Здійснено аналіз ефективності статистичної обробки даних супутникового моніторингу та врожайності пшениці озимої на регіональному рівні для одержання прогнозованих рівнів урожайності в Херсонській області методами лінійної регресії та штучних нейронних мереж.

Вихідні дані, застосовувані для побудови прогностичних моделей, включають регіональні рівні врожайності пшениці озимої за період 2012-2019 рр. (згідно звітів Державної статистичної служби України) і результати обчислення величин вегетаційних індексів у програмі QGIS 3.10 за супутниковими знімками MODIS Terrain NDVI/EVI з роздільною здатністю 250 м.

Регресійний аналіз виконували за допомогою програми BioStat v7, штучні нейронні мережі будували, навчали та тестували у програмі Tiberius. Обидва методи статистичної обробки даних є прийнятними для одержання надійних прогностичних моделей врожайності пшениці озимої в досліджуваному регіоні за величинами нормалізованого диференційного (NDVI) та поліпшеного (EVI) вегетаційних індексів із 95% рівнем достовірності.

Встановлено, що застосування штучних нейронних мереж із двома типами нейронів (лінійним і нелінійним) істотно поліпшувало точність і надійність прогнозування врожайності зерна пшениці озимої при використанні даних NDVI, про що свідчать величини коефіцієнтів детермінації (95,46% для нейронних мереж і 89,72% для лінійної регресії) та середньої абсолютної похибки (2,63% і 5,70%). Не доведено суттєвої переваги нейронних мереж у прогнозуванні врожайів культури на регіональному рівні за величинами EVI, оскільки величини коефіцієнтів детермінації (88,47% для нейронних мереж і 88,72% для лінійної регресії) та середньої абсолютної похибки (5,29% і 6,52%) за обох методів прогнозування виявилися дуже близькими.

Таким чином, абсолютної переваги штучних нейронних мереж над лінійною регресією для одержання надійних прогнозів регіонального рівня врожайності пшениці озимої не доведено, хоча в конкретних випадках вони забезпечують децю вищий рівень точності. Неодоліком методу є неможливість одержання рівняння прогнозу, яке є доступним у разі регресійного моделювання врожайності.

Ключові слова: пшениця озима, лінійна регресія, штучні нейронні мережі, супутниковий моніторинг, нормалізований диференційний вегетаційний індекс, поліпшений вегетаційний індекс.

Lykhovyd P.V., Lavrenko S.O., Lavrenko N.M. Efficiency of the methods of statistical data analysis in forecasting winter wheat yields on the regional scale using the remote sensing data

The analysis of the efficiency of statistical processing of the remote sensing data and winter wheat yields on the regional scale in order to obtain predicted levels of the yields in Kherson oblast by the means of linear regression and artificial neural networks has been performed.

The inputs for the prediction models include regional levels of winter wheat yields for 2012-2019 (with accordance to the reports of the State Statistical Service of Ukraine) and the results of calculations of vegetation indices using QGIS 3.10 software by the spatial imagery of MODIS Terrain NDVI/EVI with a resolution of 250 m. Regression analysis has been performed using

BioStat v7 software, artificial neural networks have been developed, trained and validated using Tiberius software.

Both methods of statistical data processing are acceptable for obtaining reliable prediction models of winter wheat yields in the studied region by the values of normalized difference (NDVI) and enhanced (EVI) vegetation indices at the probability level of 95%. It was determined that application of artificial neural networks with two types of neurons (linear and non-linear) improved significantly the accuracy and reliability of the prediction of winter wheat grain yields in case of NDVI data use, that is testified by the coefficients of determination (95.46% for a neural network and 89.72% for a linear regression, respectively) and the mean absolute percentage error (2.63% and 5.70%, respectively).

At the same time, there was no evidence for the advantage of neural networks over linear regression in the forecasting the crop yields on the regional level using the EVI values because the coefficient of determination (88.47% for a neural network and 88.72% for a linear regression, respectively) and the mean absolute percentage error (5.29% and 6.52%, respectively) were almost equal at the both prediction methods.

Therefore, there is no evidence for the absolute benefit of artificial neural networks over linear regression for getting reliable predictions of the regional levels of winter wheat yields, although in some cases they provide somewhat higher level of accuracy. The drawback of the method is impossibility of getting the formula for prediction, while this option is available at the regression modeling.

Key words: winter wheat, linear regression, artificial neural networks, remote sensing, normalized difference vegetation index, enhanced vegetation index.

Постановка проблеми. Раннє прогнозування врожаїв сільськогосподарських культур є важливим завданням сучасної аграрної науки. Широке впровадження інформаційних технологій у землеробство та рослинництво зумовлюють попит у агровиробників на інтелектуальну продукцію, що здатна підвищити ефективність систем точного землеробства та забезпечити максимально високу віддачу від них.

Одним із таких інформаційних продуктів є надання прогностичних даних щодо врожайності. Крім того, важливо розробляти прогностичні моделі як для окремих аграрних масивів, так і для великих за своїми масштабами регіонів (районів, областей, країн). Це має велике значення для забезпечення продовольчої безпеки, формування аграрної політики та імпортно-експортної стратегії в аграрному секторі, прийняття раціональних управлінських рішень тощо.

Нині існує декілька шляхів вирішення зазначеної проблеми. Втім, прогностичні моделі для великих за обсягом територій можливі здебільшого лише завдяки доступу до даних супутникового моніторингу територій, на основі яких розраховують індекси, за якими можна опосередковано характеризувати та оцінювати стан рослинних угруповань. Наприклад, це нормалізований диференційний вегетаційний індекс (далі – NDVI), а також менш поширений, але в окремих випадках більш точний, поліпшений вегетаційний індекс (далі – EVI), який враховує спотворення супутникових знімків через хмарність і наявність у повітрі аерозолів [1]. Хоча це твердження є суперечливим, але інколи NDVI демонструє кращі результати в оцінці вегетативного покриву [2]. Саме на аналізі вегетаційних індексів, а інколи додатково метеорологічних і ґрунтових умов, базується створення масштабних моделей прогнозування врожаїв різних сільськогосподарських культур на великих земельних масивах.

Варто враховувати той факт, що результати прогнозування здебільшого залежатимуть і від технології математичної обробки вхідних даних. Натепер найпопулярнішими методами є різні варіації регресійного аналізу, а також штучні нейронні мережі [3; 4]. Варто визначитися, які саме методики роботи з даними забезпечують найкращу віддачу саме в аграрній сфері.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лінійна регресія – один із найдавніших і найбільш поширених методів математичного моделювання, який знайшов широке застосування і в найрізноманітніших моделях прогнозування врожаїв сільськогосподарських культур [5]. Головними перевагами регресійного моделювання є його відносна доступність, простота, а також можливість ручного налаштування параметрів моделі, отримання на виході математичного рівняння прогнозу [6]. Головними недоліками є недосконалість лінійних алгоритмів, які найчастіше застосовуються під час моделювання, що позначається на точності прогнозів [7].

Штучні нейронні мережі є сучаснішим і досконалішим інструментом роботи з даними. Застосування нейронних мереж у моделюванні та прогнозуванні природних процесів і продуктивності сільськогосподарських культур часто є більш ефективним, але головним недоліком є неможливість одержати прогностичне рівняння, тобто дослідник не матиме гадки про те, яким чином нейронна мережа дійшла до таких результатів [8].

Враховуючи той факт, що як регресійні, так і нейромоделі мають свої переваги та недоліки, варто провести низку досліджень із порівняння їх функціональної ефективності для вирішення конкретних завдань агромоделювання.

Постановка завдання. Метою дослідження було порівняння методів лінійної регресії та штучних нейронних мереж щодо їх ефективності в прогнозуванні врожаїв на регіональному рівні для Херсонської області на прикладі пшениці озимої з використанням даних супутникового моніторингу. Для цього попередньо було обраховано величини вегетаційних індексів MODIS NDVI та EVI за супутниковими знімками з роздільною здатністю 250 м, наданими Університетом природних ресурсів та природничих наук (Австрія) в програмному забезпеченні QGIS 3.10 (із використанням функцій програмного пакету «Растровий аналіз»).

Супутникові знімки Херсонської області за період 2012-2019 рр. попередньо було обрізано в програмі QGIS 3.10 за маскою рослинного покриву регіону, оскільки це підвищує точність розрахунків і дозволяє вилучити об'єкти, які не мають відношення до рослинності (будівлі, споруди, піщані масиви, водойми тощо). Прогнозування врожаїв пшениці озимої в регіоні за величинами вегетаційних індексів виконували для періоду травня (30-45 днів до планованого збирання врожаю зерна культури).

Регресійні моделі врожайності зерна пшениці озимої залежно від вегетаційних індексів було розроблено в програмному пакеті BioStat v7 [9]. Для побудови штучних нейронних мереж було використано програмне середовище Tiberius, в якому було побудовано, навчено (протягом 10 000 епох із темпом навчання 0,70), протестовано прогностичні моделі [10].

Порівняння точності методів прогнозування врожайності пшениці озимої базувалося на обчисленні коефіцієнтів детермінації та середньої абсолютної похибки у відсотках [11]. Вищі значення коефіцієнту детермінації та нижчі значення похибки асоціюють із вищою точністю моделі [12].

Виклад основного матеріалу дослідження. Статистична обробка врожайних даних і даних щодо величини NDVI та EVI по Херсонській області за період 2012-2019 рр. дозволила побудувати прості лінійні моделі прогнозування врожаю зерна пшениці озимої на регіональному рівні за даними попередніх періодів (табл. 1).

Схематичне зображення побудованої нейромоделі з двома типами нейронів (лінійним і нелінійним) наведено на рис. 1.

Моделі врожайності зерна пшениці озимої в Херсонській області, побудовані методами лінійного регресійного аналізу та штучних нейронних мереж, дозво-

Таблиця 1

Регресійна статистика відношень між урожайністю зерна пшениці озимої в Херсонській області та величинами регіональних NDVI та EVI

Критерії	NDVI	EVI
Коефіцієнт кореляції (R)	0.9472	0.9426
Середня квадратична похибка (MSE)	0.0676	0.0732
Коефіцієнт детермінації (R ²)	0.8972	0.8886
Коригований R ²	0.8800	0.8700
Прогнозований R ²	0.8376	0.8285
Середня абсолютна похибка (MAPE), %	5.7010	6.5170
Вільний член регресійного рівняння	-8.0022	-4.2962
Аргумент	21.0469	23.7742
Модель	$Y = -8,0022 + 21,0469X$	$Y = -4,2962 + 23,7742X$

лили оцінити кожен із застосованих методів (табл. 2, 3). Так, за результатами апроксимації моделей «врожайність зерна пшениці озимої у зв'язку з NDVI» та «врожайність зерна пшениці озимої у зв'язку з EVI» було встановлено, що штучні нейронні мережі мають помітну перевагу (5,74% за величиною коефіцієнта детермінації та 3,07% за величиною абсолютної середньої похибки) над лінійною регресією лише у першому випадку, в той час як за застосування у якості вхідного параметра величини EVI точність моделей практично не відрізняється за статистичною достовірністю.

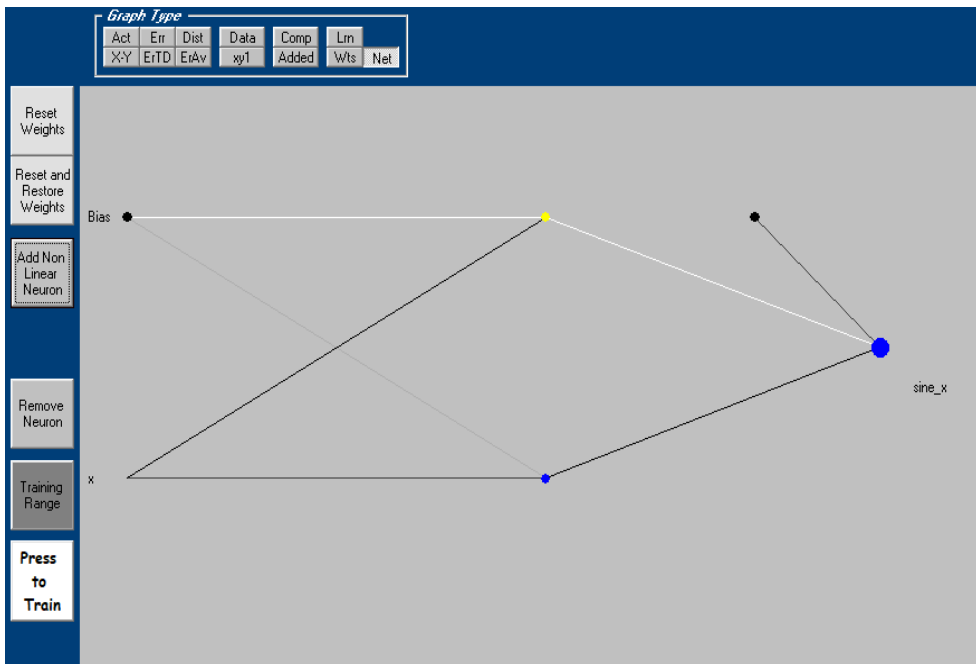


Рис. 1. Схематичне зображення нейронної мережі для прогнозування врожайності пшениці озимої

Таблиця 2

**Урожайність зерна пшениці озимої, прогнозована
за величиною регіонального NDVI по Херсонській області**

Фактична	Прогнозована нейронною мережею	Прогнозована за лінійною регресій- ною моделлю
1,69	1,69	1,68
2,25	2,25	2,52
2,94	2,95	2,94
3,89	3,53	3,57
3,62	3,62	3,78
3,49	3,23	3,15
3,22	3,23	3,15
3,49	3,62	3,78
Коефіцієнт кореляції	0,9770	0,9472
Коефіцієнт детермінації, %	95,46	89,72
Середня абсолютна похибка, %	2,63	5,70

Таблиця 3

**Урожайність зерна пшениці озимої, прогнозована
за величиною регіонального EVI по Херсонській області**

Фактична	Прогнозована нейронною мережею	Прогнозована за лінійною регресій- ною моделлю
1,69	1,68	1,65
2,25	2,26	2,60
2,94	2,26	3,07
3,89	3,62	3,79
3,62	3,62	3,55
3,49	3,23	3,07
3,22	3,23	3,07
3,49	3,62	3,79
Коефіцієнт кореляції	0,9406	0,9419
Коефіцієнт детермінації, %	88,47	88,72
Середня абсолютна похибка, %	5,29	6,52

Мінімальна різниця в коефіцієнті детермінації для EVI-моделі врожаїв зерна пшениці озимої, що склала лише 0,25%, а також незначна перевага штучної нейронної мережі в показнику середньої абсолютної похибки (1,23%), підтверджують факт відсутності переваг нейромоделі над простішою лінійною регресійною моделлю.

Таким чином, нами не було отримано переконливі докази щодо вищої ефективності застосування штучних нейронних мереж у прогнозуванні врожаїв сільськогосподарських культур за даними вегетаційних індексів. Втім, це питання залишається відкритим, оскільки для його остаточного вирішення необхідною умовою є проведення досліджень за різними алгоритмами навчання нейронних мереж у різних програмних середовищах, за даними урожайності різних сільськогосподарських культур, вирощуваних за різних агрокліматичних умов і техноло-

гій, залучення масивів даних із різним набором вхідних параметрів (малі та великі вибірки) тощо [8].

Висновки і пропозиції. Прогнозування врожаїв на регіональному рівні є важливим та актуальним завданням сучасної аграрної науки. Застосування даних супутникового моніторингу створює можливість для вирішення цього завдання. Втім, проблема обрання методики побудови прогностичної моделі залишається не вирішеною.

Проведена нами оцінка двох поширених методів, що застосовуються для програмування врожаїв сільськогосподарських культур, а саме традиційного (лінійна регресія) та інноваційного (штучні нейронні мережі), показала, що штучні нейронні мережі не завжди мають перевагу над регресійними моделями, а також засвідчила, що ця перевага (в межах 5-7% точності) не може бути визначальною.

Отже, обидва методи є прийнятними для програмування та прогнозування урожайності сільськогосподарських культур на регіональному рівні. Втім, подальше вивчення проблеми з більшими масивами дослідних даних є вкрай необхідним для остаточного вирішення цього питання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Rocha A.V., Shaver G.R. Advantages of a two band EVI calculated from solar and photosynthetically active radiation fluxes. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2009. Vol. 149. № 9. P. 1560–1563. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.03.016>.
2. Feysa G.L., Palao L.K., Nelson A., Gumma M.K., Paliwal A., Win K.T., Nge K.H., Johnson D.E. Characterizing and mapping cropping patterns in a complex agro-ecosystem: An iterative participatory mapping procedure using machine learning algorithms and MODIS vegetation indices. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020. Vol. 175. P. 105595. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105595>.
3. Wang Y.P., Chang K.W., Chen R.K., Lo J.C., Shen Y. Large-area rice yield forecasting using satellite imageries. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2010. Vol. 12. № 1. P. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2009.09.009>.
4. Jiang D., Yang X., Clinton N., Wang N. An artificial neural network model for estimating crop yields using remotely sensed information. *International Journal of Remote Sensing*. 2004. Vol. 25. № 9. P. 1723–1732. DOI: <https://doi.org/10.1080/0143116031000150068>.
5. Ушкаренко В.О., Лиховид П.В. Регресійна модель урожайності кукурудзи цукрової залежно від агротехнології в зрощуваних умовах Сухого Степу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 2. С. 31–34.
6. Fox J. Applied regression analysis, linear models, and related methods. Sage Publications, Inc., 1997.
7. Graybill F.A. Theory and application of the linear model. North Scituate, MA : Duxbury press, 1976.
8. Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., Kokovikhin S.V., Biliaieva I.M., Markovska O.Y., Rudik O.L. Artificial neural network and their implementation in agricultural science and practice. Warsaw : Diamond Trading Tour, 2019.
9. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Том 2. М. : Юнити-Дана, 2001.
10. Brierley P., Batty B. Data mining with neural networks-an applied example in understanding electricity consumption patterns. *Knowledge discovery and data mining*. 1999. Vol. 12. P. 240–303.
11. De Myttenaere A., Golden B., Le Grand B., Rossi F. Mean absolute percentage error for regression models. *Neurocomputing*. 2016. Vol. 192. P. 38–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.12.114>.
12. Nagelkerke N.J.D. A note on a general definition of the coefficient of determination. *Biometrika*. 1991. Vol. 78. № 3. P. 691–692. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/78.3.691>.

УДК 631.52:[631.13:633.(477.46)]

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.10>

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВІВСА ПОСІВНОГО ТА ГОЛОЗЕРНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ Й НОРМИ ВИСІВУ

Любич В.В. – д.с.-г.н., професор кафедри технології зберігання і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва

Войтовська В.І. – к.с.-г.н., науковий співробітник,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Єремєєва О.А. – к.т.н., доцент кафедри технології зберігання і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати вивчення формування врожайності зерна вівса посівного та голозерного залежно від сорту і норми висіву. Норма висіву достовірно впливала на формування врожайності у досліджуваних сортів вівса різних форм.

Так, рівень врожайності голозерних форм вівса за норми висіву 3,0-3,5 млн шт./га становив 2,27-3,16 т/га, тоді як у плівкових – 3,16-3,23 т/га. За збільшення норми висіву з 3,5-4,0 і 4,0-4,5 млн шт./га рівень врожайності зростає у досліджуваних сортів вівса. За норми висіву 5,0-5,5 млн шт./га врожайність у голозерних форм коливалася від 2,91 до 3,59 т/га, у плівкових істотно більше – від 3,54 до 3,63 т/га.

Серед голозерних форм вівса виділився сорт Дієтичний, врожайність якого становила 3,05 т/га порівняно з сортом-стандартом Кабардинець – 3,59 т/га. Значно більша врожайність сформувалася у сорту вівса Світанок – 3,63 т/га, тоді як у сорту Парламентський цей показник становив 3,54 т/га. Подальше підвищення норми висіву до 5,5-6,0 млн шт./га призвело до зменшення врожайності як у голозерних, так і у плівкових форм вівса.

Значний вплив на формування якісних показників зерна мають досліджувані елементи агротехнології. Так, маса 1000 зерен у голозерних форм вівса за норми висіву 2,5-3,0 млн шт./га становила 26,5-31,5 г, а в плівкових форм – 31,6-31,8 г. Серед голозерних форм найменші показники маси 1000 зерен формувалися у сорту Діоскурій – 27,2 г (у 1,3 рази більше порівняно зі стандартом Кабардинець – 34,7 г).

У середньому за роки досліджень вищі показники маси 1000 зерен були сформовані в сорту Дієтичний, а з плівкових форм – у сорту Світанок, показники яких становили відповідно 29,1 і 34,9 г. Збільшення норми висіву з 2,5 до 5,0 млн шт./га підвищувало натуру зерна всіх досліджуваних сортів. Підвищення норми висіву до 6,0 млн шт./га зменшувало натуру зерна всіх сортів вівса. Вищі показники натуре у голозерних форм вівса були у сортів Мирсем і Дієтичний за норми висіву 4,5-5,0 млн шт./га – відповідно 526 і 535 г/л.

У результаті проведених досліджень встановлено, що оптимально висівати овес 5,0-5,5 млн шт./га, оскільки урожайність найбільша (2,91-3,63 т/га залежно від сорту). З'ясовано, що показник урожайності вівса посівного найбільший порівняно з голозерним. Найвищу врожайність отримано в сорту вівса посівного Світанок – 3,62 т/га, що більше на 0,05 т/га порівняно з контролем.

Ключові слова: овес посівний, овес голозерний, сорт, норма висіву, врожайність, якість зерна.

Liubych V.V., Voitovska V.I., Yeremeieva O.A. Formation of oat and hullless oat productivity depending on variety and seeding rates

The article presents the results of research on grain yield formation in oat and hullless oat depending on the variety and seeding rate. The seeding rate significantly influenced the yield formation in the studied oat varieties of different forms.

Thus, the yield level of hullless oats at seeding rates of 3.0-3.5 million pcs/ha was 2.27-3.16 t/ha, while that of husk forms was 3.16-3.23 t/ha. With an increase in the seeding rate from 3.5-4.0 and 4.0-4.5 million pcs/ha, the yield of the studied oat varieties increased. At a seeding rate of 5.0-5.5 million pcs/ha, the yield of hullless forms ranged from 2.91 to 3.59 t/ha, and that of husk forms was significantly higher – 3.54 to 3.63 t/ha.

Among the hullless forms of oat, the Dietychnyi was distinguished, the yield of which was 3.05 t/ha compared to the standard Kabardynets variety – 3.59 t/ha. Much higher yield was formed in the Svitank oat variety – 3.63 t/ha, while in the Parlamentskyi variety this figure was 3.54 t/ha. A further increase in the seeding rate up to 5.5-6.0 million pcs/ha led to a decrease in the yield of both hullless and husk forms of oat.

The studied elements of agritechnology have a significant influence on the formation of grain quality indicators. Thus, the mass of 1000 grains in hullless oat grain forms at seeding rates of 2.5-3.0 million pieces/ha was 26.5-31.5 g, and in husk forms – 31.6-31.8 g. Among the hullless forms, the lowest weights of 1000 grains were formed in the Dioscurii variety – 27.2 g or by 1.3 times less compared to the Kabardynets standard (34.7 g).

On the average for the years of research, the highest weight indicators of 1000 grains were formed in the Dietychnyi variety, and in husk forms – in the Svitank variety whose indicators were 29,1 and 34,9 g respectively. Increasing the seeding rate from 2.5 to 5.0 million pcs/ha increased the grain unit of all studied varieties. Increasing the seeding rate to 6.0 million pcs/ha reduced the grain unit of all oat varieties.

The higher grain unit indicators of hullless oat forms were in the Myrsem and Dietychnyi varieties under seeding rates of 4.5-5.0 million pcs/ha – 526 and 535 g/l respectively. As a result of the conducted research it was established that it is optimal to seed oats at 5.0-5.5 million pieces/ha, as the yield is the highest (2.91-3.63 t/ha depending on the variety). It was found that the oat yield is the highest compared to the hullless one. The highest yield was obtained in the Svitank oat variety – 3.62 t/ha, or by 0.05 t/ha more compared to the control.

Key words: oats, hullless oats, variety, seeding rates, yield, quality of grain.

Постановка проблеми. Сучасні обсяги виробництва продовольчого та фуражного зерна не повністю задовольняють потреби національного виробництва через низький рівень урожайності та якості зерна основних зернових культур. Особливо гостро нині стоїть питання виробництва зерна вівса голозерного – основної сировини для виготовлення високоякісних продуктів харчування і кормів [1–3]. Зважаючи на те, що за своїми властивостями овес є джерелом багатьох корисних вітамінів, макро- і мікроелементів, він отримав визнання у всьому світі як високоцінний продовольчий продукт для підтримання здорового способу життя і раціонального харчування [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Овес, як цінна сільськогосподарська культура універсального призначення, має в Україні значний потенціал розвитку, що безпосередньо пов'язаний із необхідністю впровадження у виробництво інноваційних наукових розробок перспективних високопродуктивних сортів, а також удосконалення технології його вирощування. Це “culture of the future”, яка потрібна людству для збереження і поширення здорового способу життя й розвитку органічного сільського господарства [6, 7]. Нині овес, як зернова культура, набуває нового значення. Починаючи з 80-х рр. минулого століття, у світовому землеробстві його все більше використовують з продовольчою метою [8].

У 2012 році світове виробництво вівса склало 21,5 млн т, а посівна площа – 10,30 млн га [8]. Проте, як свідчить світова практика, овес має високий потенціал урожайності. У Швеції врожайність вівса становить 4,44 т/га, у Німеччині й Франції – 4,50 т/га, Великобританії – 6,9 т/га [9]. Овес характеризується досить високим потенціалом урожайності зерна. У виробничих умовах при застосуванні сучасної інтенсивної агротехнології врожайність вівса досягає понад 5,0-5,5 т/га і більше, а на сортовипробувальних станціях – 6,5-8,0 т/га [10, 11].

Світове виробництво вівса у 2017 році становило близько 22,9 млн т, що на 0,6% більше проти 2016 року. Найбільший приріст виробництва вівса спостерігався в Австралії (+37,6%) і Казахстані (+37,3%), а також у Чилі (+12,6%) та Росії (+4,9%). Водночас досить значне зменшення його виробництва порівняно з 2015 роком відбулося в США (–27,7%), Білорусі (–18,7%), Бразилії (–17%) і Канаді (–12,5%) [7].

Найбільшими виробниками вівса у світі є країни ЄС, частка яких становить 34,7% від усього обсягу його виробництва, Росія – 21,1% і Канада – 13,4%. Ці країни виробляють близько 69,2% від усього валового обсягу врожаю вівса у світі, тоді як далі за ними йдуть Австралія – 8%, США – 4,2%, Бразилія – 2,9%, Чилі і Китай кожна окремо по 2,7%, а також Аргентина і Україна кожна по 2,2% [9].

Сорти голозерного вівса порівняно з півчастими підвидами не отримали широкого використання. Різновидність цього вівса морфологічно відрізняється від півкових сортів будовою колоска, що й зумовлює підвищення його кількісних і якісних показників. У півкових сортів вівса в колоску міститься дві-три квітки, а в голозерних – три-п'ять. Квіткові луски у голозерного вівса нещільно обгортають зернівку і під час обмолоту повністю відділяються від зерна [12]. Перевагою голозерних сортів є оптимальний хімічний склад зерна за рахунок вищого вмісту мікроелементів і вітамінів [8].

Норма висіву насіння є одним із важливих факторів для отримання високої врожайності вівса, який характеризується підвищеною кущистістю. Слід врахувати, що швидкість росту бокових пагонів вівса є меншою порівняно з іншими зерновими культурами, утворення надмірного підгону спостерігається на зріжджених посівах, через що затримується досягання зерна, затягується збирання врожаю і погіршується його якість. Крім цього, зрідження посівів призводить до забур'янення [13].

Отже, основним методом, що обмежує процес кушіння культури, є загущення посівів, тому рекомендуються високі норми висіву вівса, які залежать від сортових особливостей культури та ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування. У Лісостепу норма висіву вівса може змінюватися від 4,5 до 5,5 млн/га, у Поліссі – від 5,0 до 5,55, а в Степу – 4,0-5,05 млн/га [12].

Норма висіву вівса залежить від попередників, умов зволоження і застосування добрив. За вузькорядної сівби норму висіву збільшують на 10-15% порівняно зі звичайною рядовою сівбою [14]. Встановлюючи норму висіву, треба брати до уваги проблему вилягання посівів вівса, внаслідок чого знижується площа листової поверхні, погіршуються умови використання сонячної енергії, зменшується чиста продуктивність фотосинтезу та знижується врожайність зерна.

Постановка завдання. Польові дослідження проводилися в Уманському національному університеті садівництва у 2017-2019 рр. У досліджах визначали оптимальні норми висіву для різних сортів вівса. У дослідженнях використовували сорти (фактор А) вівса голозерного (*Avena nuda* L.) – Дюскурій, Тембр, Мирсем, Дістичний і вівса посівного (*Avena sativa* L.) (півковий тип) (фактор С) – Парламентський, Світанок. Стандартом слугував сорт вівса посівного Кабардинець. Фактор В – норма висіву насіння 3,0-3,5 млн схожого насіння на 1 га (контроль), 3,5-4,0, 4,0-4,5, 4,5-5,0, 5,0-5,5 млн схожого насіння на 1 га.

Дослідна ділянка розміщувалася у Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами за Гринвічем 48°46'56,47" північної широти і 30°14'48,51" східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений.

Агротехнологія вівса була загальноприйнятою для Правобережного Лісостепу. Площа ділянки загальна – 75 м², облікова – 50 м². Повторність триразова. Обліки і спостереження проводили відповідно до методики державного сортопробування і методики дослідної справи Доспехова [15]. Врожайність визначали прямим комбайнуванням за допомогою «Сампо-130» у фазу повної стиглості зерна. Масу 1000 зерен визначали за ДСТУ 4138–2002, натуру зерна – за ДСТУ ГОСТ 10840:2019. Статистичне оброблення даних здійснювали за допомогою програм Microsoft Excel 2010 і STATISTICA 12 [16].

За кількістю опадів забезпечення рослин злакових культур було задовільним. За період квітень-липень 2017 року випало 199,9 мм опадів, що на 28% менше

середньобагаторічного показника (277 мм). У 2018 році – 211,1 мм, 2019 році – 194,7 мм, що менше на 24% і 30%. Розподіл опадів протягом росту та розвитку рослин вівса був різним. У 2017 і 2018 роках забезпеченість рослин вівса водою була більша порівняно з 2019 роком [17].

Виклад основного матеріалу дослідження. Рівень урожайності та показники якості вівса залежать від багатьох чинників, основними з яких є ґрунтово-кліматичні умови, морфологічні особливості, строки сівби, норми висіву насіння тощо [2]. Норма висіву істотно впливала на формування врожайності у досліджуваних сортів вівса різних форм. Так, рівень врожайності голозерних форм вівса за норми висіву 3,0-3,5 млн шт./га становила 2,27-3,16 т/га, тоді як у плівкових – 3,16-3,23 т/га (табл. 1).

Таблиця 1

**Урожайність зерна вівса залежно від елементів агротехнології
(2017-2019 роки), т/га**

Сорт	Норма висіву, млн шт./га				
	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	5,0-5,5	5,5-6,0
Кабардинець (St)	3,16	3,29	3,47	3,59	3,53
Діоскурій	2,27	2,64	2,81	2,91	2,86
Тембр	2,29	2,62	2,80	2,91	2,87
Мирсем	2,42	2,66	2,89	3,01	2,96
Дієтичний	2,44	2,69	2,90	3,05	3,00
Парламентський	3,16	3,26	3,47	3,54	3,50
Світанок	3,23	3,34	3,54	3,63	3,58

НІР_{0,95} за факторами: A = 0,42, B = 0,64, C = 0,92, ABC = 2,10

За збільшення норми висіву з 3,5-4,0 і 4,0-4,5 млн шт./га рівень урожайності зростав у досліджуваних сортів вівса. За норми висіву 5,0-5,5 млн шт./га врожайність у голозерних форм коливалася від 2,91 до 3,59 т/га, у плівкових істотно більше – від 3,54 до 3,63 т/га. Серед голозерних форм вівса виділився сорт Дієтичний, врожайність якого становила 3,05 т/га порівняно з сортом-стандартом Кабардинець (3,59 т/га).

Значно більша врожайність сформувалася у сорту вівса Світанок – 3,63 т/га, тоді як у сорту Парламентський цей показник становив 3,54 т/га. Подальше підвищення норми висіву до 5,5-6,0 млн шт./га призвело до зменшення врожайності як у голозерних, так і у плівкових форм вівса. Отже, оптимальна норма висіву насіння вівса різних форм становить 5,0-5,5 млн шт./га, оскільки рослини формують найбільшу врожайність зерна.

У середньому за роки досліджень залежно від сортових особливостей врожайність голозерних форм вівса формувалася в межах від 2,88-3,03 т/га, що було істотно менше порівняно з сортом-стандартом Кабардинець – 3,57 т/га. Найменші показники урожайності були у сортів Діоскурій і Тембр на рівні 2,89, дещо вищі ці показники були у сортів Мирсем і Дієтичний – 2,98-3,03 т/га.

В середньому за роки досліджень серед голозерних форм виділився сорт вівса Дієтичний, що формував більшу врожайність – 3,03 т/га. У досліджуваного сорту вівса Парламентський сформувався досить високий рівень урожайності, що становив 3,54 т/га, але в сорту-стандарту Кабардинець урожайність була істотно біль-

шою. В середньому за три роки досліджень вищу врожайність сформував сорт вівса Світанок – на рівні 3,62 т/га, а рівень приросту до контролю становив 0,05 т/га.

Значний вплив на формування якісних показників зерна мають досліджувані елементи агротехнології (табл. 2). Так, маса 1000 зерен у голозерних форм вівса за норми висіву 2,5-3,0 млн шт./га становила 26,5-31,5 г, а у плівкових форм – 31,6-31,8 г.

Сівба вівса при знижених нормах висіву (від 2,5 до 3,5 млн шт./га) призводила до активного розвитку бур'янів. Також на досліджуваних варіантах спостерігалося утворення надмірної кількості підгону, що призводило до затримки досягання зерна, внаслідок чого відбувалося зниження його врожайності та погіршенні його якості.

Підвищення норми висіву сприяло зростанню маси 1000 зерен у всіх досліджуваних сортів. Подальше збільшення норми висіву з 5,0 до 5,5 млн шт./га призводило до зниження цих показників. Серед голозерних форм найменші показники маси 1000 зерен формувалися у сорту Діоскурій – 27,2 г, або в 1,3 рази менше порівняно зі стандартом Кабардинець (34,7 г). У середньому за роки досліджень вищі показники маси 1000 зерен були сформовані в сорту Дієтичний, а з плівкових форм – у сорту Світанок, показники яких становили відповідно 29,1 і 34,9 г.

Таблиця 2

Фізичні показники якості зерна вівса залежно від елементів агротехнології, 2017-2019 роки

Сорт	Норма висіву, млн шт./га					
	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5
Маса 1000 зерен, г						
Кабардинець (St)	31,5	32,5	32,5	33,6	34,7	34,3
Діоскурій	26,5	26,5	26,7	27,0	27,2	26,7
Тембр	26,5	26,8	27,0	27,2	27,5	27,2
Мирсем	27,7	28,0	28,2	28,5	28,5	28,1
Дієтичний	27,6	27,8	28,3	28,7	29,1	28,6
Парламентський	31,8	32,8	33,3	34,0	34,5	34,1
Світанок	31,6	32,5	32,7	33,8	34,9	34,5
<i>НІР_{0,95} за факторами: A = 0,4, B = 0,3, C = 0,5, ABC = 1,4</i>						
Натура зерна, г/л						
Кабардинець (St)	425	428	431	445	451	447
Діоскурій	510	515	515	517	520	516
Тембр	513	515	518	520	521	518
Мирсем	518	521	521	524	526	522
Дієтичний	525	528	530	533	535	533
Парламентський	427	430	442	447	448	445
Світанок	427	429	437	449	454	452
<i>НІР_{0,95} за факторами: A = 8, B = 7, C = 6, ABC = 25</i>						

Одним із найважливіших показників якості зернових культур є натура, що характеризує виповненість зерна, тобто ступінь його наливу і досягання. Виповненому зерну властива завершеність процесів синтезу речовин, що входять до його складу та мають велике технологічне значення, тобто характеризують харчову цінність [18].

Натура зерна голозерних форм вівса значно відрізнялася від плівкових. Так, у сортів голозерних форм натура залежно від норм висіву коливалася в межах від 510 до 535 г/л, а у плівкових була меншою та становила від 427 до 454 г/л. За збільшення норми висіву з 2,5 до 5,0 млн шт./га натура всіх досліджуваних сортів збільшувалася. Подальше підвищення норми висіву до 6,0 млн шт./га призвело до загушення посівів і формування менш виповненого зерна. Більші показники натури у голозерних форм вівса формувалися у сортів Мирсем і Дієтичний за норми висіву 4,5-5,0 млн шт./га – відповідно 526 і 535 г/л. Істотно меншими вони були у сортів вівса Діоскурій і Тембр – на рівні 520-521 г/л.

Між урожайністю зерна вівса та масою 1000 зерен встановлено дуже високу ($r = 0,96 \pm 0,008$) кореляційну залежність, яка описується таким рівнянням регресії: $y = 0,0935x + 0,3216$, де y – урожайність зерна, т/га; x – маса 1000 зерен, г (рис. 1).

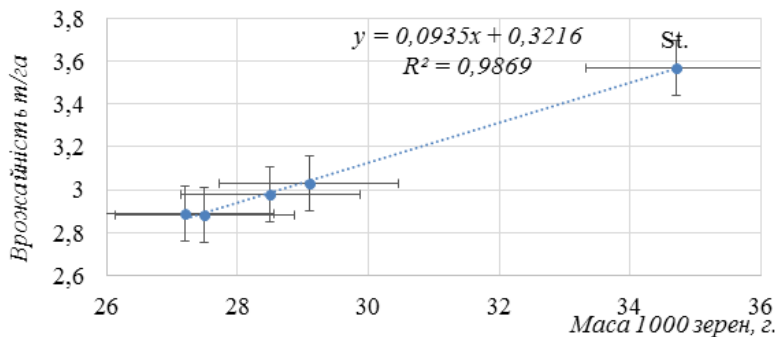


Рис. 1. Кореляційна залежність між урожайністю і масою 1000 зерен вівса

Отже, оптимально сорти вівса обох типів плівковості висівати з нормою 5,0-5,5 млн/га схожих зерен. Урожайність зерна за такого сценарію становить 2,91-3,63 т/га залежно від сорту вівса. Маса 1000 зерен голозерних сортів вівса становить 27,2-29,1 г, 34,5-34,9 г – для плівкових, натура зерна – 448-454 г/л і 520-535 г/л залежно від сорту.

Висновки і пропозиції. З'ясовано, що показники урожайності плівкових форм істотно більші порівняно з голозерними. Найбільшу урожайність серед плівкових форм забезпечує сорт Світанок – 3,62 т/га. На показники якості зерна істотно впливають тип плівковості вівса й норма висіву. Між сортами вівса в межах окремої групи різниці була неістотною.

Встановлено оптимальну норму висіву насіння вівса різних форм, яка становить 5,0-5,5 млн шт./га, що забезпечує формування найбільшого врожаю зерна вівса обох типів. Урожайність зерна за такого сценарію становить 2,91-3,63 т/га залежно від сорту вівса. Маса 1000 зерен голозерних сортів вівса становить 27,2-29,1 г, 34,5-34,9 г – для плівкових, натура зерна – 448-454 г/л і 520-535 г/л залежно від сорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Юла В.М. Якість зерна вівса посівного і голозерного за різного рівня мінерального живлення. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 3. С. 54–63.
2. Качанова Т.В. Удосконалена технологія вирощування вівса та її вплив на основні показники продуктивності культури. *Наукові праці Миколаївського НАУ*. 2015. Вип. 244. С. 70–74.
3. Камінська В.В. Порівняльна продуктивність сортів вівса посівного та голозерного за різних технологій вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 78. С. 32–36.
4. Юла В.М. Вплив агротехнічних факторів на урожайність і якість зерна вівса у Правобережному Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 1. С. 13–19.
5. Пшениця спельта / Г.М. Господаренко, П.В. Костогриз, В.В. Любич та ін.; за заг. ред. Г.М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.
6. Юла В.М. Формування асиміляційного апарату рослинами вівса залежно від умов вирощування. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 4. С. 64–72.
7. Marshall A., Cowan S., Edwards S., Griffiths I., Howarth C., Langdon T., White E. Oats-a cereal crop for human and livestock feed with industrial applications. *Food Security*. 2013. Vol. 5. P. 13–33.
8. Нечепоренко Л.П., Орлов С.Д. Селекційна цінність ліній і сортозразків вівса посівного (*Avena Sativa* L.). *Зернові культури*. 2019. Т. 3, № 1. С. 18–25.
9. AHDB (Agriculture and Horticulture Development Board). 2017. AHDB Recommended List – Winter Oats 2017/18. Available online: <https://cereals.ahdb.org.uk/varieties/ahdb-recommended-lists/winter-oats201718.aspx> [Accessed 24 February 2017].
10. Нечепоренко Л.П., Орлов С.Д. Генетичні джерела господарсько-цінних ознак вівса зимуючого та їх роль у селекції. *Цукрові буряки*. 2018. № 3. С. 14–15.
11. Марухняк А.Я., Дацько А.О., Лісова Ю.А., Марухняк Г.І. Голозерний овес. Сорт Авгол. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 151–159.
12. Лісова Ю.А. Характеристика голозерних зразків вівса за врожайністю та адаптивністю. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 105. С. 141–148.
13. Іванців Р.Є. Строки збирання, урожайність та адаптивна здатність сортів вівса. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України»*. Львів-Оброшино, 2015. С. 20–21.
14. Качанова Т.В. Плівчастість і натура у сортів вівса на півдні України. Інноваційні розробки молоді – агропромислового виробництву : *матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених*. Херсон, 2017. С. 63.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних у пакеті STATISTICA 12.0. Київ : Поліграф-Консалтинг, 2007. 55 с.
17. Новак А.В. Агротемпературні умови 2016-2017 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. *Вісник Уманського НУС*. 2017. Вип. 2. С. 59–61.
18. Господаренко Г.М., Любич В.В., Полянецька І.О., Возіян В.В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення. *Вісник Уманського НУС*. 2015. Вип. 1. С. 11–16.

UDC 635.757:631.559.2:51-76

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.11>

FENNEL (*FOENICULUM VULGARE* MILL.) YIELD PREDICTION USING A REGRESSION MODEL

Makukha O.V. – Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Botany and Plant Protection,
Kherson State Agrarian and Economic University

Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) belonging to the Apiaceae family is a valuable medicinal, spice, aromatic, melliferous, vegetable and ornamental plant. A successful cultivation of fennel in the southern Steppe of Ukraine requires scientific modelling and prediction of the seed yield, taking into account different parameters of the technological practices and their effect on the productive processes of plants.

The field experiments were carried out in 2011-2013 in the Kherson region on the dark chestnut soils typical for the southern Steppe of Ukraine. The experimental design included the following factors and their variants: Factor A – nutrition background: without fertilizers; N_{30} ; N_{60} ; N_{90} ; Factor B – sowing date: early (the third ten-day period of March at the right soil tith stage); mid-time (the first ten-day period of April); late (the second ten-day period of April); Factor C – row spacing, cm: 15; 30; 45; 60.

The model testing was conducted in 2014-2019 on the farms of Kherson region. According to the results of regression analysis, a multiple linear regression model of fennel seed productivity depending on the studied technological practices was created: $Y = 7.2302 + 0.0024X_1 - 0.0039X_2 + 0.0012X_3$, where Y – fennel seed yield, t/ha; X_1 – nutrition background (rate of nitrogen fertilizers), kg reactant/ha; X_2 – sowing date (the sum of effective temperatures above 10°C), °C; X_3 – row spacing, cm. A comparison of the experimental yield data and the values of the yielding capacity, calculated using the regression equation, confirmed the accuracy of the created multiple linear regression model of the fennel seed productivity.

The range of variation in the residual seed yield, depending on the interaction of the investigated parameters of the technological practices, was 0.11... + 0.16 t/ha. In most variants, difference indicator between the true and modelled values of crop productivity was within limits of ± 0.05 t/ha.

The results of the developed model application in agricultural enterprises of the region confirm the relevance of a mathematical approach to increasing the seed productivity of common fennel and reducing the potential yield losses. The introduction of statistical methods into the technology of fennel cultivation is a promising strategy for crop productivity improvement.

Key words: fennel, cultivation technology, seed yield, multiple linear regression model, statistical analysis, model testing.

Макуха О.В. Прогнозування врожаю фенхелю звичайного (*Foeniculum vulgare* Mill.) з використанням регресійної моделі

Фенхель (*Foeniculum vulgare* Mill.) – цінна лікарська, пряносмакова, ароматична, медоносна, овочева та декоративна рослина родини Апіацеае. Успішне вирощування фенхелю в південному Степу України вимагає наукового моделювання і прогнозування врожаю насіння з урахуванням різних параметрів технологічних заходів і їх впливу на продукційні процеси рослин.

Польові досліді проводились у 2011-2013 роках в Херсонській області на темно-каштанових ґрунтах, типових для південного Степу України. Схема досліді включала такі фактори та їх варіанти: фактор А – фон живлення: без добрив; N_{30} ; N_{60} ; N_{90} ; фактор В – строк сівби: ранній (третьа декада березня, при настанні фізичної стиглості ґрунту); середній (перша декада квітня); пізній (друга декада квітня); фактор С – ширина міжряддя, см: 15; 30; 45; 60.

Виробнича перевірка розробленої моделі проводилась у 2014-2019 роках у фермерських господарствах Херсонської області. За результатами статистичного аналізу створено модель множинної лінійної регресії насінневої продуктивності фенхелю звичайного залежно від досліджуваних технологічних заходів: $Y = 7.2302 + 0.0024X_1 - 0.0039X_2 + 0.0012X_3$, де Y – урожайність насіння фенхелю, т/га; X_1 – фон живлення (доза азотних добрив), кг д.р./га; X_2 – строк сівби (сума ефективних температур вище 10°C), °C; X_3 – ширина міжряддя, см.

Порівняння експериментальних даних і значень урожайності, розрахованих за допомогою рівняння регресії, підтвердило точність розробленої моделі насіннєвої продуктивності культури. Діапазон варіювання різниці фактичної та змодельованої врожайності становив $0,11 \dots + 0,16$ т/га залежно від взаємодії досліджуваних параметрів технологічних заходів, у більшості варіантів знаходився в межах $\pm 0,05$ т/га.

Результати застосування розробленої моделі в сільськогосподарських підприємствах регіону підтверджують актуальність математичного підходу до підвищення насіннєвої продуктивності фенхелю і зменшення потенційних втрат урожаю. Впровадження статистичних методів у технологію вирощування фенхелю звичайного є перспективною стратегією покращення показників продуктивності культури.

Ключові слова: фенхель звичайний, технологія вирощування, урожай насіння, модель множинної лінійної регресії, статистичний аналіз, перевірка моделі.

Problem formulation. Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) belonging to the *Apiaceae* family is a valuable medicinal, spice, aromatic, melliferous, vegetable and ornamental plant. It finds application in official and folk medicine, cooking, food, pharmaceutical, perfume and cosmetics and other industries, as well as in veterinary medicine, animal husbandry [1, p. 3, 2; p. 1578].

Fennel has now been naturalized and cultivated for commercial purposes throughout the world [3, p. 83]. *Foeniculum vulgare* is one of the most commonly used and extensively studied medicinal herbs in the world due to its economic importance and significant pharmaceutical industry applications [4, p. 2, 5; p. 237]. An increased interest in the improvement of agricultural yield of fennel has encouraged the cultivation of the plant on large scale. In many countries of the world, considerable attention has been paid to improving the growing technology of this crop [1, p. 4, 6; p. 1505].

A successful cultivation of fennel in the southern Steppe of Ukraine requires scientific modelling and prediction of the seed yield, taking into account different parameters of the technological practices and their effect on the productive processes of plants.

Analysis of recent research and publications. One of the most popular mathematical methods of statistical analysis and development of simple models is linear regression, which finds application in solving diverse practical and theoretical tasks [7, p. 32]. In agricultural science, linear regression models are frequently used for the statistical data evaluation and forecasting [8, p. 47; 9, p. 125]. The general purpose of regression analysis is to determine the relationship between several independent variables and a dependent variable [9, p. 128; 10, p. 897]. Regression models are applied for crop yield prediction depending on the cultivation technology elements, soil properties, nutrition and water use efficiency, weather parameters, etc. [11, p. 83; 12, p. 46; 13, p. 212].

The multiple linear regression model creating will ensure yield prediction of common fennel in the context of the influence of nitrogen fertilizers doses, sowing dates and row spacing, as well as formation of abundant sustainable fennel yields, and a reduction of its possible losses by providing the most favourable interaction of the above mentioned agrotechnical practices. Consequently, mathematical modelling is important for efficient agronomic management in the cultivation of fennel. The introduction of the elaborated multiple linear regression model into growing technology of fennel will allow increasing the interest of farmers in this promising, highly profitable crop. The cultivation of common fennel, even on small areas, will significantly improve the performance of the agricultural enterprises in the region, especially farms [14, p. 109].

Task formulation. The field experiments were carried out in the period from 2011 to 2013 on the fields of Kherson Regional State Centre for Plant Variety Examination (latitude $46^{\circ}43'5''N$ and longitude $32^{\circ}38'23''E$). The study was devoted to determining the effect of doses of nitrogen fertilizers, sowing dates, and row spacing on the fennel seed yield under the arid conditions of the southern Steppe of Ukraine (Fig. 1).



Fig. 1. The field experiment with fennel: a – fennel field in the phase of stem formation-flowering, b – fennel field in the phase of flowering-fruit formation, c – the productive umbel of fennel in the phase of flowering, d – the productive umbel of fennel in the phase of ripening

The experimental design included the following factors and their variants: Factor A – nutrition background: without fertilizers; N_{30} ; N_{60} ; N_{90} ; Factor B – sowing date: early (the third ten-day period of March at the right soil tilth stage); mid-time (the first ten-day period of April); late (the second ten-day period of April); Factor C – row spacing, cm: 15; 30; 45; 60. The field experiments were carried out in accordance with the generally accepted requirements and recommendations [15, p. 38–200]. The trial was based on a split plot method with a four-fold replication. The sown area of the third-order elementary plot was 70 m²; the record plot was 55 m².

The soil of the experimental plot is dark chestnut weakly alkaline medium loamy, typical for the southern steppe zone of Ukraine. The arable layer of the soil contains humus (2.28%), nitrates (26), movable phosphorus (34), and exchangeable potassium (250 mg/kg of soil), pH of water extract (7.0–7.2).

The climate of the zone is moderately continental, hot and dry, characterized by low and unevenly distributed precipitation, low air humidity, frequent droughts and strong dry winds, a lot of heat and light. The sum of active temperatures above 10°C is 3200–3400°C, average annual precipitation is 340–400 mm, and the hydrothermal coefficient is 0.5–0.7. The weather conditions during the years of research differed somewhat in

the temperature regime, amount and distribution of atmospheric precipitation, but overall were typical for the zone. The most favourable conditions for the growth and development of fennel plants were observed in 2011, satisfactory and moderate conditions were recorded in 2012 and 2013, respectively (Table 1).

Table 1

The weather conditions during the years of research

Months	Air temperature, °C			Precipitation amounts, mm			Air humidity, %		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
January	-2.8	-1.7	-0.4	25.5	70.8	29.6	90	86	92
February	-3.8	-7.4	2.3	10.6	20.9	19.6	79	80	85
March	2.4	2.5	3.1	3.8	25.6	38.8	74	77	76
April	9.7	13.2	11.9	39.1	5.9	3.7	65	70	66
May	16.8	20.8	20.7	36.7	39.6	0.3	67	63	58
June	21.4	23.4	23.0	76.2	20.1	79.1	65	58	63
July	24.7	26.6	23.2	11.0	40.2	44.1	62	50	60
August	22.3	23.6	24.2	5.4	79.2	12.4	56	57	52
September	18.4	19.1	15.1	17.1	1.6	43.7	59	64	71
October	9.5	14.7	9.3	7.0	27.6	53.9	72	76	84
November	2.2	6.6	7.5	1.0	7.1	4.0	72	87	86
December	3.8	-0.9	0.5	50.3	35.0	3.7	88	88	82
Annual	10.4	11.7	11.7	283.7	373.6	332.9	71	71	73

The generally accepted agricultural practices of fennel cultivation were used, except for the factors and variants studied. Winter wheat was the preceding crop in the experiment. The seeding rate was 5 kg/ha, seeding depth – 3–4 cm. The fennel seeds were harvested when the fruits reached maturity on the central umbel and first-order umbels. Harvesting and yield registration were done according to the relevant methods [15, p. 38–200].

The multi-factor analysis of variance (ANOVA) of the fennel yield data was performed by using the standard methodology within AgroStat add-on for Microsoft Excel software application [16, p. 75]. Statistical evaluation was performed for the reliability level of 95% ($p < 0.05$).

The fennel seed productivity was modelled by the results of the multiple linear regression analysis (MLR). It was conducted by using the common calculations by the method of the least squares within Microsoft Excel software [17, p. 52–59; 18, p. 27]. The model of the fennel seed yield was developed as a common linear function $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$. The studied factors were expressed in mathematical form: nutrition background – in kilograms of the active ingredient of nitrogen fertilizers per ha, sowing dates – in the sum of effective temperatures above 10°C, needed for seed ripening, row spacing – in centimetres.

A comparative analysis of the true and modelled yielding capacity of common fennel was done to determine the accuracy of prediction. The model testing was conducted in 2014–2019 on the fields of Nadiia farm of Velyka Oleksandrivka district, Dawn farm of Vysokopillia district and other agricultural enterprises of Kherson region.

Research results. The research results showed that the elements of the growing technology such as doses of nitrogen fertilizers, sowing dates, and row spacing are important measures for managing the seed productivity of common fennel. The yielding capacity of the fennel seeds changed in the context of variants from 0.72 to 1.38 t/ha (Table 2).

The least favourable conditions for the productive processes of plants were obtained on the plots without fertilizers application, when fennel was sown in the second decade of April with a row spacing of 15 cm. The highest values of the fennel seed yield at 1.35 and 1.38 t/ha were recorded in the variants of the interaction of early spring sowing, row spacing of 45 cm, nitrogen fertilizers of 60 and 90 kg of the active ingredient per ha, respectively. An increase in the dose of nitrogen fertilizers from 60 to 90 kg reactant/ha ensured an insignificant growth of the studied parameter of 0.03 t/ha (2.2%).

Table 2

**Seed yield of fennel depending on the factors under study, t/ha
(average for 2011-2013)**

Nutrition background, factor A	Sowing date, factor B	Row spacing, cm, factor C				Average for factors	
		15	30	45	60	A	B
Without fertilizers	early	0.93	1.01	1.06	0.96	0.87	1.15
	mid-time	0.80	0.88	0.94	0.83		0.99
	late	0.72	0.78	0.83	0.74		0.87
N ₃₀	early	1.04	1.14	1.22	1.08	0.99	
	mid-time	0.91	0.98	1.07	0.93		
	late	0.80	0.88	0.95	0.83		
N ₆₀	early	1.12	1.24	1.35	1.17	1.06	
	mid-time	0.98	1.06	1.15	1.01		
	late	0.85	0.94	1.01	0.89		
N ₉₀	early	1.15	1.27	1.38	1.20	1.08	
	mid-time	0.99	1.08	1.18	1.03		
	late	0.85	0.95	1.03	0.89		
Average for factor C		0.93	1.02	1.10	0.96	1.00	
LSD ₀₅ , t/ha (assessment of significance of partial differences): A = 0.029; B = 0.041; C = 0.029							
LSD ₀₅ , t/ha (assessment of significance of mean (main) effects): A = 0.008; B = 0.010; C = 0.008							

Note: LSD₀₅ – the least significant difference.

On average, by factor A, application of the investigated doses of nitrogen fertilizers led to an increase of the yielding capacity by 13.8-24.1%. The degree of influence of the sowing dates on the crop productivity was, on average, by factor B, 16.2-32.2%. Changing the row spacing resulted in 3.2-18.3% increase of the mean factor value of this indicator.

The mathematical processing of fennel yield data allowed to define the coefficients of correlation, determination, and regression, as well as to determine the effect of different cultivation technology elements on the crop productivity. When the mathematical model was created, the studied factors were used as independent variables (X₁, X₂, X₃),

and the fennel seed yield was used as a dependent variable (Y). All the inputs were expressed in a digital quantitative form to ensure correct data processing.

The statistical analysis proved the high strength of ties between the factors under investigation and the yielding capacity of the fennel seeds. A multiple correlation coefficient (R) was close to 1.0 and made up 0.9477 (Table 3).

Table 3

Correlation and regression analysis of the fennel seed yield depending on the factors under study

Related X_i	R – multiple and r_i – pair correlation coefficients	D – general and d_i – partial coefficients of determination	b_0 and b_i – regression coefficients
$X_1 X_2 X_3$	0.9477	0.8981	7.2302
X_1	0.7159	0.5123	0.0024
X_2	-0.8517	0.7254	-0.0039
X_3	0.3658	0.1339	0.0012

Note: X_1 – nutrition background (dose of nitrogen fertilizers), kg of the active ingredient per ha (factor A); X_2 – sowing date (the sum of effective temperatures above 10°C), °C (factor B); X_3 – row spacing, cm (factor C)

The factor of nutrition background had a strong positive effect on the fennel seed yield ($r = 0.7159$). The high degree of influence of the nitrogen fertilizers on the seed productivity of common fennel can be connected with the low content of nitrogen in the dark chestnut soils of the southern Steppe of Ukraine. Nitrogen is the first most commonly used plant nutrient in agriculture. It plays a key role in increasing of crop yield [19, p. 211].

A strong negative linear statistical relationship was revealed between the sowing dates, expressed in mathematical form as the sum of effective temperatures above 10°C, and the crop productivity. The coefficient of correlation for the above mentioned factor amounted to -0.8517. An increase in the sum of effective temperatures with a delay in sowing is associated with a decrease in the yielding capacity. The seed productivity of fennel reduced from early to late sowing. Under the moisture deficiency conditions of the southern Steppe of Ukraine, the sowing dates indirectly influence the moisture supply of fennel sprouts, as well as affect the hydrothermal environment of the phases of growth and development [20, p. 238]. Postponing sowing from the third ten-day period of March to the first-second decade of April led to deterioration in the conditions for the productive processes of plants. It is connected with adverse impact of the summer drought on the flowering and fruits formation, and that of autumn rains on maturing [21, p. 77].

The correlation analysis indicates a moderate positive statistical relationship between the row spacing and the fennel seed yield. The correlation coefficient for these variables was 0.3658. Changing the inter-row width, which is accompanied by the changes in the intra-row spacing and the form of the plant nutrition area, can affect the growth and development of the crop, as well as the conditions for the moisture and nutrients absorption by the plants.

Thus, among the factors studied, the dates of sowing had the most significant effect on the crop productivity under arid conditions of the southern Steppe of Ukraine. The general coefficient of determination reached the value of 0.8981. This indicates sufficiently high accuracy and reliability of the developed mathematical model.

According to the results of regression analysis the multiple linear regression model of fennel seed productivity depending on the studied technological practices was created:

$$Y = 7.2302 + 0.0024X_1 - 0.0039X_2 + 0.0012X_3, \quad (1)$$

where Y – fennel seed yield, t/ha; X_1 – nutrition background (dose of nitrogen fertilizers), kg reactant/ha; X_2 – sowing date (the sum of effective temperatures above 10°C), °C; X_3 – row spacing, cm.

The model shows that an increase of the dose of nitrogen fertilizers on 1 kg/ha lead to an increase in the yielding capacity of fennel on 2.4 kg/ha. The growth of the crop productivity under the influence of an inter-row widening on 1 cm can be equal to 1.2 kg/ha. However, an increase in the sum of effective temperatures on 1°C causes a reduction in the fennel seed yield on 3.9 kg/ha.

The results of variance analysis allowed determining the peculiarities in the influence of investigated agrotechnical measures on the seed productivity of common fennel. The factor of sowing date with the share of 43.4% had the strongest influence on the yielding capacity of the crop. The doses of nitrogen fertilizers can also be considered as a determinant factor for fennel seed yield. Its share was 28.4%. The degree

Table 4

A comparison of the true and modelled seed yield of fennel depending on the factors under study, t/ha

Nutrition background, factor A	Sowing date, factor B	Row spacing, cm, factor C	True seed yield	Modelled seed yield	Residual seed yield
Without fertilizers	early	15	0.93	1.01	-0.08
		30	1.01	1.03	-0.02
		45	1.06	1.05	0.01
		60	0.96	1.06	-0.10
	mid-time	15	0.80	0.86	-0.06
		30	0.88	0.88	0
		45	0.94	0.90	0.04
		60	0.83	0.91	-0.08
	late	15	0.72	0.74	-0.02
		30	0.78	0.75	0.03
		45	0.83	0.77	0.06
		60	0.74	0.79	-0.05
N ₃₀	early	15	1.04	1.08	-0.04
		30	1.14	1.10	0.04
		45	1.22	1.12	0.10
		60	1.08	1.14	-0.06
	mid-time	15	0.91	0.93	-0.02
		30	0.98	0.95	0.03
		45	1.07	0.97	0.10
		60	0.93	0.98	-0.05
	late	15	0.80	0.81	-0.01
		30	0.88	0.82	0.06
		45	0.95	0.84	0.11
		60	0.83	0.86	-0.03

Table 4 (continuance)

N ₆₀	early	15	1.12	1.15	-0.03
		30	1.24	1.17	0.07
		45	1.35	1.19	0.16
		60	1.17	1.21	-0.04
	mid-time	15	0.98	1.00	-0.02
		30	1.06	1.02	0.04
		45	1.15	1.04	0.11
		60	1.01	1.06	-0.05
	late	15	0.85	0.88	-0.03
		30	0.94	0.90	0.04
		45	1.01	0.91	0.10
		60	0.89	0.93	-0.04
N ₉₀	early	15	1.15	1.22	-0.07
		30	1.27	1.24	0.03
		45	1.38	1.26	0.12
		60	1.20	1.28	-0.08
	mid-time	15	0.99	1.07	-0.08
		30	1.08	1.09	-0.01
		45	1.18	1.11	0.07
		60	1.03	1.13	-0.10
	late	15	0.85	0.95	-0.10
		30	0.95	0.97	-0.02
		45	1.03	0.98	0.05
		60	0.89	1.00	-0.11

of effect of the row spacing on the crop productivity made up 17.0%. The total share of the interaction of the factors under study amounted to 8.9%. The share of occasional influence of other unaccounted factors was 2.3%.

A comparison of the experimental yield data and the values of the yielding capacity, calculated using the regression equation, confirmed accuracy of the created multiple linear regression model of the fennel seed productivity (Table 4).

The range of variation in the residual seed yield, depending on the interaction of the investigated parameters of the technological practices, was 0.11... + 0.16 t/ha. In most variants, difference indicator between the true and modelled values of the crop productivity was within limits of ± 0.05 t/ha.

The statistical model examination conducted in the period from 2014 to 2019 in the farms of Kherson region allowed evaluating its effectiveness in the context potentially using in agricultural science and practice for the prediction of the fennel seed yield. The value of the modelled yielding capacity changed during the years of testing from 0.97 to 1.18 t/ha. The actual seed productivity of the crop reached 0.93-1.13 t/ha and was lower compared to the estimated indicator by 0.04-0.07 t/ha.

Crop yield prediction is important for agricultural planning and resource distribution decision making. It is a difficult task because crop production is influenced by a great variety of interrelated factors. Agricultural management specialists need simple and accurate estimation techniques such as regression models to predict crop yields in the planning process [22, p. 101; 23, p. 6].

Regression models are successfully created and used for yield forecasting of wheat, barley, maize and many other crops [9, p. 127; 10, p. 901; 13, p. 216]. It is possible to evaluate the share of all independent variables included in the model. All the inputs should be easily available for agricultural producers without special research [9, p. 130]. Regression models provide a sufficiently high level of accuracy in prediction, the possibility of simulation in the current year, before harvest [8, p. 19; 9, p. 129]. An accurate and timely forecast of yields is the basis for estimating production volumes during the harvest, planning farm work and risk management [9, p. 127; 23, p. 7].

The results of the developed model application in agricultural enterprises of the region confirm the relevance of a mathematical approach to increase the seed productivity of common fennel and reduction the potential yield losses.

Conclusions. The multiple linear regression model of the fennel seed yield depending on the nitrogen fertilizers doses, sowing dates and row spacing is characterized by the following advantages: a simple and quick calculation, available initial data, a high enough level of prediction accuracy, the use in agricultural enterprises of the southern Steppe of Ukraine, the ability to determine the cultivation efficiency.

There is a need to create mathematical models of the yielding capacity of common fennel specific to various regions, accepted agricultural practices of its cultivation, different variants of the interaction of the growing technology elements. The introduction of statistical methods into the technology of fennel cultivation is a promising strategy for the improvement of the crop productivity.

REFERENCES:

1. Badgujar S.B., Patel V.V., Bandivdekar A.H. *Foeniculum vulgare Mill.*: a review of its botany, phytochemistry, pharmacology, contemporary application, and toxicology. *BioMed Research International*. 2014. Vol. 2014, Article ID 842674. P. 1–32. doi: 10.1155/2014/842674.
2. *Foeniculum vulgare*: a comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety / Rather M.A., Dar B.A., Sofi S.N., Bhat B.A., Qurishi M.A. *Arabian Journal of Chemistry*. 2016. Vol. 9. P. 1574–1583.
3. Al-Snafi A.E. The chemical constituents and pharmacological effects of *Foeniculum vulgare* – a review. *IOSR Journal of Pharmacy*. 2018. Vol. 8(5). P. 81–96.
4. Therapeutic and pharmacological potential of *Foeniculum vulgare Mill.*: a review / Kooti W., Moradi M., Ali-Akbari S., Sharafi-Ahvazi N., Asadi-Samani M., Ashtary-Larky D. *Journal of HerbMed Pharmacology*. 2015. Vol. 4(1). P. 1–9.
5. An insight of multitudinous and inveterate pharmacological applications of *Foeniculum vulgare* (fennel): pharmacology and therapeutic uses / Syed F.Q., Mirza M.B., Elkady A.I., Hakeem K.R., Alkarim S. *Plant and Human Health*. 2019. Vol. 3(11). P. 231–250. doi: 10.1007/978-3-030-04408-4_11.
6. Singh D. On-farm assessment of technological innovation of fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*) cultivation. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017. Vol. 6(7). P. 1504–1509. doi: 10.20546/ijcmas.2017.607.180.
7. Kutner M.H., Nachtsheim C., Neter J. *Applied linear regression models*. McGraw-Hill, Irwin, 2004. 178 p.
8. Mead R., Curnow R.N., Hasted A.M. *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. Boca Raton : Chapman and Hall, CRC Press, 2017. 123 p.
9. Niedbala G. Application of multiple linear regression for multi-criteria yield prediction of winter wheat. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 63(4). P. 125–131.
10. Mokarram M., Bijanzadeh E. Prediction of biological and grain yield of barley using multiple regression and artificial neural network models. *Australian Journal of Crop Science*. 2016. Vol. 10(6). P. 895–903. doi: 10.21475/ajcs.2016.10.06.p7634.

11. Wu X., Bao W. Statistical analysis of leaf water use efficiency and physiology traits of winter wheat under drought condition. *Journal of Integrative Agriculture*. 2012. Vol. 11(1). P. 82–89.
 12. Paltasingh K.R., Goyari P. Statistical modeling of crop-weather relationship in India: a survey on evolutionary trend of methodologies. *Asian Journal of Agriculture and Development*. 2018. Vol. 15(1). P. 43–60.
 13. Micskei G., Arendas T., Berzsényi Z. Relationships between maize yield and growth parameters in a long-term fertilization experiment. *Acta Agronomica Hungarica*. 2012. Vol. 60(3). P. 209–219. doi: 10.1556/AAgr.60.2012.3.4.
 14. Макуха О.В. Економічна ефективність вирощування фенхелю звичайного залежно від агротехнічних заходів в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 105. С. 102–109.
 15. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Вінниця : Едельвейс і К, 2014. С. 38–200.
 16. Kim H.-Y. Analysis of variance (ANOVA) comparing means of more than two groups. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2014. Vol. 39(1). P. 74–77. doi: 10.5395/rde.2014.39.1.74.
 17. Draper N.R., Smith H. Applied regression analysis. New-York City : John Wiley & Sons, 2014. 96 p.
 18. Seber G.A.F., Lee A.J. Linear regression analysis. New-York City : John Wiley & Sons, 2012. 117 p.
 19. Role of nitrogen for plant growth and development: a review / Leghari S.J., Wahocho N.A., Laghari G.M., Laghari A.H., Bhabhan G.M., Talpur K.H. *Advances in Environmental Biology*. 2016. Vol. 10(9). P. 209–218.
 20. Makukha O. The impact of biopreparations and sowing dates on the productivity of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21(4). P. 237–244. doi: 10.12911/22998993/119802.
 21. Макуха О.В. Особливості формування сухої речовини фенхелю звичайного залежно від агротехнічних заходів в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 76–83.
 22. Paswan R.P., Begum S.A. Regression and neural networks models for prediction of crop production. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2013. Vol. 4(9). P. 98–108.
 23. Gonzalez-Sanchez A., Frausto-Solis J., Ojeda-Bustamante W. Attribute selection impact on linear and nonlinear regression models for crop yield prediction. *Hindawi*. 2014. Vol. 2014, Article ID 509429. P. 1–10. doi: 10.1155/2014/509429.
-

УДК 633.853.494:631.895

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.12>

АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ І СТРЕСОСТІЙКІСТЬ СУЧАСНИХ СОРТІВ СОЇ

Мельник А.В. – д.с.-г.н., професор кафедри рослинництва,

Сумський національний аграрний університет

Романько Ю.О. – к.с.-г.н., керівник групи розвитку продуктів,

ТОВ «Байер»

Романько А.Ю. – аспірант кафедри садово-паркового та лісового господарства,

Сумський національний аграрний університет

Наведено результати визначення параметрів екологічної пластичності, стабільності, стресостійкості та загальної адаптивної здатності сортів сої в умовах Сумської, Тернопільської та Миколаївської областей у 2017-2019 рр.

Об'єкт дослідження – розрахунок параметрів пластичності, стабільності, стресостійкості та загальної адаптивної здатності рослин сої залежно від сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов. Предмет досліджень – пластичність, стабільність, стресостійкість і загальна адаптивна здатність сортів сої вітчизняної та іноземної селекції, врожайність і ґрунтово-кліматичні умови.

На підставі проведених досліджень встановлено, що найвищу стресостійкість виявили ранньостиглий сорт сої Атланта і середньоранній сорт Ліссабон (-1,16), а також скоростиглі сорти Самородок (-1,25) і Хуторяночка (-1,26). Стійкі сорти до стресових ситуацій відрізняються відносно низькою нормою реакції на зміну умов вирощування, коефіцієнт регресії у них менше одиниці з подальшим його зниженням, стійкість до несприятливих умов збільшується.

Високою пластичністю, тобто широкою екологічною адаптивністю, вирізнялися сорти з коефіцієнтом регресії від 1,09 до 2,35. Із 23 досліджуваних сортів лише 11 мали досить високу пластичність: Кофу ($b_i = 2,35$), Білявка ($b_i = 1,47$), Асука і Амадеус ($b_i = 1,30$), Кордоба ($b_i = 1,29$), Аляска ($b_i = 1,26$), Кіото ($b_i = 1,25$), Падуа ($b_i = 1,23$), Вінні і Хуторяночка ($b_i = 1,14$), Тундра ($b_i = 1,09$).

Найвищі ефекти ЗАЗ за досліджуваній період зафіксовано в ранньостиглих сортах Мерлін (0,51), Кіото (0,46), Амадеус (0,13), Діадема Поділля (0,13), Аріса (0,07); скоростиглих сортів Асука (0,27), Кофу (0,14), Тундра (0,09), Аляска (0,01); середньоранніх сортів Кордоба (0,20) і Ліссабон (0,08) та середньостиглого сорту Кент (0,36), тобто вони за вирощування у нестабільних умовах в середньому забезпечують підвищену урожайність.

Ключові слова: соя, сорт, урожайність, адаптивний потенціал, стресостійкість, пластичність, стабільність, загальна адаптивна здатність.

Melnyk A.V., Romanko Yu.O., Romanko A.Yu. Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties

The results of the 2017-2019 studies of the parameters of environmental plasticity, stability, stress resistance and general adaptive capacity of soybean varieties in the Sumy, Ternopil and Mykolaiv regions are presented.

The object of the research is the study of plasticity, stability, stress resistance, and overall adaptive capacity of soybean plants, according to the varietal characteristics and soil and climatic conditions. The subject of the research is plasticity, stability, stress resistance, and general adaptive capacity of soybean varieties of domestic and foreign selection, yield and soil and climatic conditions.

Based on the studies, it was found that the early-ripening variety of Atlanta and the mid-early variety of Lissabon (-1.16), as well as the early maturing Samorodok (-1.25) and Khutoryanochka (-1.26) showed the highest stress resistance. Varieties resistant to stressful situations have a relatively low rate of response to the changes of cultivation conditions, their regression coefficient is less than one and with its further decrease, the resistance to adverse conditions increases.

High plasticity, that is broad environmental adaptability, was typical for the varieties with the regression coefficient from 1.09 to 2.35. Out of 23 studied varieties, only eleven had

the sufficiently high plasticity: Kofu (bi = 2.35), Bilyavka (bi = 1.47), Asuka and Amadeus (bi = 1.30), Cordoba (bi = 1.29), Alaska (bi = 1.26), Kyoto (bi = 1.25), Padua (bi = 1.23), Winnie and the Khutoryanochka (bi = 1.14) and Tundra (bi = 1.09).

The highest ZAZ effects in the studied period were noted in early-ripening varieties of Merlin (0.51), Kyoto (0.46), Amadeus (0.13), Diadema Podillya (0.13), Arisa (0.07); short-season varieties of Asuka (0.27), Kofu (0.14), Tundra (0.09) and Alaska (0.01); the middle-early varieties of Cordoba (0.20) and Lisbon (0.08) and the middle-season variety of Kent (0.36). That is, grown under unstable conditions, on average, they provide increased yields.

Key words: soybean, variety, yield capacity, adaptive potential, stress resistance, plasticity, stability, overall adaptive capacity.

Постановка проблеми. Правильний вибір сорту – одна з вирішальних умов одержання максимального врожаю. Водночас це один із найбільш доступних виробництву агрозаходів зниження негативного впливу лімітуючих факторів зовнішнього середовища на рівень урожайності культури, який здебільшого забезпечує пластичність до конкретних умов вирощування. Необхідно зазначити про важливість підбору сорту, стійкого до стресових факторів за сучасних змін кліматичних умов (підвищення температурного режиму, збільшення періоду посухи, спеки тощо) [1; 2].

Основним способом оцінки пластичності є аналіз урожайності насіння сортів за низкою контрастних років або на основі випробування сортів у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Під терміном «адаптивність» розуміємо здатність генотипів забезпечувати високу і стійку продуктивність рослин за різних умов середовища [3; 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вітчизняній та зарубіжній літературі для оцінки міри взаємодії «генотип – середовище» використовується багато понять: «стабільність», «пластичність», «гомеостатичність», «стійкість до стресу», «загальна та специфічна адаптивна здатність» тощо. Оцінка сортів за цими показниками дозволяє виділити екологічно стійкі форми, які забезпечують стабільні врожаї в різних місцях вирощування.

Під час описання реакції генотипу (сорт, гібрид) на навколишнє середовище як кількісної міри взаємодії «генотип – середовище» віддається перевага поняттю «стабільність», яка відображає здатність сорту протистояти стресовим факторам [5].

Екологічна пластичність – це здатність сорту ефективно використовувати сприятливі фактори зовнішнього середовища. Стабільність і пластичність агрономічних ознак сортозразків зумовлені здатністю генетичних механізмів рослин зводити до мінімуму наслідки негативного впливу навколишнього середовища, тобто протистояти їм [6].

Використання високотехнологічних, добре адаптованих до екстремальних факторів зовнішнього середовища сортів є базисом досягнення високої урожайності і якості насіння сої. Цінність сорту для виробництва зумовлюється як генетичним потенціалом, так і стабільністю його реалізації. Сорти з відносно високим значенням пластичності можуть протягом певного проміжку часу виявитися менш урожайними, ніж сорти з меншим генетичним потенціалом, але з більш стабільною реалізацією потенціалу продуктивності [7].

Таким чином, об'єктивна оцінка генетичного потенціалу сортів сої та їх реакції на зміну зовнішніх факторів (різних ґрунтово-кліматичних умов) за головними параметрами, зокрема екологічною пластичністю, стабільністю, стійкістю до стресу та загальною адаптивною здатністю, є важливим питанням.

Постановка завдання. Метою досліджень було визначення параметрів екологічної пластичності та стабільності сортів сої різного походження як вітчизняних,

так і західноєвропейських за ознакою «врожайність» за змінних абіотичних чинників довкілля; ідентифікувати їх за рівнем урожайності в різних природно-кліматичних умовах України; допомогти виробникам зерна визначатися з вибором сортів для своїх господарств. Ця проблема стала особливо актуальною останніми роками, коли іноземні фірми масштабно завозять високоврожайні, але часто неадаптовані до мінливих погодних умов України західноєвропейські сорти [8].

Дослідження проводилися протягом 2017-2019 рр. у Сумській (ННВК Сумського НАУ), Тернопільській (Підволочиський район, ТОВ «Агрофірма «Медобори») та Миколаївській області (Вітовський район, СФГ «Пролісок»).

Для проведення досліджень використано 23 сорти сої різних груп стиглості, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [8]: української (скоростиглі Білявка, Мавка, Альянс, Княжна, Самородок, Хуторяночка; ранньостиглі Атланта, Діадема Поділля; середньоранні Оріана, Вежа; середньостиглий Вінні) та зарубіжної селекції (скоростиглі Кофу, Аляска, Тундра; ранньостиглі Кіото, Амадеус, Аріса, Мерлін, Асука; середньоранні Ліссабон, Кордоба, середньостиглі Падуа, Кент).

Об'єкт дослідження – розрахунок параметрів пластичності, стабільності, стресостійкості та загальної адаптивної здатності рослин сої залежно від сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов.

Предмет досліджень – пластичність, стабільність, стресостійкість і загальна адаптивна здатність сортів сої вітчизняної та іноземної селекції, врожайність і ґрунтово-кліматичні умови.

Попередник – зернові колосові. Спосіб сівби – рядковий (15 см), норма висіву – 0,65 млн/га. Розмір облікової ділянки – 25 м². Елементи структури врожаю визначали за «Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур». Збирання і облік врожаю проводили шляхом обмолочування кожної ділянки. Врожайність визначали до стандартної вологості (10%) та 100% чистоти.

Показники екологічної пластичності та стабільності були розраховані за методикою Еберхарта-Рассела [9]. Загальну адаптивну здатність вираховували за формулою: $ЗАЗі = v_i = 1/mX_i - 1/nmX$, або якщо $u = 1/nmX$, то: $ЗАЗі = 1/mX_i - u$ [10]. Рівень стійкості до стресу визначали як різницю між мінімальною і максимальною врожайністю. Він має від'ємне значення, і чим він менший, тим вища стресостійкість сорту. Чим менший розрив між мінімальною і максимальною врожайністю, тим вища стійкість сорту до стресової ситуації і ширше діапазон його пристосувальних можливостей [11].

Виклад основного матеріалу дослідження. На підставі проведених досліджень встановлено, що найвищу стресостійкість виявили ранньостиглий сорт Атланта і середньоранній сорт Ліссабон (-1,16), а також скоростиглі сорти Самородок (-1,25) і Хуторяночка (-1,26) (Табл. 1). Стійкі сорти до стресових ситуацій відрізняються відносно низькою нормою реакції на зміну умов вирощування, коефіцієнт регресії у них менше одиниці з подальшим його зниженням, стійкість до несприятливих умов збільшується.

У наших дослідженнях відносно високу стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища показали також сорти Кент, Оріана, Мавка, Альянс та Аляска. Показник стійкості до стресу у них був практично на одному рівні (від -1,32 до -1,36). Найнижчий показник стійкості до стресу показав скоростиглий сорт Кофу (-2,27).

Оцінка сортових ресурсів за рівнем урожайності, показниками пластичності та стабільності є основою більш ефективного використання генетичного потен-

ціалу їх продуктивності. Цінність сорту для виробництва зумовлюється як генетичним потенціалом, так і стабільністю його реалізації. Сорти з відносно високим значенням пластичності можуть виявитися протягом певного проміжку часу менш урожайними, ніж сорти з меншим генетичним потенціалом, але з більш стабільною реалізацією потенціалу продуктивності [12].

За методикою Ебергарда-Рассела коефіцієнт регресії врожайності сорту на індекси середовища прийнято називати коефіцієнтом екологічної пластичності, дисперсію відносно регресії – стабільністю.

Для систематизації отриманих результатів використаємо рангову класифікацію генотипів за співвідношенням параметрів пластичності (b_i) і стабільності Si^2 [13]: 1) $b_i < 1, Si^2 > 0$ – мають кращі результати в несприятливих умовах, нестабільний; 2) $b_i < 1, Si^2 = 0$ – мають кращі результати в несприятливих умовах, стабільний; 3) $b_i = 1, Si^2 = 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, стабільний; 4) $b_i = 1, Si^2 > 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, нестабільний; 5) $b_i > 1, Si^2 = 0$ – мають кращі результати у сприятливих умовах, стабільний; 6) $b_i > 1, Si^2 > 0$ – мають кращі результати у сприятливих умовах.

Таблиця 1

Статистичні параметри адаптивності за урожайністю сортів сої в різних ґрунтово-кліматичних умовах (середнє за 2017-2019 рр.)

Група стиглості	Сорт	Стійкість до стресу	Стабільність, (Si^2)	Пластичність, (b_i)	Загальна адаптивна здатність (ЗАЗ)
Ранньостигла	Кіото	-1,54	0,45	1,25	0,46
	Амадеус	-1,79	0,13	1,30	0,13
	Аріса	-1,43	0,07	0,63	0,07
	Мерлін	-1,69	0,50	0,72	0,51
	Діадема Поділля	-1,46	0,12	0,90	0,13
Скоростигла	Атланта	-1,16	-0,24	0,34	-0,23
	Асука	-1,64	0,27	1,30	0,27
	Кофу	-2,27	0,14	2,35	0,14
	Аляска	-1,36	0,00	1,26	0,01
	Хуторяночка	-1,26	-0,19	1,14	-0,18
	Княжна	-1,40	-0,27	0,88	-0,26
	Самородок	-1,25	-0,20	0,78	-0,20
	Тундра	-1,43	0,08	1,09	0,09
	Білявка	-1,73	-0,28	1,47	-0,28
Мавка	-1,34	-0,20	0,73	-0,20	
Середньо-рання	Альянс	-1,35	-0,15	0,65	-0,15
	Ліссабон	-1,16	0,08	0,11	0,08
	Кордоба	-1,48	0,20	1,29	0,20
	Оріана	-1,33	-0,20	0,54	-0,20
Середньо-стигла	Вежа	-1,49	-0,37	0,99	-0,37
	Кент	-1,32	0,36	0,92	0,36
	Падуа	-1,70	-0,19	1,23	-0,19
	Вінні	-1,44	-0,12	1,14	-0,12

При цьому генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1$ відносять до високопластичних (відносно середньої групової), а при $1 > b_i = 0$ – до відносно низькопластичних. Здебільшого b_i має позитивне значення, але може набувати знаку мінус за впливу окремих абіотичних чи біотичних факторів – вилягання посівів, ураження хворобами і шкідниками тощо.

Варіанса стабільності ознаки S_i^2 показує, наскільки надійно сортозразок відповідає пластичності за оцінкою коефіцієнта регресії b_i . Встановлено, що підвищення стабільності урожайності сорту супроводжується зменшенням його пластичності S_i^2 [13]. До екологічно стабільних відносять варіанти, у яких варіанса стабільності наближається до нуля ($S_i^2 = 0$). Більшу стабільність мають сорти з найменшим числовим значенням варіанси; при цьому сорти з низькою стабільністю більш чутливі до умов вирощування.

Високою пластичністю, тобто широкою екологічною адаптивністю, вирізнялися сорти з коефіцієнтом регресії від 1,09 до 2,35. З 23 досліджуваних сортів лише 11 мали досить високу пластичність: Кофу ($b_i = 2,35$), Білявка ($b_i = 1,47$), Асука і Амадеус ($b_i = 1,30$), Кордоба ($b_i = 1,29$), Аляска ($b_i = 1,26$), Кіото ($b_i = 1,25$), Падуа ($b_i = 1,23$), Вінні і Хуторяночка ($b_i = 1,14$), Тундра ($b_i = 1,09$). Високочутливими до погодних умов вирощування виявилися сорти Ліссабон ($b_i = 0,11$), Атланта ($b_i = 0,34$), Оріана ($b_i = 0,54$), Аріса ($b_i = 0,63$), Альянс ($b_i = 0,65$), Мерлін ($b_i = 0,72$), Мавка ($b_i = 0,73$).

Усі інші сорти за пластичністю наближаються до коефіцієнта, близького до одиниці: Вежа ($b_i = 0,99$), Кент ($b_i = 0,92$), Діадема Поділля ($b_i = 0,90$), Княжна ($b_i = 0,88$), Самородок ($b_i = 0,78$), тобто реалізація потенціалу врожайності й умови вирощування максимально наближені до повної відповідності (Рис. 1). У цьому випадку такі сорти можна віднести до сортів інтенсивного типу з позитивною реакцією на покращення умов вирощування.

За С.А. Eberhart та W.A. Russel стабільність урожайності культури характеризується показником відхилення від загальної дисперсії: чим більший від'ємний показник відхилення від загальної дисперсії, тим вищу стабільність урожайності має сорт. Серед досліджуваних сортів сої високою генетичною стабільністю виділялися Вежа ($S_i^2 = -0,37$), Білявка ($S_i^2 = -0,28$), Княжна ($S_i^2 = -0,27$), Атланта ($S_i^2 = -0,24$), Самородок, Мавка і Оріана ($S_i^2 = -0,20$), Хуторяночка і Падуа ($S_i^2 = -0,19$), Альянс ($S_i^2 = -0,15$) та Вінні ($S_i^2 = -0,12$) – відхилення від середньої дисперсії з позначкою «мінус» мали значення істотно менші, ніж 0.

За показником стабільності найкращим також був скоростиглий сорт Аляска, коефіцієнт стабільності якого дорівнював 0. Високою стабільністю урожайності виділялися сорти з показниками S_i^2 , близькими до нуля: Аріса ($S_i^2 = 0,07$), Тундра і Ліссабон ($S_i^2 = 0,08$), тобто з низькою та середньою пластичністю.

Поєднання високої пластичності та стабільності урожайності з усієї вибірки сортів було встановлено лише для двох сортів – Кофу ($b_i = 2,35$ за $S_i^2 = 0,14$) та Білявка ($b_i = 1,47$ за $S_i^2 = -0,28$).

Адаптивність сорту до умов середовища здебільшого визначається такими параметрами як пластичність, стабільність і адаптивна здатність. Один із ефективних методів оцінки адаптивності генотипів розроблений О.І. Кільчевським і Л.В. Хотильовою, за яким можна визначити реакцію сорту на умови вирощування [14]. Відповідно до цього методу реакція сорту на умови вирощування характеризується загальною адаптивною здатністю (далі – ЗАЗ) – середнє значення ознаки в різних умовах середовища. Кращими є сорти з високою загальною адаптивною здатністю, високим виявом ознаки та середньою пластичністю.

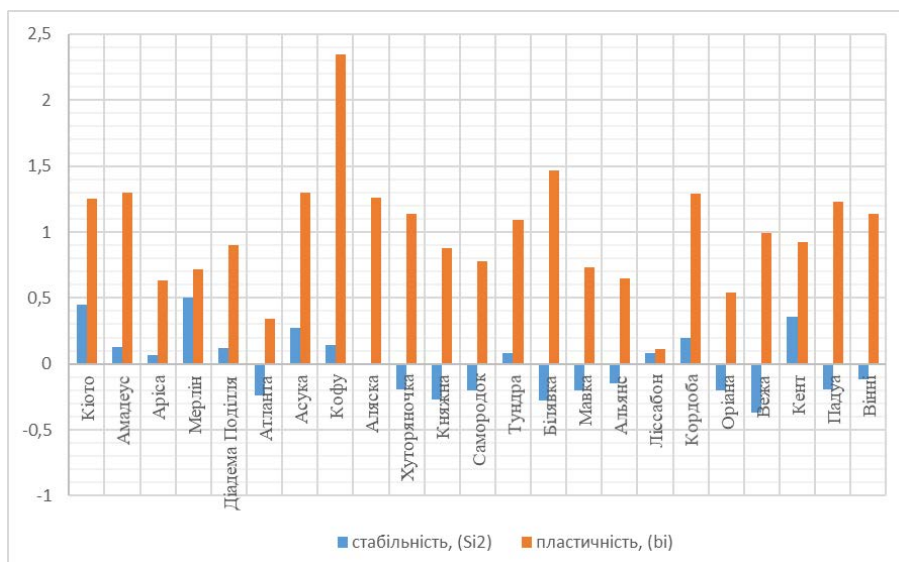


Рис. 1. Характеристика сортів сої за стабільністю та пластичністю врожайності в різних ґрунтово-кліматичних умовах (середнє за 2017-2019 рр.)

Аналіз результатів досліджень показав, що найвищі ефекти ЗАЗ за досліджуванний період зафіксовано в ранньостиглих сортів Мерлін (0,51), Кіото (0,46), Амадеус (0,13), Діадема Поділля (0,13), Аріса (0,07); скоростиглих сортів Асука (0,27), Кофу (0,14), Тундра (0,09), Аляска (0,01); середньоранніх сортів Кордоба (0,20) і Ліссабон (0,08) та середньостиглого сорту Кент (0,36), тобто вони за вирощування у нестабільних умовах в середньому забезпечують підвищену урожайність.

Аналіз адаптивної здатності сортів сої за рівнем урожайності показав, що загальна адаптивна здатність у зазначених сортів була позитивною, в решти сортів показник ЗАЗ негативний.

Висновки і пропозиції. За результатами досліджень найвищі показники стресостійкості виявилися у сортів сої Атланта і Ліссабон. Високою екологічною адаптивністю вирізнялися сорти Кофу, Білявка, Амадеус, Асука, Кордоба, Аляска, Кіото, Падуа, які за результатами проведених розрахунків належать до генотипів інтенсивного типу з підвищеною реакцією на поліпшення умов вирощування. Високою стабільністю урожайності виділялися сорти Вежа, Білявка, Княжна, Атланта. Загальна адаптивна здатність виявилася вищою у найбільш урожайних сортів Мерлін, Кіото та Кент.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Клімат України: у минулому і майбутньому? / за ред. М.І. Кульбиди, М.Б. Барабаш : Монографія. К. : Сталь, 2009. С. 85–98.
2. Калініченко В.М. Агроєкологічне обґрунтування та моделювання впливу кліматичних умов на урожайність та якість зерна сої в умовах Центрального Лісостепу України : дис.. канд. с.-г. наук: 03.00.16; Ін-т кормів УААН. Житомир, 2005. 180 с.
3. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: / Огурцов Є.М., Міхеев В.Г., Белінський Ю.В., Клименко І.В. Х. : ХНАУ, 2016. 268 с.

4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М., 2001. Т. 1. 617 с.
5. Литун П.П. Взаимодействие генотип – среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения. Проблемы отбора селекционного материала. К. : Наук. думка, 1980. С. 63–92.
6. Гудзь Ю.В., Лавриненко Ю.А. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы. Херсон : БОРИСФЕН-полиграфсервис, 1997. 168 с.
7. Гурьев Б.П., Литун П.П., Гурьева И.А. Методические рекомендации по экологическому сортоиспытанию кукурузы. Харьков : УНИИРСиГ им. В.Я. Юрьева, 1981. 32 с.
8. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні // Міністерство аграрної політики України, Державна служба з охорони прав на сорти рослин (Витяг станом на 07.09.2018 року). Видання офіційне. Київ, 2018. 468 с.
9. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. V. 6, № 1. P. 34–40.
10. Кильчевський А.В., Хотылева Л.В. Генетические основы селекции растений: в 4 т. Минск : Белорусская наука, 2008. Т. 1: Общая генетика растений. 386 с.
11. Андреев А.А., Драчева М.К. Оценка адаптивной способности сортов ярового ячменя и подбор родительских пар для селекционного процесса. *Зерновое хозяйство России.* № 4(64). 2019. С. 42–45.
12. Mataa, Mebelo & Isaac, SICHILIMA. (2019). Phenotypic plasticity in soybean (*Glycine max* (Merrill) genotypes with contrasting growth characteristics subjected to planting density stress at different developmental stages. *African Journal of Agricultural Research.* 14. 643-651.10.5897/AJAR2018.13830.
13. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология.* 1984. № 4. С. 109–112.
14. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Методические указания по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте. Ч. 2. М., 1985. 55 с.

УДК 631.5:631.8:633.34

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.13>

ЯКІСТЬ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА НОРМ ВИСІВУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мельник Т.І. – к.біол.н., доцент кафедри садово-паркового та лісового господарства,

Сумський національний аграрний університет

Алі Шахід – аспірант кафедри рослинництва,

Сумський національний аграрний університет

Колосок В.Г. – аспірант кафедри садово-паркового

та лісового господарства,

Сумський національний аграрний університет

Представлені результати досліджень визначення впливу сорту та норм висіву на якість насіння гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України. Предмет дослідження – сорти гірчиці білої (Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Ослава), норми висіву, показники якості насіння.

Експериментальні дослідження проводилися в польових умовах навчально-науково-виробничого комплексу (далі – ННВК) Сумського НАУ протягом 2016-2018 рр. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий середньо гумусовий крупно пилувато-середньо суглинковий на лесових породах. Аналіз погодних умов, зокрема гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), виявив, що вологим був вегетаційний період 2016 року (ГТК = 1,60), сухими – 2017 і 2018 р.р. (ГТК = 0,59 та 0,46).

За результатами проведених досліджень встановлено, що істотно вищий показник маси 1000 шт. насінин мали сорти Біла принцеса та Ослава – 5,3 г. Сорт Запоріжанка сформував насіння в кількості 1000 шт. насінин вагою 4,7 г. Найменша маса 1000 насінин була у сорту Еталон – 4,3 г. Максимальна маса 1000 шт. насінин формувалася на варіанті з нормою висіву 1,0 млн шт./га – 5,1 г. Покрокове збільшення норми висіву до 1,5; 2,0 та 2,5 млн шт./га зменшувало показник на 0,10; 0,20 та 0,4 г порівняно з попереднім варіантом. Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті у сорту Біла принцеса – 31,0%, у сорту Ослава – 29,0%, у сорту Запоріжанка – 28,9%, у сорту Еталон – 27,6%. Внесення добрив і збільшення норм висіву зумовили зменшення олійності насіння.

Найвищий збір олії формував сорт Біла принцеса – 0,70 т/га, сорт Ослава – 0,60, сорт Запоріжанка – 0,45 т/га, сорт Еталон – 0,41 т/га. Максимальний збір олії отримували на варіанті з нормою висіву 1,5 та 2,0 млн шт./га – 0,56 та 0,55 т/га. Зменшення норми висіву до 1,0 млн шт./га знижувало показник до 0,54 т/га, а збільшення до 2,5 млн шт./га – до 0,51 т/га.

Ключові слова: гірчиця Біла, норми висіву, маса 1000 шт. насінин, олійність, збір олії.

Melnyk T.I., Ali Shahid, Kolosok V.G. The quality of white mustard seeds according to the variety and seeding rates under the conditions of the Northeastern Forest-steppe of Ukraine

The results of studies of determining the influence of a variety and seeding rates on the quality of white mustard seeds under the conditions of the Northeastern Forest-steppe of Ukraine are presented. The subject of the research is varieties of white mustard (Bila Pryntsesa, Etalon, Zaporizhanka, Oslava), seeding rates, and quality of seeds.

Experimental studies were conducted on the fields of the Sumy NAU Training Research and Production Complex (TRPC) during 2016-2018. The analysis of weather conditions, in particular, the Selyaninov hydrothermal coefficient of (HTK) revealed that the vegetative period in 2016 was wet (HTK = 1.6) and the periods in 2017 and 2018 were dry (HTK = 0.59 and 0.46).

According to the results of the research, the highest index of 1000 seeds were found to be the variety of Bila Pryntsesa and Oslava – 5.3 g. Zaporizhanka variety formed the seeds with a mass of 1000 seeds at the levels of 4.7 g. The variety of Etalon had the least weight – 4.3 g. The maximum weight of 1000 seeds was formed on a variant with the seeding rate of 1.0 million units/ha – 5.1 g. Gradual increase of the seeding rate up to 1.5, 2.0, and 2.5 million units/ha decreased the indicators by 0.10, 0.20 and 0.4 g compared to the previous variant.

The highest yield of oil was formed by the variety of Bila Pryntsesa – 0.70 t/ha percentage, by the variety of Oslava it was 0.60, by Zaporizhanka – 0.45 t/ha and by Etalon – 0.41 t/ha. The maximum oil yield was obtained with the sowing rate of 1.5 and 2.0 million units/ha, respectively, 0.56 and 0.55 t/ha. The decrease of the seeding rate to 1.0 million pieces/ha reduced the figure up to 0.54 t/ha, and the increase to 2.5 million pieces/ha was up to 0.51 t/ha.

Key words: white mustard, seeding rates, the weight of 1000 seeds, oil content, oil yield.

Постановка проблеми. Олійно-жировий підкомплекс є основою галуззю харчової промисловості, який здатен переробляти до 8,8 млн тонн олійного насіння, з них насіння соняшнику становить 95,4%, сої – 4,4%, льону – 0,009%, гірчиці – 0,04%, ріпаку – 0,02% [4].

Продукція олієжирового під комплексу здебільшого представлена рафінованою та нерафінованою олією, кулінарними жирами, майонезами і соусами, маргарином, макухою (шротом), саломасом. Жири і олії рослинного походження є більш дешевшими порівняно з тваринними; вони є важливою альтернативою тваринним жирам через свою калорійність і високі дієтичні властивості.

Важливе значення натепер має вирішення питань щодо покращення властивостей гірчичної олії, підвищення якості насіння через удосконалення елементів технологій її вирощування [13]. Гірчиця біла (*Sinapis alba*) – цінна олійна культура, в насінні якої міститься 30-40% харчової олії. Вона використовується з харчовою і технічною метою, в консервній, хлібопекарській, кондитерській промисловостях [2, с. 7]. Порівняно з іншими видами олії, гірчична олія має найнижчий кислотний показник і довше за інші зберігає свої якості [8, с. 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що насіннева продуктивність сортів гірчиці білої насамперед залежить від агротехніки вирощування і норми висіву насіння.

Норма висіву насіння є важливим фактором, який впливає на ріст і розвиток рослин, стан посіву в період вегетації, на майбутній урожай. Густота стояння рослин істотно впливає на розвиток кореневої системи, кількість галузень, стручків на рослині, кількість насінин, обсяг та якість урожаю гірчиці [1, с. 15].

Рекомендації щодо норми висіву гірчиці білої різняться: від 1,0-1,5 млн [10] до 2,0-2,5 млн схожих насінин на 1 га [14]. Деякі дослідники вивчали особливості формування насінневої продуктивності залежно від строків сівби та норми висіву насіння гірчиці білої. Так, І. Кифорук, О. Бойчук, С. Мойсей та інші в умовах Прикарпаття (сорт Підпечерецька) встановили, що найвищу врожайність насіння формували рослини за норми висіву 2,0 млн сх. нас./га (1,81 т/га). За нормами 1,5 і 2,5 млн схожих насінин/га урожайність насіння знижувалася в середньому на 0,26 і 0,09 т/га (14,4 і 4,4%) [5].

У дослідженнях Т.В. Козіної в умовах Лісостепу західного в усі роки досліджень (2009-2011 рр.) найвищими урожайність та якісні показники насіння гірчиці білої були на варіантах з нормою висіву 1,5-2,0 млн/га схожих насінин [6].

Отже, сучасна технологія вирощування гірчиці білої потребує визначення оптимальної норми висіву насіння з урахуванням сортових особливостей та умов зони вирощування. Питання підвищення показників якості отриманого врожаю в умовах північно-східного Лісостепу України не вивчалось, що робить дослідження актуальними.

Постановка завдання. Метою досліджень є визначення оптимальної норми висіву насіння гірчиці білої залежно від сорту та її вплив на якість отриманої продукції.

Об'єкт дослідження – процес формування якості насіння гірчиці білої залежно від сортових особливостей і норм висіву.

Предмет дослідження – сорти гірчиці білої (Біла принцеса, Еталон, Запоріжанка, Ослава), норми висіву, показники якості насіння.

Експериментальні дослідження проводилися в польових умовах навчально-науково-виробничого комплексу (ННВК) Сумського НАУ протягом 2016-2018 рр. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий середньо гумусовий крупнопилувато-середньо суглинковий на лесових породах. Аналіз погодних умов, зокрема гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), виявив, що вологим був вегетаційний період 2016 року (ГТК = 1,60), сухими – 2017 і 2018 р.р. (ГТК = 0,59 та 0,46).

Під час проведення досліджень технологія вирощування була загальноприйнятою для зони досліджень, окрім елементів, що вивчалися. Збирання і облік врожаю проводили шляхом обмолочування кожної ділянки. Масу 1000 шт. насінин визначали згідно з ДСТУ 4138-2002. Вміст олії встановлювали на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2750.

Виклад основного матеріалу досліджень. Гірчиця є експортоорієнтованою культурою. Україна входить до найбільших експортерів олійної гірчиці у світі. Посівні площі під культурою щороку становлять 50 тис. га. Українські сільгоспвиробники відвантажують на зовнішні ринки до 40 тис. тонн (85-90%) виробленого насіння. Лідери закупівлі цього товару – Німеччина, США, Франція, Непал і Польща.

Великі обсяги виробництва для внутрішнього споживання та експорт олії висувають особливі вимоги до показників якості олійних культур, адже від них залежить поживна цінність продуктів їх переробки, безпека людини. Окремо слід зазначити, що при експортних операціях контракти поставки вимагають дотримання певних показників продукції.

Діючі в Україні технічні умови на виробництво гірчиці й інших олійних культур мають вигляд державних стандартів. Вони визначають фізичні та біохімічні показники якості олійних культур (ДСТУ-7694:2015 Насіння гірчиці).

Важливим показником якості насіння є крупність. Розмір насіння гірчиці білої – 4 мм, а маса 1000 шт. насінин може сягати до 8 г. Здебільшого цей показник залежить від сортових особливостей, проте може змінюватися залежно від погоднокліматичних умов і під впливом технології вирощування. Це підтверджують деякі вітчизняні та закордонні вчені [5, 9, 11].

На думку С. Кеіванрад та П. Занді, вага маси 1000 шт. насінин може змінюватися під впливом густоти рослин. Автори зазначають, що обґрунтована норма висіву насіння посилює оптимальне використання екологічного стану культури, зменшує конкуренцію між рослинами, що призводить до утворення насіння з більшою вагою. Це також підтверджується іншими закордонними вченими [16–20].

За результатами отриманих нами даних за фактором А було встановлено, що істотно вищий показник маси 1000 шт. насінин мали сорти Біла принцеса та Ослава – 5,3 г. Сорт Запоріжанка сформував насіння з масою 1000 шт. насінин – 4,7 г. Найменша маса 1000 насінин була у сорту Еталон – 4,3 г (табл. 1).

За фактором В залежно від норм висіву було встановлено, що максимальна маса 1000 шт. насінин формувалася на варіанті з нормою висіву 1,0 млн шт./га – 5,1 г. Збільшення норми висіву до 1,5 та 2,0 млн шт./га зменшувало показник на 0,10 та 0,20 г порівняно з попереднім варіантом. Найменша маса 1000 шт. насінин була отримана на варіанті з нормою висіву 2,5 млн шт./га – 4,7 г, що менше на 0,4 г.

Таблиця 1

**Маса 1000 шт. насінин гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву, г
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Варіанти досліджу					Середнє, фактор В
Норми висіву (фактор В)	сорт (фактор А)				
	Біла принцеса	Запоріжан- ка	Еталон	Ослава	
1,0	5,5	4,8	4,5	5,5	5,1
1,5	5,4	4,8	4,4	5,4	5,0
2,0	5,3	4,7	4,4	5,2	4,9
2,5	5,0	4,5	4,2	5,0	4,7
Середнє, фактор А	5,3	4,7	4,4	5,3	
Duncan test ₀₅ A = 0,6 г; B = 0,4 г					

Вміст олії в насінні капустияних культур може змінюватися залежно від мінерального живлення та норм висіву. Дослідники С. Кейванград, Б. Дельхош та інші встановили, що найбільший вміст олії формується за нижчої норми висіву (0,8 млн шт./га) [16]. У складі олії гірчиці білої в середньому міститься 32% білка, 35% жиру, 14% безазотних екстрактних речовин, 4,2% золи і 9% клітковини. Показники змінюються залежно від ґрунтово-кліматичних і погодних умов, окремих елементів технології вирощування [12].

За фактором А було встановлено, що в середньому найвищий вміст олії в насінні формували сорт Біла принцеса – 31,0% і варіювали у межах 30,7-31,3%. У сорту Ослава вміст олії становив 29,0% і змінювався в межах 28,7-29,3%. У сорту Запоріжанка середній вміст олії становив 28,9% і варіювався від 27,6 до 28,2%. У сорту Еталон вміст олії був найменший – 26,9% і змінювався в межах 26,6 до 27,2% (табл. 2).

Таблиця 2

**Вміст олії у насінні гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву, %
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Варіанти досліджу					Середнє, фактор В
Норми висіву (фактор В)	сорт (фактор А)				
	Біла принцеса	Запоріжан- ка	Еталон	Ослава	
1,0	31,3	28,2	27,2	29,3	29,0
1,5	31,0	27,9	26,9	29,1	28,7
2,0	30,9	27,8	26,7	28,8	28,6
2,5	30,7	27,6	26,6	28,7	28,4
Середнє, фактор А	31,0	28,9	26,9	29,0	
Duncan test ₀₅ A = 2,6%; B = 0,9%					

За фактором В залежно від норм висіву було встановлено, що максимальний вміст олії формували на варіанті з нормою висіву 1,0 млн шт./га – 29,0%. Збільшення норми висіву до 1,5 та 2,0 млн шт./га знижувало показник до 28,7 та до 28,6% відповідно. Найменший вміст олії був на варіанті з нормою висіву 2,5 млн шт./га – 28,4%.

За результатами досліджень встановлено, що в середньому найвищий збір олії формував сорт Біла принцеса – 0,70; у сорту Ослава – 0,60; у сорту Запоріжанка – 0,45; а у сорту Еталон – 0,41 т/га (рис. 1).

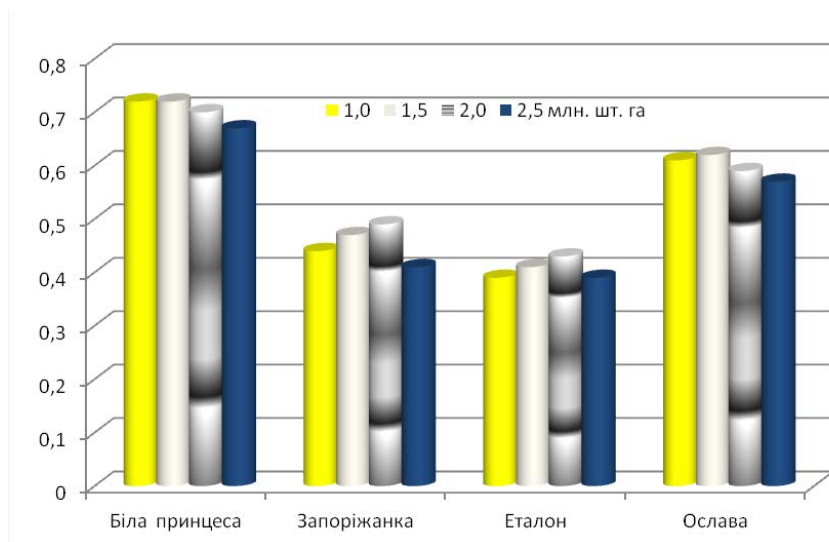


Рис. 1. Збір олії гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву, т/га (середнє за 2016-2018 рр.)

За фактором В залежно від норм висіву було встановлено, що максимальний збір олії отримували на варіанті з нормою висіву 1,5 та 2,0 млн шт./га відповідно 0,56 та 0,55 т/га. Зменшення норми висіву до 1,0 млн шт./га знижувало показник до 0,54 т/га, а збільшення до 2,5 млн шт./га – до 0,51 т/га.

Висновки і пропозиції. Встановлено, що істотно вищий показник маси 1000 шт. насінин мали сорти Біла принцеса та Ослава – 5,3 г. Сорт Запоріжанка сформував насіння з масою 1000 шт. насінин – 4,7 г. Найменша маса 1000 шт. насінин була у сорту Еталон – 4,3 г. Збільшення норм висіву зменшувало масу 1000 шт. насінин в середньому на 0,4 г.

Найвищий вміст олії було зафіксовано на контрольному варіанті у сорту Біла принцеса – 31,0%, у сорту Ослава – 29,0%, у сорту Запоріжанка – 28,9%, у сорту Еталон – 27,6%. Внесення добрив і збільшення норм висіву зумовили зменшення олійності насіння.

Максимальний збір олії було зафіксовано у сорту Біла принцеса – 0,70 т/га. Загальний збір олії на контрольному варіанті становив 0,70 т/га. Найбільший збір олії зафіксовано за норми висіву насіння 1,5-2,0 млн шт./га – 0,56 і 0,55 т/га відповідно. Найбільший збір олії зафіксували за норми висіву насіння 1,5-2,0 млн шт./га – 0,52 і 0,50 т/га відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондаренко А.И. Сроки и способы посева горчицы в семеноводстве : автореф. дис. канд. с.-х. наук. Волгоград, 1973. 22 с.
2. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Использование горчицы белой и продуктов ее переработки в питании, медицине и косметике. Монография. Орел : «ОрелГАУ», 2014. 154 с.

3. Жернова Н.П. Вплив способів сівби та норм висіву на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. *Агроном*. 2012. № 1. С. 211–213.
4. Кернасюк Ю. Експортний тренд – нішеві культури. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 4. С. 23–25.
5. Кифорук І.М., Бойчук О.М., Іванюк В.М., Стельмах О.М., Чорній Г.Д. Рекомендації з вирощування гірчиці в умовах Прикарпаття. *Посібник українського хлібороба*. 2011.
6. Козіна Т.М. Ріст та розвиток рослин і продуктивність гірчиці білої залежно від строків сівби і норми висіву в умовах Лісостепу Західного. *Зб. наук. пр. Білоцерківського НАУ: Агробіологія*. Біла Церква, 2012. Вип. 7(91).
7. Крючков М.М., Смертенков І.В. Горчица белая и рапс как важные элементы в биологизации земледелия. *Сб. трудов «Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов»*. Рязань, 2017. С. 228–331.
8. Лихочвор А.М. Урожайність ярих олійних культур, якість їх олії, економічна ефективність вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Sword журнал. Научний взгляд в будуще*. Одеса : Куприенко С.В., 2016. Вип. 4. Том 9. С. 31–37.
9. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) / [І.А. Шевченко, В.О. Лях, О.І. Поляков, А.І. Сорока, К.В. Ведмедева, В.М. Журавель, Ю.О. Махно, Т.Г. Товстановська, Г.І. Буділка]. *Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України*. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 44 с.
10. Мазур В.О., Проців П.Б., Гамалій С.М., Попович Ю.В. Гірчиця. Івано-Франківськ : Симфонія-форте, 2009. 88 с.
11. Мельник А.В., Жердецька С.В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Науковий вісник Нац. університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2017, № 269. С. 177–185.
12. Оксимець О.Л. Продуктивність гірчиці білої залежно від технологічних прийомів вирощування в Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 – «Рослинництво». К. : ННЦ «Інститут землеробства УААН, 2007. 12 с.
13. Пилявець В.М. Безпека олієжирової продукції як основний складник забезпечення конкурентноспроможності олієжирової продукції. Дніпропетровський ДАЕУ. Видавництво ТОВ ДКС-Центр. *Ефективна економіка*. № 5. 2013.
14. Сайко В.Ф., Камінський В.Ф., Вишневський П.С. Рекомендації з вирощування ріпаку та гірчиці білої. К. : Колообіг, 2005. 34 с.
15. Томашов О.Л., Томашов С.В. Урожайність гірчиці білої залежно від строків сівби та удобрення. *Науково-техн. бюл. Ін-ту олійних культур УААН*. Запоріжжя, 2007. Вип. 12. С. 240–244.
16. Bani-Saeedi A., 2001. Examination of different amount of nitrogen and density on growth, quantity and quality characters in canola in Khozestan climate condition. Thesis of MSc, Dezfool University, Dezfool, 187 p.
17. Burton W.A., Pymer S.J., Salisbury P.A., Kirk J.T.O., Oram R.N. Performance of Australian canola quality Brassica juncea breeding lines. In Wratten N., P.A. Salisbury, (Eds.), 10th International Rapeseed Congress, 1999. P. 113–115.
18. Keivanrad S., Delkhosh B., Hossein A., Rad S., Zandi P. The Effect of Different Rates of Nitrogen and Plant Density on Qualitative and Quantitative traits of Indian mustard. *Advances in Environmental Biology*. № 6. 2012. P. 145–152.
19. Saleem M., Cheema M.A., Malik. Agro-economic assessment of canola planted under different levels of nitrogen and row spacing. *Int. J. Agric.* 2001. Biol. 3. P. 27–30.
20. Zangani E., Kashani A., Fathi G., M. Mesgarbashi. Effect and efficiency of nitrogen levels on quantitative and qualitative yield and yield components of two cultivars of rapeseed in Ahvaz region. *Iranian J. Agric.* 2006. Sci. 37, P. 39–45.

УДК 635.657:631.95

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.14>

ОТРИМАННЯ ПОВНОЦІННОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ НУТУ

Непран І.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та біотехнології,
Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва
Романова Т.А. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,
Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва
Литвинова О.М. – к.е.н., доцент кафедри маркетингу,
підприємства і організації виробництва,
Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

У сучасному аграрному виробництві України велика увага приділяється продовольчій безпеці як складнику національної безпеки. Розробка нових і впровадження існуючих екологічно чистих технологій вирощування рослин для підвищення екологічної енергетичної цінності продуктів нині є актуальною.

Слід зауважити, що на структуру, спеціалізацію і територіальну організацію екологічно чистого виробництва значно впливає наявність сприятливих ґрунтово-кліматичних умов, великих площ родючих сільськогосподарських земель, екологічний стан території, споживчий попит на екопродукцію. Водночас зазначені фактори є основою для формування таких елементів територіальної структури господарства як спеціалізовані райони, зони, ареали виробництва.

Основним завданням нашого експерименту було дослідження впливу передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом роду *Mesorhizobium ciceri* на якість продукції нуту. Був закладений дослід в умовах дослідного поля ХНАУ ім. В.В. Докучаєва (східної частини Лісостепу) в 2017-2019 роках. Матеріалами досліджень були сорт нуту південно-європейської екологічної групи Добробут, штами бактеріального препарату H2; H18; 527; 05711/4. Проведено польові і лабораторні дослідження за такими показниками: вміст білка в насінні нуту, урожайність, збір білка, фракційний склад, амінокислотний склад борошна згідно із загальноприйнятими методиками.

Встановлено, що передпосівна обробка насіння нуту штамами бактеріального препарату *Mesorhizobium ciceri* забезпечує підвищення врожаю, вмісту білка з 1 га, а також позитивно впливає на крупність насіння та амінокислотний склад борошна нуту. Виділено за визначеними показниками варіант з обробкою насіння біопрепаратом штамом 527. Рекомендовано впровадження інокуляції для «екологізації» і «біологізації» сучасних технологій АПК.

Ключові слова: нут, штами бактеріального препарату *Mesorhizobium ciceri*, екологічно чиста продукція, білок, амінокислоти.

Nepran I.V., Romanova T.A., Litvinova O.M. Getting full-value and ecologically safe chickpea products

In modern agricultural production of Ukraine, much attention is paid to food security as a component of national security. Development of new and introduction of existing ecologically pure technologies of cultivation of plants for increasing the ecological energy value of products is relevant today.

It should be noted that the structure, specialization and territorial organization of environmentally friendly production is significantly influenced by the presence of favorable soil and climatic conditions, large areas of fertile agricultural land, the ecological condition of the territory, consumer demand for organic products. At the same time, these factors are the basis for the formation of such elements of the territorial structure of the economy as specialized areas, zones, areas of production.

The main task of our experiment was to study the effect of pre-sowing treatment of seeds with a bacterial preparation of the genus *Mesorhizobium ciceri* on the quality of chickpea products. The experiment was laid in the experimental field of KhNAU. VV Dokuchaev (eastern part of the Forest-Steppe) in 2017-2019. The research materials were chickpea variety of the South European ecological group Dobrobut, strains of the bacterial preparation H2; H18; 527;

05711/4. Field and laboratory studies were performed by the following indicators: protein content in chickpea seeds, yield, protein yield, fractional composition, amino acid composition of flour in accordance with generally accepted methods.

It was found that pre-sowing treatment of chickpea seeds with strains of the bacterial preparation *Mesorhizobium ciceri* provides an increase in yield, protein content from 1 ha, and also has a positive effect on seed size and amino acid composition of chickpea flour. According to certain indicators, a variant with seed treatment with biological product of strain 527 was selected. It is recommended to introduce inoculation for "greening" and "biologizing" of modern agro-industrial technologies.

Key words: chickpea, strains of the bacterial preparation *Mesorhizobium ciceri*, ecologically pure products, protein, aminoacids.

Постановка проблеми. У світовому сільському господарстві нині існує багато проблем, пов'язаних зі споживанням неякісних продуктів харчування [1]. Стабільне отримання необхідної кількості повноцінної, високоякісної конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції повинно здійснюватися завдяки обмеженню витрат антропогенної енергії, поновленню природних ресурсів, формуванню збалансованих агроєкосистем і мінімального забруднення навколишнього природного середовища [11]. Для вирощування екологічно чистої продукції потрібно включати такий аспект і напрям як розробка нових і впровадження існуючих екологічно чистих технологій вирощування рослин для підвищення енергетичної цінності продуктів [4].

Згідно матеріалів ФАО у світі виробляється в 1,5 рази менше необхідної кількості білку. Як і раніше ключовою проблемою залишається збільшення виробництва зерна, в загальному балансі якого важливе місце займає нут [4; 12]. Актуальним є застосування одного із елементів екотехнології при вирощуванні нуту – обробка насіння екологічно чистими бактеріальними препаратами. Це дає змогу отримати не тільки високу урожайність, а й підвищити якість продукції [13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням екології в аграрному секторі приділяється все більше уваги. Дослідження останніх років свідчать про погіршення стану навколишнього середовища та здоров'я людини, що викликає занепокоєння у суспільстві. Одним зі шляхів виходу із цієї ситуації є виробництво та пропозиція екологічно чистих продуктів. Як відомо, екологічно чисті продукти – це продукти, які сприймаються споживачем як безпечні для здоров'я, так і ті, що позитивно впливають на організм людини. В них відсутні небезпечні інгредієнти, і вони не справляють негативного впливу на довкілля [15].

Екологічна чистота продукції безпосередньо пов'язується з категорією й поняттям «якість». Останнє натеper визначає стиль життя, соціальну, економічну й екологічну основу для успішного розвитку суспільства і людини. У сучасних економічних умовах проблема якості всіх видів продукції є головною умовою збереження здоров'я людини [14; 15].

Перспективною органічною культурою в Україні є вирощування нуту. Насіння нуту містить багато фосфору, калію й магнію. Нут – цінне джерело ліцетину, рибофламіну (вітаміну В2), тіаміну (вітаміну В1), нікотінової та пантотенової кислот, холіну. Вміст вітаміну С в насінні нуту коливається в межах 2,2-20 мг на 100 г біомаси, до того ж у проростаючому насінні його вміст швидко збільшується й на 12-й день після проростання його кількість складає 147,6 мг на 100 г сухої речовини. Залежно від сорту вміст жиру в насінні нуту коливається від 4,1 до 8%. По цьому показнику нут переважає інші бобові культури, окрім сої [2; 5]. В зонах вирощування нуту його широко використовують для продовольчих і кормових цілей, а також в якості сировини для консервованої та харчової промисловості, але головне призначення нуту – продовольче [2; 12].

Нут активно використовують у вегетаріанській і веганській кухнях і у ведичній кулінарії. Його також традиційно вживають у середземноморському регіоні. Із цих бобів виготовляють нутове борошно, яке використовується в індійській кухні. Нутове борошно отримують шляхом подрібнення нуту. Воно має приємний горіховий смак, який добре розкривається в хлібобулочних виробах, супах і соусах. Особливою популярністю користується в Індії, Пакистані та Бангладеш.

Нутове борошно володіє унікальним вітамінно-мінеральним складом: харчові волокна (дієтична клітковина), які сприяють нормальній роботі кишечника; насичені і ненасичені жирні кислоти, що комплексно впливають на організм людини; вітаміни А, К, РР, Е, С, групи В; марганець, калій, магній, селен, кальцій, цинк, залізо, фосфор, натрій, молібден, олово, ванадій, кремній, титан, кобальт [3; 6].

Основною корисною властивістю борошна з нуту можна назвати відсутність глютену. Адже його вживання в їжу знижує концентрацію інсуліну, рівень цукру і холестерину, зводить до мінімуму ризик розвитку діабету. Корисний склад продукту показаний людям із дерматитами, склерозом, аутоімунними хворобами, аутизмом, синдромом дефіциту уваги та іншими недугами. Предки використовували це борошно для ефективного лікування деяких легеневих захворювань. Нині медики рекомендують людям із проблемами верхніх дихальних шляхів додати в раціон звичайну юшку з борошна на основі нуту. Регулярне вживання в їжу страв із нутового борошна – відмінна профілактика ракових пухлин [6].

Нут належить до групи зернобобових культур, специфічною особливістю якої є можливість зв'язувати азот із атмосфери й завдяки цьому формувати високий рівень продуктивності. У симбіозі з азотфіксуючими бактеріями *Mesorhizobium ciceri* нут здатний засвоїти 80-150 кг/га азоту в діючій речовині. Треба пам'ятати, що в землях України аборигенна азотфіксуюча флора відсутня, тому для успішного вирощування нуту необхідно застосовувати інокулянти – відселектовані у штучних умовах і нарощені на поживному середовищі штами мікроорганізмів. Ці штами обов'язково мають бути якісними, перевіреними на життєздатність і біологічну ефективність, інакше результатом буде недоотримання значної частки врожаю [4; 8].

Постановка завдання. Метою дослідження є висвітлити сутність екологічності агровиробництва та визначити ефективність застосування біопрепаратів для одержання екологічно чистої продукції. Дослідження проводилися в умовах Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва східної частини Лісостепу України в 2017-2019 рр. Грунт, на якому проводився дослід, – чорнозем типовий, важко суглинковий, ґрунтоутворююча порода – пилувато-суглинковий лес. Він характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрніним) 4,4-4,7%, pH_{KL} – 5,8, гідролітична кислотність – 3,29 мг/екв. Запаси поживних речовин такі: азоту – 13,4 мг/кг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 13,8 мг, калію – 10,3 мг на 100 г ґрунту.

Головним, лімітуючим рівнем реалізації генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур у районі проведення досліджень є кількість опадів. Цей показник залежно від року може варіювати в межах від 250 до 800 мм.

Літо у східній частині Лісостепу останнім часом спекотне, відносна вологість повітря невисока: опівдні у травні 45-55%; у червні – 40-50%; у липні – 40-45%. Температура повітря протягом вегетації рослин нуту дещо перевищувала середні багаторічні показники, однак не була критичною для нуту і загалом забезпечувала нормальні умови для росту та розвитку рослин.

Об'єктом досліджень був вибраний сорт нуту Добробут. Сорт належить до південно-європейської екологічної групи. Об'єктом досліджень також були штами

бактеріального препарату роду *Mesorhizobium ciceri*. Застосовують цей препарат шляхом передпосівної обробки насіння зернобобових культур. У схему дослідю були включені такі варіанти: контроль, без обробки насіннєвого матеріалу; оброблене насіння штамом Н2; Н18; 527; 057 11/4.

Облікова площа ділянки становила 10 м². Повторність була чотириразова. Попередник – пшениця яра. Польові і лабораторні дослідження проводили згідно із загальноприйнятими методиками, статистичну обробку даних урожайності – методом дисперсійного аналізу за Б.А. Доспеховим [7]. Інокуляцію насіння проводили за методикою В. Патики [9], фракційний склад насіння – згідно ДСТУ. Для цього були вибрані решета з круглим діаметром 7-5 см. Вміст білка в насінні нуту сорту Добробут визначали в лабораторії біотехнології та якості продукції ХНАУ ім. В.В. Докучаєва за методикою З. Грицасенко [10].

Виклад основного матеріалу дослідження. Як свідчать дані Табл. 1, бактеризація насіння нуту сорту Добробут не тільки забезпечує підвищення продуктивності культури, а й позитивно впливає на якість одержаної продукції. Бактеризація дає можливість підвищити вміст білка на 0,5-1,1% залежно від застосованого штаму. Встановлено, що збір білка на дослідних варіантах перевищує збір білка на контролі на 46,4-109,8 кг/га (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість білка в насінні нуту сорту Добробут і збір білка залежно від бактеризації (середнє за 2017-2019 рр.)

Варіанти	Вміст білка		Збір білка з 1 га		
	%	+ до контролю	кг/га	+ до контролю, кг/га	+ до контролю, %
Контроль, без обробки	30,2		761,0		
Інокуляція					
Штам Н2	30,9	+ 0,7	825,0	64,0	8,4
Штам 18	30,7	+ 0,5	807,4	46,4	6,1
Штам 527	31,3	+ 1,1	895,2	134,2	17,6
Штам 057 11/4	31,1	+ 0,9	870,8	109,8	14,4

З наведених вище даних можна зробити висновок, що застосування бактеріального препарату штаму 527 для передпосівної обробки насіння є ефективним засобом у підвищенні урожайності та якості.

Нами визначений фракційний склад насіння нуту сорту Добробут. Розміри насіння, як і всі інші властивості рослини, контролюються генетичними механізмами. Але поряд із генетичними факторами на мінливість окремих параметрів насіння значно впливають умови росту рослин, що використовується при відборі посівного матеріалу (табл. 2).

Дані таблиці 2 по фракційному складу свідчать, що на крупність насіння мали вплив погодні умови, а також такий елемент технології вирощування нуту як передпосівна обробка насіння бактеріальними препаратами. Найбільш вирівняний посівний матеріал одержали у 2019 році. Фракції 7,0x20 і 6,0x20 склали основний відсоток посівного матеріалу. Таким чином, обробка екологічно чистими бактеріальними препаратами насіння нуту сорту Добробут має позитивний вплив на якість насіння.

Таблиця 2

**Фракційний склад насіння нуту сорту Добробут
залежно від передпосівної обробки насіння**

Варіант	Фракція, %			
	8,0×20	7,0×20	6,0×20	5,0×20
2018 рік				
Контроль, без обробки	1,2	7,6	78,9	12,3
Інокуляція				
Штам Н2	1,7	8,4	77,9	12,0
Штам 18	1,9	9,3	76,5	12,3
Штам 527	2,2	9,4	77,4	11,0
Штам 057 11/4	2,0	9,3	77,6	11,1
2019 рік				
Контроль, без обробки	7,2	46,3	44,8	1,7
Інокуляція				
Штам Н2	7,8	49,1	41,2	1,9
Штам 18	7,4	49,5	41,2	1,9
Штам 527	8,1	48,9	40,9	2,1
Штам 057 11/4	7,8	49,2	41,0	2,0
Середнє за 2018-2019 роки				
Контроль, без обробки	4,2	27,0	61,8	7,0
Інокуляція				
Штам Н2	4,8	28,8	59,6	6,8
Штам 18	5,0	29,4	58,8	6,8
Штам 527	5,2	29,2	59,2	6,4
Штам 057 11/4	4,9	29,2	59,3	6,6

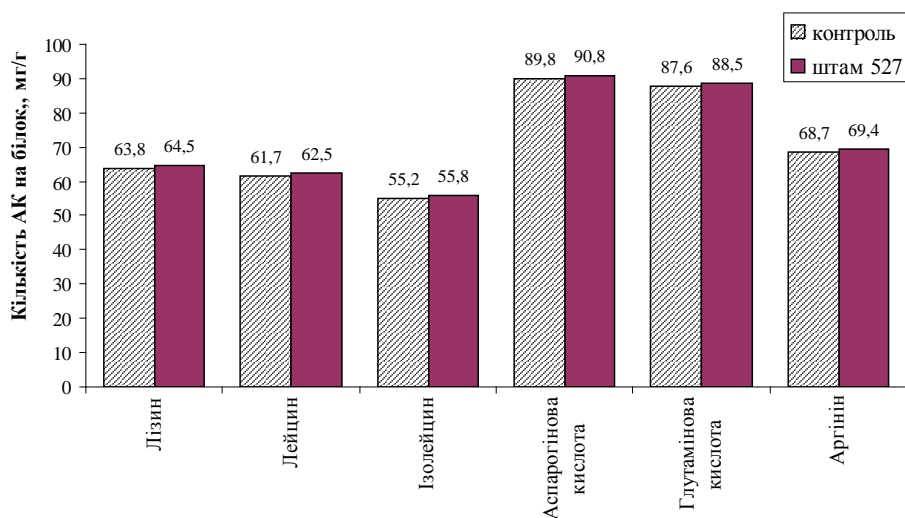


Рис. 1. Вплив інокуляції на амінокислотний склад борошна нуту сорту Добробут

Аналізуючи дані рис. 1, слід зазначити, що у складі борошна з біоактивованого насіння нуту ідентифіковано та кількісно визначено 6 амінокислот.

Домінуючими серед незамінних амінокислот є лізин, лейцин, ізолейцин. Серед замінних амінокислот превалюють аспарагінова кислота, глутамінова кислота та аргінін. Як свідчать дані Рис. 1, спостерігається тенденція до збільшення названих вище амінокислот на варіантах, де застосовували передпосівну обробку насіння штамом 527. Тому можна зробити висновок, що борошно з інокульованого насіння нуту може бути використане в розробці технологій виготовлення борошняних виробів.

Висновки і пропозиції. «Екологізація» і «біологізація» використовується в сучасних технологіях при вирощуванні екологічно чистих продуктів харчування. Встановлено, що передпосівна обробка насіннєвого матеріалу нуту сорту Добробут забезпечує підвищення врожаю, вмісту білку, збору білку з 1 га, а також позитивно впливає на крупність насіння та амінокислотний склад борошна нуту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Фурдичко О.І., Дем'янюк О.С. Якість і безпечність сільськогосподарської продукції в контексті продовольчої безпеки України. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 7–13.
2. Бушулян О.В., Сичкарь В.И., Бушулян М.А., Пасичник С.М. Результати і перспективи селекції нута в Україні. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2015. Вип. 4(16). С. 49–54.
3. Непран І.В., Ніколасенко А.М. Екологічно безпечна технологія вирощування нуту. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. Х. : ХНАУ, 2013. № 9. С. 87–91.
4. Січкарь В.І. Відлуння нутового буму. *The Ukrainian FARMER*. № 3(111). 2019. С. 118–124.
5. Анисеева Н.В. Нут – источник сырья для получения биологически ценных добавок. *Кондитерское производство*. 2006. № 1. С. 35–36.
6. Калина В.С., Миколенко С.Ю., Кузьо О.О. Розробка та розширення асортименту кондитерських виробів із нутового борошна. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир, 2019. С. 190–195.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Колісник С.І., Кобак С.Я., Іванюк С.В. та ін. Використання мікробних препаратів при вирощуванні зернобобових культур. *Посібник українського хлібороба*. Том 2. 2013. С. 74–76.
9. Патица В.П. Комплексне застосування біопрепаратів на основі агрофіксуючих, фосформобілізуючих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин: рекомендації. К. : Аграрна наука, 2000. 35 с.
10. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методика біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. : ЗАТ Мічлава, 2003. 320 с.
11. Лобозинська С.М., Назаркевич О.Б. Стимулювання екологізації агровиробництва у формуванні продовольчої безпеки України. *Економіка: реалії часу*. 2017. № 3(31). С. 53–59.
12. Січкарь В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 110–115.
13. Гамаюнова В.В., Базалій С.Ю. Вплив застосування сучасних біопрепаратів на врожайність нуту в умовах південного Степу України. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2018. Вип. 1. С. 251–258.
14. Тарасова В.В. Екологічність агровиробництва в Україні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2011. Т. 1. № 1(28). С. 189–196.
15. Таргоня В. До питання виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва. *Техніка і технологія АПК*. 2011. № 1(16). С. 35–39.

УДК 631.5:631.8:635.67

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.15>

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ РИСУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ПРИ КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Осинній О.А. – аспірант кафедри землеробства,
ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»
Аверчев О.В. – д.с.-г.н., доцент,
ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»
Лавренко С.О. – к.с.-г.н., доцент,
ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

У статті здійснено обґрунтування того, що вирощування сільськогосподарських культур у нетипових ґрунтово-кліматичних умовах вимагає нестандартних підходів до обґрунтування методів визначення та удосконалення елементів технології вирощування. Введення культури рису в польові сівозміни та вирощування її на крапельному зрошенні вимагають від дослідника сучасного обґрунтування насамперед режиму зрошення.

Дослідження з розробки елементів технології вирощування рису на краплинному зрошенні в умовах півдня України проводилися шляхом постановки трифакторного польового досліду на території господарства ТОВ «Райз-Південь» Олешківського району Херсонської області (46°28'22.52"N 33 09'38.60"E; висота над рівнем моря 13 м). Водозабір здійснювався з Північно-Кримського каналу (46°28'04.38"N 33 10'23.79"E; висота над рівнем моря 20 м).

Польові досліди було закладено в чотириразовій повторності. Розташування варіантів здійснювали методом розщеплених ділянок із частковою рендомізацією. У польових дослідах вивчали такі фактори та їх варіанти: Фактор А – спосіб основного обробітку ґрунту: дискування на глибину 10-12 см, чизелювання на глибину 30-32 см; Фактор В – фон живлення: без добрив, $N_{90}P_{30}$, $N_{120}P_{45}$, $N_{150}P_{60}$; Фактор С – поріг зволоження, % евапотранспірації (ЕТс adj): 120, 140, 160.

За вирощування рису в польових умовах та застосування крапельного зрошення формується особливий агрофітоценоз. Взаємодія у цій системі усіх живих об'єктів зумовлює створення специфічних умов для формування продуктивності рослин. Оптимальні умови визначають максимальні показники врожаю культури.

Згідно отриманих експериментальних досліджень протягом 2015-2017 рр. найвища врожайність зерна рису за краплинного зрошення формувалася на варіантах досліду, де було виконане чизелювання на глибину 30-32 см, внесені добрива нормою $N_{20}P_{45}$ і підтримували в активному шарі ґрунту поріг зволоження на рівні 140% ЕТс adj – 7,71 т/га.

Ключові слова: рис, обробіток ґрунту, мінеральні добрива, зволоження, урожайність зерна, крапельне зрошення.

Osinnii O.A., Averchev O.V., Lavrenko S.O. The influence of technological methods of rice growing on grain yield under drip irrigation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The article substantiates the cultivation of crops in atypical soil and climatic conditions requires non-standard approaches to justify methods for determining and improving the elements of cultivation technology. The introduction of rice culture in field crop rotations and its cultivation on drip irrigation requires a modern justification from the researcher, primarily irrigation regime.

Research on the development of elements of technology for growing rice by drip irrigation in the south of Ukraine was carried out by setting a three-factor field experiment on the farm LLC "Rise-South" Oleshkiv district of Kherson region (46°28'22.52"N 33 09'38.60"E; altitude above sea level 13 m). Water intake was carried out from the North Crimean canal (46°28'04.38"N 33 10'23.79"E; altitude 20 m). Field experiments were laid out four times.

The location of the variants was carried out by the method of split sites with partial randomization. The following factors and their variants were studied in field experiments: Factor A – the method of basic tillage: disking to a depth of 10-12 cm, chiseling to a depth of 30-32 cm; Factor B – feeding background: without fertilizers, $N_{90}P_{30}$, $N_{120}P_{45}$, $N_{150}P_{60}$; Factor C – moisture threshold, % evapotranspiration (ETc adj): 120, 140, 160.

During the cultivation of rice in the field and the use of drip irrigation, a special agrophytocenosis is formed. The interaction of all living objects in this system determines the creation of specific conditions for the formation of plant productivity. Optimal conditions determine the maximum yield of the crop.

According to the obtained experimental studies during 2015-2017, the highest yield of rice grain under drip irrigation was formed on the variants of the experiment, where chiseling was performed to a depth of 30-32 cm, fertilizers $N_{120}P_{45}$ and maintained in the active soil layer moisture threshold of 140% ETc adj – 7.71 t/ha.

Key words: rice, tillage, mineral fertilizers, moisture, grain yield, drip irrigation.

Постановка проблеми. Рис вирощується більше ніж в 100 країнах, а валовий збір зерна у світі складає понад 450 млн т. Але це не задовольняє постійно зростаюче населення світу, і, на думку вчених, вже на 2020 рік необхідність у забезпеченні зерном цієї культури складе 700 млн т, що зумовить дефіцит цього продукту харчування [1].

Рис є однією з головних продовольчих культур світу. За даними ФАО рис займає третє місце після пшениці та кукурудзи. Тільки для 1,31 мільярда жителів Індії – це основний продукт для їжі, джерело фінансових надходжень (для сільських мешканців) і 27% світового експорту тощо. Для цієї країни рис складає 36% усіх посівних площ і 42% – всього продовольчого зерна [2]. До складу зерна рису входять різні мінеральні речовини та вітаміни, за рахунок яких, за думкою вчених, він має лікувальні властивості [3].

Загальна площа в Україні під цією культурою складає в межах 62,2 тис. га: в Херсонській області – 17,8, в Одеській області – 13,0, АР Крим – 31,4. До 2014 року Україна була забезпечена рисом власного виробництва на 70%. Після анексії АР Крим забезпеченість зерном цієї культури зменшилася до 30%, площі посіву зменшились у 2,4 рази, а валовий збір – у 2,8 разів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні посівні площі, відведені під рис, – це малопродатні, здебільшого засолені ґрунти. Для вирощування такої культури на цих землях створені спеціальні системи – чеки, в яких спроектовані умови, що забезпечують надходження та відведення води.

Негативними екологічними ознаками діючих рисових (чекових) систем є забруднення пестицидами навколишнього середовища, акваторії морів і річок, деструктивна дія на ґрунт і його родючість, виділення у повітря метану, використання великого об'єму цінної прісної води, територіальна обмеженість, де можливо вирощувати зерно рису і так далі [2; 4]. Ці основні фактори спричинили перехід на новітні технології, здатні суттєво обмежити негативний вплив і повністю використовувати сортовий потенціал і ґрунтово-кліматичні ресурси. Тому впровадження нових технологічних прийомів зволоження посівів рису без затоплення, за яких можливо отримати високу продуктивність порівняно з традиційною технологією вирощування, є перспективним. Натепер вирощування рису на краплинному зрошенні в промислових масштабах впроваджено у Китаї, Індії та Таїланді [5].

Ґрунтово-кліматичні умови півдня України є сприятливими для вирощування рису без затоплення. При цьому необхідно створювати сприятливі умови для росту і розвитку культури: це оптимальна вологість ґрунту та приземного шару повітря, поживний фон та обґрунтований обробіток ґрунту. Необхідною умовою отримання високих врожаїв за таких умов є використання високопродуктивних, стійких до хвороб сортів рису, дотримання сівозміни вирощування після кращих попередників і повернення на одне поле не раніше, ніж через два роки. Вирощування рису при краплинному зрошенні дає можливість економити воду та добрива

за період вегетації на 40 і 20-30% відповідно. Дослідження вирощування рису у світі при краплинному зрошенні показали, що при такому способі можливо отримати врожай на рівні від 4 до 14 т/га залежно від сорту, ґрунтового-кліматичних умов та технології вирощування.

Вирощування сільськогосподарських культур у нетипових ґрунтового-кліматичних умовах вимагає нестандартних підходів до обґрунтування методів визначення та удосконалення елементів технології вирощування. Введення культури в польові сівозміни та вирощування її на крапельному зрошенні вимагають від дослідника сучасного обґрунтування насамперед режиму зрошення.

Визначення режиму зрошення традиційним методом за вологістю ґрунту є недоцільним і малоефективним, тому що зволоження кореневмісного шару повинно бути вище рівня польової вологоємності. Для визначення строку, норми та дати поливу застосовується метод евапотранспірації на основі визначення випаровування вологи з поверхні ґрунту і через рослину. Використання у розрахунках еталонної евапотранспірації (далі – E_{To}) є недоцільним, тому що цей показник є кліматичним, що виражає силу випаровування атмосфери.

Застосування показників евапотранспірації культури в стандартних умовах (далі – E_{Tc}) можливе за ідеального керованого, великого, добре зволоженого ґрунту, яке досягає повної продуктивності за таких кліматичних умов. У нетипових умовах, які виникають через обмеженість ресурсів для технологічного процесу, екологічних чинників та інших обмежуючих факторів, що впливають на ріст і розвиток рослин, доцільно використовувати поняття «евапотранспірації в різних екологічних умовах та управлінні (далі – $E_{Tc\ adj}$)», що визначається за формулою:

$$E_{Tc\ adj} = (K_s \times K_{cb} + K_e) \times E_{To}, \quad (1)$$

де K_s – коефіцієнт водного стресу [-];

K_{cb} – базовий коефіцієнт культури [-];

K_e – коефіцієнт випаровування ґрунту [-];

E_{To} – еталонна евапотранспірація [мм/доба].

В умовах водного стресу $K_s < 1$ за відсутності водного стресу $K_s = 1$ K_s описує дію водного стресу на транспірацію рослин. При використанні одиничного коефіцієнта культури дія водного стресу об'єднується в K_s як:

$$E_{Tc\ adj} = E_{To} \times K_c \times K_s, \quad (2)$$

Постановка завдання. Дослідження з розробки елементів технології вирощування рису на краплинному зрошенні в умовах півдня України проводилися шляхом постановки трифакторного польового дослідження на території господарства ТОВ «Райз-Південь» Олешківського району Херсонської області (46 28'22.52" N 33 09'38.60" E; висота над рівнем моря – 13 м). Водозабір здійснювався з Північно-Кримського каналу (46 28'04.38" N 33 10'23.79" E; висота над рівнем моря – 20 м).

Польові дослідження було закладено в чотириразовій повторності. Розташування варіантів здійснювали методом розщеплених ділянок із частковою рендомізацією. Облікова площа ділянок третього порядку – 125 м². При проведенні досліджень керувалися загально визначеними методиками польових дослідів [6–9].

У польових дослідженнях вивчали такі фактори та їх варіанти:

Фактор А – спосіб основного обробітку ґрунту: дискування на глибину 10-12 см, чизелювання на глибину 30-32 см;

Фактор В – фон живлення: без добрив, $N_{90}P_{30}$, $N_{120}P_{45}$, $N_{150}P_{60}$;

Фактор С – поріг зволоження, % евапотранспірації ($E_{Tc\ adj}$): 120, 140, 160.

Для моніторингу погодних умов на дослідному полі, відстеження метеорологічних умов навколишнього середовища, їх зміни використовували професійну

метеостанцію iMETOS® ag. Проведення дослідів супроводжувалося аналізом зразків ґрунту, спостереженнями за рослинами і метеорологічними умовами. Всі обліки та спостереження проводили у двох несуміжних повтореннях.

У дослідях вирощували сорт рису Флагман (Flahman), який занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2009 року. Сорт належить до середньостиглої групи, вегетаційний період складає 115-120 днів. Ботанічний різновид – var. italic Alef. Кущ компактний, прямостоячий, стійкий до вилягання. Листя – широке, темно-зеленого кольору, без антоціанової окраски, розташоване під гострим кутом до стебла. Волоть компактна, вертикальна довжиною 16-18 см. Стерильність – 12-15%.

Зерно – середньої крупності та має низьку тріщинуватість. Обрушене зерно біле, напівкругле, вузьке. Відношення довжини зернівки до ширини (L/b) – 1,9-2,0. Маса 1000 насінин – 26-29 г. Крупа біла, скловидність – 97%, плівчастість – 18,2%, вихід крупи – 70-71%, цілого ядра в крупі – 96-98%. Сорт стійкий до пірикуляріозу, помірно стійкий до пошкодження рисовою листовою нематодою. Високостійкий до вилягання, навіть на високих агрофонах. Напрямок використання: зерновий, харчовий.

Технологія вирощування рису була загальноновизнаною для польових (зернових) культур у зрошуваних умовах Південного Степу України за винятком факторів, які досліджували.

Після збирання попередника (озима пшениця на зерно) проводили дворазове дискування стерні на глибину 6-8 та 10-12 см. На варіантах дослідження чизелювання ґрунту на глибину 30-32 см обробіток проводили через 2 тижня після останнього дискування. Сівбу проводили при прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до температури 12-14°C у першій декаді травня сівалкою John Deere 1890 на тязі трактора John Deere 8310R з міжряддям 19 см на глибину 4-5 см. Норма висіву насіння складала 5,5 млн схожих насінин/га.

Після сівби поле прикочували кільчасто-шпоровими катками. Добрива вносили фертигаційно згідно схеми дослідів. Для боротьби з бур'янами у фазу кущення рослин рису вносили бакову суміш гербіцидів Цитадель 25 OD, м.д. (1,7 л/га, діюча речовина пеноксулам) та Сіріус, с.п. (0,1 л/га, діюча речовина піразосульфурон-етіл). До виходу у трубку вносили гербіцид Базагран, в.р. (4 л/га, діюча речовина бентазон). Для боротьби з хворобами застосовували суміш препаратів Дерозал 500 SC (1 л/га, діюча речовина карбендазим) та Імпакт 25, к.с. (1 л/га, діюча речовина флутріафола), Танос 50 в.г. (0,5 л/га, діюча речовина цимоксаніл + фамоксадон), Амістар Тріо 255 ЕС, к.е. (1 л/га, діюча речовина пропіконазол + азоксистробін + ципроконазол). Проти шкідників застосовували інсектициди Нурел Д (1 л/га, діюча речовина хлорпіріфос + циперметрин) або Фастак, к.е. (0,25 л/га, діюча речовина альфа-циперметрин). Проти пірикуляріозу проводили обприскування фунгіцидом Тілт 250 ЕС (1 л/га, діюча речовина пропіконазол).

Для зрошення рису використовували краплинну стрічку компанії Netafim™ марки Streamline™ 16060^(6mile) (Inner diameter: 16.20 mm, Outer diameter: 16.50 mm, Wall thickness: 0.15 mm, Max.working pressure: 0.80 bar, Dripper distance 40 cm, Flow rate – 1,10 l/h) та насосну станцію Irrimes. Вода для поливу надходила з Південно-Кримського каналу. Краплина стрічка в посівах розкладалася через 70 см. Від сівби до початку кущення рису (3-4 листка) вологість ґрунту в кореневмісному шарі (0-20 см) підтримували на рівні 85-90% НВ. З фази кущення до кінця вегетації рівень вологості підтримували згідно схеми дослідів. Збирання проводили прямим комбайнуванням (John Deere 9670 STS) при повній стиглості зерна.

Виклад основного матеріалу дослідження. За вирощування рису в польових умовах та застосування крапельного зрошення формується особливий агрофітоценоз. Взаємодія в цій системі усіх живих об'єктів зумовлює створення специфічних умов для формування продуктивності рослин. Оптимальні умови визначають максимальні показники врожаю культури. Так, обробіток ґрунту є одним із головних чинників, який на початку і протягом вегетації культури впливає на усі біометричні та генеративні показники (табл. 1).

Проведені нами дослідження показали, що досліджувані способи основного обробітку ґрунту суттєво вплинули на урожай зерна рису. Проведення дискування на глибину 10-12 см зумовило формування врожайності зерна рису в середньому за рік досліджень на рівні 4,44 т/га. При проведенні чизелювання на глибину 30-32 см врожайність зерна суттєво зросла. За цих умов продуктивність збільшилася в середньому на 38,7% і становила 6,16 т/га.

Таблиця 1

**Урожайність зерна рису залежно від досліджуваних факторів
за краплинного зрошення, т/га**

Спосіб основного обробітку ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Поріг зволоження, % ЕТс adj (Фактор С)	Рік досліджень			
			2015	2016	2017	Середнє
Дискування на глибину 10-12 см	без добрив	120	3,09	3,14	3,12	3,12
	N ₉₀ P ₃₀		3,42	3,79	4,32	3,84
	N ₁₂₀ P ₄₅		4,48	4,58	5,11	4,72
	N ₁₅₀ P ₆₀		3,76	4,06	4,62	4,15
	без добрив	140	3,84	3,73	3,76	3,78
	N ₉₀ P ₃₀		4,26	4,56	5,29	4,70
	N ₁₂₀ P ₄₅		5,69	5,61	6,33	5,88
	N ₁₅₀ P ₆₀		5,07	5,17	5,92	5,39
	без добрив	160	3,48	3,44	3,44	3,45
	N ₉₀ P ₃₀		3,83	4,20	4,88	4,30
	N ₁₂₀ P ₄₅		5,01	5,00	5,57	5,19
	N ₁₅₀ P ₆₀		4,51	4,59	5,12	4,74
Чизелювання на глибину 30-32 см	без добрив	120	4,54	3,93	4,70	4,39
	N ₉₀ P ₃₀		5,58	5,02	6,24	5,61
	N ₁₂₀ P ₄₅		6,31	5,61	6,90	6,27
	N ₁₅₀ P ₆₀		5,78	5,14	6,31	5,74
	без добрив	140	5,62	4,76	5,58	5,32
	N ₉₀ P ₃₀		6,64	6,03	7,54	6,74
	N ₁₂₀ P ₄₅		7,66	6,90	8,57	7,71
	N ₁₅₀ P ₆₀		7,17	6,51	8,15	7,28
	без добрив	160	5,50	4,56	5,24	5,10
	N ₉₀ P ₃₀		6,15	5,59	7,00	6,25
	N ₁₂₀ P ₄₅		7,06	6,25	7,65	6,99
	N ₁₅₀ P ₆₀		6,63	5,84	7,11	6,53

Продовження таблиці 1

НІР ₀₅	A	0,10	0,09	0,11	0,10
	B	0,14	0,13	0,16	0,14
	C	0,12	0,11	0,13	0,12
	AB	0,20	0,19	0,22	0,20
	AC	0,17	0,16	0,19	0,17
	BC	0,25	0,23	0,27	0,25
	ABC	0,35	0,32	0,38	0,35

Мінеральні добрива в умовах глобальної нестачі органічних та біологічних добрив є одним із чинників, який дозволяє створити мінеральний поживний баланс елементів живлення без дефіциту. Вирощування зерна рису на варіантах досліджу, де мінеральні добрива не вносили, дало змогу сформувати рівень продуктивності рослин на рівні 4,19 т/га. Застосування добрив нормою $N_{90}P_{30}$ збільшило врожайність зерна на 25,1%. Подальше збільшення норми поживних речовин до $N_{120}P_{45}$ призвело до подальшого зростання рівня продуктивності в середньому по досліджу до 6,31 т/га, що порівняно з контрольними варіантами (неудобрені варіанти) було більшим на 46,3%, а попередньої норми – на 17,0. Максимальна з досліджуваних норма мінеральних добрив не призвела до очікуваного збільшення врожаю, а навпаки до його зниження. Так, порівняно з попередньою нормою мінеральних добрив урожайність зерна рису зменшилася на 8,7%, що склало в абсолютних показниках 5,64 т/га. Цей рівень був незначно вищим порівно з нормою добрив $N_{90}P_{30}$.

Рис традиційно в нашій країні вирощувався в умовах короткочасного затоплення, тому зволоження цієї культури в умовах краплинного зрошення є зовсім не вивченою проблемою. Наші дослідження показали, що вирощування рису за створення порогу зволоження на рівні 120% ETc adj повністю не задовольняло потреб рису у воді. За цих умов урожайність зерна рису в середньому за роки досліджень склала 4,73 т/га. Збільшення інтенсивності зволоження культури до 140% ETc adj призвело до збільшення врожаю зерна на 23,7%. Подальше збільшення вологозабезпечення культури на рівні 160% ETc adj погіршило умови росту й розвитку рису і забезпечило формування врожайності на рівні 5,32 т/га, що було меншим за попередній поріг зволоження на 11,8%.

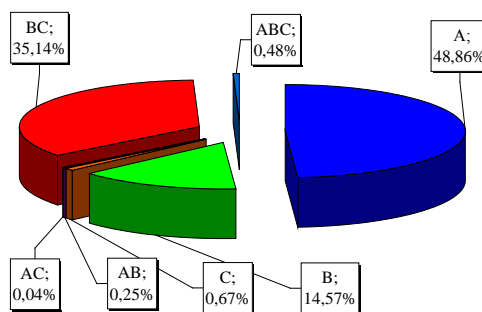


Рис. 1. Частка участі досліджуваних прийомів вирощування рису за краплинного зрошення (середнє за 2015-2017 рр.)

Примітка: А – спосіб основного обробітку ґрунту; В – фон живлення; С – поріг зволоження, % евапотранспірації (ETc adj)

Проведення дисперсійного аналізу також засвідчило, що найбільший вплив на формування врожаю зерна рису було вчинено за досліджуваними способами основного обробітку ґрунту, що склало 48,86%. Частка участі мінеральних добрив у формуванні продуктивності культури склала 14,57%, що майже втричі менше за вибір основного обробітку ґрунту. Режим зрошення, який визначався порогом зволоження у % евапотранспірації (ЕТс adj), склав у загальному рівні врожаю лише 0,67%.

При більш детальному розгляді показників продуктивності найбільш цікавим є приріст урожайності зерна залежно від різних способів основного обробітку ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2

Приріст урожайності зерна рису залежно від застосування чизелювання ґрунту, т/га

Фон живлення (Фактор В)	Поріг зволоження, % ЕТс adj (Фактор С)	Рік досліджень			
		2015	2016	2017	Середнє
без добрив	120	1,45	0,79	1,58	1,27
N ₉₀ P ₃₀		2,16	1,23	1,92	1,77
N ₁₂₀ P ₄₅		1,83	1,03	1,79	1,55
N ₁₅₀ P ₆₀		2,02	1,08	1,69	1,60
без добрив	140	1,78	1,03	1,82	1,54
N ₉₀ P ₃₀		2,38	1,47	2,25	2,03
N ₁₂₀ P ₄₅		1,97	1,29	2,24	1,83
N ₁₅₀ P ₆₀		2,10	1,34	2,23	1,89
без добрив	160	2,02	1,12	1,80	1,65
N ₉₀ P ₃₀		2,32	1,39	2,12	1,94
N ₁₂₀ P ₄₅		2,05	1,25	2,08	1,79
N ₁₅₀ P ₆₀		2,12	1,25	1,99	1,79
НР ₀₅	В	0,14	0,13	0,16	0,14
	С	0,12	0,11	0,13	0,12
	ВС	0,25	0,23	0,27	0,25

Примітка: за контрольні варіанти приймалися дискування на глибину 10-12 см.

Проведення чизелювання на глибину 30-32 см за всіма варіантами досліджу переважала над дискуванням на глибину 10-12 см. Найбільший приріст із досліджуваних фонів живлення належав нормі добрив N₉₀P₃₀, де показник за роки досліджень складав 1,91 т/га. Збільшення норми добрив не сприяло збільшенню показника, який складав за N₁₂₀P₄₅ – 1,72 та N₁₅₀P₆₀ – 1,76 т/га. Найменший приріст було зафіксовано на ділянках, де мінеральні добрива не вносили, – 1,49 т/га. Найбільш доцільним порогом зволоження за показниками приросту врожайності зерна рису залежно від застосування чизелювання ґрунту було підтримання на рівні 140% ЕТс adj – 1,82 т/га. Зменшення та збільшення порогів зволоження зменшувало показник.

Дані щодо приросту врожаю зерна рису залежно від дози мінеральних добрив свідчать, що найбільший показник в середньому по досліді у 1,63 т/га був за про-

ведення чизелювання на глибину 30-32 см, що було більшим на 0,31 т/га порівняно з дискуванням на глибину 10-12 см (табл. 3).

Найбільший приріст серед досліджуваних норм мінеральних добрив було виявлено за $N_{120}P_{45}$ – 1,94 т/га. Зменшення та збільшення норми мінеральних добрив зменшило вказаний показник, який становив за $N_{90}P_{30}$ – 1,05 та $N_{150}P_{60}$ – 1,45 т/га.

Таблиця 3

Приріст урожайності зерна рису залежно від дози мінеральних добрив, т/га

Спосіб основного обробітку ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Поріг зволоження, % ЕТс adj (Фактор С)	Рік досліджень			
			2015	2016	2017	Середнє
Дискування на глибину 10-12 см	$N_{90}P_{30}$	120	0,33	0,65	1,20	0,73
	$N_{120}P_{45}$		1,39	1,44	1,99	1,61
	$N_{150}P_{60}$		0,67	0,92	1,50	1,03
	$N_{90}P_{30}$	140	0,42	0,83	1,53	0,93
	$N_{120}P_{45}$		1,85	1,88	2,57	2,10
	$N_{150}P_{60}$		1,23	1,44	2,16	1,61
	$N_{90}P_{30}$	160	0,35	0,76	1,44	0,85
	$N_{120}P_{45}$		1,53	1,56	2,13	1,74
	$N_{150}P_{60}$		1,03	1,15	1,68	1,29
Чизелювання на глибину 30-32 см	$N_{90}P_{30}$	120	1,04	1,09	1,54	1,22
	$N_{120}P_{45}$		1,77	1,68	2,20	1,88
	$N_{150}P_{60}$		1,24	1,21	1,61	1,35
	$N_{90}P_{30}$	140	1,02	1,27	1,96	1,42
	$N_{120}P_{45}$		2,04	2,14	2,99	2,39
	$N_{150}P_{60}$		1,55	1,75	2,57	1,96
	$N_{90}P_{30}$	160	0,65	1,03	1,76	1,15
	$N_{120}P_{45}$		1,56	1,69	2,41	1,89
	$N_{150}P_{60}$		1,13	1,28	1,87	1,43
НІР ₀₅		А	0,10	0,09	0,11	0,10
		В	0,14	0,13	0,16	0,14
		С	0,12	0,11	0,13	0,12
		АВ	0,20	0,19	0,22	0,20
		АС	0,17	0,16	0,19	0,17
		ВС	0,25	0,23	0,27	0,25
		АВС	0,35	0,32	0,38	0,35

Примітка: за контрольні варіанти приймалися без внесення мінеральних добрив.

Порівнюючи різні пороги зволоження рису, найбільший приріст зерна рису забезпечили умови, коли рівень зрошення підтримували на рівні 140% ЕТс adj в середньому за роки досліджень (1,74 т/га). За умов, коли поріг зволоження знижували на 20% ЕТс adj, приріст урожайності зерна також зменшувався на 0,26 т/га порівняно з найбільшими показниками. Теж саме відбувалося і за умов збільшення порогу зволоження на 20% ЕТс adj, де в середньому за роки досліджень приріст складав 1,39 т/га.

Найбільш доцільним способом обробіткою ґрунту з досліджуваних при вирощуванні рису за краплинного зрошення було проведення чизелювання на глибину 30-32 см – 0,98 т/га (табл. 4). При виконанні дискування на глибину 10-12 см показник був меншим, що в середньому за роки досліджень складав 0,72 т/га.

Таблиця 4

Приріст урожайності зерна рису залежно від порогу зволоження, т/га

Спосіб основного обробіткування ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Поріг зволоження, % ЕТс adj (Фактор С)	Рік досліджень			
			2015	2016	2017	Середнє
Дискування на глибину 10-12 см	без добрив	140	0,75	0,59	0,64	0,66
	N ₉₀ P ₃₀		0,84	0,77	0,97	0,86
	N ₁₂₀ P ₄₅		1,21	1,03	1,22	1,15
	N ₁₅₀ P ₆₀		1,31	1,11	1,30	1,24
	без добрив	160	0,39	0,30	0,32	0,34
	N ₉₀ P ₃₀		0,41	0,41	0,56	0,46
	N ₁₂₀ P ₄₅		0,53	0,42	0,46	0,47
	N ₁₅₀ P ₆₀		0,75	0,53	0,50	0,59
Чизелювання на глибину 30-32 см	без добрив	140	1,08	0,83	0,88	0,93
	N ₉₀ P ₃₀		1,06	1,01	1,30	1,12
	N ₁₂₀ P ₄₅		1,35	1,29	1,67	1,44
	N ₁₅₀ P ₆₀		1,39	1,37	1,84	1,53
	без добрив	160	0,96	0,63	0,54	0,71
	N ₉₀ P ₃₀		0,57	0,57	0,76	0,63
	N ₁₂₀ P ₄₅		0,75	0,64	0,75	0,71
	N ₁₅₀ P ₆₀		0,85	0,70	0,80	0,78
НР ₀₅		А	0,10	0,09	0,11	0,10
		В	0,14	0,13	0,16	0,14
		С	0,12	0,11	0,13	0,12
		АВ	0,20	0,19	0,22	0,20
		АС	0,17	0,16	0,19	0,17
		ВС	0,25	0,23	0,27	0,25
		АВС	0,35	0,32	0,38	0,35

Примітка: за контрольний варіант приймався поріг зволоження 120% ЕТс adj.

Порівнюючи приріст урожайності зерна рису залежно від порогу зволоження, видно, що проводячи поливи при зниженні вологості до 140%, ЕТс adj показник був найвищий, складаючи в середньому по досліді 1,12 т/га. При збільшенні порогу зволоження до 160% ЕТс adj приріст зменшився до 0,59 т/га. Внесення добрив збільшувало приріст урожайності зерна рису залежно від порогу зволоження. За вирощування культури в умовах природної родючості приріст складав 0,66 т/га, внесення N₉₀P₃₀ – 0,77; N₁₂₀P₄₅ – 0,94 та N₁₅₀P₆₀ – 1,04 т/га.

Висновки і пропозиції. Згідно отриманих експериментальних досліджень протягом 2015-2017 рр. найвища врожайність зерна рису за краплинного зрошення формувалася на варіантах досліді, де було виконане чизелювання на гли-

бину 30-32 см, внесені добрива нормою $N_{120}P_{45}$ та підтримували в активному шарі ґрунту поріг зволоження на рівні 140% ЕТс adj – 7,71 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бекеева И. Рис – благородное дело. *Экспресс К.* Кызылорда, 2015. № 88. URL: http://old.express-k.kz/show_article.php?art_id=106686.
2. Bhandari H., Kumar P., Samal P. Structural Transformation of the Indian Rice Sector. *The Future Rice Strategy for India*. 2017. P. 107–135.
3. Gitishree D., Jayanta K. P., Jaehyuk C., Kwang-Hyun B., Rice grain, a rich source of natural bioactive compounds. *Pak. J. Agri. Sci.* 2017. Vol. 54. № 3. P. 671–682.
4. Vijulie I., Manea G., Tirlă L., Matei E., Preda M., Cuculici R. Revival of the rice crops in the south of Romania: Pros and cons. *Procedia Environmental Sciences*. 2016. Vol. 32. P. 373–385.
5. Puggioni A. Riso, la rivoluzione di Netafim in una goccia. *AgroNotizie*. 2014. URL: <https://agronotizie.imaginenetwork.com/agrimeccanica/2014/10/22/riso-la-rivoluzione-di-netafim-in-una-goccia/40366>.
6. Ушкаренко В.О., Коковіхін С.В., Вожегова Р.А., Голобородько С.П. Методика польового дослід (зрошуване землеробство) : навчальний посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.
7. Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 372 с.
8. Ушкаренко В.А., Лазарев Н.Н., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве : монография. Москва : Изд. РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 336 с.
9. Ушкаренко В.О., Найденьова В.О., Лазер П.Н., Свиридов О.В., Лавренко С.О., Лавренко Н.М. Наукові дослідження в агрономії : навчальний посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2016. 316 с.

УДК 632.4:635.922

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.16>

ВПЛИВ ЗБУДНИКА СІРОЇ ГНИЛІ *BOTRYTIS CINEREA PERS.* НА ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ АПАРАТ РОСЛИН ПЕЛАРГОНІЇ ЗОНАЛЬНОЇ

Піковський М.Й. – к.б.н., доцент кафедри фітопатології
імені академіка В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Патика Т.І. – д.с.-г.н., професор кафедри екобіотехнології та біорізноманіття,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Колесніченко О.В. – д.б.н., професор кафедри ландшафтної архітектури
та фітодизайну,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мілантьєва Т.С. – аспірантка кафедри екобіотехнології та біорізноманіття,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Патика М.В. – д.с.-г.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

завідувач кафедри екобіотехнології та біорізноманіття,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Пеларгонія зональна (*Pelargonium zonale hort.*) належить до поширених квіткових рослин із широким спектром застосування. Однак досить часто зниження її декоративних властивостей відбувається внаслідок розвитку захворювань. Так, у різних регіонах світу рослини вражуються збудниками хвороб грибної, бактеріальної, вірусної та нематодної етіології. При цьому великою шкідливістю характеризується сіра гниль, різні аспекти якої в умовах України є невивченими, зокрема, залишається нерозкритим вплив патогену *Botrytis cinerea Pers.* на фотосинтетичний апарат рослин.

До задач дослідження входив відбір зразків рослинного матеріалу пеларгонії зональної із різним ступенем ураження сірою гниллю та дослідження методом індукції флуоресценції хлорофілу фотосинтетичного апарату.

В окремі вегетаційні періоди хвороба характеризується високою інтенсивністю розвитку на рослинах пеларгонії, зумовлюючи ураження всіх надземних органів, зокрема на листках утворюються бурі розпливчасті плями, спостерігається випадання уражених тканин.

Групування ураження сірою гниллю листків пеларгонії здійснювали за такою градацією: відсутні симптоми хвороби (здорові рослини); слабкий ступінь ураження – площа ураженої поверхні листкової пластинки до 10%; середній – до 25%; сильний ступінь – площа ураженої поверхні листкової пластинки до 50%. Фотохімічну активність листків визначали за стандартною методикою, біофізичним методом індукції флуоресценції хлорофілу.

Діагностика листків дозволила встановити стресовий вплив хвороби на рослину. Так, показник впливу екзогенних факторів (K_e) залежно від ступеня ураження рослин знижувався на 1,83-20,45% порівняно зі здоровими рослинами. Коефіцієнт індукції флуоресценції (K_f) був меншим на 8,0-23,94%. Показник впливу ендогенних факторів (K_e) у дуже інфікованих листках знижувався на 11,97%.

Індекс життєздатності Rfd (адаптивності) зменшувався зі зростанням ступеня ураження листків пеларгонії сірою гниллю відповідно на 0,37-0,87 умовних одиниць. Побудоване лінійне рівняння регресії, або рівняння кореляційного зв'язку від кількох змінних, яке відображає залежність індексу життєздатності листків пеларгонії, ураження сірою гниллю від значень K_1 , K_2 та K_3 : $y_{x_1} = 0,185K_1 - 0,024K_2 - 0,193K_3$.

Ключові слова: сіра гниль, пеларгонія, фотосинтетичний апарат, фактори впливу, індекс життєздатності.

Pikovskiy M.Y., Patyka T.I., Kolesnichenko O.V., Milantieva T.S., Patyka M.V. Influence pathogen gray mold *Botrytis cinerea* Pers. on plant photosynthetic apparatus zonal pelargonium

Pelargonium zonale (*Pelargonium zonale hort.*) refers to common flowering plants with a wide range of applications. However, quite often the development of diseases decreases its decorative properties. In particular, in different regions of the world plants are affected by pathogens of fungal, bacterial, viral and nematode etiology.

At the same time, gray mold is characterized by great harmfulness, various aspects of which are unexplored in the conditions of Ukraine. Thus, the effect of the pathogen *Botrytis cinerea* Pers remains undisclosed on the photosynthetic apparatus of plants. The objectives of the study included sampling of plant material of zonal pelargonium with varying degrees of gray rot and the study of the photosynthetic apparatus by the induction of chlorophyll fluorescence.

In some growing seasons, the disease is characterized by a high intensity of development on pelargonium plants, causing damage to all aboveground organs, in particular, the leaves form brown vague spots, and there is a loss of affected tissues.

The grouping of gray mold of pelargonium leaves was carried out according to the following gradation: no symptoms of the disease (healthy plants); weak degree of damage – the area of the affected surface of the leaf blade up to 10%; average – up to 25%; strong degree – the area of the affected surface of the leaf blade up to 50%. The photochemical activity of the leaves was determined by standard methods, biophysical method of induction of chlorophyll fluorescence.

Diagnosis of the leaves allowed establishing the stressful effect of the disease on the plant. Thus, the rate of exposure to exogenous factors (K_1) depending on the degree of plant damage decreased by 1.83-20.45%, compared with healthy plants. The fluorescence induction coefficient (K_2) was lower by 8.0-23.94%.

The rate of exposure to endogenous factors (K_3) in severely infected leaves decreased by 11.97%. The viability index Rfd (adaptability) decreased with increasing degree of damage to pelargonium leaves by gray mold, respectively, by 0.37-0.87 conventional units. A linear regression equation or correlation equation of several variables is constructed, which reflects the dependence of the viability index of pelargonium leaves, gray mold lesions on the values of K_1 , K_2 and K_3 : $y_{x_1} = 0,185K_1 - 0,024K_2 - 0,193K_3$.

Key words: gray mold, pelargonium, photosynthetic apparatus, influencing factors, viability index.

Постановка проблеми. Пеларгонія зональна (*Pelargonium zonale hort.*) належить до поширених квіткових рослин родини Geraniaceae Juss. із широким спектром застосування як кімнатна багаторічна рослина, використовується і для ландшафтного озеленення. В умовах відкритого ґрунту вона є стійкою до впливу низки абіотичних екологічних факторів, що дозволяє швидко і економічно створювати барвисті пейзажі культури протягом тривалого періоду вегетації [1, с. 11].

Однак досить часто зниження декоративних властивостей пеларгонії та її загибель відбувається внаслідок розвитку захворювань. Зокрема, у різних регіонах світу рослини вражають збудники хвороб грибної, бактеріальної, вірусної та нематодної етіології [2, с. 1–33; 3, с. 223–242], загальна кількість яких може становити понад 45 видів [3, с. 223–242]. При цьому великою шкідливістю характеризується сіра гниль [4, с. 1212–1219; 5, с. 154–159], різні аспекти якої в умовах України є не вивченими. Так, залишається нерозкритим вплив патогену *Botrytis cinerea* Pers. на фотосинтетичний апарат рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Збудник сірої гнилі гриб *Botrytis cinerea* Pers. (телеоморфа *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel) є одним із найпоширеніших патогенів [6, с. 414–430], який призводить до зниження якості квітникових культур [7, с. 319–333]. В окремі вегетаційні періоди хвороба характеризується високою інтенсивністю розвитку на рослинах пеларгонії, зумовлюючи ураження всіх надземних органів, зокрема на листках утворюються бурі розпливчасті плями, спостерігається випадання уражених тканин [8, с. 5–10]. Водночас саме із фотосинтетичною активністю пов'язана продуктивність культур [9, с. 371–381]. Тому актуальним є дослідження фізіологічної реакції рослин за впливу патогенів, зокрема, на фотохімічну активність листового апарату.

Це питання у науковій літературі висвітлюється на прикладі різних фітопатогенних організмів і видів рослин. Так, у листках персика міцелій гриба *Taphrina deformans* Fuck. викликав порушення в накопиченні пігментів. Зокрема, в уражених листових пластинках вміст хлорофілу *a* знижувався у 7 разів, а хлорофілу *b* – у 5 разів [10, с. 367–369].

А.В. Хвасько [11, с. 140–143] спостерігав на початку розвитку борошнистої роси дуба (збудник гриб *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) зменшення вмісту хлорофілу *a* порівняно зі здоровими листками в 1,6 рази. За подальшого розвитку хвороби його вміст знижувався в 1,9 разів. Подібна залежність спостерігалася і щодо хлорофілу *b*, але його вміст у хворих листках зменшувався в 2 і 2,4 рази.

У дослідженнях Г.Б. Гуляєвої та О.О. Литвинчук [12, с. 106–114] за штучної інокуляції листків перцю збудником бактеріальної плямистості (*Xanthomonas vesicatoria*) виявлено зниження ефективності поглинання квантів світла у процесі фотосинтезу завдяки скороченню вмісту фотохімічно активного хлорофілу. Також фотохімічна активність листків пшениці ярої за штучного зараження збудником бактеріозу (*Pseudomonas syringae* pv. *atropaciens* Д 13) у фазу початку колонізації характеризувалася істотним пригніченням квантової ефективності ФС II [13, с. 133–146].

З огляду на наведене вище дослідження методом індукції флуоресценції хлорофілу характеристики фотосинтетичного апарату рослин пеларгонії з різним ступенем ураження сірою гниллю є актуальним для діагностики стресового впливу хвороби на рослину.

Постановка завдання. До задач дослідження входив відбір зразків рослинного матеріалу пеларгонії зональної із різним ступенем ураження сірою гниллю та дослідження методом індукції флуоресценції хлорофілу фотосинтетичного апарату.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліди проводилися протягом 2016–2018 років. Уражені листки пеларгонії відбирали в умовах Київського територіального центру Національного університету біоресурсів і природокористування України. Уточнення симптомів хвороби та її діагностику здійснювали у проблемній науково-дослідній лабораторії «Мікології і фітопатології» кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна НУБіП України з використанням загальноприйнятих методів [14, с. 79–128].

Групування уражених сірою гниллю листків пеларгонії здійснювали за такою градацією: відсутні симптоми хвороби (здорові рослини); слабкий ступінь ураження – площа ураженої поверхні листової пластинки до 10%; середній – до 25%; сильний ступінь – площа ураженої поверхні листової пластинки до 50%.

Фотохімічну активність листків визначали в лабораторії кафедри екобіотехнології та біорізноманіття за стандартною методикою [15, с. 2–23] біофізичним методом індукції флуоресценції хлорофілу портативним приладом «Флоратест» (Україна). Він оснащений рідинно-кристалічним дисплеєм (128 x 64 пікселі) і виносним оптоелектронним датчиком із довжиною хвилі опромінення 470 ± 15 нм, площею плями опромінення не менш як 15 мм² та освітленості в її межах не менш як 2,4 Вт/м². Спектральний діапазон вимірювання інтенсивності флуоресценції – від 670 до 800 нм.

Дані, виміряні приладом, опрацьовували за допомогою програмного забезпечення «Флоратест», відображали отримані результати у табличній або графічній формі. Темнова адаптація листків перед вимірюваннями становила не менш як

20 хв. Повторність вимірювань у кожному варіанті п'ятиразова. Статистичну обробку експериментальних даних виконували з використанням програми Microsoft Office® для Microsoft Windows®.

Вивчення методом індукції флуоресценції хлорофілу характеристики фотосинтетичного апарату рослин пеларгонії з різним ступенем ураження сірою гниллю засвідчило порушення в його функціонуванні. Діагностика листків дозволила встановити стресовий вплив хвороби на рослину. Так, показник впливу екзогенних факторів (K_1), що відповідає впливу факторів зовнішнього середовища на рослинний організм у здорових рослин, становив 77,83% (рис. 1). Надалі він мав тенденцію до зменшення у всіх варіантах із ураженими рослинами. Його значення у варіанті зі слабким ураженням листків становило 76,00%. Збільшення інтенсивності розвитку хвороби до середнього ступеня зумовлювало зменшення K_1 до 75,56%. Максимальне ураження листків збудником сірої гнилі зумовлювало зниження показника впливу екзогенних факторів (K_1) до 57,38%.

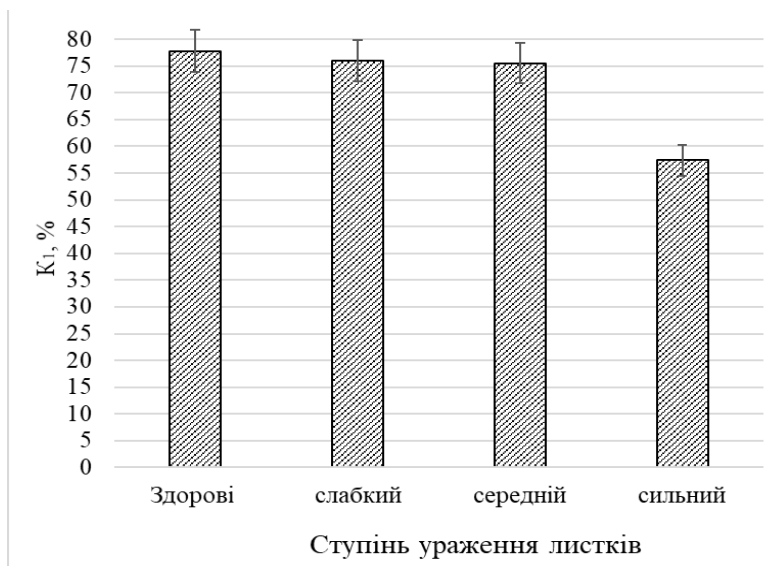


Рис. 1. Параметри вимірювання показника впливу екзогенних факторів (K_1) листків пеларгонії із різним ступенем ураження сірою гниллю

Аналіз коефіцієнта індукції флуоресценції (K_2), що корелює із активністю рибулозобісфостфаткарбоксілази / оксигенази (основного ферменту циклу Кальвіна), засвідчив, що у здорових листках він становив 66,00% (рис. 2); у варіанті зі слабким ступенем ураження сірою гниллю K_2 знижувався до 58,00%. Листки із середнім ступенем розвитку хвороби характеризувалися коефіцієнтом індукції флуоресценції на рівні 53,78%. Сильний ступінь ураження листків призводив до зниження показника K_2 до 42,06%.

Показник впливу ендогенних факторів (K_3), що відповідає внутрішньосистемним чинникам, таким як фітогормональна регуляція рослин і забезпеченість поживними речовинами, характеризувався такими показниками (рис. 3): у здорових листків – 53,17%, у слабоуражених сірою гниллю – 54,33%, у середньоуражених – 55,78% та в сильноуражених – 41,2%.

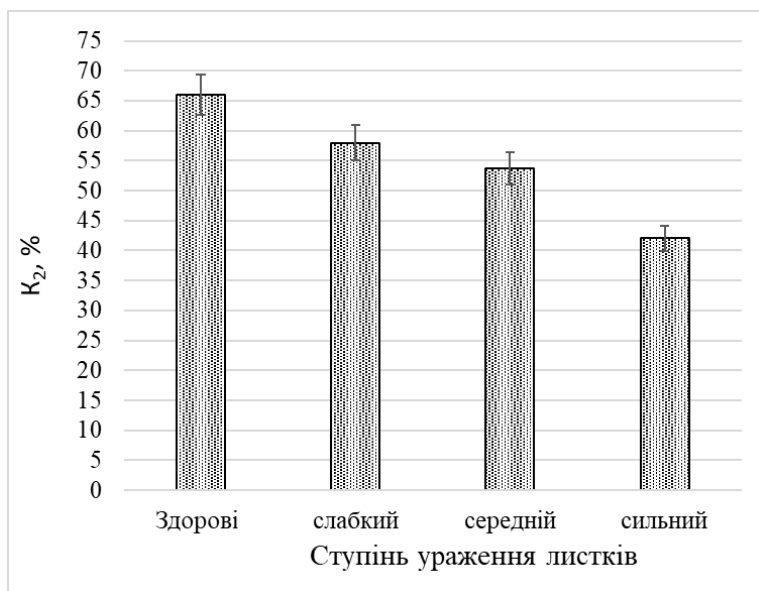


Рис. 2. Параметри вимірювання коефіцієнту індукції флюоресценції (K_2) листків пеларгонії із різним ступенем ураження сірою гниллю

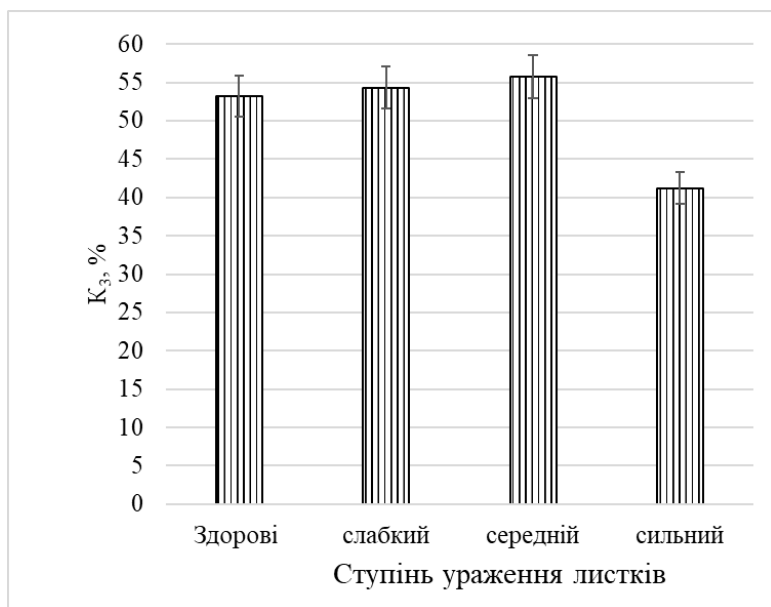


Рис. 3. Параметри вимірювання показника впливу ендогенних факторів (K_3) листків пеларгонії із різним ступенем ураження сірою гниллю

Встановлено, що показник індексу життєздатності Rfd (адаптивності) зменшувався зі зростанням ступеня ураження листків пеларгонії сірою гниллю. Так, для здорових листків він становив 2,52 (рис. 4). Навіть слабкий розвиток хвороби при-

зводив до зниження показника життєздатності Rfd до 2,15. Подальше зростання інтенсивності ураження листків викликало суттєве зменшення Rfd порівняно із контролем (здоровими листками): до 1,89 за середнього ступеня розвитку хвороби та 1,65 – за сильного ураження сірою гниллю.

Нами побудоване лінійне рівняння регресії, або рівняння кореляційного зв'язку від кількох змінних, яке відображає залежність індексу життєздатності листків пеларгонії, ураження сірою гниллю від значень K_1 , K_2 та K_3 :

$$y_{x_1} = 0,185K_1 - 0,024K_2 - 0,193K_3$$

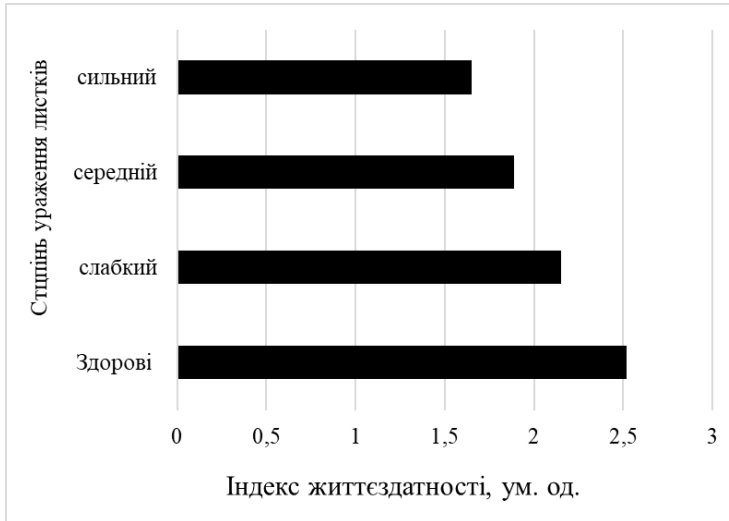


Рис. 4. Індекс життєздатності (Rfd) листків пеларгонії, уражених сірою гниллю

Висновки і пропозиції. За допомогою методу індукції флуоресценції хлорофілу було охарактеризовано вплив сірої гнилі на фотосинтетичний апарат рослин пеларгонії зональної. Зокрема, виявлено стресовий вплив хвороби на рослину. Так, показник впливу екзогенних факторів (K_1) залежно від ступеня ураження рослин знижувався на 1,83-20,45% порівняно зі здоровими рослинами.

Коефіцієнт індукції флуоресценції (K_2) був меншим на 8,0-23,94%. Показник впливу ендогенних факторів (K_3) у сильно уражених листках знижувався на 11,97%. Індекс життєздатності Rfd (адаптивності) зменшувався зі зростанням ступеня ураження листків пеларгонії сірою гниллю відповідно на 0,37-0,87 умовних одиниць.

Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу збудника сірої гнилі на біохімічні зміни в листках пеларгонії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Широкова А.В. Пеларгонии. Москва : Кладезь Букс, 2006. 95 с.
2. Rosa C., Moorman G.W. Diseases of Geranium. In: McGovern R., Elmer W. (eds) Handbook of Florists' Crops Diseases. Handbook of Plant Disease Management. Springer, Cham, 2016. P. 1–33.
3. Chandel Sunita & Kumar Vijay. Diseases of geranium and their management: Diseases of Ornamental Crops. Published by Today and Tomorrows Printers and Publishers, 2018. P. 223–242.

4. Hausbeck M.K., Moorman G.W. Managing Botrytis in Greenhouse-Grown Flower Crops. *Plant Disease*. 1996. Vol. 80. № 11. P. 1212–1219. DOI: 10.1094/PD-80-1212.
5. Sirjusingh C., Tsujita M.J. Effects of inoculum concentration and host age on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*. 1996. Vol. 80. № 2. P. 154–159. DOI: 10.1094/PD-80-0154.
6. Dean R., Van Kan J.A.L., Pretorius Z.A. et al. The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Mol. Plant Pathol.* 2012. Vol. 13. № 7. P. 414–430. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2012.2011.00783.x.
7. Dik A.J., Wubben J.P. Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses. In: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski, and N. Delen, eds. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 2007. P. 319–333.
8. Pikovskiy M.Y., Kolesnichenko O.V., Kyryliuk V.I., Serediuk O.O. Flower-ornamental plants – the host of *Botrytis cinerea* Pers. *Biological Resources and Nature Management*. 2018. Vol. 10. № 5-6. P. 5–10. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.001>.
9. Гуляев Б.И. Фотосинтетическая продуктивность агроэкосистем. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2003. Т. 35. № 5. С. 371–381.
10. Кудренко И.К., Левон В.М., Мороз П.А., Голубкова И.Н. Реакция растений персика (*Persica vulgaris* Mill.) на инфицирование грибом *Taphrina deformans* Fuck. Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 80-летию со дня рождения академика Л.И. Андреева (5-7 июля 2011 года, Москва). Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 367–369.
11. Хвасько А.В. Влияние *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. на содержание пигментов в листьях дуба черешчатого. Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие : Материалы конференции. Минск, 2002. Ч. 2. С. 140–143.
12. Гуляева Г.Б., Литвинчук О.О. Дослідження впливу збудника плямистості перцю *Xanthomonas vesicatoria* на активність фотосинтетичного апарату. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2016. Вип. 1(65). С. 106–114.
13. Патица В.П., Гуляева Г.Б., Богдан М.М., Токовенко І.П., Пасічник Л.А., Патица М.В., Максін В.І., Каплуненко В.Г. Фітогормональний статус і фотосинтетична активність рослин м'якої пшениці за дії біологічно активних речовин. *Физиология растений и генетика*. 2019. Том 51. № 2. С. 133–146. <https://doi.org/10.15407/fg2019.02.133>.
14. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. [И. Беттхер, Т. Ветцель, Ф.В. Древис и другие]; пер. с нем. д-ра биол. наук К.В. Попковой и канд. биол. наук В.А. Шмыгли. Москва : Агропромиздат, 1987. С. 79–128.
15. Портативний флуорометр «Флоротест»: настанова з експлуатації. Київ : Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2013. 24 с.

УДК 632 : 632.95.02
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.17>

ЗАХИСТ КАРТОПЛІ ВІД ХВОРОБ ТА ШКІДНИКІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПРОТРУЙНИКІВ

Саюк О.А. – к.с.-г.н., доцент, декан агрономічного факультету,
Поліський національний університет

Трояченко Р.М. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Поліський національний університет

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення ефективності протруйників під час захисту картоплі від колорадського жука та деяких мікозів, а також їх впливу на урожайність. Також досліджено вплив передсадивної обробки бульб на ріст та розвиток культури на початкових етапах органогенезу.

Метою досліджень, які проводились протягом 2018–2019 рр. в умовах ПП «Жерм» Черняхівського району Житомирської області, було вивчення ефективності протруйників для захисту насаджень картоплі від колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) та найпоширеніших збудників грибних хвороб: фітофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), парші звичайної (*Streptomyces scabies* Waks. et Henr.), ризоктоніозу (*Rhizoctonia solani* Khn.), сухої гнилі (*Fusarium solani* Appl. et Wr.). У статті описано результати дослідження щодо ефективності протруйників Престиж, к. с. (1,0 л/м), Круїзер, 350 FS, т. к. с. (0,3 л/м) та Селест Топ, 312,5 FS, т. к. с. (0,5 л/м) проти шкідливих організмів на сортах картоплі іноземної селекції Беллароза, Лабадія та Ред Скарлет. Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що передсадивна обробка бульб картоплі препаратами Престиж, к. с., Круїзер, 350 FS, т. к. с. та Селест Топ, 312,5 FS, т. к. с. позитивно впливає на ріст та розвиток рослин картоплі. Застосування протруйників на 69,8–86,3% сприяє захисту картоплі від колорадського жука протягом практично всього вегетаційного періоду. Досліджувані препарати знижують ураження бульб картоплі фітофторозом в 1,1–1,7 рази, сухою гниллю – в 1,1–2,3 рази, паршею звичайною – в 1,1–1,5 рази, а також забезпечують максимальний захист від ризоктоніозу відразу після збирання урожаю. Застосування протруйників Престиж, к. с. (1,0 л/м), Круїзер, 350 FS, т. к. с. (0,3 л/м) та Селест Топ, 312,5 FS, т. к. с. (0,5 л/м) забезпечило приріст урожаю бульб картоплі в межах 5,4–32,6% порівняно з контрольними варіантами. Найкращий результат у всіх досліджуваних сортах отримано у варіанті із застосуванням препарату Селест Топ, 312,5 FS, т. к. с. (0,5 л/м).

Ключові слова: картопля, протруйники, колорадський жук, фітофтороз, суха гниль, парша звичайна, ризоктоніоз, урожайність.

Saiuk O.A., Troiachenko R.M. Application of disinfectants in the potato protection from diseases and pests

The article presents the results of investigating the efficiency of disinfectants in potato protection from Colorado potato beetle and some mycoses as well as the effect of these disinfectants on the yield. The influence of a preceding tubers treatment on the growth and development of crop on the initial stages of organogenesis has been analysed as well.

The examining conducted during the period of 2018–2019 under the conditions of the private enterprise “Zherm”, Cherniakhiv district, Zhytomyr oblast was aimed at studying the effectiveness of disinfectants applied for the protection of potato from Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and the most common agents of fungal diseases. These diseases include late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), potato scab (*Streptomyces scabies* Waks. et Henr.), black scab (*Rhizoctonia solani* Khn.), and punky rot (*Fusarium solani* Appl. et Wr.). The article describes the results of examining the effectiveness of disinfectants Prestige, SC (1,0 l/t), Cruiser, FS 350, FC (0,3 l/t) and Selest Top 312.5 FS, FC (0,5 l/t) applied against harmful organisms on foreign breeding potato species Bela Rossa, Labadia and Red Scarlet. The studies conducted enable us to assert that the preceding tubers treatment with such preparations as Prestige, SC, Cruiser, FS 350, FC, and Selest Top 312.5 FS, FC has a positive effect on the growth and development of potato. The examined disinfectants reduce the affection of potato tubers with late blight by 1.1–1.7 times, punky rot by 1.1–2.3 times, potato scab by 1.1–1.5 times. They also

provide a maximum protection against black scab immediately after harvest. The use of Prestige, SC (1.0 l/t), Cruiser, FS 350, FC (0,3 l/t) and Selest Top 312,5 FS, FC (0.5 l/t) disinfectants provided the increase in potato yield in the range of 5.4 to 32.6% compared to the control. The best result for all the species under study was obtained after the application of Selest Top 312.5 FS, FC (0.5 l/t).

Key words: potato, disinfectants, Colorado potato beetle, late blight, punky rot, potato scab, black scab, yielding capacity.

Постановка проблеми. Однією з головних умов отримання високих урожаїв бульб картоплі є використання якісного посадкового матеріалу. Зниження урожайності картоплі може відбуватись із-за негативного впливу шкідників та збудників хвороб різної таксономічної належності, тому до посадкового матеріалу ставляться особливі вимоги, які регулюються державними стандартами. Невчасно проведені заходи щодо захисту картоплі від шкідливих організмів можуть призвести до втрати більше третини урожаю [1, 3, 6].

Серед шкідників картоплі найбільш шкідливим є спеціалізований вид – колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). Пошкоджують картоплю імаго та личинки цього фітофага від появи сходів культури. Розвиток колорадського жука можливий за досить широкого діапазону температур та вологості середовища, що призводить до значного його поширення та високої шкідливості. Проведення захисних заходів дозволяє захистити насадження картоплі від цього фітофага, проте невчасне або неефективне їх проведення може знизити урожайність бульб на 50–80%. Обсяг утрат урожаю залежить від низки факторів, серед яких: погодні умови вегетаційного сезону, чисельність шкідника, стан і фаза розвитку рослин, рівень стійкості сорту та інше. Також погіршуються і якісні показники урожаю, зокрема зменшуються розміри бульб, їх кількість, а також знижується вміст білку і крохмалю в них [4, 8].

Збудники хвороб можуть розвиватись екзо- та ендогенно в насінневих бульбах, ґрунті та на рослинних рештках і спричиняти ураження молодих паростків картоплі. Фітопатогенний комплекс на картоплі характеризується домінуванням збудників грибних хвороб, зокрема фітофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), парші звичайної (*Streptomyces scabies* Waks. et Henr.), ризоктоніозу (*Rhizoctonia solani* Khn.), фузаріозу (*Fusarium solani* Appl. et Wr.). Вищеназвані хвороби розвиваються на вегетативній поверхні картоплі, а також на бульбах. Уражені збудниками хвороб бульби потрапляють у насінневий матеріал і стають першопрчиною раннього та швидкого розвитку захворювань [6–8]. Саме тому виникає необхідність захисту картоплі на початкових фазах онтогенезу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання протруйників у системі захисних заходів картоплі від шкідників та збудників хвороб сприяє підвищенню врожайності та якості бульб. Комбінована дія протруйників сприяє зниженню чисельності шкідників та розвитку хвороб, ще з початкових етапів органогенезу, та має досить довготривалий ефект [8, 11].

Збудники грибних хвороб, які містяться на бульбах, усередині посадкового матеріалу та у ґрунті, можуть завдавати значної шкоди молодим проросткам картоплі й саме тому проти них спрямоване проведення передсадивної обробки бульб препаратами [8, 10].

Протрусення бульб картоплі хімічними препаратами сприяє зниженню пошкодження сходів картоплі шкідниками та ураження хворобами на 30% і більше, а приріст урожаю може становити від 10 до 25%. Хоча застосування протруйників також не виключає подальше застосування фунгіцидів протягом вегетацій-

ного періоду, проте воно сприяє покращенню якісних показників бульб картоплі й підвищенню врожайності. Використання фунгіцидних протруйників ефективно проти сріблястої парші, горбкуватої парші, фомозу, фузаріозу, ризоктоніозу, фітофторозу, альтернаріозу [].

Раніше обробку бульб перед посадкою проводили розчином мідного купоросу і препаратом ТМТД, що сприяло підвищенню урожайності в межах 8%, а ураженість паршею звичайною знижувалась на 15–20%. Сучасний ринок представлений протруйниками як хімічного так і біологічного походження, застосування яких повинні передувати наукові дослідження з урахуванням сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, екологічної безпеки та економічної рентабельності [4, 7, 10].

Саме тому метою наших досліджень було вивчення ефективності протруйників для захисту насаджень картоплі від колорадського жука та збудників грибних хвороб.

Постановка завдання. Ефективність протруйників проти збудників грибних хвороб та шкідників картоплі визначали в польових умовах протягом 2018–2019 рр. у ПП «Жерм» Черняхівського району Житомирської області. Ґрунт дослідної ділянки характеризувався як дерново-підзолистий. Дослідження проведено із триразовим повторенням на обліковій ділянці розміром 100 м². Дослідження проводили з використанням ранньостиглих сортів картоплі іноземної селекції: Беллароза, Лабадія і Ред Скарлет. Схема досліду містила такі варіанти: контроль (без протруєння), Престиж, к. с. (*імдаклопрід*, 140 г/л + *пенцикурон*, 150 г/л) – 1,0 л/т – еталон, Круїзер, 350 FS, т. к. с. (*тіаметоксам*, 350 г/л) – 0,3 л/т, Селест Топ, 312,5 FS, т. к. с. (*тіаметоксам*, 262,5 г/л + *дифеконазол*, 25 г/л + *флудиоксоніл*, 25 г/л) – 0,5 л/т. Фенологічні спостереження, обліки пошкодження насаджень картоплі колорадським жуком та ураження бульб хворобами проводили згідно із загальноприйнятими методиками [9, 12].

Математичну обробку отриманих результатів проводили методом дисперсійного аналізу згідно з методикою Б.О. Доспехова [2].

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати проведеного дослідження дозволяють стверджувати про ефективність застосування досліджуваних протруйників проти деяких мікозів картоплі та колорадського жука. Було помічено позитивний вплив препаратів на ріст та розвиток рослин картоплі, вже починаючи з фази сходів (табл. 1). У варіантах із застосуванням протруйників помічено підвищення схожості рослин картоплі, порівняно з непротруєним варіантом у всіх досліджуваних сортах. Зокрема, схожість рослин картоплі сорту Беллароза із застосуванням протруйників підвищилась на 5,6–9,1%, сорту Лабадія – на 6,1–9,2%, сорту Ред Скарлет – на 7,7–9,7%, контрольними варіантами.

Підрахунок кількості стебел у кущі та висоти стебел показав також позитивну закономірність у досліджуваних варіантах. Зокрема, застосування протруйників сприяло збільшенню кількості стебел у кущі в 1,0–1,1 рази, контрольними варіантами. Висота стебел рослин картоплі була найнижчою в сорті Лабадія. Застосування протруйників сприяло збільшенню висоти стебел у всіх досліджуваних сортах на 1,4–15,2%, порівняно з контрольними варіантами.

Проаналізувавши особливості росту та розвитку досліджуваних сортів картоплі із застосуванням протруйників, можна зробити висновок, що найзначніше збільшення цих показників, незалежно від сорту, спостерігається у варіанті із застосуванням протруйника Селест Топ 312,5 FS, т. к. с.

Таблиця 1

**Вплив протруйників на ріст і розвиток сортів картоплі
(2018–2019 рр.)**

Варіант досліджу	Схожість, %	Кількість стебел у кущі, шт.	Висота стебел, см.
<i>Сорт Беллароза</i>			
Контроль	87,2	4,6	46,7
Престиж, к. с. – еталон	93,3	5,0	50,4
Круїзер, к. с.	92,1	4,8	48,8
Селест Топ 312,5 FS, т. к. с.	95,2	5,1	51,2
<i>НІР₀₅</i>	-	0,1	0,9
<i>Сорт Лабадія</i>			
Контроль	84,8	4,7	44,5
Престиж, к.с. – еталон	90,4	5,0	50,2
Круїзер, к. с.	90,0	4,8	49,8
Селест Топ 312,5 FS, т. к. с.	92,6	5,0	50,9
<i>НІР₀₅</i>	-	0,1	0,3
<i>Сорт Ред Скарлет</i>			
Контроль	85,2	4,6	43,5
Престиж, к.с. – еталон	92,4	5,1	47,5
Круїзер, к. с.	91,8	4,7	44,1
Селест Топ 312,5 FS, т. к. с.	93,5	5,0	50,1
<i>НІР₀₅</i>	-	0,1	0,2

Ураховуючи те, що протруйники також мають інсектицидну дію, нами проведені дослідження щодо визначення їх ефективності захисту від колорадського жука. Унаслідок проведених досліджень встановлено, що використання протруйників сприяє захисту вегетативної маси картоплі від личинок та імаго колорадського жука до 40-ї доби після появи сходів культури (табл. 2). Наші спостереження показали, що ефективність протруйників проти колорадського жука із часом знижується. Найкращий захисний ефект щодо розвитку шкідника на картоплі нами зауважено у варіанті із застосуванням протруйника Селест Топ 312,5 FS, т. к. с., ефективність якого на 60-у добу спостереження становила 86,3%, що було на 16,5% вище еталонного варіанту із застосуванням протруйника Престиж, к. с.

Таблиця 2

**Ефективність протруйників проти колорадського жука,
сорт Беллароза, % (2018–2019 рр.)**

Варіант досліджу	Норма витрати, л/т	Доба після появи сходів			
		30	40	50	60
Престиж, к. с. – еталон	1,0	100	97,4	80,8	69,8
Круїзер, к. с.	0,3	100	100	85,3	80,4
Селест Топ 312,5 FS, т. к. с.	0,5	100	100	90,1	86,3

Також після збирання урожаю нами проведено дослідження щодо можливості розвитку грибних хвороб на бульбах після застосування протруйників. Унаслідок у результаті проведених обліків виявлено бульби з ознаками ураження фітофторозом, фузаріозом (суха гниль), паршею звичайною та ризоктоніозом.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що передсадивна обробка насіннєвого матеріалу картоплі вищезгаданими препаратами дозволяє знизити розвиток основних мікозів на бульбах. Так, застосування протруйників сприяє зниженню ураження бульб картоплі сорту Беллароза фітофторозом в 1,1–1,3 рази, сухою гниллю – в 1,2–1,5 рази, паршею звичайною – в 1,2–1,5 рази, порівнянні з контрольними варіантами. Аналогічну залежність було отримано й у двох інших досліджуваних сортах (табл. 3).

Таблиця 3

**Ступінь ураження бульб картоплі грибними хворобами
за умови застосування протруйників (2018–2019 рр.)**

Варіант дослідю	Ступінь ураження, %			
	фітофтороз	суха гниль	парша звичайна	ризоктоніоз
<i>Сорт Беллароза</i>				
Контроль	1,6	0,6	1,6	0,4
Престиж, к.с. – еталон	1,5	0,4	1,2	0,2
Круїзер, к. с.	1,5	0,5	1,3	0,2
Селест Топ 312,5 FS, т. к. с.	1,2	0,4	1,1	-
<i>Сорт Лабадія</i>				
Контроль	2,0	0,9	1,8	0,6
Престиж, к.с. – еталон	1,7	0,6	1,6	0,2
Круїзер, к. с.	1,6	0,6	1,4	0,4
Селест Топ 312,5 FS, т. к. с.	1,3	0,4	1,2	-
<i>Сорт Ред Скарлет</i>				
Контроль	2,5	1,1	1,9	0,7
Престиж, к.с. – еталон	2,2	0,9	1,7	0,5
Круїзер, к. с.	1,9	1,0	1,6	0,5
Селест Топ 312,5 FS, т. к. с.	1,5	0,7	1,4	0,2

Обробка бульб сортів Беллароза та Лабадія перед посадкою препаратом Селест Топ 312,5 FS, т. к. с. забезпечує максимальний захист бульб після збирання урожаю від ризоктоніозу.

Позитивний вплив протруйників на ріст, захист від колорадського жука та мікозів дозволив отримати приріст урожаю бульб. Установлено, що обробка бульб сорту Беллароза перед посадкою досліджуваними протруйниками сприяла підвищенню врожайності на 17,4–32,6% порівняно з контрольним варіантом. Найвищий показник зростання врожайності бульб картоплі, котра становить 9,2 т/га, отримано у варіанті із застосуванням протруйника Селест Топ 312,5 FS, т. к. с. (рис. 1).

Зростання урожайності бульб картоплі сорту Лабадія з використанням протруйників було аналогічне. У варіанті із застосуванням препарату Селест Топ 312,5 FS, т. к. с. також було отримано максимальний приріст урожаю, який становив 27,2%, порівняно з контрольним варіантом.

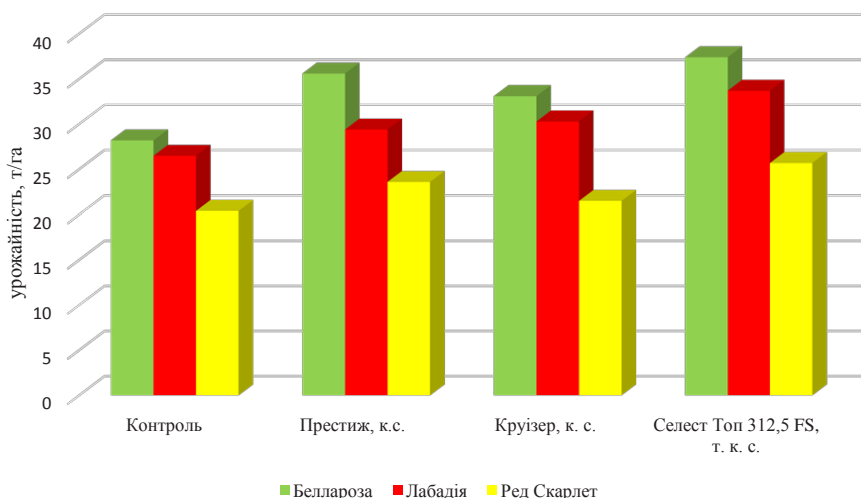


Рис. 1. Вплив протруйників на урожайність сортів картоплі (2018–2019 рр.)

Найнижчий рівень урожайності серед досліджуваних сортів картоплі, що становив 20,4 т/га у контрольному варіанті та 25,7 т/га у варіанті із застосуванням протруйника Селест Топ 312,5 FS, т. к. с., отримано із сорту Ред Скарлет. Застосування передсадивної обробки бульб цього сорту препаратами сприяло зростанню врожайності на 5,4–26,0%.

Загалом, застосування передсадивної обробки бульб картоплі хімічними препаратами сприяло підвищенню врожайності досліджуваних сортів на 1,1–9,2 т/га.

Висновки і пропозиції. Передсадивна обробка бульб картоплі ранньостиглих сортів іноземної селекції Беллароза, Лабадія та Ред Скарлет препаратами Престиж, к. с. Круїзер, 350 FS, т. к. с. Селест Топ, 312,5 FS, т. к. с. позитивно впливає на ріст та розвиток рослин картоплі.

Застосування протруйників дозволяє захистити вегетативну масу картоплі від личинок та імаго колорадського жука до 40-ї доби після появи сходів культури.

Досліджувані протруйники знижують ураження бульб картоплі фітофторозом в 1,1–1,7 рази, сухою гниллю – в 1,1–2,3 рази, паршею – в 1,1–1,5 рази, а також забезпечують максимальний захист від ризиктоніозу відразу після збирання урожаю.

Застосування протруйників Престиж, к. с., Круїзер, 350 FS, т. к. с., Селест Топ, 312,5 FS, т. к. с. забезпечило приріст урожаю бульб картоплі в межах 5,4–32,6%.

Надалі дослідження будуть зосереджені на вивченні комплексної дії протруйників проти колорадського жука та мікозів, а також їх вплив на кількісний та якісний склад урожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Анисимов Б.В. Сортовые ресурсы и проблема качества семенного картофеля. *Картофель и овощи*. 2000. № 4. С. 27–29.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. ДСТУ 4013-2001. Сортові та посівні якості картоплі насінневої. Технічні умови. [Чинний від 2001-30-03]. Київ, 2001, 23 с.
4. Дубовик В.І., Дубовик О.О. Використання інсектицидів на посадках картоплі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агронія і біологія*. 2017. Вип. 2. С. 35–39.
5. Знаменський О.П., Каражбей Г.М. Вплив обробки бульб протруйниками на шкідливість колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) та продуктивність і якість картоплі. *Захист і карантин рослин*. 2008. Вип. 54. С. 203–207.
6. Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Мн. : Белпринт, 2005. 696 с.
7. Картопля / В.А. Вітенко та ін. Київ : Урожай, 1990. 256 с.
8. Картофель / Д. Шпаар и др. ; под ред. Д. Шпаара. Торжок : ООО «Вариант», 2004. 466 с.
9. Кононученко В.В., Куценко В.С., Осипчук А.А. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве, 2002. 182 с.
10. Лазарчук Л.А. Ефективність елементів системи захисту картоплі від хвороб і колорадського жука. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 1(47) Т. 1. С. 174–180.
11. Мартиненко В.І. Удосконалення захисту картоплі від основних хвороб і шкідників в умовах ННВЦ «Дослідне поле» ХНАУ ім. В.В. Докучаєва (Харківська область). *Вісник ХНАУ. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2017. № 1–2. С. 98–103.
12. Методика випробування і застосування пестицидів / С.О.Трибель та ін. ; за ред. С.О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

УДК 631.43: 633.16

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.18>

ВПЛИВ УЩІЛЬНЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ВАЖКОСУГЛИНКОВОГО НА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ІНТЕНСИВНОГО ТА НАПІВІНТЕНСИВНОГО СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Уваренко К.Ю. – молодший науковий співробітник
лабораторії геоєкофізики ґрунтів,
Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

У статті наведено результати дослідження щодо вивчення впливу щільності будови орного шару чорнозему типового важкосуглинкового на параметри висоти, продуктивності стебел, значення коефіцієнта куціння та урожайності інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю ярого.

Метою досліджень є оцінити вплив рівнів ущільнення ґрунту на біометричні показники ячменю ярого та визначити оптимальні значення щільності будови чорнозему типового важкосуглинкового для підвищення врожайності сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності.

Аналіз метеорологічних умов, зокрема за гідротермічним коефіцієнтом Селянинова (ГТК), показав, що умови вегетаційного періоду 2016 року характеризувалися як надмірно зволожені (ГТК=2,4), 2017 року – як посушливі (ГТК=1,3).

В умовах високої щільності будови (1,4 г/см³) спостерігалось запізнення появи сходів та вповільнення росту та розвитку рослин ячменю протягом вегетації, біометричні параметри культури закономірно знижувались. За середнього рівня щільності будови ґрунту (1,2 г/см³) сформувалась найбільша кількість продуктивних стебел та отримано найвищі значення коефіцієнтів куціння рослин. Установлено високий кореляційний зв'язок між кількістю продуктивних стебел та урожайністю ячменю ($r = 0,89$; $R^2 = 0,77$ для інтенсивного сорту та $r = 0,97$; $R^2 = 0,93$ напівінтенсивного сорту ячменю).

На основі моделювання рівнів ущільнення виявлено оптимальну щільність будови ґрунту, яка становить 1,2 г/см³, для отримання максимального урожаю ячменю (в надмірно вологих умовах – 4,5 т/га інтенсивного, 4,7 т/га – напівінтенсивного сортів, у посушливих – 1,8 та 1,8 т/га відповідно) в досліді. Зауважено істотне зниження урожайності за недостатньої кількості опадів – на 60% для досліджуваних сортів ячменю ярого. Регулювання щільності будови ґрунту під час посіву культури (створення прошарку щільністю 1,2 г/см³) дає можливість корегувати рівні елементів продуктивності та отримати максимальний урожай ячменю ярого.

Ключові слова: біометричні показники, продуктивні стебла, коефіцієнт куціння, продуктивність, сорт, щільність будови ґрунту, ячмінь ярий.

Uvarenko K. Yu. The influence of compaction of typical heavy loam chernozem on biometric indicators and productivity of intensive and semi-intensive varieties of spring barley

The density of the arable layer of soil for parameters of height, stalk productivity, tillering coefficient and yield of intensive and semi-intensive varieties of spring barley was researched.

The purpose of the research was to assess the impact of soil density levels on biometric indices of spring barley and determine the optimum values of bulk density to increase the yield of barley varieties of different types of intensity.

An analysis of meteorological conditions by the Selyaninov hydrothermal coefficient of (HMC) showed that the conditions of the vegetation period of 2016 were characterized as excessively humid (HMC = 2.4), in 2017 – it was arid (HMC = 1.3).

There was a delay in emergence and slowing down the growth and development of barley plants during the growing season, the biometric parameters of the crop naturally decreased under the conditions of high structure density (1.4 g/cm³). At the average level of soil structure density (1.2 g/cm³) the largest number of productive stems was formed, and the highest values of plant tillering coefficients were obtained. There is a high correlation between the number of productive stems and barley yield ($r = 0.89$; $R^2 = 0.77$ for intensive variety and $r = 0.97$; $R^2 = 0.93$ for semi-intensive barley variety).

Based on the modeling of compaction levels, the optimal density of soil structure was found, which is 1.2 g/cm³ to obtain the maximum yield of barley (in excessively humid conditions – 4.5 t/ha of intensive 4.7 t/ha – semi-intensive varieties, in arid – 1.8 and 1.8 t/ha, respectively) in the experiment. There was a significant decrease in yield due to insufficient moisture – by 60% for the studied varieties of spring barley. Adjusting the density of the soil structure during sowing (creating a layer with a density of 1.2 g/cm³) makes it possible to adjust the levels of productivity elements and get the maximum yield of spring barley.

Key words: biometric indicators, productive stalks, tilling coefficient, productivity, variety, soil density, spring barley.

Постановка проблеми. Нині особливо актуальним є питання забезпечення підвищення врожайності ячменю ярого як другої в Україні за обсягом виробництва зернової культури з високим потенціалом продуктивності. В сучасному сільськогосподарському виробництві неможливо досягнути максимальних урожаїв без регулювання фізичних показників, особливо щільності будови ґрунту. Цей показник істотно впливає на кореневу систему рослин, а через неї – й на розвиток надземної маси (появу сходів, біометричні показники) та врожай сільськогосподарських культур. Значної актуальності набуває дослідження реакції на ущільнення ґрунту саме різних за інтенсивністю сортів ячменю ярого, адже наразі сільгоспвиробники мають великий вибір сортів культури з різною реакцією на умови вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ячмінь ярий наразі є однією з найпоширеніших зернових культур продовольчого й фуражного значення у світі загалом і в Україні, зокрема. За статистичними даними в Україні переважають посіви ярого ячменю, які становлять 1 863,3 тис. га (із них 157,9 тис га – в Харківській області). За рівнем урожайності культури Україна займає 5 місце у світі (33,1 ц/га), зокрема 34,7 ц/га – в Харківській області [1]. Країна має достатньо великий потенціал у виробництві та експорті цієї культури, який потребує постійного вивчення. Особливо актуальним це стає за вирощування сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності, які останнім часом широко використовуються в Лісостепу України.

Найрозповсюдженішими та найродючішими ґрунтами лісостепової частини України, на яких, зокрема, вирощують ячмінь ярий, є чорноземи типові. Ці ґрунти характеризуються глибоким гумусовим шаром, вираженою зернистою структурою, оптимальною щільністю будови, достатнім запасом поживних речовин. Водночас цей ґрунт є дуже чутливим до антропогенного втручання, внаслідок якого можуть проявлятися процеси деградації. Одним із таких процесів є переущільнення ґрунтів. Рівноважна щільність будови ґрунту в Лісостепу сягає 1,25–1,3 г/см³, що вже є верхньою межею оптимальної щільності для більшості сільськогосподарських культур [2, с. 196]. За такої щільності затримується поява сходів, ріст коренів, надходження до рослини елементів живлення, погіршується коефіцієнт корисної дії вологи тощо. За даними В.В. Медведєва, С.А. Балюка та ін. [3, с. 240; 4, с. 38–42] майже 40% орних ґрунтів України переущільнені в підорному шарі, а реальна небезпека переущільнення є майже на 22 млн га ріллі. Тому дослідження агрофізичних властивостей орного шару ґрунту (щільності будови та вологості) дійсно є на сьогодні надзвичайно актуальними, зокрема, через великий антропогенний прес передусім у посівному й підпосівному прошарках ґрунту. Висока піддатливість до переущільнення пов'язана не тільки із природними властивостями дослідженого чорнозему, але і з використанням сучасної важкої техніки та зміною кліматичних умов.

Згідно з дослідженнями вітчизняних та закордонних учених [5, с. 80–82; 6, с. 376; 7, с. 329–334] ущільнений ґрунт негативно впливає на потоки повітря та води, параметри вологості та поживних речовин, обмежує кількість коренів

рослин та їх розвиток та пригнічує поглинання поживних речовин, через що знижується урожайність культури. Крім погіршення характеристик ґрунту, ущільнення також послаблює рослини ячменю у стійкості до хвороб та знижує конкуренцію культури з бур'янами через більшу пристосованість останніх до умов надмірного ущільнення [8, с. 75–82]. Довгострокові дослідження E. Reintam та ін. [9, с. 265–272] свідчать про зменшення кількості пагонів ячменю ярого, його фітомаси та врожайності зерна за надмірного ущільнення ґрунту на більш як 50% порівняно з оптимальною щільністю будови. M.F. Nawaz [10, с. 291–309] у своїх дослідженнях указує на деформацію коренів, затримку росту пагонів, пізніе проростання (на 70%), низьку схожість та зниження продуктивності культури внаслідок збільшення ущільнення ґрунту (з 1,3 до 1,8 г/см³). У дослідженнях Trükmann, K. & Reintam E. [11, с. 101–108] максимальне зниження висоти та маси пагонів, маси кореневої системи ячменю ярого відбувалося також через ущільнення ґрунту. Виявлено сильну негативну лінійну кореляцію між біомасою та щільністю будови ґрунту (зменшення становило 2,3% на 0,01 мг/м³).

Постановка завдання. Мета статті – оцінити вплив рівнів ущільнення ґрунту на біометричні показники ячменю ярого та визначити оптимальні значення щільності будови чорнозему типового важкосуглинкового для підвищення урожайності сортів ячменю ярого різного типу інтенсивності.

Тимчасові польові дрібноділянкові досліді проведено впродовж 2016–2017 рр. у межах Державного підприємства дослідного господарства «Граківське» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» в с. Новий Коротич Харківського району Харківської області. Ґрунтовий покрив території дослідження представлено чорноземом типовим вилугованим малоґумусним важкосуглинковим на лесоподібному суглинку. Вихідні показники ґрунту в шарі 0–30 см такі: вміст фізичної глини (сума фракцій <0,01 мм) становить 52,7%; вміст гумусу за Тюріним (за ДСТУ 4289:2004) – 3,58%; рН водний (за ДСТУ 7862:2015) та сольовий (за ДСТУ 7910:2015) – відповідно 7,6 та 6,5; вміст мінерального азоту (за ДСТУ 4729:2007) – 12,85 мг/кг ґрунту; вміст рухомих сполук фосфору й калію за Чириковим (за ДСТУ 4115:2002) – відповідно 219,27 та 225,94 мг/кг ґрунту. Згідно з чинною градацією (Греков В.О та ін., 2011) ґрунт має низький рівень забезпеченості загальним азотом, високий – за вмістом доступного фосфору та калію. За роки досліджень середня температура за вегетаційний період ячменю ярого коливалась від (+17,6) °С у 2016 р. до (+16,1) °С у 2017 р. за середніх багаторічних показників (+16,9) °С. Кількість опадів за вегетаційний період становила відповідно 512,7 та 211,2 мм за середньобагаторічної норми – 235 мм. Загалом, умови вегетаційного періоду 2016 року характеризувались як надмірно зволожені (ГТК=2,4), 2017 року – як посушливі (ГТК=1,3).

У досліді вивчали три рівні ущільнення ґрунту: 1,0 г/см³ – низький рівень; 1,2 г/см³ – середній рівень та 1,4 г/см³ – високий рівень. Дослідна культура – ячмінь ярий (*Hordeum vulgare L.*) інтенсивного (Взірець) та напівінтенсивного (Здобуток) сортів вітчизняної селекції. Повторність – триразова, розміщення варіантів – систематичне. Площа ділянок – 1 м². Перед закладкою досліді, восени 2015 року на ділянці проведено оранку на глибину 25–30 см. Задані параметри щільності будови ґрунту змодельовано в шарі 0–25 см до сівби вручну за допомогою металевого ущільнювача методом трамбування. В наступному році посів здійснювали попередньо відновивши задані рівні ущільнення ґрунту.

Упродовж вегетації ячменю ярого проведено фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин: зафіксовано дати появи сходів, визначено висоту

рослин, кількість продуктивних стебел (із колоссям), проведено облік урожаю за масою зерна й соломи. За результатами вимірювань розраховано продуктивну куцистість (за відношенням кількості пагонів із колоссям до загальної кількості рослин з однієї ділянки) та коефіцієнт куціння (як частка від ділення всієї кількості пагонів із колоссям на загальну кількість рослин з однієї ділянки).

Виклад основного матеріалу дослідження. Внаслідок досліджень виявлено негативний вплив ущільнення ґрунту на проростання рослин ячменю ярого: щільність будови ґрунту на рівні 1,4 г/см³ призводила до запізнення появи сходів для обох сортів ячменю ярого на три дні порівняно з низьким (1,0 г/см³) та середнім (1,2 г/см³) рівнем щільності будови ґрунту та уповільнювала ріст та розвиток рослин протягом вегетації.

Найвищі рослини ячменю ярого – 80 та 94 см – для інтенсивного та напівінтенсивного сортів за період досліджень сформувались на варіантах щільності будови ґрунту на рівні 1,2 г/см³ (табл. 1). У середньому висота рослин інтенсивного сорту була на 12% меншою порівняно з рослинами напівінтенсивного сорту. Тенденція до збільшення висоти рослин на варіантах із середнім рівнем щільності будови простежувалась протягом усієї вегетації ячменю.

Таблиця 1

Вплив ущільнення орного шару ґрунту на біометричні показники рослин ячменю ярого

Щільність будови, г/см ³	Висота рослин, см		Кількість продуктивних стебел, шт/м ²		Коефіцієнт куціння	
	1	2	1	2	1	2
2016 рік						
1	87	106	691	563	1,54	1,09
1,2	88	93	679	593	1,51	1,32
1,4	80	86	675	491	1,5	1,25
<i>НІР₀₅</i> для фактору А для фактору В	3,83 4,69		7,62 9,33		0,03 0,03	
2017 рік						
1	69	83	538	460	1,18	1,02
1,2	73	88	545	463	1,21	1,03
1,4	68	78	530	460	1,2	1,02
<i>НІР₀₅</i> для фактору А для фактору В	3,15 3,86		13,21 16,18		0,02 0,03	
в середньому за роки досліджень						
1	78	94	614	511	1,36	1,05
1,2	80	90	612	528	1,36	1,17
1,4	74	82	602	475	1,34	1,13
<i>НІР₀₅</i> для фактору А для фактору В	2,85 3,49		7,27 8,90		0,02 0,02	

Примітка: фактор А – сорт (1 – інтенсивний сорт, 2 – напівінтенсивний сорт); фактор В – щільність будови ґрунту.

У науковій літературі [12, с. 22–24; 13, с. 43–44] зазначається, що підвищення продуктивності ячменю ярого також залежить і від густоти стояння рослин, адже зріджені посіви є низькопродуктивними, а надто загущені внаслідок високої конкуренції за умов освітлення, зволоження та живлення є нездатними забезпечити високу врожайність культури. На ущільнених варіантах сформувалась найменша кількість продуктивних стебел на 1 м² та знаходилась на рівні 602 та 475 шт/м² у середньому за роки досліджень для інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю. За середнього ж рівня щільності будови ґрунту (1,2 г/см³) сформувалась найбільша кількість продуктивних стебел (614 та 511 шт/м²) в інтенсивного та напівінтенсивного сортів.

Розрахунок коефіцієнту кушіння ячменю ярого показав, що найвище його значення для інтенсивного сорту (1,36) отримано за низького та середнього рівня щільності будови, найменше (1,34) – зафіксовано на ущільнених варіантах (1,4 г/см³). Для напівінтенсивного сорту максимальне значення цього показника (1,17) зафіксовано за середнього рівня щільності будови, найменше (1,05) – за низького рівня щільності.

Умови вологозабезпечення також відіграють важливу роль у формуванні продуктивності сортів ячменю ярого. Помічено зниження біометричних показників вирощуваної культури в посушливих умовах, котрі склались у 2017 р. (де кількість опадів була на 59% меншою проти даних 2016 р. та на 10% меншою за багаторічні дані) проти надмірно зволених умов 2016 р. (кількість опадів у якому становила на 118% менше за багаторічні дані). За вирощування культури за середнього рівня щільності будови ґрунту кількість продуктивних стебел знижувалась в умовах недостатнього зволоження: на 20% та 22% для інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю. Коефіцієнт кушіння за аналогічних умов знижувався на 13% та 14% для інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю.

У процесі регресійного аналізу встановлено досить високий кореляційний зв'язок між кількістю продуктивних стебел та врожайністю ячменю: коефіцієнти кореляції (r) та детермінації (R^2) становили відповідно 0,89 та 0,77 – для інтенсивного сорту; 0,97 та 0,93 – для напівінтенсивного сортів ячменю ярого. Під час досліджень побудовано рівняння регресії для інтенсивного (1) та напівінтенсивного (2) сортів:

$$Y = -13,9363 + 0,0824 \cdot X; \quad (1)$$

$$Y = -6,4239 + 0,0929 \cdot X; \quad (2)$$

де Y – урожай, ц/га; X – кількість продуктивних стебел, шт./м².

Численними дослідженнями доведено суттєвий вплив щільності будови ґрунту на врожайність сільськогосподарських культур [14, с. 82–85; 15, с. 19–22; 16, с. 7–15]. Зростання параметрів цього показника погіршує накопичення вологи та використання її рослинами з орного й кореневмісного шару ґрунту, негативно позначається на подальшому рості та розвитку рослин, знижує біологічну активність ґрунту, призупиняє процеси переходу важкодоступних елементів мінерального живлення в доступні, ускладнюючи пересування поживних речовин у кореневій системі рослин. Це підтверджують і наші попередні дослідження [17, с. 46–55; 18, с. 76–81].

Установлено вплив щільності будови дослідженого ґрунту на врожайність сортів ячменю ярого (рис. 1).

Помічено, що за щільності будови ґрунту на рівні 1,2 г/см³ отримано найбільший урожай ячменю ярого, як у надмірно вологих умовах (4,5; 4,7 т/га інтенсивного та напівінтенсивного сортів), так і в посушливих (1,8; 1,8 т/га відповідно).

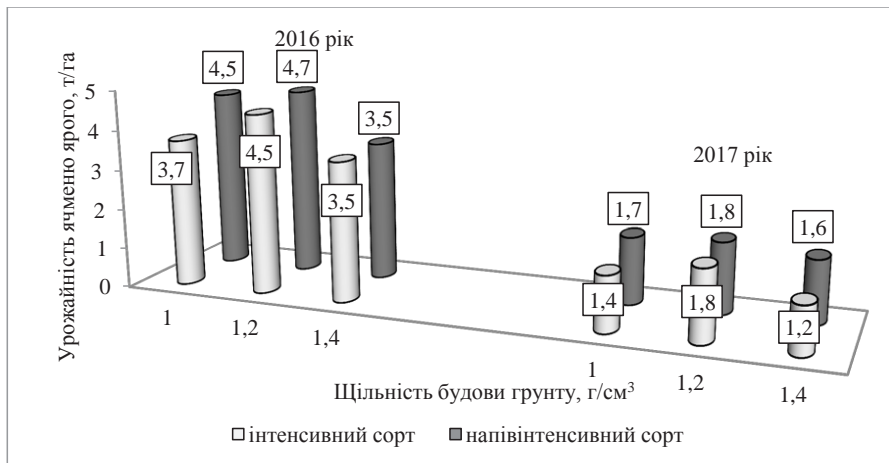


Рис. 1. Вплив щільності будови ґрунту на урожайність сортів ячменю ярого

Підвищення ущільнення ґрунту з 1,2 до 1,4 г/см³ сприяло зниженню врожайності інтенсивного сорту на 22% в надмірно вологих умовах та на 33% в посушливих умовах, напівінтенсивного сорту – на 25% та 11% відповідно.

Досліджені фітотричні показники у процесі формування урожаю пов'язані з умовами вирощування ячменю (з агрофізичними умовами посівного шару, з умовами зволоження, з підбором сорту вирощуваної культури). Тож у нашому разі регулювання щільності будови ґрунту під час посіву ячменю ярого практично дозволяє корегувати рівні елементів продуктивності (кількість продуктивних стебел, коефіцієнт кушіння тощо), регулюючи, таким чином, й урожайність вирощуваних сортів культури.

Висновки і пропозиції. За результатами експериментальних досліджень за високої щільності будови (1,4 г/см³) установлено запізнення появи сходів, уповільнення росту та розвитку рослин ячменю протягом вегетації порівняно з низьким (1,0 г/см³) та середнім (1,2 г/см³) рівнем щільності будови ґрунту. За середнього рівня щільності будови ґрунту (1,2 г/см³) сформовано найбільшу кількість продуктивних стебел та отримано найвищі значення коефіцієнтів кушіння рослин. Установлено кореляційну залежність між кількістю продуктивних стебел та урожайністю ячменю ($r=0,89$ для інтенсивного сорту та $r=0,97$ для напівінтенсивного сорту). Регулювання щільності будови ґрунту під час посіву культури (створення прошарку щільністю 1,2 г/см³) дає можливість корегувати рівні елементів продуктивності та отримати максимальний урожай до 4,5; 4,7 т/га інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю ярого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сільськогосподарські культури. Статистичні дані. Київ, 2017. URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC> (дата звернення: 12.10.2018 р.).
2. Оптимальні фізичні властивості посівного шару ґрунту як агровимоги до передпосівного обробітку (наукове видання) / В.В. Медведєв та ін. Харків : ТОВ «Смуґаста типоґрафія», 2016. 196 с.
3. Балюк С.А., Медведєв В.В. Стратегія збалансованого використання, відтворення й управління ґрунтовими ресурсами України / за наук. ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. Київ : Аґрарна наука, 2012. 240 с.

4. Балюк С.А., Медведєв В.В., М.М. Мірошніченко, Скрильчик Є.В. Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38–42.
5. Вербов Б.Н. Влияние плотности почвы на рост и развитие некоторых с.-х. культур на выщелоченных черноземах. *Труды Кубанского сельскохозяйственного института*. 1968. Вып. 17. С. 80–82.
6. Господаренко Г.М. Агрохімія : підручник. Київ : СІК ГРУП Україна, 2015. С. 376.
7. Kuht J., Reintam E., Edesi L. Influence of subsoil compaction on soil physical properties and on growing conditions of barley. *Agronomy Research*. 2012. Vol. 10. № 1–2. P. 329–334.
8. Kuht J., Reintam E. Influence of soil compaction on the nutritional condition of barley and weeds. *Trans. EAU 208*. 2000. P. 75–82.
9. Reintam E., Kuht J., Trükmann K., Nugis E. Soil compaction effect on soil bulk density and penetration resistance and growth of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Soil and Plant Science*. 2009. Vol. 59. P. 265–272.
10. Nawaz M.F., Bourrié G., Trolard F. Soil compaction impact and modelling. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2013. Vol. 33. P. 291–309. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0071-8>
11. Effect of soil compaction on growth of narrow-leaved lupine, oilseed rape and spring barley on sandy loam soil / K. Trükmann et al. *Agronomy Research*. 2008. Vol. 6. № 1. P. 101–108.
12. Бомба М.Я., Бомба М.І., Коцупир Д.П., Іваницький Б.Н. Формування врожаю ярого ячменю в Україні. *Зернові культури*. 2001. № 2. С. 22–24.
13. Ярцев Г.Ф., Бадреев Р.М. Нормы высева разных сортов ярового ячменя. *Земледелие*. 2007. № 5. С. 43–44.
14. Тимошенко Г.З., Коваленко А.М., Новохижній М.В., Шепель А.В. Вплив щільності складення ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 82–85.
15. Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Матвеев А.Г. Влияние типа почвы и её плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. *Земледелие*. 2017. № 2. С. 19–22.
16. Зубарев Ю.Н., Субботина Я.В., Кучукбаев Э.Г. Влияние различных комплексов обработки почвы на ее агрофизические свойства и урожайность ячменя. *Пермский аграрный вестник*. 2016. № 1(13), С. 7–15.
17. Уваренко Е.Ю. Влияние плотности сложения черноземной почвы на минеральное питание различных по интенсивности сортов ячменя ярового. *Почвоведение и агрохимия*. 2019. № 2(63). С. 46–55.
18. Уваренко К.Ю. Вплив ущільнення та удобрення ґрунту на використання елементів живлення і продуктивність ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 76–81. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-11> .

UDC 631.432.2:633.16:631.582.2

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.19>

THE INFLUENCE OF DIFFERENT PRECEDING CROPS OF SPRING BARLEY ON SPRING RESERVES OF AVAILABLE MOISTURE WHEN GROWN IN SHORT-TERM CROP ROTATIONS

Usyk S.V. – Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of General Agriculture,
Uman National University of Horticulture

Yeshchenko V.O. – Doctor of Agricultural Science,
Professor at the Department of General Agriculture,
Uman National University of Horticulture

Karnauh O.B. – Candidate of Agricultural Science,
Associate Professor at the Department of General Agriculture,
Uman National University of Horticulture

The article deals with the results of research on the influence of sugar beet, soybean, maize and spring barley on the spring reserves of available moisture under spring barley when growing it in short-term crop rotations. It was found that the amount of moisture was different after different preceding crops, in the individual soil layers and under the years of research.

In particular, in 2011 in the soil layer of 0–100 cm the reserves of available moisture were almost the same after sugar beet and maize – 140.7 and 143.1 mm, root-containing soil layer respectively, and after soybeans and under resowing – 147.7 and 149.2 mm. The same was observed in the soil layers of 100–160 cm.

These differences were more contrasting in 2012. In the 0–100 cm layer, the least water was after the “sugar crops” – 132.7 mm. And after soybean it was 21 mm higher. Maize and spring barley contributed the most to the accumulation of moisture – 168.3 and 161.8 mm, respectively. In the layers of 100–160 cm, the moisture reserves after soybean and maize were almost the same and occupied an intermediate position between the lowest value (53.0 mm) after sugar beets and the highest value (95.1 mm) after barley resowing.

In 2013, in the soil layer 0–100 cm, the least water was observed after the sugar crops – 132.0 mm. Soybeans and maize provided 22.6–24.6 mm more moisture accumulation than beets. And the leader in the ability to promote moisture accumulation in the soil this year was the re-sown spring barley. Here, the reserves of available moisture reached 162.1 mm, which was 30.1 mm or 22.8% more than compared with the control.

In the deeper soil layer of 100–160 cm, the difference in moisture reserves among all preceding crops was not more than 7.3 mm. But, despite this, again the last place among preceding crops had sugar beets (93.4 mm), and the first place – spring barley (100.7 mm). Soybeans and maize again occupied the intermediate place and were equivalent to each other.

Three-year average, in the soil layer of 0–100 cm, the lowest amount of available moisture was after sugar beet – 135.1 mm. After other preceding crops the reserves were 16.9–22.6 mm more. Soybeans, maize and spring barley turned out to be almost equivalent. In the soil layer of 100–160 cm there was the same tendency but with some insignificant deviations.

In the soil layer of 0–160 cm, on average over three years, the lowest amount of moisture was observed after sugar beet and the highest after spring barley. Soybeans and maize occupied an intermediate position

Key words: available moisture, preceding crops, spring barley, sugar beet, soybean, maize, short-term crop rotations.

Усик С.В., Єщенко В.О., Карнаух О.Б. Вплив різних попередників ячменю ярого на весняні запаси доступної вологи під час вирощування в короткочастотних сівозмінах

У статті наведено результати досліджень впливу буряка цукрового, сої, кукурудзи та ячменю ярого на весняні запаси доступної вологи під ячменем ярим під час вирощування його в короткочастотних сівозмінах. Установлено, що кількість вологи була неоднакова після різних попередників в окремих шарах ґрунту, а також за роками досліджень.

Зокрема, у 2011 році в шарі ґрунту 0–100 см запаси доступної вологи були практично однаковими після буряка цукрового та кукурудзи – 140,7 і 143,1 мм відповідно, а також після сої та в повторному посіві – 147,7 і 149,2 мм. Те ж саме помічено також і в шарах ґрунту 100–160 см.

Більш контрастними різницями виділявся 2012 рік. У шарі 0–100 см найменше води було після «цукроносія» – 132,7 мм. А після сої її було більше на 21 мм. Найбільше накопиченню вологи сприяли кукурудза та ячмінь ярий – 168,3 і 161,8 мм відповідно. У шарах 100–160 см запаси вологи після сої та кукурудзи були практично однаковими й займали проміжне становище між найменшим (53,0 мм) після буряків цукрових і найбільшим (95,1 мм) у повторному посіві ячменю значеннями.

У 2013 році в шарі ґрунту 0–100 см найменше води помічено знову ж таки після цукроносною культури – 132,0 мм. Соя та кукурудза забезпечили накопичення вологи на 22,6–24,6 мм більше, ніж буряки. А лідером за здатністю сприяти вологонакопиченню у ґрунті виступив у цьому році повторний посів ячменю ярого. Тут запаси доступної вологи сягали 162,1 мм, що проти контролю було більше на 30,1 мм або ж на 22,8%.

У глибшому шарі ґрунту 100–160 см різниця запасів вологи між усіма попередниками була не більшою за 7,3 мм. Але, незважаючи на це, знову останнє місце серед попередників займали буряки цукрові (93,4 мм), а перше – ячмінь ярий (100,7 мм). Соя та кукурудза знову займали проміжне місце та були рівнозначними між собою.

У середньому за три роки в шарі ґрунту 0–100 см найменша кількість доступної вологи була після буряка цукрового – 135,1 мм. Після інших попередників запаси були на 16,9–22,6 мм більшими. Соя, кукурудза та ячмінь ярий між собою виявились практично рівнозначними. В шарі ґрунту 100–160 см була така ж сама тенденція, але з деякими незначними відхиленнями.

У шарі ґрунту 0–160 см у середньому за три роки найменша кількість вологи була помічена після буряка цукрового, а найбільша – після ячменю ярого. Соя та кукурудза займали водночас проміжне становище.

Ключові слова: доступна волога, попередники, ячмінь ярий, буряк цукровий, соя, кукурудза, короткоротаційні сівозміни.

Formulation of the problem. Full provision of the population with food is possible only when there is livestock production. In turn, effective animal husbandry is not possible without a complete dietary grain-fodder feed. And among all the grain-fodder crops, spring barley occupies one of the first places and has a significant share in the structure of sown areas of various farms, from the wholesale farms to individual farmers.

Taking into account the fact that in the conditions of dry land farming the agricultural crops productivity largely depends on the conditions of soil moisture supply, the research objective was to establish the influence of the proceeding crops of spring barley on the available moisture reserves, which in turn may have some impact on yields in the years of insufficient precipitation.

Analysis of recent research and publications. During the years of land reform in the countryside, many leased, farming and other enterprises with relatively small areas of land have appeared, where the use of once recommended multi-field crop rotations becomes impractical. Hence, as a rule, crop rotations have become short-term, and it has become more difficult or almost impossible for all crops to find the recommended proceeding crops [1]. And the important element of the spring barley growing technology, according to many researchers, is the choice of the proceeding crop [2–5]. The sufficient available moisture in the soil after the proceeding crop's growing can be one of the determining factors influencing the growing conditions of the next crop, and in conditions of unstable and insufficient moisture, it is the most important [6].

Setting a task. The research was conducted on the basis of a stationary experiment of the Department of General Agriculture, which was established in all the fields in autumn 1991 and spring 1992. In 2010, it was reformed by changing the sequence of individual crop rotations and the inclusion of soybean legumes.

The experiment includes 17 variants of 5-field crop rotations, but for our research only four variants were taken into account (Table 1), in which the spring barley was grown after the following preceding crops:

1. Sugar beets (check);
2. Soybeans;
3. Maize;
4. Spring barley.

Table 1

Scheme of the experiment

Crop rotation number	Field and crop number in rotation				
	First	Second	Third	Fourth	Fifth
6	spring barley	maize	soybeans	spring barley	sugar beets
7	maize	spring barley	soybeans	spring barley	sugar beets
11	maize	soybeans	maize	spring barley	sugar beets
14	maize	soybeans	spring barley	spring barley	sugar beets

The experiment is repeated three times, the placement of variants is consistent. The cultivation area of the plots is 168 m², the accounting area is 80 m². Growing techniques are common for the region.

Determination of soil moisture was carried out to a depth of 160 cm at the beginning and end of the growing season of spring barley by thermostatic-weight method, followed by recalculation of available moisture reserves.

Outlining the main research material. As the results of our research showed (Table 2), the water reserves in the 160-centimeter layer of soil were not the same in terms of preceding crops, as well as in terms of years of research and individual layers of soil. For example, at the beginning of the spring barley vegetation in 2011 in the soil layer 0-100 cm, the available moisture reserves were almost the same after sugar beets and maize – 140.7 and 143.1 mm respectively, as well as after soybeans and in resowing – 147.7 and 149.2 mm. A similar trend was also observed in the lower soil layers of 100–160 cm. Although there were large reserves in the barley resowing (89.5 mm), but after other preceding crops the difference was not more than 6.9 mm. Therefore, in general, the same dependence is repeated in the 0–160 cm layer.

Table 2

Available moisture reserves under spring barley crops at the beginning of vegetation after different preceding crops in different soil layers, mm

Preceding plants	Year						Three-year average	
	2011		2012		2013		0-100 cm	100-160 cm
	0-100 cm	100-160 cm	0-100 cm	100-160 cm	0-100 cm	100-160 cm		
Sugar beets (check)	140.7	82.6	132.7	53.0	132.0	93.4	135.1	76.3
Soybeans	147.7	86.1	153.7	84.9	154.6	97.4	152.0	89.5
Maize	143.1	83.8	168.3	85.7	156.6	96.7	156.0	88.7
Spring barley	149.2	89.5	161.8	95.1	162.1	100.7	157.7	95.1

Table 3

**Total reserves of available moisture in the soil layer 0–160 cm
under spring barley crops at the beginning of the growing season
after different proceeding crops, mm**

Proceeding plants	Year			Three-year average
	2011	2012	2013	
Sugar beets (check)	223.3	185.6	225.4	211.4
Soybeans	233.8	238.6	252.0	241.5
Maize	226.9	253.9	253.3	244.7
Spring barley	238.7	256.9	262.8	252.8

A more contrasting difference in the available moisture reserves after different proceeding crops was in 2012. For example, at the beginning of the growing season in the layer of 0–100 cm the least water was after sugar beets – 132.7 mm. After soybeans it was already 21 mm larger. And most of all, maize and spring barley contributed to the accumulation of moisture, after which the spring reserves of soil moisture increased to 168.3 and 161.8 mm, respectively. In the deeper layers of 100–160 cm, the moisture reserves after soybean and maize were almost the same and occupied an intermediate position between the lowest value (53.0 mm) after sugar beets and the highest value (95.1 mm) in barley re-sowing.

According to the total indices of available moisture reserves in the layer of 0–160 cm, all proceeding crops can be placed in ascending order from smaller to larger as follows: sugar beets (185.6 mm), soybeans (238.6 mm), maize (253.9 mm) and barley (256.9 mm). As we can see, compared to the check on the experimental variants, the moisture increase was 28.6–38.4%.

In contrast to the previous one, in 2013 the reserves of available moisture after the crops, different in biology and technology, were formed somewhat differently. For example, in the soil layer 0–100 cm, the least water was observed again after the sugar crops – 132.0 mm. Soybeans and maize provided 22.6–24.6 mm more moisture than beets. And the leader in the ability to promote moisture accumulation in the soil was the re-sowing of spring barley. Here, the reserves of available moisture reached 162.1 mm, which was 30.1 mm or 22.8% more than before the check.

Some differences this year were also observed in the deeper soil layer of 100–160 cm. In particular, these are almost equivalent values of soil moisture, due to which the difference in moisture reserves between all proceeding crops was not more than 7.3 mm. But, despite this, the last place among the proceeding crops was again occupied by sugar beets (93.4 mm), and the first one – by the spring barley (100.7 mm). Soybeans and maize again occupied an intermediate place and were equivalent to each other.

Three-year average, the lowest reserves of available moisture after sugar beets – 135.1 mm – are clearly distinguished in the 0–100 cm layer. After the other proceeding crops, they were 16.9–22.6 mm larger. However, soybean, maize and spring barley were almost equivalent to the difference of no more than 5.7 mm in terms of the effect on spring soil moisture reserves in the upper meter layer. With some deviations, a similar trend was also observed in the layer of 100–160 cm, where on average in 2011–2013 the smallest spring reserves of available moisture had the barley crops after sugar beets, they were slightly larger after maize and soybeans, and the largest – in resowing.

As for the total moisture reserves in the layer 0–160 cm, as can be seen from Table 3, they differed significantly from the proceeding crops by years with the only feature that they were relatively higher annually in resowing, and the lowest – after sugar beets. As for other proceeding crops, which occupied an intermediate place under the soil moisture reserves in the 160-centimeter layer, a slightly better position in 2011 was occupied by soybeans, and in 2012 – by maize. And in 2013 and on average for three years, these proceeding crops in terms of spring barley plants supply with soil moisture were equivalent with a difference of 1.3 and 3.2 mm, respectively.

Conclusions. The best conditions for water availability of spring barley plants at the beginning of its vegetation are in the resowing, slightly worse after maize and barley, and the lowest moisture reserves in the layer of 0–160 cm had the sugar beet crops.

REFERENCES:

1. Єщенко В.О. Польові сівозміни України, якими їм бути: довго- чи короткочастотними? *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Вип. № 89. Ч. 1: Агрономія. Умань, 2016. С. 43–49.
2. Дутченко З.Я., Глущенко Л.Т. Зміна врожаю і показників якості зерна ярого ячменю під впливом попередників і строків сівби. *Вісник СНАУ*. 2008. № 2. С. 90–91.
3. Кулик І.О. Оптимізація мінерального живлення рослин ячменю ярого після різних попередників у північному Степу України. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степової зони НААН України*. 2014. № 6. С. 125–131.
4. Гирка А.Д., Кулик І.О., Андрейченко О.Г. Особливості формування врожайності вівса та ячменю ярого під впливом попередників і фону мінерального живлення. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 112–116.
5. Андрейченко О.Г. Продуктивність півчастого та голозерного ячменів ярих залежно від норм висіву і попередника в умовах північного Степу. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степової зони НААН України Бюлетень*. 2013. № 4. С. 135–139.
6. Шевченко М.С., Шевченко О.М., Швець Н.В. Агродинаміка вологоспоживання залежно від технологічних факторів землеробства степової зони. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степової зони НААН України*. 2013. № 5. С. 130–134.

УДК 631.81.84:631.86.862

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.20>

ВПЛИВ СИСТЕМИ NO-TILL ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ФОРМУВАННЯ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО СЛАБОСОЛОНЦЮВАТОГО В ПОСІВАХ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ТА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Цвей Я.П. – д.с.-г.н., професор, завідувач лабораторії
агроєкомоніторингу та проблем землеробства,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України

Мирошниченко М.С. – молодший науковий співробітник

лабораторії агроєкомоніторингу та проблем землеробства,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

Мета. Вивчити вплив no-till обробітку ґрунту на агрохімічний і фізико-хімічний стан чорноземів типових слабосолонцюватих у посівах кукурудзи та пшениці озимої. **Метод.** Польовий, лабораторний, статистичний. **Результати.** В умовах Лівобережного Лісо-степу в зоні недостатнього зволоження були проведені дослідження по впливу no-till обробітку ґрунту на агрохімічний і фізико-хімічний стан чорноземів типових слабосолонцюватих у посівах кукурудзи та пшениці озимої. Установлено, що використання різних систем обробітку ґрунту впливало на перерозподіл елементів живлення в орному й підорному шарі ґрунту. Кількість органічної речовини в орному шарі ґрунту не мала істотного зростання за використання no-till обробітку ґрунту порівняно з оранкою. Вміст лужногідролізованого азоту й мінерального азоту мав переваги за використання оранки, як і рухомі фосфати та обмінний калій, які зосереджувались за no-till у верхніх шарах ґрунту, а за використання оранки були рівномірно розподілені по орному шарі ґрунту. **Висновки.** В посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно в шарі 0-10 см кількість гумусу за використання no-till обробітку ґрунту становила відповідно 4,79% і 4,30%, тоді як за оранки – 4,87 і 4,31%. У посівах кукурудзи вміст гумусу в орному шарі за використання оранки був більшим на 0,23% порівняно з no-till обробітком ґрунту, що становило 4,16%. Лужногідролізований азот у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно мав переваги порівняно з no-till обробітком ґрунту в шарі 0-30 см на 20,01 та 14,44 мг/кг ґрунту. Кількість рухомих фосфатів у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно за використання no-till обробітку ґрунту в орному шарі становила 45,78 та 47,66 мг/кг, що було на рівні оранки. Обмінного калію – відповідно 132,89 та 122,22 мг/кг ґрунту, що поступалось оранці. Тому використання оранки сприяє кращій доступності елементів живлення.

Ключові слова: гумус, лужногідролізований азот, мінеральний азот, рухомий фосфор, обмінний калій, оранка, no-till, кукурудза на зерно, озима пшениця.

Tsvei Ya.P., Myroshnychenko M.S. Effect of no-till tillage system on the formation of weakly alkaline chernozem fertility in winter wheat and maize crops

Research goal. To study the influence of no-till on the agrochemical and physicochemical state of typical weakly alkaline chernozem in maize and winter wheat crops. **Methods.** Field, laboratory, statistical. **Results.** The research on the influence of no-till on the agrochemical and physicochemical condition of typical weakly alkaline chernozem in maize and winter wheat was carried out in the Left-Bank Forest-Steppe in the zone of insufficient soil moisture. It was found that the use of different tillage systems affected the redistribution of nutrients in the ploughed and sub-ploughed soil layer. The amount of organic matter in the ploughed soil layer did not increase significantly with the practice of no-till compared to ploughing. The content of alkaline hydrolyzed nitrogen and mineral nitrogen, as well as mobile phosphates and exchange potassium, had advantages with ploughing because under no-till the elements concentrated in the upper layer of the soil, while under plowing, they were evenly distributed in the arable layer of the soil. **Conclusions.** In the crops of winter wheat and maize for grain, in the 0-10 cm soil layer, the content of humus under no-till was 4.79% and 4.30%, respectively, while under ploughing – 4.87 and 4.31%. In maize crops, humus content in the ploughed soil layer under

ploughing was higher by 0.23% compared to no-till, where it was 4.16%. Alkaline hydrolyzed nitrogen in winter wheat and maize crops had advantages with no-till in a layer of 0–30 cm by 20.01 and 14.44 mg/kg of soil, respectively. The content of mobile phosphates in winter wheat and maize for grain under no-till in the ploughed layer was 45.78 and 47.66 mg/kg, respectively, which was at the level of ploughing. The content of exchange potassium, respectively, was 132.89 and 122.22 mg/kg of soil, which was inferior to ploughing. Thus, ploughing contributes to better availability of plant nutrients.

Key words: *humus, hydrolyzed nitrogen, mineral nitrogen, mobile phosphorus, exchange potassium, ploughing, no-till, maize for grain, winter wheat.*

Постановка проблеми. Для підвищення родючості чорноземних ґрунтів потрібно враховувати баланс як поживних речовин, так і гумусу, що можна досягнути шляхом оптимізації системи удобрення й системи обробітку ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Родючість чорноземних ґрунтів в умовах Лівобережного Лісостепу України залежить як від системи удобрення й обробітку ґрунту, так і від структури сівозміни [1, с. 484]. Найбільш вагомий вплив на відтворення вмісту гумусу має органо-мінеральна система удобрення, яка охоплює використання гною на фоні мінеральної системи удобрень переважно під просапні культури в сівозміні [2, с. 328; 3, с. 16-21; 4, с. 14-17].

У сучасних умовах, які склались, широко використовують у сівозміні заорювання післяжнивних решток на фоні мінеральної системи удобрення, що за наявності бобових культур у сівозміні спричинює позитивний баланс умісту гумусу [2, с. 328]. Поряд із використанням систем удобрення значний вплив на мінералізацію й гуміфікацію органічної речовини у ґрунті має система обробітку ґрунту, яка має враховувати структуру сівозмін, кількість просапних і зернових культур [3, с. 16-21; 5, с. 297; 6, с. 163-173].

У дослідженнях немає єдиної думки щодо впливу способів обробітку ґрунту на стабілізацію вмісту гумусу, в окремих дослідженнях за проведення безполіцевого обробітку ґрунту спостерігається зниження вмісту гумусу порівняно до оранки, в інших спостерігається його зростання порівняно до оранки. За проведення безполіцевого обробітку ґрунту підвищення вмісту гумусу спостерігається у верхніх (0-10 та 10-20 см) шарах ґрунту і зниження – в нижніх шарах. Використання різноглибинної оранки в сівозміні сприяє підвищенню вмісту гумусу у всьому орному шарі. В сучасних агроєкосистемах широко використовують no-till обробіток ґрунту, що впливає на гуміфікацію органічної речовини й підвищує вміст гумусу у верхніх шарах ґрунту [7, с. 18-24; 8, с. 16-18; 9, с. 200].

Система обробітку ґрунту й застосування елементів живлення сприяє підвищення вмісту мінерального азоту і його перерозподілу в орному шарі [10, с. 914-921]. Система застосування азотних добрив повинна компенсувати винос азоту культурами сівозміни [2, с. 328; 3, с. 16-21]. За умов застосуванні органо-мінеральної системи удобрення зростає вміст лужногідролізованого й мінерального азоту у ґрунті, на фоні органічних добрив спостерігається іммобілізація азоту ґрунтовою мікрофлорою, але це зменшує доступність його для рослин [1, с. 484].

Уміст рухомого фосфору залежить від застосування системи удобрення. Найбільший його вміст спостерігається на фоні застосування органічних і мінеральних добрив. Доступність рослин фосфору залежить від способів обробітку ґрунту, за умов унесення фосфорних добрив під час сівби сільськогосподарських культур фосфати концентруються у верхньому шарі ґрунту, що підвищує їх уміст, але за високих температур знижується їх доступність рослинам, що особливо важливо в зоні Лівобережного Лісостепу через підвищене використання фосфору рослинами [2, с. 328; 11, с. 476].

Кількість обмінного калію зростає на фоні удобрення, за мінералізації органічних добрив, рослинних решток, що значною мірою залежить від системи обробітку ґрунту. Для зони недостатнього зволоження і провінції чорноземів слабосолонцюватих характерний перехід калію з рухомого в необміннофіксований стан, що обумовлено особливостями ґрунтово-вбирного комплексу. Тому забезпечення чорноземних ґрунтів калієм має важливе значення в системі збереження та відтворення чорноземних ґрунтів [2, с. 328; 12, с. 24-41].

Постановка завдання. Мета статті – установити вплив системи no-till обробітку ґрунту на формування родючості чорнозему типового слабосолонцюватого в посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводились в умовах недостатнього зволоження зони Лівобережного Лісостепу України в селянському фермерському господарстві «Дослідне» Семенівського району, Полтавської області упродовж 2017-2019 рр. Ґрунт дослідного поля – чорнозем слабосолонцюватий, орний шар ґрунту – мав такі агрохімічні показники: рН сольової витяжки – 7,1-7,5; гумус за Тюрніним – 4,2-4,6%, лужногідролізованого азоту – 130-140 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору та обмінного калію (за Мачигінім) 45,8-54,1 і 151,6-174,2 мг/кг ґрунту відповідно. Схемою досліду передбачалось установити вплив системи no-till обробітку ґрунту на формування родючості чорнозему типового слабосолонцюватого в посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно. Під посів озимої пшениці вносили $N_{45} P_{45} K_{45}$, а під кукурудзу на зерно – $N_{60} P_{60} K_{60}$.

Спостереження проводились у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно, де відбирали ґрунтові зразки на кінець вегетації сільськогосподарських культур. До завдань дослідження входило визначення вмісту гумусу за ДСТУ 4289:2004, лужногідролізованого азоту за ДСТУ 7863:2015, мінерального азоту за ДСТУ 1425:2005, рухомого фосфору та обмінного калію за ДСТУ 4114:2002, що дозволяло найбільш повно оцінити формування родючості ґрунту.

Результати дослідження та їх обговорення. Гумус як основний показник родючості ґрунту залежить як від системи удобрення, так і від обробітку ґрунту [2, с. 328; 12, с. 24-41]. Дослідження показали, що під час вирощування озимої пшениці в орному (0-30 см) шарі ґрунту вміст гумусу становив за умов оранки 4,57%, тоді як за no-till – 4,60%. В 0-10 см шарі ґрунту за умов оранки було 4,87%, що на 0,08% перевищувало no-till, а в шарах ґрунту 10-20 та 20-30 см за використання оранки спостерігалось 4,65 та 4,18% гумусу, що поступалось no-till технології на 0,07 та 0,11% (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст гумусу в чорноземі слабосолонцюватому, СФГ «Дослідне»,
Семенівський р-н, Полтавської обл., 2017-2019 рр.,%**

Культура	Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту	
		оранка	no-till обробіток
Озима пшениця	0-10	4,87	4,79
	10-20	4,65	4,72
	20-30	4,18	4,29
	0-30	4,57	4,60
	30-60	3,43	3,57

Продовження таблиці 1

Нір 0,5	0-30	0,37	
	30-60	0,29	
Кукурудза на зерно	0-10	4,31	4,30
	10-20	4,51	3,99
	20-30	3,67	3,50
	0-30	4,16	3,93
	30-60	3,24	3,16
Нір 0,5	0-30	0,33	
	30-60	0,26	

У посівах кукурудзи на зерно як в орному, так і в підорному шарі ґрунту вміст гумусу був вище за використання оранки, що становило 4,16 та 3,24%, тоді як за no-till технології – 3,93 та 3,16%. У верхньому (0-10 см) шарі гумус був на одному рівні незалежно від обробітку – 4,30-4,31%. У шарах ґрунту 10-20 та 20-30 см за використання оранки він досягав 4,51 та 3,67%, що перевищувало no-till на 0,52 та 0,17% відповідно (табл. 1). Це можна пояснити тим, що за умов застосування no-till обробітку ґрунту у верхньому шарі ґрунту спостерігаються процеси дегуміфікації внаслідок посилення мінералізації органічних решток, що не сприяє зростанню гумусу.

Уміст сполук азоту у ґрунті значною мірою залежить від системи удобрення й обробітку ґрунту, наявність органічних добрив сприяє зростанню як лужногідролізованого, так і мінерального азоту, особливо на високобуферних ґрунтах у зоні недостатнього зволоження [7, с. 163-173; 10, с. 914-921]. Так, у посівах озимої пшениці вміст лужногідролізованого азоту в орному (0-30 см) шарі був більшим за використання оранки на 20,01 мг/кг порівняно до no-till обробітку, що становило 137,45 мг/кг. У верхніх шарах ґрунту (0-10; 10-20 та 20-30 см) його вміст за використання оранки досягав 148,67; 139,67 та 124,0 мг/кг ґрунту відповідно, що перевищувало no-till обробіток ґрунту на 21,0; 18,34 та 20,67 мг/кг. У підорному шарі за оранки вміст азоту досягав 105,67 мг/кг, тоді як за no-till – 96,0 мг/кг (табл. 2).

Така ж закономірність спостерігалась у посівах кукурудзи на зерно, де вміст лужногідролізованого азоту в орному шарі за використання оранки становив 134,11 мг/кг, що перевищувало no-till на 14,44 мг/кг ґрунту, а в підорному шарі – 112,0 мг/кг, що було більше на 8,33 мг/кг ґрунту. У верхніх (0-10; 10-20 та 20-30 см) шарах ґрунту вміст лужногідролізованого азоту був більшим за використання оранки – 140,33; 135,67 та 126,33 мг/кг, що переважало no-till обробіток на 19,33; 12,67 та 11,33 мг/кг ґрунту (табл. 2).

Уміст мінерального азоту під час вирощування озимої пшениці в орному шарі ґрунту був більшим за використання оранки, що становило 20,69 мг/кг та 15,30 мг/кг ґрунту в підорному шарі, що перевищувало no-till обробіток на 5,07 та 4,47 мг/кг відповідно. У верхніх шарах ґрунту кількість мінерального азоту за використання оранки в шарі 0-10 см становила 22,87 мг/кг; у 10-20 і 20-30 см шарах – 21,03 та 18,17 мг/кг, що було більше за no-till на 17,67; 27,1 та 30,1% (табл. 2).

Перевага оранки спостерігалась у посівах кукурудзи на зерно, де вміст мінерального азоту за використання оранки в орному (0-30 см) шарі ґрунту становив 18,86 мг/кг, тоді як за no-till було 14,79 мг/кг. Відповідно у верхніх шарах ґрунту за умов оранки в 0-10; 10-20 та 20-30 см спостерігали 21,17; 18,40 та 17,0 мг/кг

Таблиця 2

**Уміст азоту в посівах сільськогосподарських культур
на кінець їх вегетації, СФГ «Дослідне», Семенівський р-н,
Полтавської обл., 2017-2019 рр., мг/кг ґрунту**

Культура	Обробіток ґрунту	Шар ґрунту, см	Лужногідролізований азот	Мінеральний азот
Озима пшениця	оранка	0-10	148,67	22,87
		10-20	139,67	21,03
		20-30	124,00	18,17
		0-30	137,45	20,69
		30-60	105,67	15,30
	no-till обробіток	0-10	127,67	18,83
		10-20	121,33	15,33
		20-30	103,33	12,70
		0-30	117,44	15,62
		30-60	96,00	10,83
Нір 0,5		0-30	10,67	1,57
		30-60	8,35	1,15
Кукурудза на зерно	оранка	0-10	140,33	21,17
		10-20	135,67	18,40
		20-30	126,33	17,00
		0-30	134,11	18,86
		30-60	112,00	14,20
	no-till обробіток	0-10	121,00	17,17
		10-20	123,00	14,77
		20-30	115,00	12,43
		0-30	119,67	14,79
		30-60	103,67	10,37
Нір 0,5		0-30	10,53	1,44
		30-60	8,9	1,07

ґрунту, за no-till обробітку – зниження мінерального азоту на 4,0; 3,63 та 4,57 мг/кг. У варіанті з використанням оранки відбувалась міграція сполук мінерального азоту, відповідно до чого у 30-60 см шарі спостерігалось 14,2 мг/кг, тоді як за no-till – 10,37 мг/кг ґрунту (табл. 2).

Формування фосфатного фонду чорнозему слабосолонцюватого залежить від системи удобрення та обробітку ґрунту [2, с. 328; 11, с. 476]. Під час вирощування озимої пшениці вміст рухомого фосфору за оранки в орному (0-30 см) шарі ґрунту досягав 46,33 мг/кг, що було на рівні no-till обробітку. Водночас у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту за використання оранки було помічено 49,0 мг/кг рухомого фосфору, що поступалося no-till на 3,33 мг/кг, а в нижніх шарах (10-20 і 20-30 см) перевага була за оранкою, де кількість фосфатів становила 48,67 та 41,33 мг/кг ґрунту, тоді як за no-till – 47,0 та 38,00 мг/кг. Таким чином, за використання no-till технології дещо більший вміст рухомого фосфору спостерігається у верхніх шарах ґрунту, а в підорному (30-60 см) шарі ґрунту він урівноважується і становить 32,0 мг/кг ґрунту за умови використання оранки та 33,33 мг/кг за no-till технології (табл. 3).

Таблиця 3

**Уміст фосфору та калію в посівах сільськогосподарських культур
на кінець їх вегетації, СФГ «Дослідне», Семенівський р-н,
Полтавської обл., 2017-2019 рр., мг/кг ґрунту**

Культура	Обробіток ґрунту	Шар ґрунту, см	Рухомий фосфор	Обмінний калій
Озима пшениця	оранка	0-10	49,00	181,67
		10-20	48,67	151,67
		20-30	41,33	113,33
		0-30	46,33	148,89
		30-60	32,00	105,00
	No-till обробіток	0-10	52,33	153,67
		10-20	47,00	131,67
		20-30	38,00	113,33
		0-30	45,78	132,89
		30-60	33,33	87,67
Нір 0,5		0-30	3,77	11,7
		30-60	2,66	8,1
Кукурудза на зерно	оранка	0-10	56,67	179,33
		10-20	47,00	158,33
		20-30	44,67	110,00
		0-30	49,45	149,22
		30-60	33,00	101,67
	No-till обробіток	0-10	55,33	146,67
		10-20	46,33	123,33
		20-30	41,33	96,67
		0-30	47,66	122,22
		30-60	31,33	83,33
Нір 0,5		0-30	3,98	11,47
		30-60	2,64	7,81

Під час вирощування кукурудзи на зерно за умови застосування оранки в орному (0-30 см) шарі ґрунту вміст рухомого фосфору досягав 49,45 мг/кг, тоді як за використання no-till технології він становив 47,66 мг/кг ґрунту. У верхніх (0-10; 10-20 і 20-30 см) шарах ґрунту вміст рухомого фосфору за умови застосування оранки становив 56,67; 47,0 та 44,67 мг/кг ґрунту, тоді як за no-till обробітку ґрунту його кількість була на рівні 55,33; 46,33 та 41,33 мг/кг ґрунту. У підорному шарі ґрунту за таких систем обробітку вміст рухомих фосфатів досягав 33,0 та 31,33 мг/кг (табл. 3).

Отже, рухомі фосфати за no-till технології зосереджуються більше в шарі 0-10 см і менше переміщуються в орному шарі ґрунту.

Уміст обмінного калію в чорноземі слабосолонцюватому залежить від обробітку ґрунту та системи удобрення [2, с. 328; 12, с. 24-41]. Так, під час вирощування озимої пшениці за умови використання оранки вміст обмінного калію в орному (0-30 см) шарі ґрунту становив 148,89 мг/кг ґрунту, що перевищувало no-till обробіток на 16,0 мг/кг ґрунту. Така ж закономірність спо-

стерігалась у верхньому шарі ґрунту, де за використання оранки спостерігали в 0-10 і 10-20 см – 181,67 та 151,67 мг/кг ґрунту, що мало переваги від по-till обробітку ґрунту на 28,0 та 20,0 мг/кг ґрунту відповідно. У шарі 20-30 см уміст обмінного калію становив 113,33 мг/кг ґрунту, що було на рівні по-till обробітку. В підорному (30-60 см) шарі ґрунту за використання оранки кількість обмінного калію становила 105,0 мг/кг ґрунту, що переважало рівень за технологією по-till обробітку на 17,33 мг/кг (табл. 3).

Вирощування кукурудзи на зерно за умови застосування оранки забезпечило вміст обмінного калію в орному (0-30 см) шарі на рівні 149,22 мг/кг, що перевищувало по-till обробіток на 27,0 мг/кг ґрунту. У верхніх шарах ґрунту (0-10; 10-20 і 20-30 см) його вміст становив 179,33; 158,33 та 110,0 мг/кг ґрунту, що мало значні переваги перед по-till обробітком ґрунту відповідно на 32,36; 35,0 та 13,33 мг/кг ґрунту. В підорному 30-60 см шарі ґрунту кількість обмінного калію становила 101,67 мг/кг, що перевищувало по-till обробіток на 18,34 мг/кг (табл. 3).

Отже, обмінний калій за використання оранки рівномірно розповсюджений в орному шарі, що пояснюється кращим перемішуванням шару ґрунту, чого не спостерігається за використання по-till технології, де відбувається його зосередження у верхніх шарах.

Висновки і пропозиції. На чорноземах типових слабосолонцюватих кількість гумусу в посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно в шарі 0-10 см за використання по-till обробітку ґрунту становила відповідно 4,79% і 4,30%, тоді як за оранки – 4,87 і 4,31%. У посівах кукурудзи вміст гумусу в орному шарі за використання оранки становив 4,16%, що мало переваги на 0,23% порівняно з по-till обробітком ґрунту.

Лужногідролізований азот у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно мав переваги порівняно з по-till обробітком ґрунту в шарі 0-30 см на 20,01 та 14,44 мг/кг ґрунту, що становило 137,45 і 134,11 мг/кг ґрунту.

Кількість рухомих фосфатів у посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно за використання по-till обробітку ґрунту в орному шарі було на рівні оранки й досягало відповідно 45,78 та 47,66 мг/кг.

Уміст обмінного калію в орному шарі ґрунту за використання оранки становив 148,89 та 149,22 мг/кг ґрунту, що було на 10,75 і 18,09% більше від по-till обробітку ґрунту. Тому використання оранки сприяє кращій доступності елементів живлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Демиденко О.В., Бойко П.І., Блащук М.І., Шаповал І.С., Коваленко Н.П. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу. Сміла, 2019. 484 с.
2. Іваніна В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах. Київ : ЦП «Компрінт», 2016. 328 с.
3. Цюк О.А. Вплив систем землеробства на родючість чорнозему типового в Лісостепу. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 16-21.
4. Ременюк Ю.О. Вплив тривалого обробітку ґрунту на родючість чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 11. С. 14-17.
5. Циліорик О.І. Система мульчувального обробітку ґрунту в сівозмінах Північного Степу. Львів-Дніпро : «Новий Світ–2000», 2019. 297 с.
6. Мартиненко В.М. Врожайність культур і родючість чорнозему типового за різного удобрення та обробітку. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58(1). С. 163-173.

7. Власенко А.Н., Власенко Н.Г. Влияние технологии no-till на содержание питательных элементов в черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири. *Земледелие*. 2016. № 3. С. 18-24
 8. Власенко А.Н.; Власенко Н.Г.; Коротких Н.А. Перспективы no-till технологии в Сибири. *Земледелие*. 2014. № 1. С. 16-18.
 9. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в європейських країнах. Харків, 2010. 200 с.
 10. deCarvalho A.M.; Marchao R.L.; Souza K. W.; Bustamante M.M.D. Soil fertility status, carbon and nitrogen stocks under cover crop and tillage regimes. *Revista ciencia agronomica*. 2014. Vol. 45. №: 5. P. 914-921 doi.org/10.1590/S1806-66902014000500007.
 11. Носко Б.С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків : ФОП Бровін О.В., 2017. 476 с.
 12. Karlen D. L., Kovar J. L., Cambardella C. A., Colvin T. S. Thirty-year tillage effects on crop yield and soil fertility indicators. *Soil & tillage research*. 2013. Vol. 130. P. 24-41. doi.org/10.1016/j.still.2013.02.003.
-

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРобКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2.034

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.21>

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРобКИ МОЛОКА В УМОВАХ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ТОРГОВИЙ ДІМ» ДОЛИНСЬКЕ» ЧАПЛИНСЬКОГО РАЙОНУ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Балабанова І.О. – к.с.-г.н., доцент кафедри технологій переробки

та зберігання сільськогосподарської продукції,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

Політрава Л.А. – магістрант біолого-технологічного факультету,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

Молочне скотарство – одна з найважливіших продовольчо-безпекових галузей України, призначення якої полягає в забезпеченні виробництва молока в обсягах, достатніх для завантаження виробничих потужностей молокопереробних підприємств із подальшим виробництвом молочної продукції. Стан розвитку агропромислового комплексу, в тому числі і його важливого складника – галузі молочного скотарства, впливає на соціальну та економічну стабільність економічної системи.

Здорова нація – запорука успішної економіки, а якісна сировина – основа виробництва корисних для здоров'я продуктів. В сучасних економічних умовах гостро постала проблема підвищення якості молока і молочної продукції та її державного регулювання, оскільки вступ України до СОТ зумовив жорсткі умови реалізації молочної сировини.

Молочна продукція, а особливо молоко, посідає важливе місце у споживанні українця. На якість молока впливає певна кількість факторів. Основними з них є індивідуальні (генетичні) особливості тварин, їхній фізіологічний стан, добовий ритм секреції молока, лактаційний період, вік тварини, пора року, умови утримання, доїння, порода, фактори годівлі, умови догляду, санітарні умови, гігієна кормів та якість утримування корів тощо.

Впровадження прогресивних способів утримання тварин у молочному скотарстві насамперед передбачає підвищення їх продуктивності. Успіх у цьому здебільшого визначається раціональним використанням біологічних особливостей тварин. Максимальна реалізація генетичних можливостей молочної худоби відбуватиметься лише за умов стабільного і якісного виконання основних технологічних процесів на фермі.

У статті проведено аналіз технології виробництва молока голштинської молочної породи корів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Торговий Дім» «Долинське» Чаплинського району Херсонської області. Загальна кількість поголів'я складає 3274 голови, з них дійного – 1260 корів. Середньодобовий рівень надою досягає 30 літрів молока на одну голову. Корів доять тричі на добу в один і той же час у спеціально обладнаних дойльних залах. Вміст молочного жиру в середньому становить 3,9%.

Ключові слова: голштинська порода, молоко, показник безпечності, конкурентоспроможність, продуктивність.

Balabanova I.O., Politrava L.A. Features of technology of milk production and processing under the conditions of Dolynske Trading House Ltd in Chaplynskyi district, Kherson region

Dairy farming is one of the most important food and safety industries in Ukraine, the purpose of which is to ensure milk production in volumes that are sufficient to ensure the production capacity of milk processing enterprises with the subsequent production of dairy products. The state of development of the agro-industrial complex, including its important component – the dairy industry, affects the social and economic stability of the economic system.

A healthy nation is the key to a successful economy, and quality raw materials are the basis for the production of healthy products. Under modern economic conditions, the problem of improving the quality of milk and dairy products and its state regulation has become acute, as Ukraine's accession to the WTO has led to strict conditions for the sale of raw milk. Dairy products, especially milk, play an important role in Ukrainian consumption.

The quality of milk is affected by a number of factors. The main ones are individual (genetic) characteristics of animals, their physiological condition, daily rhythm of milk secretion, lactation period, age of the animal, time of year, housing conditions, milking, breed, feeding factors, care conditions, sanitary conditions, feed hygiene and quality of keeping cows, etc.

The introduction of progressive methods of keeping animals in dairy farming involves, first of all, increasing their productivity. Success in this is mainly determined by the rational use of biological characteristics of animals. The maximum realization of the genetic potential of dairy cattle will take place only under the conditions of stable and high-quality implementation of the main technological processes on the farm.

The article analyzes the technology of milk production of Holstein dairy breed of cows under the conditions of Dolynske Trading House Ltd in Chaplynskyi district, Kherson region. The total number of livestock is 3274, of which 1260 are dairy cows. The average daily milk yield reaches 30 liters of milk per head. Cows are milked three times a day at the same time in specially equipped milking parlors. The milk fat content averages 3.9%.

Key words: Holstein breed, milk, safety index, competitiveness, productivity.

Постановка проблеми. Нині молочна промисловість є однією з найважливіших серед переробних галузей, на озброєнні якої знаходяться тисячі одиниць сучасного технологічного і енергетичного обладнання, сотні потокових ліній, безліч засобів механізації і автоматизації технологічних процесів. Якість і безпечність молочної сировини є запорукою виробництва високоякісної молочної продукції. Висока якість сирого молока забезпечує швидшу його переробку, зменшення затрат на його очищення, пастеризацію, дозволяє отримати безпечний і конкурентоспроможний харчовий продукт [1, с.152–157].

Вирішення проблеми якості сирого молока є особливо важливим, оскільки молоко та молочні продукти належать до категорії продуктів першої необхідності. Найбільш жорсткий контроль має здійснюватися щодо сировини, яка призначена для виробництва продуктів дитячого та дієтичного харчування. Поліпшення якості сировини через запровадження і дотримання міжнародних стандартів і дотримання санітарно-гігієнічних умов виробництва, вчасне охолодження, відповідна підготовка її до продажу є одними з основних напрямів підвищення якості та конкурентоспроможності вітчизняної молочної продукції порівняно з імпортованою [2, с. 184–207; 3, с. 211–214].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Прагнення України інтегруватися в міжнародні економічні структури зобов'язують вітчизняних виробників прискорено адаптуватися до жорстких умов світових ринків, що може бути досягнуто

тільки через застосування сучасних інструментів управління якістю. В контексті перспектив євроінтеграції проблема якості постає на перше місце і суттєво впливає на формування ринкової стратегії розвитку аграрного виробництва.

12 липня набрав чинності Наказ Мінагрополітики від 12.03.2019 № 118 «Про затвердження Вимог до безпечності та якості молока та молочних продуктів». Цей документ має уніфікувати відповідні українські та європейські вимоги, врегулювати значення основних мікробіологічних показників, адаптувати технологічні вимоги до сучасних реалій і скасувати застарілі норми у цій сфері [4, с. 62–63].

Постановка завдання. Метою роботи є вивчення особливостей технології виробництва і переробки молока в умовах ТОВ «Торговий Дім» Долинський Чаплинського району Херсонської області.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення інтенсивної технології виробництва молока проводили в племінному стаді великої рогатої худоби голштинської породи ТОВ «ТД» «Долинське» Чаплинського району Херсонської області. Господарство є одним із лідерів молочного бізнесу в Україні.

На підприємстві з великою розораністю земель при підвищеній концентрації поголів'я та інтенсивному використанні високопродуктивних стад із повного механізацією й автоматизацією всіх виробничих процесів застосовують цілорічну стійлову систему утримання тварин (рисунок 1) у приміщеннях закритого типу (залежно від кліматичної зони) з безприв'язним у боксах способом утриманням корів.

Безприв'язне утримання великої рогатої худоби сприяє застосуванню сучасних засобів механізації, кращій організації і спеціалізації праці, що дозволяє різко підняти продуктивність праці, вдвічі-втричі знизити трудомісткість виробленої продукції. При безприв'язному утриманні створюються можливості для використання високопродуктивних машин: мобільні агрегати для роздавання кормів, прибирання гною; доїльні установки, змонтовані в спеціальних приміщеннях тощо, які здатні обслуговувати велику кількість тварин чи кілька тваринницьких приміщень. Завдяки цьому значно зростає коефіцієнт використання технологічних машин та обладнання (до 0,7-0,9) і різко скорочуються капіталовкладення в засоби механізації виробничих процесів.

Обладнання для безприв'язного утримання містить бокси для відпочинку, місця годівлі, водопою і чесання, огорожі та скотопрогони до доїльного залу. Таке



Рис. 1. Безприв'язний спосіб утримання корів у боксах

утримання дає можливість ретельно нормувати годівлю, роздоювати корів, спостерігати за станом їх здоров'я, виявом охоти, здійснювати догляд з урахуванням індивідуальних особливостей.

Фізіологічний стан тварин і вияв їх продуктивних якостей залежить від умов зовнішнього середовища. Для продуктивного сільськогосподарського тваринництва, а саме молочних високопродуктивних корів, головними складниками залишаються умови утримання, вигульні майданчики, корми та вода [5, с. 6–12].

У приміщеннях і на вигульних майданчиках годівля корів здійснюється з монолітних залізобетонних стандартних годівниць, які є зручними для механічного роздавання кормів мобільними кормороздавачами. Висока молочна продуктивність корів можлива тільки в умовах нормальної годівлі й необхідної концентрації обмінної енергії та поживних речовин у сухій речовині раціонів. Зокрема, за добових надоїв молока 20 кг поживність 1 кг сухої речовини раціону має рівнятися 9,4 МДж обмінної енергії, а при 40 кг – 11,2, тобто на 19% більше. Вміст перетравного протеїну відповідно підвищується від 80 до 115 г (на 44%).

Фізіологічною добовою нормою сирої клітковини для нормального травлення й синтезу молока жирністю 3,6–4,0% для корів молочних порід живою масою 600 кг є 4500 г. За меншої кількості (менше 17%) у сухій речовині кормів порушуються процеси травлення, підвищується кислотність кормової маси у рубці, що за тривалої годівлі викликає ацидоз, спад надоїв молока, зменшення в ньому вмісту жиру.

Годівля на фермі – дворазова. Рівень споживання раціону залежить від фізіологічних потреб тварин і рівня продуктивності. Консервовані та концентровані корми подаються для приготування з кормосховищ, після чого за необхідності подрібнюються і змішуються у мобільному кормороздавачі Viga, а потім роздаються для згодовування тваринам. Для збалансування раціонів за мікро- і макроелементами та для покращення фізіологічного стану стада господарство використовує вітамінно-мінеральну добавку.

Вода для напування тварин повинна бути смачною, чистою, без запаху та кольору. Якщо фермер сам може пити ту воду, яку споживають тварини, можна бути спокійним: вода належної якості. Вода – це той компонент живлення, значення якого у тваринництві часто недооцінюють. Тварини повинні мати постійний доступ до води відповідної якості, оскільки низькоякісна вода стрімко призводить до низки проблем, які насамперед провокують погіршення виробничих показників.

Залежно від температури довкілля, вмісту сухої речовини в кормі та рівня продуктивності потреба у споживанні води ВРХ може коливатися від 40 до 200 літрів на день. Особливо важливим є споживання достатньої кількості води високопродуктивними коровами, адже вони продукують багато метаболічного тепла. У разі недостатнього споживання води значно зростає ризик теплового стресу. Якщо тварини, які потребують багато води, мають до неї поганий доступ, то рано чи пізно ви зіткнетеся з проблемами.

Розрахунок проводимо так: на одну корову відводимо мінімум 8 см довжини резервуару (наприклад, для 50 корів потрібно мінімум 400 см (8 см×50) довжини поїлки).

Видалення гною з приміщень механізоване і здійснюється скребковим транспортером, ланцюг якого проходить за периметром задньої частини стійл.

Доїння – триразове, його проводять в один і той же час згідно розпорядку дня, щоб не гальмувати процес молоковіддачі. ТОВ «Торговий Дім» Долинський має доїльні зали типу «Паралель» 2*20, «Ялинка» 2*12 і «Паралель» 2*4 для родильного відділення. Доїльний апарат одягають відразу після підготовки вимені, уникаючи потрапляння повітря. Потім апарат вирівнюють так, щоб молокопровідний

шланг розміщувався вздовж осі тіла корови.

Під час доїння стежать за поведінкою корів і роботою доїльних апаратів для запобігання наповзанню, спаданню та забрудненню стаканів доїльних апаратів, запізнілому зняттю їх із вимені, несправності вакуумної системи тощо. Частота пульсації повинна становити 45-60 доїльних тактів за хвилину, а тривалість доїння – не більше 6-7 хв. Вакуум у колекторі доїльного апарата за максимальної молоко-віддачі має становити 275-300 мм рт. ст., або 37-41 кПа [6, с. 31–34; 7, с. 13–15].

Для одержання молока високої якості на фермі забезпечують належний ветеринарно-санітарний стан, своєчасну первинну обробку молока, дотримання гігієнічних умов його одержання. Молоко зберігається у спеціальних танках-охолоджувачах до надходження його для реалізації з температурою не вище 4°C 24 год. Молоко, що здається господарством, за всіма показниками відповідає вимогам ДСТУ 3662-97 [8]. Реалізація молока відбувається до м. Херсон на ТОВ «Данон Дніпро».

У приміщеннях ферми застосовується вентиляція з природною циркуляцією повітря. Для кращого охолодження повітря в боксах вода розпилюється у вигляді туману, що дає можливість значно знизити температуру повітря у приміщенні порівняно з температурою навколишнього середовища.

Висновки і пропозиції. У результаті проведеного аналізу оцінено особливості технології виробництва молока на підприємстві ТОВ «ГД» «Долинське». Під системою утримання великої рогатої худоби розуміють комплекс господарсько-економічних, зоотехнічних, зоогігієнічних, ветеринарно-санітарних і організаційних заходів, що визначається технологією підприємства і забезпечує одержання найбільшої кількості високоякісної тваринницької продукції при мінімальних витратах матеріальних і трудових ресурсів.

Створені комфортні умови утримання, годівлі та доїння забезпечують вияв високої продуктивності тваринами голштинської породи. Середній добовий надій на корову становить 30 л молока. Годівля корів відбувається відповідно до їх фізіологічного стану, вгодованості, періоду лактації з дотриманням розпорядку роздавання кормів двічі на добу, що забезпечує максимальне споживання загальнозмішаного раціону. Доїння корів на установці типу «Паралель» дозволяє повністю механізувати і автоматизувати цей технологічний процес.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ліпич Л.Г., Момчева А.М. Якість молочної сировини в Україні: перспективи підвищення. *Інноваційна економіка*. 2010. № 16. С. 152–157.
2. Дудар Т.Г. Формування і розвиток системи реалізації молока та молокопродуктів: монографія. Тернопіль: Економічна думка, 2008. 208 с.
3. Ільчук М.М. Виробництво молока і ринок молокопродуктів. Київ: Аграрна наука, 2001. 216 с.
4. Семенькіна Ю.С. Молочная промышленность Украины. *Молочная промышленность*. 2003. № 5. С. 62–63.
5. Кузнецов А.С., Кузнецов С.Г. Условия получения высококачественного молока коров. *Зоотехния*. 2010. № 3. С. 6–12.
6. Луценко М., Зволейко Д. Дослідження процесу доїння корів у спеціалізованих доїльних залах. *Техніка і технології АПК*. 2012. № 9(36). С. 31–34.
7. Луценко М., Зволейко Д. Ефективність використання роботизованих систем доїння. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 5(44). С. 13–15.
8. ДСТУ 3662-97. Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі. [Чинний від 01.01.1998 зі змінами № 1 (ПС № 5-2007)]. Київ: Держстандарт України, 1998. 13 с. (Національний стандарт України).

УДК 636.4.083.37

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.22>

СТАНОК ДЛЯ ДВОФАЗНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СВИНЕЙ ЗА КОМБІНОВАНОГО ТИПУ ГОДІВЛІ СП-4ФК

Григоренко В.Л. – здобувач, виконувач обов'язків заступника директора з питань агропромислового виробництва, Інститут свинарства і агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України

Аналіз останніх досліджень і публікацій висвітлив проблему, яка полягає в необхідності подальшого удосконалення двофазної технології шляхом модернізації існуючого та розробки нового станкового обладнання для утримання свиноматок і поросят. Тому метою наших досліджень є розробка нового обладнання для утримання підсисних свиноматок, поросят-сисунів і відлучених поросят. Для вирішення поставленої мети вирішувалися такі завдання: розробка та удосконалення конструкції станка, покращення умов утримання і годівлі поросят, профілактики рангових стресів після їх відлучення і формування нових груп на дорощуванні.

У результаті досліджень розроблено станок у вигляді чотирьохсекційного квадратного блоку з центрально розміщеною груповою циліндричною годівницею з чотирма кормовими чарунками, нижня кромка якої жорстко приєднана до круглого піддошу з бортами. На нижній частині циліндричної годівниці закріплено рухомий кільцевий шибер, а на верхній – рухомий решітчастий контейнер.

Розроблене інноваційне обладнання призначене для утримання підсисних свиноматок, поросят-сисунів і відлучених поросят за умов двофазної технології. Станок СП-4ФК дає можливість тваринам споживати концентровані, грубі й зелені корми. Крім того, станок забезпечує умови для безстресового об'єднання гнізд, утримання, годівлі поросят після відлучення і формування нових груп на дорощуванні та забезпечує кращі умови для рухової й ігрової активності тварин.

У результаті порівняльних досліджень, проведених на станках ОСМ-60 (контрольна) і СП-4ФК (дослідна група), встановлено, що до 65-ти денного віку тварини дослідної групи вірогідно переважали контрольних аналогів за живою масою на 3,71 кг, або на 15,57%, а до кінця 90-денного віку – на 4,34 кг, або на 12,04% відповідно.

Встановлено, що дорощування молодняку свиней у станках СП-4ФК порівняно з ОСМ-60 за умов двофазної технології сприяє підвищенню енергії росту (на 19,81%) і збереженості молодняку (до 5%) свиней, зменшенню витрат часу (на 25,40%) на технологічні операції.

Ключові слова: станок, свиноматка, поросята, дорощування, жива маса, збереженість, затрати праці.

Grigorenko V.L. Stall SP-4FS for a two-phase technology of pig breeding under a combined type of feeding

An analysis of recent research and publications has highlighted the problem of the need to further improve two-phase technology by upgrading the existing and developing new equipment for sows and piglets. In this regard, the aim of our research is to develop new equipment for suckling sows, suckling piglets and weaned piglets. To reach this goal, we solved the following tasks: improving the design of the machine, improving the conditions of keeping and feeding piglets, prevention of rank stress after weaning and the formation of new groups for rearing.

As a result of research, a stall in the form of a four-section square block with a centrally placed group cylindrical feeder with four feed cells, the lower edge of which is rigidly attached to a round tray. A movable annular damper is attached to the lower part of the cylindrical feeder, and a movable lattice container is attached to the upper part.

The developed innovative equipment is designed for keeping suckling sows, suckling piglets and weaned piglets under the conditions of two-phase technology. The SP-4FK stall allows animals to consume concentrated, rough and green forages and allows using it for feeding weaned piglets. In addition, the stall provides conditions for stress-free litter grouping and keeping.

As a result of comparative studies conducted on OSM-60 (control) and SP-4FK stalls (experimental group), it was found that at the age of up to 65 days, the animals of the experimental group credibly outperformed control analogues in live weight by 3.71 kg or 15, 57%, and by the end of 90 days of age – by 4.34 kg or 12.04% respectively.

It is established that rearing young pigs in SP-4FK stalls in comparison with OSM-60 under the conditions of two-phase technology promotes an increase in energy of growth (by 19.81%) and survival of the young (by up to 5%) of pigs, reduction in time consumption (by 25.40%) for technological operations.

Key words: stall, sow, piglets, rearing, live weight, survival, labor costs.

Постановка проблеми. Завдяки інноваціям нині на сучасних свинокомплексах отримують такі показники господарювання: середньодобовий приріст живої маси однієї голови молодняку свиней на відгодівлі склав 700-800 г, кількість опоросів на одну свиноматку на рік – 2,3, вихід поросят на одну основну свиноматку 22-24 гол. на рік, тривалість відгодівлі молодняку свиней до живої маси 100 кг – 155-165 дн., оплата корму на 1 ц приросту живої маси – 2,7-3,2 к.од, забійний вихід – 75-80% [3; 11].

Відомо, що промислове виробництво свинини на свинокомплексах відбувалося за трифазною, двофазною і однофазною технологіями, кожна з яких має свої особливості [12; 15]. Так, за трифазною технологією поросят утримують у трьох приміщеннях (секторах): сектор опоросу, сектор дорощування і сектор відгодівлі. Після закінчення підсисного періоду поросят із маточних станків спочатку переводять у сектор для дорощування. За досягнення живої маси 30-40 кг їх знову переводять у сектор для відгодівлі. Свиноматку після відлучення поросят переводять у сектор штучного осіменіння.

За двофазною технологією в секторі опоросу поросят гніздом залишають на дорощування в маточному станку до 3-4-місячного віку, а потім передають у сектор відгодівлі, де практикують групове утримання по 20-30 голів. Свиноматку після відлучення поросят переводять в інший сектор для штучного осіменіння [8; 16].

Однофазна система передбачає вирощування свиней без переміщень по цехах виробництва. Тобто, в універсальному станку відбувається опорос свиноматки, вирощування, дорощування поросят та їхня відгодівля. Свиноматку після відлучення поросят переводять у сектор осіменіння [2; 3; 13]. У результаті застосування однофазної технології утримання молодняк раніше досягав живої маси 100 кг на 38-40 днів раніше, ніж за трифазної, і на 16-17 днів за двофазної.

Деякі автори щодо цієї технології висунули певні критичні зауваження, а саме великі капіталовкладення на будівництво приміщень та обладнання, недостатня інтенсивність експлуатації виробничих площ, додаткові затрати праці на евакуацію тварини після закінчення відгодівлі [14].

За даними Г.С. Походні [13], впровадження трифазної технології сприяло б інтенсивнішому використанню тварин, зменшенню витрат кормів на виробництво продукції, підвищенню рівня механізації виробничих процесів, продуктивності праці робітників і рентабельності, пришвидшенню окупності капіталовкладень.

Науковими дослідженнями встановлено, що при застосуванні трифазної технології внаслідок послідовного переміщення свиней за стадіями виробничого процесу у трьох типах приміщень і примусових перегруповань виникає стресовий стан організму, в результаті чого знижується резистентність і потенційна продуктивність тварин, збільшується витрата кормів. Кожне перегруповання тварин збільшує тривалість вирощування на 5-10 днів.

Двофазна технологія була свого роду компромісним рішенням між однофазною і трьохфазною. За такої технології внаслідок вирощування та дорощування

поросят у маточному станку зменшується кількість конфліктних ситуацій, що позитивно впливає на їх здоров'я, розвиток та оплату корму продукцією.

В результаті при вирощуванні поросят за цим способом валове виробництво свинини збільшується на 12-15% [6; 13]. Але станкове обладнання, яке використовувалося наприкінці ХХ століття, нині серійно не виготовляється, а тому двофазна технологія не набула широко застосування. Тому актуальним є подальше удосконалення і розробка нового обладнання для двофазної технології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглянуті вище технології утримання свиней базуються на використанні специфічного станкового обладнання. Так, на думку деяких вчених, конструкція станків для свиноматок і поросят за двофазної технології повинна відповідати таким вимогам: у станку повинні бути окремі частини лігва для свиноматки і для поросят, що забезпечують проведення опоросу, утримання підсисної свиноматки з поросятами і вирощування відлучених поросят, а також передбачено обладнання для прийому корму, води, місце для відпочинку тварин [6; 7; 10].

У Кубанському ДАУ розроблено універсальний станок для двофазної технології. Він містить дверцята; гратчасту підлогу; перегородку, що трансформується, опромінювач ІКУФ-1; годівницю; автонапувалку; запобіжну дугу. Станок має площу 6,5-7,5 м², що дає можливість після закінчення підсисного періоду і видалення свиноматки утримувати поросят до 4-6 місячного віку, а за необхідності – навіть довше. Однак у такому станку фіксація свиноматки не убезпечує поросят від травмування нею.

Дещо інший спосіб вирощування поросят за двофазною технологією запропонували російські винахідники. Для реалізації способу вони розробили пристрій, який об'єднує секцію для утримання підсисних свиноматок з поросятами із секціями для їх відгодівлі. Для переміщення поросят із маточних станків у відгодівельні розроблена система дверцят, лазів і проходів [10]. Запропоноване технічне рішення дає можливість вирощувати поросят гніздами і уникати стресів при перегрупуванні і їх об'єднанні, але створює певні труднощі для забезпечення нормального мікроклімату для різних вікових груп свиней.

Науковці Херсонського ДАУ для двофазної технології розробили спеціальну кліткову батарею, яка складається із двох маточних станків. Особливістю пристрою є те, що задні стінки станків встановлені з можливістю повороту в бік гнойового проходу на 90°, причому в кожній парі кліток вертикальні осі згаданих стінок розташовані по діагоналі до гнойового проходу в межах ширини кліток, а бічні стінки кожної клітки розташовані під кутом 30° до поздовжньої осі боксу для свиноматки, дверцята боксу для свиноматки встановлено з можливістю повороту на 180°. Крім того, задні стінки станків встановлені з можливістю повороту на від 0 до 90°. Після відлучення поросята залишаються в цих же станках для дорощування до 3-місячного віку або за необхідності об'єднуються з іншим гніздом шляхом трансформації задніх стінок [15].

Двофазну технологію можна також проводити шляхом реконструкції добре відомих маточних станків типу ССІ-2, які широко застосовувалися за трифазної технології на великих промислових свинокомплексах. Так, в Інституті свинарства і АПВ НААН розроблено станок, у якого задня третина боксу виконується телескопічною і трансформуючою, а відділення для свиноматки і поросят відокремлено від кормо-гнойового майданчика двома дверцятами, які закриваються вертикально-горизонтальним фіксатором. Крім того, на стінках кормо-гнойового майданчика та дверцятах встановлені захисні дуги. Таке технічне рішення дає можливість дорощувати поросят у маточних станках до 120-денного віку [15].

У минулі роки для двофазної технології застосовували станки ОСМ-120 з одностороннім розміщенням фіксуєчого боксу. Для запобігання задавленню поросят вздовж бічної перегородки була закріплена захисна дуга. У процесі експлуатації станка було встановлено, що одностороннє розміщення боксу було незручним для підсаджування поросят до сосків свиноматки та відсмоктування молока з нижніх часток вимені. Тому при утриманні маток у таких станках слід передбачати їх фіксацію лише до опоросу та в перші дні після нього. Крім того, у станку ОСМ-120 площа станка, яка була призначена для дорошування, практично не використовувалася у підсисний період.

Таким чином, аналіз останніх досліджень і публікацій висвітлив проблему, яка полягає в необхідності подальшого удосконалення двофазної технології шляхом модернізації існуючого та розробки нового станкового обладнання для утримання свиноматок і поросят.

Постановка завдання. Метою наших досліджень є розробка нового обладнання для утримання підсисних свиноматок, поросят-сисунів і відлучених поросят. Для вирішення поставленої мети нами вирішувалися такі завдання: розробка і удосконалення конструкції станка, покращення умов утримання і годівлі поросят, профілактики рангових стресів після їх відлучення і формування нових груп на дорошуванні.

Матеріал і методи. Дослідження проводили у фермерському господарстві «Екофарм» Херсонської області, яке спеціалізується на вирощуванні гібридного молодняка свиней, отриманого від помісних свиноматок першого покоління великої білої породи і ландрас англійської селекції (1/2ВВ+1/2Л) та термінальних кнурів (1/2П+1/2Д).

Дослідження проводили на двох групах свиноматок і поросятах, які утримувалися в станках ОСМ-60 (контрольна) і СП-4ФК (дослідна група) у двох повторностях протягом 2018-2019 років. У кожній піддослідній групі було по 4 свиноматки і 48 поросят. Досліджували живу масу, середньодобовий приріст і збереженість поросят у віці 28, 65 і 90 днів, затрати праці на прибирання одного станка, поведінку свиноматок і поросят.

Експериментальні дослідження проводили згідно методичних принципів І.І. Ібатуліна, О.М. Жукорського [9]. Поведінку підсисних свиноматок і поросят проводили шляхом візуальних спостережень за методикою В.И. Великжанина [4]. Матеріал обробляли статистичними методом.

Виклад основного матеріалу дослідження. Конструктивною особливістю розробленого станка є те, що він виконаний у вигляді чотирьохсекційного квадратного блоку з центрально розміщеною груповою циліндричною годівницею з чотирма кормовими чарунками, нижня кромка якої жорстко приєднана до круглого піддону з бортами. На нижній частині циліндричної годівниці закріплено рухомий кільцевий шибєр, а на верхній – рухомий решітчастий контейнер.

На рис. 1 і 2 показаний станок та його окремі вузли за різних режимів роботи. Станок містить групову циліндричну годівницю 1, що має чотири кормові чарунки 2, нижню кромку 3, жорстко приєднану до круглого піддону 4 з бортами 5, кільцевий шибєр 6 із фіксаторами 7, рухомий решітчастий контейнер 8 із фіксаторами 9 і раму 10. До останньої примикають квадратні секції 11, 12, 13, 14, кожна з яких має фіксуєчі бокси 15 з утвореними трансформуючими перегородками 16 і 17 та фігурними підпружиненими консолями 18. Останні регулюють довжину фіксуєчого боксу 15 і примикають, за необхідності, до задньої огорожі 19. Кожна із секцій 11, 12 і 13, 14 має термокилимки 20, самогодівниці 21, автонапувалки

для поросят 22, низькі бокові огорожі 23 з маленькими дверцятами 24 та високі бокові огорожі 25, нижні 26 і верхні 27 фіксатори, решітчасту підлогу 28, великі дверцята 29, автонапувалки 30 для свиноматок.

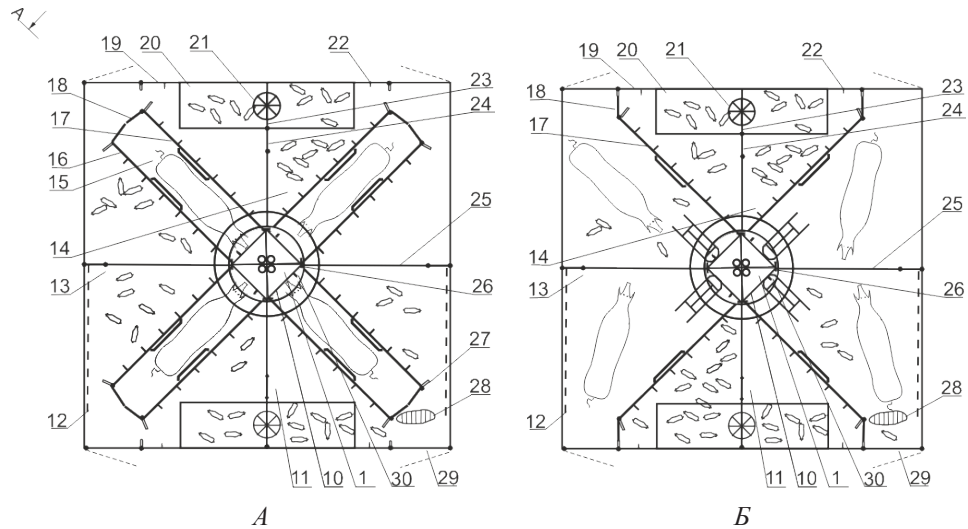


Рис. 1. Станок СП-4ФК: А – станок під час фіксації свиноматки. Б – станок після розфіксації свиноматки. Розмір зблокованих станків – 4,2х4,2 м

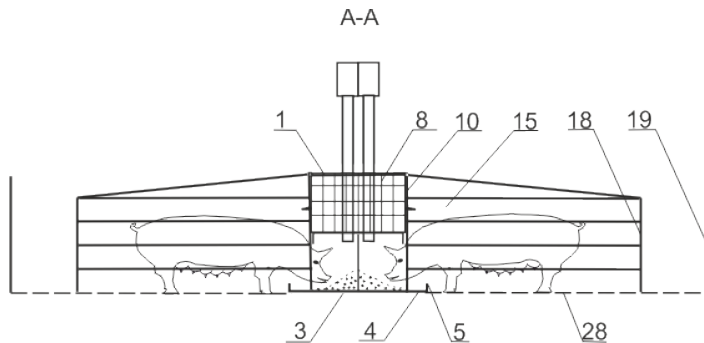


Рис. 2. Вигляд збоку станка, розріз А-А на рис. 1

Станок працює так. Спочатку перегородки 16 боксів 15 секцій 11, 12 і 13, 14 за допомогою нижніх фіксаторів 27 від'єднують від решітчастої підлоги 28, піднімають у вертикальне положення і закріплюють верхніми фіксаторами 26 на рамі 10, а фігурні підпружинені консолі 18 відводять до задньої огорожі 19. За декілька днів перед опоросом свиноматок заганяють у станок через великі дверцята 29, встановлені у задніх огорожах 19, і фіксують у боксах 15. Для цього перегородки 16 боксів 15 опускають до решітчастої підлоги 28 і закріплюють нижніми фіксаторами 26. Залежно від розміру свиноматок довжину фіксуєчих боксів 15 регулюють фігурними підпружиненими консолями 18.

Зафіксовані таким способом свиноматки споживають комбікорм, який через дозатори ланцюгово-шайбового транспортера (на рисунку не позначено) подають комбікорм у групову годівницю 1, п'ють воду із автонапувалок 30, встановлених

на рамі 10. Слід зауважити, що споживання свиноматками грубих або зелених кормів із решітчастого контейнера 8 відбувається згідно схеми годівлі та залежно від їхнього фізіологічного стану. Закладка грубих і зелених кормів у годівницю 1 відбувається ручним способом.

У фіксуєчих боксах 15 відбувається опорос свиноматок і подальше утримання до того часу, поки у поросят не з'явиться «сторожовий рефлекс» і вони будуть забезпечені від задавлення. Для розфіксації свиноматок фігурні підпружинені консолі 18 перегородок 17 повертають і відводять до задніх огорож 19, а після зняття нижніх фіксаторів 27 перегородки 16 піднімають і вертикально закріплюють на рамі 10 верхніми фіксаторами 26. У результаті такої операції секції 11, 12 і 13, 14 стають просторішими, що полегшує роботу оператора та сприяє кращому моціону свиноматки і поросят.

Для забезпечення життєдіяльності поросят пристрій обладнано термоклімаками 20, самогодівницями 21, автонапувалками 22. Крім того, поросята мають можливість додатково споживати залишки грубих (або зелених) і концентрованих кормів, які падають на круглий піддон 4 під час харчування свиноматок. Починаючи з 14-21 дня оператор відкриває дверцята 24, надаючи можливість поросят сусідніх гнізд контактувати між собою та виявляти свій ієрархічний ранг.

Після вигону свиноматок із секцій 11, 12 і 13, 14 оператор піднімає перегородки 16 і 17 боксів 15 і вертикально закріплює їх на рамі 10 верхніми фіксаторами 27. Далі оператор відводить високі бокові огорожі 25 до задніх огорож 19, в результаті чого відбувається повне об'єднання двох сусідніх гнізд. За необхідності об'єднання двох, трьох або чотирьох гнізд в одному блок-станку в секціях 11, 12 і 13, 14 всі низькі бокові огорожі 23 піднімають у вертикальне положення і фіксують на рамі 10, відкривають маленькі дверцятами 24. В результаті повної трансформації бокових огорож 23 значно покращуються умови для рухової та ігрової активності поросят (рис. 3-5).

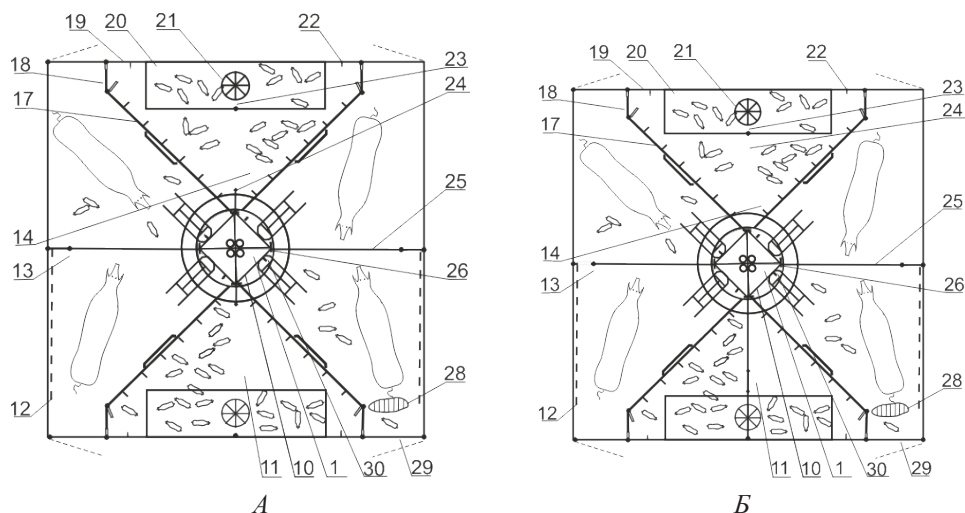


Рис. 3. Видяг станка після об'єднання гнізд: А – об'єднання двох гнізд, Б – об'єднання трьох гнізд

Для годівлі відлучених поросят концкормами оператор завдяки фіксаторам 7 піднімає кільцевий шибєр 6, в результаті чого комбїкорм зсувається у кру-

глий піддон 4. Далі оператор за допомогою фіксаторів 9 опускає рухомий решітчастий контейнер 8, і поросята через кормові чарунки 2 споживають грубі або зелені корми.

Після закінчення дорощування порослят пристрій приводять у початковий стан. У наших дослідженнях станок отримав робочу назву «Станок Полтавський чотирифункціональний для сухого типу годівлі» (СП-4ФС).

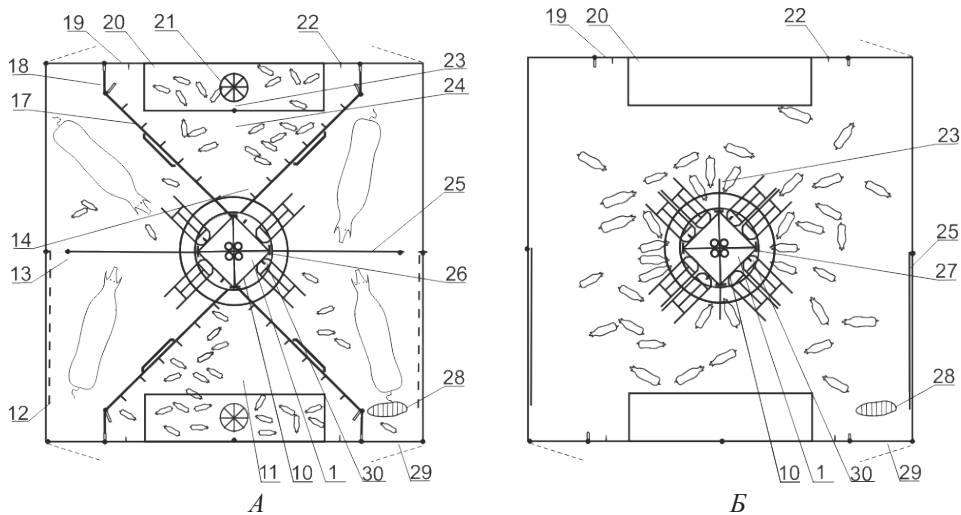


Рис. 4. Станок після об'єднання 3-х (А) і 4-х (Б) гнізд

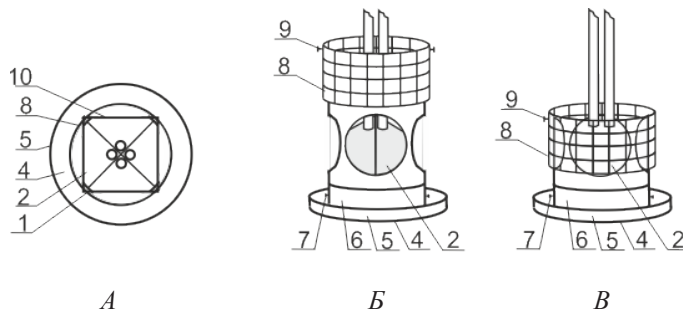


Рис. 5. Універсальна годівниця: А – загальний вигляд, Б – годівниця під час користування свиноматок, В – годівниця під час користування відлученими поросятами

Для кінцевого з'ясування ефективності застосування нового обладнання за умов двофазної технології нами були проведені порівняльні дослідження. Результати досліджень наведено в таблиці 1. Так, встановлено, що показники живої маси піддослідних тварин мають певний зв'язок із технологією їх вирощування. За перший місяць вирощування різниці між піддослідними групами не встановлено, хоча спостерігалася тенденція до невеликої переваги.

З 29 до 65-денного віку тварини дослідної групи вірогідно переважали контрольних аналогів за живою масою у 65 днів на 4,72 кг, або на 19,81%. Починаючи з 66- і до кінця 90-денного віку молодняк дослідної групи переважав контрольних аналогів за живою масою на 6,33 кг (на 17,50%).

Таблиця 1

**Жива маса і збереженість піддослідних тварин, n = 4 свиноматки
і 48 поросят у групі**

Вік тварин, дні	Група			
	жива маса, кг		збереженість, %	
	контрольна	дослідна	контрольна	дослідна
при народженні	1,46±0,02	1,46±0,03	96	96
28	8,23±0,32	8,54±0,38	88	90
65	23,82±0,43	28,54±0,49***	85	88
90	36,04±0,52	42,37±0,55***	83	87

Примітка: *** $p < 0,001$.

Важливим технологічним показником, що характеризує не тільки стан здоров'я поросят, але і ефективність технологій, є збереження тварин. Із даних Таблиці 1 видно, що найвища збереженість тварин спостерігалася у дослідній групі, а найнижча – в контрольній. Найбільш кризові періоди, що спричинили зниження збереженості поросят, спостерігалися у контрольній групі після відлучення поросят і переведення їх із маточних станків у групові на дільницю дорощування.

Динаміка середньодобових приростів живої маси піддослідного молодняку свиней наведена в таблиці 2.

Таблиця 2

Середньодобовий приріст живої маси піддослідних тварин, г

Вік тварин, дні	Група	
	контрольна	дослідна
28	240,71±6,54	222,85±4,61
65	344,01±10,45	416,61±11,87***
90	384,22±8,33***	454,55±12,19***

Примітка: *** $p < 0,001$.

Дані таблиці 2 свідчать про те, що молодняк дослідної групи вірогідно перевершував контрольних аналогів за середньодобовими приростами живої маси на всіх етапах вирощування за виключенням перших 28 днів. На підставі наведених вище даних можна констатувати, що двофазна технологія порівняно з трифазною забезпечує вищу продуктивність молодняку свиней.

Загалом вирощування молодняку свиней у станках СП-4ФК порівняно з ОСМ-60 за умов двофазної технології сприяє підвищенню енергії росту та збереженості молодняку свиней. Крім того, слід зазначити, що станок СП-4ФК забезпечує годівлю грубими й зеленими кормами і дозволяє використовувати його для харчування відлучених поросят, що позитивно позначилося на споживанні корму та їх енергії росту. Крім того, станок покращує умови для рухової активності свиноматок і поросят.

Важливим показником, що характеризує ергономіку обладнання, є витрати робочого часу на виконання технологічних операцій [33]. Хронометраж витрат робочого часу на виконання технологічних операцій наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

**Добові витрати робочого часу на технологічні операції
в період з 1 по 28 день підсисного періоду**

Технологічні операції	Група	
	контрольна	дослідна
Прибирання станків, хв.	39,85±2,43	28,10±1,55***
Роздача кормів, хв.	38,95±1,56	20,49±1,97***
Інші роботи, хв.	50,24±2,28	50,09±3,08
Витрачено за день, хв.	127,00±2,84	97,71±3,1***
Тривалість облікового періоду, дні	28	28
Витрати за весь період, год.	59,26±2,65	45,59±2,42

Примітка: *** $p < 0,001$.

Із даних таблиці 3 виявлена суттєва різниця у тривалості технологічної операції в період з 1 по 28 день підсисного періоду. Особливо це стосується таких трудомістких операцій як прибирання станків і роздача корму. Витрати часу на прибирання станків СП-4ФК порівняно з ОСМ-60 зменшилися на 29,48%, а на роздачу кормів – на 47,39% відповідно. За рахунок цього відбулося зменшення витрат праці за період на 23,06%. Після 29-денного періоду також відбулися певні зміни у тривалості технологічних операцій (таблиця 4).

Таблиця 4

**Добові витрати робочого часу на технологічні операції
в період з 29 по 90 день вирощування**

Технологічні операції	Група	
	контрольна	дослідна
Прибирання станків, хв.	35,65±0,78	30,54±0,74
Роздача кормів, хв.	30,47±0,31	12,39±2,19***
Інші роботи, хв.	29,78±0,59	28,61±0,67
Витрачено за день, хв.	95,9±1,74	71,54±2,23***
Тривалість облікового періоду, дні	62	62
Витрати за весь період, год.	99,09±0,67	73,92±2,53

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Витрати часу на прибирання станків СП-2ФК порівняно з ОСМ-60 зменшилися на 14,33%, а на роздачу кормів – на 59,33%. За рахунок цього відбулося зменшення витрат праці за весь період на 25,40%. Таким чином, за періоди «підсису», дорошування і відгодівлі найменші витрати часу на технологічні операції мали місце в дослідній групі, яку утримували в станках СП-4ФК.

Одним із важливих показників виробництва свинини є ефективність використання виробничих площ приміщень і станкового обладнання [17]. Вона залежить від таких показників як жива маса, оборот станкомісць, вихід продукції на одиницю площі (таблиця 5). Дані таблиці 5 свідчать про те, що вихід продукції на 1м² у станках СП-4ФК при тривалості вирощування 65 днів порівняно зі станками ОСМ-60 збільшився на 105,5%. При вирощуванні до 90-денного віку вихід продукції на 1м² у станках СП-4ФК збільшився на 103,39%.

Таблиця 5

Ефективність використання виробничих площ за період вирощування поросят 65 і 90 днів на четвертому етапі досліджень, $n = 8$ станків у групі

Вік тварин, дні	Група			
	контрольна		дослідна	
Тривалість вирощування, дні	65	90	65	90
Кількість тварин на кінець вирощування, гол.	85	83	88	87
Жива маса 1 голови, кг	23,82	36,04	28,54	42,37
Сумарно станкової площі в групі, м ²	56	56	33,6	33,6
Площа станка на голову, м ²	0,58	0,58	0,35	0,35
Валовий приріст на групу, ц	87,06	129,91	107,99	158,50
Вихід продукції на 1 м ² , кг	12,51	18,55	25,71	37,73
Оборот станкомісць при санрозриві 14 днів, разів	4,3	4,3	4,3	4,3

Висновки і пропозиції. 1. Розроблено перспективне інноваційне обладнання для утримання підсисних свиноматок, поросят-сисунів і відлучених поросят, яке призначене для двофазної технології. Уніфікація елементів станка забезпечує умови для безстресового об'єднання гнізд та утримання й годівлі поросят після відлучення і формування нових груп на дорощуванні.

2. Встановлено, що дорощування молодняку свиней у станках СП-4ФК порівняно з ОСМ-60 за умов двофазної технології сприяє підвищенню енергії росту (на 19,81%) і збереженості молодняку (до 5%) свиней, зменшенню витрат часу (на 25,40%) на технологічні операції.

3. Подальші дослідження спрямовані на визначення ефективності застосування різних матеріалів огорожень і нових годівниць для комбінованої годівлі тварин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Авылов И. Влияние стресс-факторов на резистентность организма свиней. *Свиноводство*. 2003. № 5. С. 25–26.
2. Волощик П.Д., Юсупов Х.Ф., Бабенко Г.Ф. Сравнение одно- и двухфазного методов выращивания поросят от рождения до передачи на откорм. *Индустриальное производство мяса*. М., 1987. С. 188–195.
3. Волощук В.М. Теоретичне обґрунтування і розробка конкурентоспроможних технологій виробництва свинини на фермах різних типорозмірів : автореф. дис. д-ра. с.-г. наук: 06.02.04 / Херс. держ. аграр. ун-т., 2008. 42 с.
4. Великжанин В.И. Методы оценки поведенческих признаков и их использование в селекции сельскохозяйственных животных : автореф. дис. д-ра. с.-х. наук: 06.02.01 / Всероссийский НИИ генетики и разведения сельскохозяйственных животных. Санкт-Петербург, 1995. 39 с.
5. Иванов В.О., Волощук В.М. Нове в технології виробництва та переробки продукції тваринництва : монографія / ІС і АПВ НААН, Полтава : ТОВ «Фірма Техсервіс», 2019, 434 с.
6. Комлацкий В.И. Этологические аспекты повышения продуктивности свиней : автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 06.02.04. Куб. ГАУ. Краснодар, 1992. 40 с.
7. Комлацкий В.И., Величко Л.Ф. Биологические основы производства свинины (курс лекций). Учебное пособие. Куб. ГАУ. 2010. 175 с.
8. Костенко С.В. Научное обоснование двухфазной технологии выращивания свиней : автореф. дис. канд. с.-х. наук / 06.02.04. Куб. ГАУ. Краснодар. 2004. 23 с.

9. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І.І. Ібатуліна і О.М. Жукорського. Посібник. Київ, 2017. 328 с.
10. Патент РФ. 2506745: Способ выращивания свиней и устройство для его осуществления. Найденко В.К., Нефедов В.В., Трифанов А.В. ГНУ. СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. Опубл.: 20.02.2014. Бюл. № 5. 4 с.
11. Повод М.Г. Обґрунтування, розробка, практична реалізація існуючих та удосконалених технологій виробництва свинини : автореф. дис. д-ра с.-г. наук: 06.02.04 / Микол. НАУ. Миколаїв, 2015. 35 с.
12. Петренко І. Крупнотоварне виробництво свинини. *Тваринництво України*. 2003. № 11. С. 2–3.
13. Походня Г.С. Свиноводство и технология производства свинины / Белгород «Везелица». 2009. 776 с.
14. Ресурсозберігаючі технології виробництва свинини: теорія і практика : навч. посібн. / під заг. ред. О.М. Царенко. Суми : Університетська книга, 2004. 269 с.
15. Свинарство : монографія / за ред. В.М. Волощука. Київ : Аграрна наука. 2014. 592 с.
16. Яременко В.І., Коваленко В.П. Технологія виробництва свинини у господарствах різних форм власності. Херсон, 1998. 214 с.
17. Туинов И.В. Обоснование технологических планировочных решений при реконструкции свиноводческих предприятий : автореф. дис. канд. с.-г. наук: 05.20.01. Санкт-Петербург. 2006. 18 с.

УДК 636.2.082.084.085.32.234

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.23>

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІНТЕНСИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ БУГАЙЦІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК У ГОДІВЛІ В УМОВАХ ПЕРЕДГІРСЬКОЇ ЗОНИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., с.н.с.,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

Лесик О.Б. – к.с.-г.н., с.н.с.,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

У статті розглядається перше розроблення математичної моделі процесу інтенсивного вирощування бугайців нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби при застосуванні різних раціонів із додаванням мінеральних добавок і їх комбінацій в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини.

Встановлено, що при згодовуванні бугайцям IV групи 15 г мінеральної добавки регіонального родовища і 15 г цеолітовмісного базальтового туфу із зав'язного родовища (Ровенського) середньодобові прирости живої маси підвищилися порівняно з контролем на 162 г (+19,8%, $P > 0,01$) та на 131 г більше (+15,5%, $P > 0,01$), ніж у бугайців ровесників II групи, яким згодовували 30 г на 100 кг живої маси мінеральної добавки місцевого родовища.

Дослідженнями встановлено, що за 130 днів головного періоду досліду середньодобові прирости у бугайців I (контрольної) групи сягали 815 г. Згодовування бугайцям II (дослідної) групи цеоліту Сторожинецького родовища (Чернівецька область) в дозі по 30 г на 100 кг живої маси підвищило середньодобові прирости до 846 г (+31 г, +3,8%, $p > 0,05$). У бугайців III (дослідної) групи при згодовуванні 30 г цеоліту Рівненського родовища середньодобові прирости живої маси становили 877 г, що на 62 г, або 7,6 %, більше, ніж у контролі ($p > 0,05$).

За результатами досліджень при застосуванні розробленого математичного моделювання на прикладі загальною та середньодобового приросту дослідних бугайців можна прогнозувати енергію росту нової популяції молодняку буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу великої худоби в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини. Пропонується господарствам при вирощуванні бугайців додавати у рецепти раціонів розроблену добову дозу 75-80 г на одну голову, яка збільшує енергію росту на 19,9% у зоні Карпат.

Ключові слова: порода, бугайці, корм, добавки, цеоліти, добові прирости.

Kalinka A.K., Lesik O.B. Mathematical modeling of the process of intensive rearing of calves when using various mineral additives in feeding in the foothill zone of the Carpathian region of Bukovina

The article considers the development of for the first time a mathematical model of the process of intensive rearing of bulls of a new population of Bukovina zonal type of meat komola cattle Simmental using different diets with mineral supplements and their combinations in the foothills of the Carpathian region of Bukovina.

It was found that feeding bulls of group IV 15 g of mineral additive of the regional deposit and 15 g of zeolite-containing basalt tuff from imported deposit (Rivne), the average daily gain of live weight increased compared to the control by 162 g (+19.8%, $P > 0.01$) and 131 g more (+15.5%, $P > 0.01$) than in group II bulls fed 30 g per 100 kg of live weight of mineral supplement of the local deposit.

Studies have shown that for 130 days of the main period of the experiment, the average daily gain in bulls I (control) group reached 815 g. Feeding bulls II (experimental) group of zeolite Storozhynets deposit (Chernovtsy region) at a dose of 30 g per 100 kg of live weight increased the average daily gain up to 846 g (+31 g, +3.8%, $p > 0.05$). In bulls of the III (experimental) group when feeding 30 g of zeolite of the Rivne deposit, the average daily gain of live weight was 877 g, which is 62 g, or 7.6%, more than in the control ($p > 0.05$).

According to the results of research using the developed mathematical modeling on the example of total and average daily growth of experimental bulls, it is possible to predict the growth energy in a new population of young Bukovina zonal type of meat communal Simmental cattle in the foothills of the Carpathian region of Bukovina.

It is suggested that farms add to their recipes when growing bulls rations developed a daily dose of 75-80 g per head, which increases growth energy by 19.9% in the Carpathian region. A new feed mixture with mineral additives in combination from different deposits has been developed and should be used at high average daily live weight gain of weaned young cattle for livestock productivity at the level of 950-1050 g in the foothills of the Ukrainian Carpathians.

Key words: breed, bull-calves, feed, additives, zeolites, daily, gain.

Постановка проблеми. Інтенсифікація галузі м'ясного скотарства базується на розведенні тварин спеціалізованих порід і типів, генетичний потенціал продуктивності яких реалізується завдяки поліпшенню умов годівлі, вирощування та удосконалення методів управління м'ясним стадом, що є найбільш актуальним у цьому регіоні [1, с. 19].

Так, в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини корми здебільшого бідні на макро- і мікроелементи, які забезпечують потребу жуйних у мінеральних елементах всього на 50-80%, тому компенсувати їхній дефіцит можна лише завдяки вітчизняним мінеральним добавкам. Крім цього, раціони у зимово-стійловий період мають дефіцит лужних мінеральних грам еквівалентів, які в великій кількості містяться у складі цеолітів (магній, калій, натрій, кальцій). У зв'язку з цим нами розроблено кормову мінеральну добавку на основі цеолітів із різних родовищ та їхніх комбінацій для молодяку худоби в умовах передгірної зони Карпат [3, с. 4].

Тому важливою умовою інтенсифікації м'ясного скотарства є впровадження інтенсивних технологій годівлі жуйних з використанням кормових мінеральних добавок цеолітової природи з різних регіональних родовищ держави у передгір'ї Карпатського регіону Буковини [2, с. 1; 4, с. 136; 7, с. 104; 8, с. 75; 9]. Оскільки однією з важливих проблем у створенні нових типів порід є прогнозоване математичне моделювання годівлі жуйних у конкретних умовах і реальних варіантах, необхідно аналізувати різні варіанти раціонів і отримати найкращі з них, що не можливо зробити традиційними методами.

Сучасні параметри породної технології годівлі м'ясної худоби нині вивчено не досить і не дають відповіді на ці питання. Важливим методом у технологічному процесі є годівельний кормовий фактор, відповідно до якого повинно бути максимальним споживання кормів, у тому числі мінеральних добавок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Практикою світового та вітчизняного скотарства доведено, що прибутковість сучасного м'ясного скотарства прямо пропорційно продуктивності їхніх нащадків. У результаті нашої роботи розроблені рецепти раціонів з використанням різних мінеральних добавок і їхніх комбінацій та вперше представлені власні математичні співвідношення для прогнозування та отримання дешевої продукції з м'ясного скотарства в зоні Карпатського регіону Буковини.

Не вирішені частини проблеми. В сучасних умовах прискореного науково-технічного прогресу ведеться селекційна робота зі створення нової популяції м'ясних комолих сименталів худоби, які забезпечують високий генетичний потенціал продуктивності, що є важливою проблемою у Карпатах.

У своїй селекційній роботі ми поставили за мету відобразити найкращі ознаки процесу годівлі нової популяції м'ясної худоби при використанні різних розроблених рецептів раціонів з добавкою регіональних та з інших регіонів мінеральних

добавок і їхніх комбінацій, щоб визначити в абстрактному вигляді прогнозування високої продуктивності за допомогою розроблених нових математичних співвідношень у вирощуванні жуйних в зоні Карпат.

Отримання такої дешевої продуктивності дозволить прискорити селекцію на збільшення продуктивності, енергії росту, живої маси, відтворної здатності молодняку нового типу м'ясної худоби з отриманням дешевої і якісної продукції в умовах передгірської зони регіону Буковини. Для реалізації цієї мети нами були поставлені завдання вивчити енергію росту; живу масу бугайців з використанням прогнозованої моделі процесу інтенсивного вирощування жуйних в умовах регіону Буковини.

Об'єкти та методика досліджень. Заплановані дослідження на бугайцях нової популяції буковинського зонального типу м'ясного сименталу жуйних проводили у базовому господарстві провідного та діючого в Україні племінного заводу ДПДГ «Чернівецьке» Буковинської ДСГДС ІСГКР НААН з налагодженим зоотехнічним і племінним обліком.

Матеріал і методика досліджень. Для цього в науково-виробничому досліді, який провели у цеху виробництва яловичини в СТЗОВ «Колосок-2» с. Луківці Глибоцького району Чернівецької області, що знаходиться в передгірній зоні Чернівецької області, відібрали 4 групи підконтрольних бугайців – аналогів нової популяції м'ясного комолого сименталу жуйних (у кожній по 9 голів) із живою масою на початок досліду 204-210 кг, з яких I група тварин була контрольною, а II, III, і IV – дослідними.

Схема досліду і раціони годівлі підконтрольних бугайців у основний період досліду були такими, де молодняк усіх груп одержував прийнятий у господарстві основний рецепт раціону (далі – ОР) з кормів власного виробництва: соломи, силосу, сінажу, сухого жому, м'яси та комбікорму. Протягом головного періоду досліджень додатково до ОР бугайці II групи одержували мінеральну добавку регіонального родовища Чернівецької області (по 30 г на 100 кг живої маси на добу), III – цеолітовмісний базальтовий туф Рівненського родовища (по 30 г на 100 кг живої маси на добу) і IV – по 15 г мінеральної добавки Чернівецького родовища і 15 г на 100 кг живої маси цеолітовмісного базальтового туфу Рівненського родовища.

Поповнення дефіциту макро- і мікроелементів за рахунок мінеральних добавок і базальтового туфу. Годівля тварин дворазова. Утримання бугайців прив'язне. Напування тварин здійснювалося з автонапувалок. Згодовування мінеральних добавок у сухому вигляді з комбікормом, роздавання кормів – підводами. Цифровий матеріал у роботі опрацьовували методом варіаційної статистики за методикою [5] та програмним забезпеченням «Statistica» Excel для ПК.

У період науково-виробничого досліду основний раціон у господарстві не був дефіцитним за мінеральними речовинами і підгодівля комплексною мінеральною добавкою є найбільш ефективним засобом при інтенсивному вирощуванні молодняку м'ясної худоби після відлучення у 7-місячному віці, тому що телята в такому віці мають найбільшу потенціальну енергію росту, а в їхньому організмі знаходяться надзвичайно малі запаси мікроелементів в умовах зони Карпат [5; 6].

Матеріалом для дослідження слугували корми, мінеральні добавки, хімічний склад і поживна цінність кормів. Контроль за ростом і розвитком дослідних бугайців здійснювали шляхом щомісячного зважування. Раціон годівлі тварин був збалансований по протеїну і за макро- і мікроелементами (табл. 1).

Продовження таблиці 1

26.	Заліза	мг	410	3515	857,3	3515	3,8	3518,1	858,2	0,1	3515	5,7	3520,7	858,7	+0,1	3515	9,48	3524,5	859,7	+0,2
27.	Цинку	мг	200	441	220,5	441	0,01	441,1	220,5	-	441	0,1	441,1	220,5	-	441	-	441	220,5	-
28.	Марганцю	мг	350	639	182,6	639	-	639	182,6	-	639	-	639	182,6	-	639	-	639	182,6	-
29.	Міді	мг	60	177,4	295,7	177,4	0,02	177,4	295,7	-	177,4	-	174,4	295,7	-	177,4	-	177,4	295,7	-
30.	Кобальту	мг	5,5	6,1	110,9	6,1	0,002	6,1	110,9	-	6,1	-	6,1	110,9	-	6,1	-	6,1	110,9	-
31.	Йоду	мг	2,6	8,65	332,7	8,65	-	8,65	332,7	-	8,65	-	8,65	332,7	-	8,65	-	8,65	332,7	-
32.	Кремнію	г	57	-	-	-	-	-	-	-	29,4	29,4	29,4	51,5	100	14,7	14,7	14,7	25,8	100

Таблиця 2

Результати хімічного аналізу мінеральних добавок на валовий вміст компонентів (міст. г/кг)

Елемент (оксиди)	Назва мінералу											
	Цеолітовмісний базальтовий туф Ровенського родовища					Мінеральна добавка регіональ- ного родовища					Мінеральні добавки в комбінації	
	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди	Вміст, г/кг	Масова частка (%) в перерахунку на оксиди
Кремній	319,4	68,44	-	-	-	-	-	-	-	319,4	68,44	68,44
Алюміній	46,5	12,82	-	-	-	-	-	-	-	46,5	12,82	12,82
Залізо	70,95	10,14	47,5	6,79	47,5	6,79	118,4	16,93	118,4	16,93	16,93	16,93
Магній	30,15	5,02	27,1	4,52	27,1	4,52	57,25	9,54	57,25	9,54	9,54	9,54
Калій	8,79	1,06	4,85	0,68	4,85	0,68	13,64	1,74	13,64	1,74	1,74	1,74
Натрій	6,97	0,94	131	2,3	131	2,3	137,9	3,24	137,9	3,24	3,24	3,24
Кальцій	3,29	0,48	13,6	1,91	13,6	1,91	16,89	2,39	16,89	2,39	2,39	2,39
Цинк	1,29	0,16	0,18	0,35	0,18	0,35	1,47	0,51	1,47	0,51	0,51	0,51
Нікель	0,127	0,016	-	0,02	-	0,02	0,127	0,036	0,127	0,036	0,036	0,036
Мідь	0,118	0,015	0,21	0,03	0,21	0,03	0,33	0,045	0,33	0,045	0,045	0,045
Кобальт	0,072	0,009	0,028	0,003	0,028	0,003	0,1	0,012	0,1	0,012	0,012	0,012
Свинець	0,023	0,002	0,065	0,001	0,065	0,001	0,088	0,003	0,088	0,003	0,003	0,003

Результати хімічного аналізу зразків мінеральних добавок виконано методом атомно-абсорбційної спектроскопії на приладі типу КАС – 120 МІ (полум'яний варіант) (табл. 2).

До потреби поживності в раціоні у % містився склад і мінеральних речовин:

кормових одиниць +8,9	магнію +36,3
обмінної енергії, МДЖ +37,7	сірки +35,7
перетравного протеїну +9,6	натрію +17,4
сухої речовини 58,4	заліза +57,3
сирого протеїну +8,1	цинку +220,3
цукру +14,5	марганцю +182,6
метіоніну + цистину +16,9	міді +295,7
кальцію +205,8	кобальту +110,9
фосфору +29,4	йоду +332,7
калію +262,6	кремнію

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із перших етапів наукових досліджень було визначити динаміку показників енергії росту продуктивності бугайців за весь дослідний період (табл. 3).

Таблиця 3

Інтенсивність росту дослідних бугайців (М+м)

ПОКАЗНИК	ГРУПИ ТВАРИН			
	I контрольна	Дослідні		
		II	III	IV
Кількість тварин, гол	9	9	9	9
Жива маса, кг: на початок дослідю на кінець дослідю	205±10,7	203±9,7	200±12,8	207±8,9
	311±10,9	313±9,7	314±7,5	334±7,0
Приріст: загальний, кг середньодобовий, г ± до контролю, г	106±0,8	110±1,3	114±1,2	127±1,6
	815±0,25	846±0,15	877±0,35	977±0,12
	-	31	62	162
Критерій вірогідності, P	-	P>0,05	P>0,05	P>0,01
Витрачено кормів на 1 кг приросту к.од.	8,9	8,6	8,3	7,5
± до I групи				8,4
± до II групи				9,6
± до III групи				9,3

Встановлено, що за 130 днів головного періоду дослідю середньодобові прирости у бугайців I (контрольної) групи сягали 815 г. Згодовування бугайцям II (дослідної) групи цеоліту Сторожинецького родовища (Чернівецька область) в дозі по 30 г на 100 кг живої маси підвищило середньодобові прирости до 846 г (+31 г, +3,8%, p>0,05). У бугайців III (дослідної) групи при згодовуванні 30 г цеоліту Рівненського родовища середньодобові прирости живої маси становили 877 г, що на 62 г або 7,6% більше, ніж у контролі (p>0,05). При згодовуванні молодянку IV дослідної групи 15 г мінеральної добавки Сторожинецького регіонального родовища Чернівецької області та 15 г цеолітовмісного базальтового туфу із Бере-

стовецького родовища Рівненської області добові прирости живої маси підвищилися порівняно з контролем на 162 г (+19,8%, $p > 0,01$) (табл. 3).

Високу продуктивну дію комплексної мінеральної кормової добавки з цеолітів різних регіональних родовищ порівняно з окремим їхнім застосуванням можна, очевидно, пояснити більш оптимальним її складом і співвідношенням дефіцитних та життєво важливих для організму жуйних мінеральних речовин. Позитивна дія комплексної мінеральної кормової добавки з цеолітів на організм тварин насамперед виявляється завдяки їхнім сорбційним та іонообмінним властивостям із поповненням раціонів дефіцитними макро- і мікроелементами, яких не вистачає в кормах в умовах зони Карпат.

У складі запропонованої добавки переважають окиси кремнію, алюмінію, є окиси кальцію, натрію, фосфору, магнію, а також життєво важливих для організму тварин макро- (калій, натрій, кальцій, магній) і мікроелементів (цинк, мідь, кобальт, марганець). У запропонованій добавці зафіксовано лише сліди токсичних важких металів: свинцю, олова, ртуті, кадмію, миш'яку, стронцію.

Кремній у розробленій мінеральній комбінованій добавці брав активну участь в обміні кальцію, фосфору, хлору, фтору, натрію, сірки, алюмінію, молібдену, марганцю, кобальту та інших. З літературних даних відомо, що дефіцит кремнію призводить до зниження плодючості та пригнічення росту приплоду. Кремній у кормовій добавці бере участь у процесах окислення, входячи до складу ферментів як кофермент [6, с. 48]. Введення з цеолітовими добавками сполук кремнію у організм тварин сприяє видаленню з нього токсичних речовин (детоксикації) завдяки їх абсорбції в процесі метаболізму кремнекислотою.

Отже, відсутність вірогідності при відносно великій різниці в середньодобових приростах у бугайців IV (дослідної) і I (контрольної) груп (+162 г, або 19,8%) пояснюється, по-перше, тим, що дослід проведено на фоні високих для м'ясної худоби середньодобових приростів, які були у бугайців III групи на рівні максимального генетичного потенціалу цієї породи (в середньому по групі 877 г); по-друге, значним коливанням середньодобових приростів у групах від середньоарифметичного показника, що пов'язано з тим, що на кінець головного періоду IV група досягала живої маси біля 350 кг, а тому інтенсивність їх росту на кінець дослідів істотно почала знижуватися порівняно з тваринами контрольної групи з меншою живою масою.

Вивчені економічні розрахунки показують, що при реалізаційній ціні 1 кг живої маси на рівні 7,5 грн і вартості 1 кг мінеральних добавок 0,86 грн при використанні у відгодівлі молодняка м'ясної худоби на силосно-концентратних раціонах рентабельність становить 25%. При цьому кормосуміш із мінеральними добавками в комбінації різних родовищ доцільно використовувати при високих середньодобових приростах живої маси відлученого молодняка м'ясної худоби на рівні 950-1050 г в умовах передгір'я Карпат.

Свої експериментальні дослідження рішили перевірити при застосуванні розробленого вперше математичного моделювання жуйних на прикладі загального та середньодобового приросту дослідних тварин. Для описання зміни застосували розроблену модель, яка наведена в табл. 4.

Отже, підставивши значення a_1X_1 , a_2X_2 у вираз, одержимо:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_1X_2,$$

де X_1 – мінеральна добавка регіонального родовища;

X_2 – цеолітовмісний базальтовий туф;

Y_1 – загальний приріст, кг;

Таблиця 4

Математична модель

Група	№ п/п експерименту	ДОЗИ мінеральних добавок у групах на 100 кг живої маси, г		Прирости	
			X_2	загальний, кг	середньодобовий, г
Контрольна	1		0	106	815
I – Дослідна	2	40	0	110	846
II – Дослідна	3	0	40	X_1	877
III – Дослідна	4	20	20	0	977

Y_2 – середньодобовий приріст, г.

Визначимо загальний приріст Y_1 , де:

$$a_0 = 106; a_1 = 0,1; a_2 = 0,2; a_3 = 0,0375$$

$$1) Y = a_0 + 40 a_1 = 110 \quad 40 a_1 = 110 - 106 = 4$$

$$2) Y = a_0 + 40 a_2 = 114 \quad 40 a_2 = 114 - 106 = 8$$

$$3) Y = a_0 + 20 a_1 + 20 a_2 + 20 a_3 = 127$$

$$4) 20 \cdot 0,1 + 20 \cdot 0,2 + 400 a_3 = 127 - 106 = 21 - 6 = 15$$

$$Y_1 = 106 + 0,1 X_1 + 0,2 X_2 + 0,375 X_1 X_2$$

$$a_3 = 0,5:400 = 0,0375$$

Тепер визначимо середньодобовий приріст для Y_2 :

$$a_0 = 0,815; a_1 = 0,000775; a_2 = 0,00155; a_3 = 0,000289,$$

звідси:

$$1) a_0 = 0,815$$

$$2) 0,815 + 40 a_1 = 0,846 \quad 40 a_1 = 0,846 - 0,815 = 0,031 \quad a_1 = 0,000775$$

$$3) 0,815 + 40 a_2 = 0,877 \quad 40 a_2 = 0,877 - 0,815 = 0,062 \quad a_2 = 0,00155$$

$$4) 0,815 + 0,000775 + 0,00155 + 400 a_3 = 0,977$$

$$0,815 + 0,0155 + 0,031 + 400 a_3 = 0,977$$

$$400 a_3 = 0,1155 \cdot a_3 = 0,000289$$

$$Y_2 = 0,815 + 0,000775 X_1 + 0,00155 X_2 + 0,000289 Y_1 Y_2$$

Послідовні наближення до наукового розв'язку визначаємо за формулою:

$$Y_j = a_{0j} + a_{1j} X_1 + a_{2j} X_2 + a_{3j} X_1 X_2 + b_{1j} X_1^2 + b_{2j} X_2^2$$

З формули видно, що для кожного вивчення впливів мінеральних добавок і цеоліту необхідно додати ще 2 групи, щоб було $N > 6$.

$$\Delta_{1Y_1} = 4; \Delta_{2Y_2} = 8; \Delta_{3Y_1} = 21$$

$$a_0^{Y_1} = \frac{106 + 110 + 114 + 127}{4} = 109,25; a_1^{Y_1} = \frac{-106 + 110 - 114 + 127}{4} = 0,75;$$

$$a_2^{Y_1} = \frac{-106 - 110 + 114 + 127}{4} = 6,25; a_3^{Y_1} = \frac{106 - 110 - 114 + 127}{4} = 2,25.$$

Ми вибрали структурну модель загального приросту $Y_1 = f(X_1, X_2)$

№ п/п	X_1	X_2	Y_1	Y_2
1.	0	0	106	106
2.	40	0	110	109,7
3.	0	40	114	114,2
4.	20	20	127	127,01

Модель середньодобових приростів $Y_2 = f(X_1, X_2)$:

№ п/п	X_1	X_2	Y_1	Y_2
1.	0	0	0,815	0,815
2.	40	0	0,846	0,848
3.	0	40	0,877	0,872
4.	20	20	0,977	0,981

Нами була розроблена власна структурна модель такого типу:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_1 X_2$$

і після математичної обробки маємо результат:

$$Y_1 = 106 + 0,1 \cdot 40 + 0,2 \cdot 20 + 0,0375 \cdot 20 \cdot 40 = 106 + 3 + 4 + 22,5 = 135,5 \text{ кг}$$

при $X_1 = 40, X_2 = 20$, де $\Delta \approx 8,5$ кг

$$Y_{1,2} = 106 + 0,1 \cdot 40 + 0,2 \cdot 0 + 0 = 110$$

$$Y_{1,3} = 106 + 0 + 0,2 \cdot 40 + 0 = 114$$

$$Y_{1,4} = 106 + 0,1 \cdot 20 + 0,2 \cdot 20 + 0,0375 \cdot 20 \cdot 40 = 106 + 2 + 4 + 15 = 127$$

$$Y_1 = 106 + 0,1 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 + 3,75 = 112,75 \text{ кг}$$

при $X_1 = 10, X_2 = 20$

$$Y_1 = 106 + 0,1 \cdot 10 + 0,2 \cdot 20 + 0,0375 \cdot 10 \cdot 20 = 118,5$$

$$Y_1 = 106 + 0,1 \cdot 20 + 0,2 \cdot 10 + 7,5 \cdot 20 \cdot 40 = 117,5$$

при $X_1 = 20, X_2 = 10$.

Таким чином, за результатами досліджень при застосуванні розробленого математичного моделювання на прикладі загального та середньодобового приросту дослідних бугайців можна прогнозувати енергію росту у новій популяції молодняку буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу великої худоби в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини.

Висновки і пропозиції. 1. Встановлено, що при згодовуванні бугайцям 15 г мінеральної добавки у комбінації добові прирости живої маси підвищилися порівняно з контролем на 162 г (+19,8%, $P > 0,01$) та на 131 г (+ 15,5%, $P > 0,01$), ніж у бугайців контролю, яким згодовували 30 г на 100 кг живої маси мінеральної добавки місцевого родовища. 2. Застосування математичного моделювання на прикладі загального та середньодобового приросту дослідних жуйних дає змогу прогнозувати енергію росту молодняку м'ясної худоби в галузі м'ясного скотарства при інтенсивному виробництві яловичини в умовах Буковини.

Пропонується в умовах підконтрольного господарства враховувати живу масу бугайців з додаванням розробленої добової дози 75-80 г на одну голову, що збільшує середньодобові прирости на 19,9% та бере участь у процесах окислення, входячи до складу ферментів діастаз як кофермент.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Застосування мікроелементів при виробництві яловичини в зоні західних областей України / Полфій Ф.Ю., Котляров Б.Д., Тичка Л.А. та ін. // Методичні рекомендації. Львів. 1984. 31 с.
2. Яхтельський Е.Г., Пшеничний Е.А. Цеоліти – цінна кормова мінеральна добавка. НТІ та пропанди Укрінформапрому, Київ. 1990. 2 с.
3. Использование цеолитов в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / Н.И. Самсон. Киев : Облполиграфиздат, 1988. 6 с.
4. Деклараційний патент на винахід № 75020, Україна. Використання базальтових туфів Берестовецького родовища для підвищення продуктивності великої рогатої худоби / В.М. Полювий, А.І. Угріна, Л.О. Опольська, Ю.С. Фурманець; 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.

5. Плохинский Н.П. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.П. Плохинский. М. : Колос, 1969. 280 с.
6. Кожарев В.А., Федик А.С., Яковлев В.В. Потребность телят в кремнии. *Зоотехния*. 1991. № 11. С. 46–49.
7. Калинка А.К., Калинка А.А. Оптимізація математичного моделювання процесу інтенсивного виробництва дешевої яловичини в умовах Карпатського регіону Буковини. *Сучасні методи підвищення ефективності використання економічного потенціалу у напрямі розвитку регіональної економіки*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 26 січня 2019 року). Львів : ЛЄФ, 2019. С. 134–138.
8. Калинка А.К., Калинка А.А. Економічна модель процесу виробництва дешевої яловичини в умовах передгірського регіону Буковини. *Економічне зростання стратегія, напрями і пріоритети*. 5-міжнародна науково-практична конференція (26 січня 2019 року). Східноукраїнський інститут економіки та управління. Запоріжжя : ГО «СІЄУ», 2019. С. 102–106.
9. Калинка А.К., Лесик О.Б. Модель прогнозування процесу виробництва рентабельної яловичини в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини. *Coll. de papiers scientifiques "ΛΟΓΟΣ" avec des matériaux de la conf. scientifique et pratique internationale "La science et la technologie a l'ere de la societe de l'information"* (Bordeaux, 3 mars, 2019). Bordeaux : OP "Plateforme scientifique europeenne". 2019. V. 1. P. 73–78.

УДК 639.3:639.211:636.085.55

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.24>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЦЬОГОЛІТКІВ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ ЗА РІЗНИХ РІВНІВ ЕНЕРГІЇ У КОМБІКОРМАХ

Кондратюк В.М. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного, Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті розглянуто питання ефективності використання повнораціонних комбікормів із різним рівнем обмінної енергії за вирощування цьоголітків райдужної форелі. Метою досліджу було встановити вплив різних рівнів енергетичного живлення форелі на показники її продуктивності. Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп. Дослід тривав 55 діб і поділявся на два періоди: зрівняльний (5 діб) та основний (50 діб). У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень обмінної енергії в експериментальних комбікормах для різних піддослідних груп форелі коливався від 16 до 20 МДж у 1 кг.

Встановлено, що згодовування цьоголіткам форелі комбікормів з енергетичною поживністю 20 МДж супроводжується збільшенням їхньої маси на 11,4% ($p < 0,05$) та інтенсивністю росту – на 9,8-23,6% порівняно з аналогами, які споживали корм із поживністю 18 МДж. Зменшення цього показника до 16 МДж/кг сприяє вірогідному зменшенню ($p < 0,05$) маси цьоголітків на 9,4% та зниженню інтенсивності їхнього росту на 8,0-18,0%.

Доведено, що витрати корму на 1 кг приросту маси у цьоголітків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 20 МДж, були меншими на 13,1%, а за її вмісту 16 МДж – на 15,6% більшими порівняно з рибами, які споживали корм із вмістом енергії 18 МДж/кг. Використання для годівлі цьоголітків форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями обмінної енергії суттєво не позначилося на збереженості риб, яка коливалася від 81,3 до 82,7%.

За виробництва продукції форелівництва за критеріями максимальної продуктивності рекомендується для годівлі цьоголітків форелі використовувати повнораціонні комбікорми з рівнем обмінної енергії 20 МДж, а за виробництва продукції за економічними критеріями оптимізації рівень енергії у комбікормі має становити 18 МДж.

Ключові слова: райдужна форель, годівля риб, комбікорми, обмінна енергія, продуктивність, економічна ефективність.

Kondratiuk V.M. Efficiency of raising rainbow trout fingerlings at different energy levels in feeds

The article considers the issue of efficiency of using complete feed with different levels of metabolic energy for growing rainbow trout fingerlings. The aim of the experiment was to establish the influence of different levels of energy supply of trout on its productivity. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. The experiment lasted 55 days and was divided into two periods: equalization (5 days) and main (50 days). During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In the main period, the level of metabolic energy in trout feed ranged from 16 to 20 MJ per 1 kg.

It was found that the feeding of trout fingerlings with feed with energy content of 20 MJ is accompanied by an increase in their weight by 11.4% ($p < 0.05$) and growth intensity – by 9.8-23.6%, compared with analogues who consumed feed with nutritional value of 18 MJ. Reduction of this indicator to 16 MJ/kg contributes to a probable decrease ($p < 0.05$) in weight by 9.4% and a decrease in growth intensity by 8.0-18.0%.

It is proven that the consumption of feed per 1 kg of weight gain in trout fingerlings receiving feed with an energy content of 20 MJ was lower by 13.1% and of feed with a content of 16 MJ by 15.6% higher compared to fish consuming feed with an energy content of 18 MJ/kg. The use of complete feed with different levels of metabolic energy for feeding trout fingerlings did not significantly affect the survival of fish, which ranged from 81.3 to 82.7%.

For the production of trout products according to the criteria of maximum productivity, it is recommended to use complete feed with a metabolic energy level of 20 MJ for feeding trout fingerlings and for the production of products according to economic optimization criteria, the energy level in feed should be 18 MJ.

Key words: rainbow trout, fish feeding, mixed feeds, metabolic energy, productivity, economic efficiency.

Постановка проблеми. Сучасні тенденції щодо раціональної та ефективної годівлі риб спрямовані на посилення інтенсифікації виробництва продукції рибництва шляхом розробки ефективних рецептів комбікормів, вдосконалення системи нормування живлення, оцінки поживності кормів і використання різноманітних кормових добавок, що сприяє підвищенню біологічної цінності раціонів і перетравності поживних речовин кормів. Ці зміни зумовлені впровадженням нових, перспективних в економічному відношенні технологій виробництва продукції рибництва, селекційними досягненнями та суттєвим зростанням вимог до якості і безпеки продуктів харчування для здоров'я людини [1, 2, 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливою умовою успішного ведення цієї галузі рибництва є забезпечення біологічно повноцінного живлення райдужної форелі. Як зазначають деякі дослідники, на продуктивність риб та якість продукції суттєво впливає вміст у раціоні енергії, сирого протеїну, амінокислот та їхнього співвідношення [9, 10, 14]. Деякі автори вважають, що на ріст і розвиток молоді райдужної форелі більш суттєвий вплив мають рівень сирого протеїну та амінокислот у їхньому раціоні [4; 7; 8; 11; 13].

На противагу цьому інші вчені зазначають, що витрати обмінної енергії на одиницю приросту маси райдужної форелі є відносно сталими і не залежать від вмісту енергії у повнораціонному комбікормі [12]. Саме тому вивчення питання впливу різного енергетичного живлення цьоголітків райдужної форелі на їхні продуктивні показники в сучасних промислових умовах рибницьких господарств України є актуальним.

Постановка завдання. Експериментальні дослідження на цьоголітках райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) проведені в умовах господарства «Шипот» Перечинського району Закарпатської області.

Метою науково-господарського дослідження було встановити вплив різних рівнів енергетичного живлення цьоголітків форелі на показники їхньої продуктивності. Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп (табл. 1). У зрівняльний період (5 діб) піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період (50 діб) рівень обмінної енергії в комбікормах форелі дослідних груп регулювали за рахунок зміни окремих компонентів комбікормів (із використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми AgroSoft WinOpti).

Таблиця 1

Схема науково-господарського дослідження

Група	Щільність посадки на початок дослідження, екз./м ²	Середня маса на початок дослідження, г	Періоди дослідження	
			зрівняльний (5 діб)	основний (50 діб)
			вміст обмінної енергії в 1 кг комбікорму, МДж	
1 – контрольна	200	10,23±0,408	18,0	18,0
2 – дослідна	200	10,02±		16,0
3 – дослідна	200	10,41±		17,0
4 – дослідна	200	10,37±0,496		19,0
5 – дослідна	200	10,14±0,358		20,0

Цьоголітків форелі протягом вегетаційного періоду годували 6 разів на добу. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси молоді та температури середовища на момент годівлі. Вирощування цьоголітків проводили в ставах за щільності посадки 200 екз./м² за рівня води в них 1 м.

Зважування піддослідної молоді форелі проводили раз на 5 діб. Умови утримання цьоголітків відповідали загальноновизнаним у форелівництві [3]. Дослідження темпу росту цьоголітків райдужної форелі здійснювали за результатами контрольних ловів. Не менше 100 екз. із кожної групи піддавали зважуванню на електронних вагах. Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики [5] за допомогою програмного забезпечення MS Excel і STATISTICA 7.0. з використанням вбудованих статистичних функцій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено, що різний енергетичний рівень годівлі цьоголітків райдужної форелі позначається на їхній продуктивності (табл. 2).

Таблиця 2

Маса цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, мг

Доба досліді	Групи				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	10,23±0,408	10,02±	10,41±	10,37±0,496	10,14±0,358
5	11,07±0,476	10,95±0,423	11,28±0,325	11,23±0,393	11,02±0,415
10	12,01±0,449	11,92±0,465	12,19±0,384	12,22±0,437	12,08±0,494
15	13,32±0,497	13,15±0,518	13,30±0,414	13,64±0,464	13,81±0,527
20	14,57±0,526	14,16±0,539	14,46±0,435	15,12±0,517	15,45±0,586
25	16,03±0,518	15,34±0,508	15,77±0,508	16,73±0,592	17,23±0,538
30	17,30±0,535	16,41±0,499	16,95±0,546	18,07±0,583	18,66±0,621
35	18,42±0,594	17,29±0,577	17,94±0,583	19,28±0,611	19,98±0,638
40	19,47±0,563	18,12±0,536	18,89±0,608	20,44±0,628	21,24±0,695*
45	20,34±0,669	18,74±0,584	19,66±0,672	21,52±0,690	22,40±0,722*
50	21,13±0,701	19,29±0,626*	20,35±0,747	22,39±0,723	23,45±0,824*
55	21,82±0,786	19,76±0,683*	20,94±0,791	23,16±0,748	24,31±0,837*

* $p < 0,0$ порівняно з 1-ю групою.

На кінець досліді (55 доба) вищих показників маси досягли цьоголітки 4 та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної на 6,1 та 11,4 % відповідно ($p < 0,05$). У цей же час риби 2 і 3-ї дослідних груп поступалися контрольним ровесникам за цим показником на 2,06 і 0,88 г, або на 9,4 ($p < 0,05$) і 4,0%. Різниця між показниками середньої маси особин 2 і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж, на кінець досліді становила 23,0% на користь останніх.

Опис росту цьоголітків форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту (рис. 1).

Ріст цьоголітків форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У віковому проміжку часу (функція x) залежно від рівня енергії у комбікормі можна прогнозувати їхню живу масу (функція y):

1 група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,2798x + 9,6234 (R^2 = 0,9970);$$

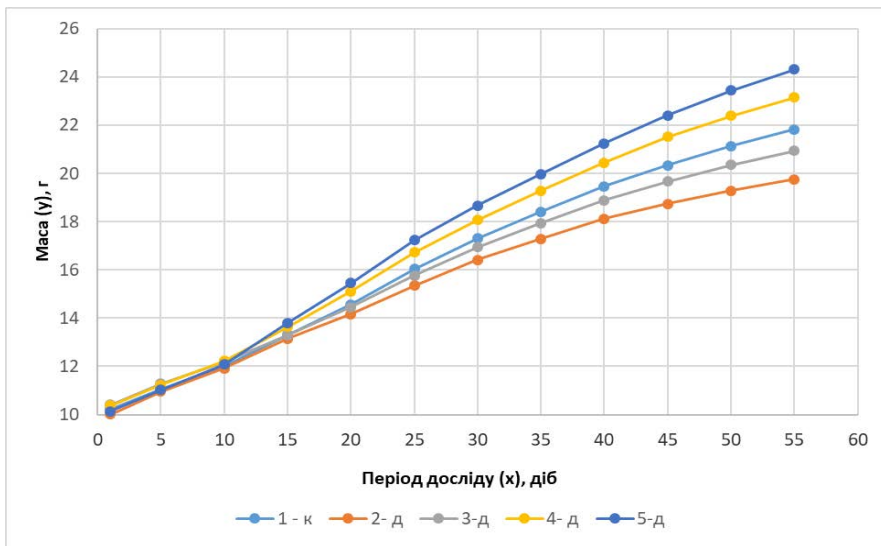


Рис. 1. Графічна модель росту цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення

2 група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0015x^2 + 0,2679x + 9,5793 \quad (R^2 = 0,9984);$$

3 група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,2599x + 9,9072 \quad (R^2 = 0,9973);$$

4 група (19,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,3026x + 9,6753 \quad (R^2 = 0,9969);$$

5 група (20,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0011x^2 + 0,3374x + 9,3329 \quad (R^2 = 0,9969).$$

Дані дисперсійного аналізу свідчать про те, що різний рівень енергетичного живлення цьоголітків форелі з високим рівнем достовірності ($p < 0,001$) впливав на наростання маси піддослідних риб. Частка впливу цього фактору становить 82,9%, що майже у 5 разів більше, ніж вплив інших факторів.

Розрахунки показали, що протягом періоду вирощування характер змін середньодобових приростів маси цьоголітків форелі залежав від рівня обмінної енергії в комбікормі та відповідної зміни маси риби (табл. 3).

Таблиця 3

Середньодобові прирости маси цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення, г

Періоди дослідження, діб	Групи				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,168	0,186	0,174	0,172	0,176
6-10	0,188	0,194	0,182	0,198	0,212
11-15	0,262	0,246	0,222	0,284	0,346
16-20	0,250	0,202	0,232	0,296	0,328
21-25	0,292	0,236	0,262	0,322	0,356
26-30	0,254	0,214	0,236	0,268	0,286

Продовження таблиці 3

31-35	0,224	0,176	0,198	0,242	0,264
36-40	0,210	0,166	0,190	0,232	0,252
41-45	0,174	0,124	0,154	0,216	0,232
46-50	0,158	0,110	0,138	0,174	0,210
51-55	0,138	0,094	0,118	0,154	0,172
В середньому за основний період дослід-ду (6-55 діб)	0,215	0,176	0,193	0,239	0,266

Слід зазначити, що збільшення вмісту обмінної енергії у комбікормі сприяє зменшенню витрат останнього на одиницю приросту маси цьоголітків. Так, в середньому за основний період дослідження витрати корму у форелі 5-ї групи (20 МДж) становили 0,832 кг, що було на 0,126, 0,275, 0,214 і 0,069 кг менше порівняно з аналогами 1, 2, 3 і 4-ї груп, які отримували комбікорми із нижчими рівнями обмінної енергії. Таким чином, вирощування цьоголітків райдужної форелі з використанням комбікорму з умістом обмінної енергії на рівні 20 МДж до часу переведення на зимівлю сприяє зниженню витрат корму на одиницю приросту їхньої маси.

Згідно проведених досліджень використання для годівлі цьоголітків форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями обмінної енергії суттєво не позначилося на збереженості риб (табл. 4).

Таблиця 4

Збереженість цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, %

Доба дослідження	Групи				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	98,3	98,2	98,5	98,4	98,2
10	96,6	96,3	97,0	97,1	96,5
15	95,1	94,7	95,2	95,5	95,1
20	93,8	93,1	93,7	93,6	93,9
25	92,0	91,3	91,8	92,4	91,8
30	90,3	89,5	90,2	90,9	90,1
35	88,5	88,2	88,4	89,1	88,0
40	86,9	86,6	86,7	87,2	86,2
45	85,4	85,0	85,1	85,8	84,7
50	83,9	83,2	83,4	84,4	83,3
55	82,2	81,3	81,9	82,7	81,8

Збереженість молоді риб у період дослідження була високою і перебувала в межах від 81,3% у 2-й до 82,7% у 4-й групах. Проведеними дослідженнями не встановлено залежності між показниками вмісту обмінної енергії у комбікормі та збереженістю цьоголітків райдужної форелі.

Вирощування цьоголітків за різних рівнів енергії у комбікормах позначалося на показниках як їх продуктивності, так і економічної ефективності вирощування (табл. 5). Найвищий приріст іхтіомаси за основний період дослідження був притаманний для форелі 5-ї групи, яка споживала корм із поживністю 20 МДж обмінної

енергії. Цей показник у неї становив 181,3 кг, що на 40,2, 75,1, 60,5 і 19,2 кг більше, ніж у аналогів 1, 2, 3 і 4-ї груп. Різні витрати корму та його вартість позначилися на собівартості 1 кг приросту іхтіомаси риб. Зокрема, найнижчим цей показник був у форелі, яка отримувала корм із поживністю 18 МДж (1-а група).

Таблиця 5

Економічна ефективність вирощування цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослідів, кг	217,6	215,1	222,2	221	216,4
Збереженість, %	82,2	81,3	81,9	82,7	81,8
Іхтіомаса вкінці дослідів, кг	358,72	321,3	343	383,07	397,71
Приріст іхтіомаси за основний період дослідів, кг	141,12	106,2	120,8	162,07	181,31
Витрати корму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,958	1,107	1,046	0,901	0,832
Витрати корму на загальний приріст іхтіомаси, кг	135,19	117,56	126,36	146,03	150,85
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	61,1	56,1	72,8	68,6	71,4
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	8260,3	6595,3	9198,8	10017,3	10770,7
Вартість корму, витраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	58,53	62,10	76,15	61,81	59,40
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	83,62	88,72	108,78	88,30	84,86

Примітка: у цінах 2015 року.

Собівартість 1 кг простої маси у цій групі становила 83,62 грн, що було нижче на 6,1, 30,1, 5,6 і 1,5%, ніж у риб 2, 3, 4 і 5-ї груп. Тому можна зробити висновок, що найбільш економічно доцільним є вирощування цьоголітків форелі за рівнів енергії у комбікормі 18 МДж.

Висновки і пропозиції. Встановлено, що згодовування цьоголіткам форелі комбікормів із підвищеною енергетичною поживністю (20 МДж) супроводжується збільшення їхньої середньої маси на 11,4% ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 9,8-23,6% порівняно з аналогами, які споживали корм із поживністю 18 МДж. Зниження цього показника до 16 МДж/кг сприяє вірогідному зменшенню ($p < 0,05$) маси на 9,4% та інтенсивності росту на 8,0-18,0%.

Опис росту цьоголітків райдужної форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої їхнього росту. Розраховані поліноміальні рівняння визначення маси риб на будь-якому етапі вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп.

Витрати корму на 1 кг приросту маси цьоголітків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 20 МДж, були меншими на 13,1%, а за її вмісту 16 МДж на 15,6% більшими порівняно з рибами, які споживали корм із вмістом енергії 18 МДж/кг. Використання для годівлі цьоголітків форелі повнораціонних

комбікормів із різними рівнями обмінної енергії суттєво не позначилося на збереженості риб, яка перебувала в межах 81,3-82,7%.

За виробництва продукції форелівництва за критеріями максимальної продуктивності рекомендується для годівлі цьоголітків форелі використовувати повнораціонні комбікорми з рівнем обмінної енергії 20 МДж, за виробництва продукції за економічними критеріями оптимізації рівень енергії у комбікормі має становити 18 МДж.

Перспективи подальших досліджень пов'язані із вивченням використання продукційних комбікормів з різним рівнем енергії та закономірностей фізіолого-біохімічних і морфологічних показників у товарної райдужної форелі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Єгоров Б.В., Фігурська Л.В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах України. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. № 2. С. 37–39.
2. Єгоров Б.В., Фігурська Л.В. Характеристика спеціальних комбікормів для годівлі форелі провідних європейських виробників. *Хранение и переработка зерна*. 2011. № 8. С. 58–61.
3. Канидъев А.Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва : ВНИИПРХ, 1985. 59 с.
4. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб : Довідково-навчальний посібник / І.М. Шерман та ін. Київ : Вища освіта, 2002. 126 с.
5. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 246 с.
6. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Москва : ВНИРО, 2006. 360 с.
7. Aba M., Driss B., Khadija E., Mohammed B., Aziz M. Effects of pressed and extruded foods on growth performance and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pakistan Journal of Nutrition*. 2012. № 11(2). P. 104–109.
8. Azevedo P.A., Leeson S., Cho C.Y., Bureau D.P. Growth and feed utilization of large size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in freshwater: Diet and species effects, and responses over time. *Aquaculture Nutrition*. 2004. № 10(6). P. 401–411.
9. Cowey C.B. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout *Aquaculture*. 1992. № 100. P. 177–189.
10. Jobling M. Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. 2016. № 24. P. 767–786.
11. Karabulut H.A., Yandi I., Aras N.M. Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010. № 9(22). P. 2818–2823.
12. Kim J.D., Kaushik S.J. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 1992. № 106(2). P. 161–169.
13. Teimouri M., Amirkolaie A., Yeganeh S. The effects of Spirulina platensis meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 2013. Vol. 396–399. P. 14–19.
14. Treft C.E., Barnes M.E., Voorhees J.M., Martin T.J. Impacts of feeding three commercial trout starter diets to rainbow trout on bacterial Coldwater disease-induced mortality. *Journal of Marine Biology and Aquaculture*. 2017. № 3. P. 1–5.

УДК 636.2.033 / 57.087

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.25>

ПОЛІМОРФІЗМ ТА АСОЦІАЦІЯ STR-ЛОКУСІВ З ОЗНАКАМИ РОСТУ ТЕЛИЦЬ ПІВДЕННОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ¹

Крамаренко О.С. – к.с.-г.н., старший викладач кафедри технології переробки, стандартизації і сертифікації продукції тваринництва,

Миколаївський національний аграрний університет

Сухоручко Т.О. – студент магістратури кафедри технології виробництва продукції тваринництва,

Миколаївський національний аграрний університет

Крамаренко С.С. – д.б.н., професор, професор кафедри генетики годівлі тварин та біотехнології,

Миколаївський національний аграрний університет

У процесі дослідження був проведений пошук вірогідних асоціацій між приростами живої маси телиць південної м'ясної породи (ПМП) та їх поліморфізмом за STR-локусами. Дослідження було проведено на поголів'ї телиць таврійського внутрішньопородного типу ПМП (загалом – 192 голови) ДП «ДГ Асканійське». В дослідженнях використовувались чотири мікросателітних локуси, які рекомендовані ISAG – TGLA227, BM2113, BM1818 та BM1824. Були використані три показники (у з) динаміки живої маси телиць ПМП: середньодобовий приріст від народження до віку 18 міс. (ADG); середньодобовий приріст від народження до відлучення (ADG1); середньодобовий приріст на відгодівлі (до віку 18 міс.) (ADG2).

За локусом TGLA227 найвищу частоту було зауважено для алелей довжиною в 77, 81, 83, 89, 93 та 97 п.н. Доведено, що алель TGLA227⁸³ є маркером більш інтенсивної швидкості наростання живої маси від народження до відлучення телиць ПМП.

Щодо локусу BM2113 найбільш поширеними серед телиць ПМП були алелі довжиною у 125, 129, 135, 137, 139 та 141 п.н. Особини, які мали алель BM2113¹⁴¹, характеризувались найнижчою інтенсивністю росту живої маси протягом перших 18 міс. (498 ± 18 з), і, таким чином, даний алель може бути маркером повільного розвитку телиць ПМП.

За локусом BM1818 найвищу частоту мали сім алелів із довжиною 258, 260, 262, 264, 266, 268 та 270 п.н. Водночас найвищі оцінки середньодобового приросту від народження до відлучення було помічено серед тварини ПМП з алелем BM1818²⁵⁸ (865 ± 38 з).

За локусом BM1824 найвищу частоту мали п'ять алелів із довжиною 178, 180, 182, 188 та 192 п.н. Найвищі оцінки середньодобового приросту від народження до віку 18 міс. було помічено серед тварини ПМП, котрі мали алель BM1824¹⁷⁸ (648 ± 41 з).

Отже, було встановлено три алеля (BM1824¹⁷⁸, TGLA227⁸³, BM1818²⁵⁸), наявність яких у генотипі телиць ПМП забезпечували більш інтенсивний ріст живої маси та один (BM2113¹⁴¹), що пов'язаний із більш повільним зростанням живої маси в різні вікові періоди.

Ключові слова: мікросателіти ДНК, поліморфізм, середньодобові прирости живої маси, велика рогата худоба, південна м'ясна порода

Kramarenko A.S., Sukhoruchko T.O., Kramarenko S.S. Polymorphism and association of STR loci with growth traits in heifers of the Southern beef cattle

In the course of the study, a search was made for possible associations between average daily gain of heifers of the Southern beef cattle (SMB) and their polymorphism by STR-loci. The study was conducted on the herd of heifers of the Taurian intra-breed type SMB (total – 192 heads) at Askaniiske state research enterprise.

During the study, we used four microsatellite loci recommended by ISAG – TGLA227, BM2113, BM1818 and BM1824.

¹ Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом Ф82/2019 (номер державної реєстрації 0119U103477).

Three characteristics were used as indicators of the live weight dynamics of the SMB heifers (in g): average daily gain from birth to 18 months of age (ADG); average daily gain from birth to weaning (ADG1); average daily gain of fattening (up to 18 months of age) (ADG2).

In TGLA227 locus, alleles 77, 81, 83, 89, 93 and 97 bp was observed in highest frequency. It is shown that the allele TGLA227⁸³ is a marker of a more vigorous rate of growth of live weight from birth to weaning in the SMB heifers.

In BM2113 locus, the most common among the SMB heifers were alleles 125, 129, 135, 137, 139 and 141 bp. Individuals who had the BM2113¹⁴¹ allele were characterized by the lowest gain of live weight during the first 18 months (498 ± 18 g), which indicates that this allele may be a marker of slow development of the SMB heifers.

In BM1818 locus, seven alleles (258, 260, 262, 264, 266, 268, and 270 bp) had the highest frequency. The highest estimates of average daily gain from birth to weaning were observed among animals with allele BM1818²⁵⁸ (865 ± 38 g).

In BM1824 locus, five alleles (178, 180, 182, 188, and 192 bp) had the highest frequency. The highest estimates of average daily gain from birth to age 18 months was observed among animals with allele BM1824¹⁷⁸ (648 ± 41 g).

Thus, there were identified three alleles (BM1824¹⁷⁸, TGLA227⁸³, BM1818²⁵⁸), the presence of which in the genotype of the SMB heifers provided a more intensive gain, and one (BM2113¹⁴¹) associated with a slow growth in live weight at different age periods.

Key words: microsatellites DNA, polymorphism, average daily gain, beef cattle, Southern beef breed.

Постановка проблеми. Останнім часом все більшого застосування під час вивчення рівня генетичної мінливості та генетичної диференціації порід свійських тварин різних видів набувають мікросателіти ДНК – короткі тандемні олігонуклеотидні повтори завдовжки 2–6 пар нуклеотидів (п.н.). Вони характеризуються дуже високим рівнем генетичної мінливості (можуть містити до 15–20 алельних варіантів). З іншого боку, вони мають дуже високу видоспецифічність (наявність однакових маркерів можливе лише у близькоспоріднених видів). Ці ділянки ДНК відомі також під декількома назвами: мікросателіти ДНК, STMS (Sequence Tagged Microsatellite Site), STR (Short Tandem Repeat), SSR (Simple Sequence Repeat) [10; 22; 31].

Згідно з базою даних INRA (French National Institute for Agricultural research; institut.inra.fr) вже на початку 2010-х років на всіх 30 парах хромосом худоби було виявлено 2402 STR-локусів, із яких 2244 є картованими [16].

Серед різноманітних напрямів використання мікросателітів у скотарстві можна виділити такі: контроль походження (встановлення батьківства) та паспортизація тварин; оцінка рівня генетичної різноманітності (алельний спектр, гетерозиготність, наявність/відсутність генетичної рівноваги) на породному та внутрішньопородному рівні; оцінка рівня міжпородної генетичної диференціації та встановлення філогенетичних зв'язків; ступінь інтрогресії геномів під час створення нових порід (особливо використовуючи міжвидову гібридизацію для тварин роду *Bos L.*, 1758); оцінювання негативних наслідків генетико-демографічних процесів, особливо для нечисельних та автохтонних порід; пошук зв'язків з показниками продуктивності та оцінка можливого використання цих зв'язків у маркер-допоміжній селекції [19].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на те, що а-пріорі мікросателіти ДНК є нейтральними молекулярно-генетичними маркерами, починаючи із середини 1990-х років почали з'являтися повідомлення про наявність вірогідних зв'язків між наявністю/відсутністю певних алелів досліджуваних локусів мікросателітів та різними ознаками продуктивності сільськогосподарських тварин.

Так, алель BM1500¹³⁶ є маркером найвищого надою, а алелі BM1500¹³⁶⁻¹³⁸ пов'язані з підвищеним вмістом жиру в молоці [11; 20]. Аналогічно, тварини голштин-

ської породи з генотипом *BM6438*^{268/268} характеризувались найвищим надоем, у той час як худоба з генотипами *BM6438*^{256/258} та *BM6438*^{258/268}, навпаки, мала найнижчі показники молочної продуктивності [30].

Заслугує на увагу й те [1], що худоба зебу з певними генотипами за локусами *ILSTS005*, *ILSTS006*, *TGLA227*, *INRA035*, *BM2113* та *CSSM66* є найбільш резистентною до туберкульозу.

Деякі забійні та м'ясні якості також пов'язані з певними локусами мікросателітів. Так, наявність алеля *BM2113*¹⁴² забезпечує більший вихід чистого м'яса, а алель *BM2113*¹⁷¹ позитивно пов'язаний із товщиною філейної частини туші в помісних тварин Grassland Red Cattle × Limousine [29], а тварини Angus × Brahman із генотипом *ETH10*^{220/222} мали кращі характеристики мармуровості м'яса та більшу забійну масу [15]. Низка локусів мікросателітів пов'язана і з екстер'єрними характеристикам будови тіла тварин. Позитивний зв'язок з основними промірами худоби (насамперед висотою в холці, глибиною та шириною грудей, косою довжиною тулуба) встановлено для локусів *BM2113* [26], *IDVGA46* [23], *ETH131*, *INRA5* та *INRA64* [6].

Проте пошук асоціацій між приростами телиць південної м'ясної породи (ПМП) та їх поліморфізмом за локусами мікросателітів раніше ще не проводився.

Постановка завдання. Мета статті – пошук вірогідних асоціацій між ознаками росту телиць південної м'ясної породи та їх поліморфізмом за STR-локусами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріали і методи досліджень. Дослідження було проведено на поголів'ї телиць таврійського внутрішньопородного типу ПМП (загалом – 192 голови) ДП «ДГ Асканійське» Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН Каховського району Херсонської області. Порода була створена внаслідок поєднання генетичного матеріалу таких порід, як червона степова, шортгорн, санта-гертруда, герфорд, шароле та кубинський зебу. Вона – єдина порода в Україні й на Європейському континенті, сформована шляхом міжвидової гібридизації між *Bos taurus* та *B. indicus* [28].

Усі лабораторні дослідження було проведено в умовах лабораторії молекулярних основ селекції тварин Центру біотехнології та молекулярної діагностики Федерального наукового центру тваринництва ім. академіка Л.К. Ернста. Методи лабораторного аналізу детально наведено в роботах [19; 33]. У дослідженнях використовували чотири мікросателітних локуси, які рекомендовані ISAG – *TGLA227*, *BM2113*, *BM1818* та *BM1824*.

Як показники динаміки живої маси телиць ПМП були використані три показники інтенсивності росту (у г): середньодобовий приріст від народження до віку 18 міс. (ADG); середньодобовий приріст від народження до відлучення (ADG1); середньодобовий приріст на відгодівлі (до віку 18 міс.) (ADG2).

Основу експерименту становила перевірка нуль-гіпотези (з використанням критерію Стьюдента) щодо відсутності відмінностей за показниками росту живої маси між тваринами, котрі мали певний алель за дослідженими STR-локусами – для цього тварини були розподілені на дві групи за наявністю/відсутністю в їх генотипі відповідного алеля.

Усю статистичну обробку було проведено за допомогою програмного забезпечення MS Excel та PAST [13].

На рисунку 1 наведено розподіл частот алелей за окремими STR-локусами телиць ПМП.

За локусом *TGLA227* найвищу частоту було помічено для алелів довжиною в 77, 81, 83, 89, 93 та 97 п.н. (див. рис. 1).

Водночас тварини з різними алелями, вірогідно, відрізнялись між собою щодо середньодобового приросту від народження до відлучення ($F = 2,27$; $df_1 = 5$; $df_2 = 94$; $P = 0,050$). Найвищі оцінки середньодобового приросту від народження до відлучення було помічено серед телиць ПМП, які мали в генотипі алель *TGLA227*⁸³ (873 ± 46 г), у той час як особини, що мали інші алелі, характеризувалися більш повільним ростом живої маси протягом цього періоду (рис. 2).

Тест множинних порівнянь (LSD-тест) також доводить наявність вірогідних відмінностей тварин, котрі мають алель *TGLA227*⁸³, у той час як серед решти генотипових груп особин наявність вірогідних відмінностей встановлено не було (див. рис. 2). Таким чином, можна вважати, що алель *TGLA227*⁸³ є маркером більш інтенсивної швидкості наростання живої маси від народження до відлучення телиць ПМП. Вірогідний ефект заміни будь-якого алеля в генотипі телиць ПМП на алель *TGLA227*⁸³ доведено також результатами логістичної регресії ($\chi^2 = 7,05$; $df = 1$; $P = 0,008$).

Щодо локусу *BM2113* найбільш поширеними серед телиць ПМП були алелі довжиною у 125, 129, 135, 137, 139 та 141 п.н. (див. рис. 1). На підставі результатів LSD-тесту встановлено, що телиці з алелем *BM2113*¹⁴¹ за даним локусом у генотипі, вірогідно, відрізнялись від тварин щодо середньодобового приросту з народження до віку 18 міс. за виключенням особин, які мали алель довжиною у 129 п.н. (рис. 3).

Водночас особини, які мали алель *BM2113*¹⁴¹, характеризувались найнижчою інтенсивністю росту живої маси протягом перших 18 міс. (498 ± 18 г), що свідчить про те, що цей алель може бути маркером повільного розвитку телиць

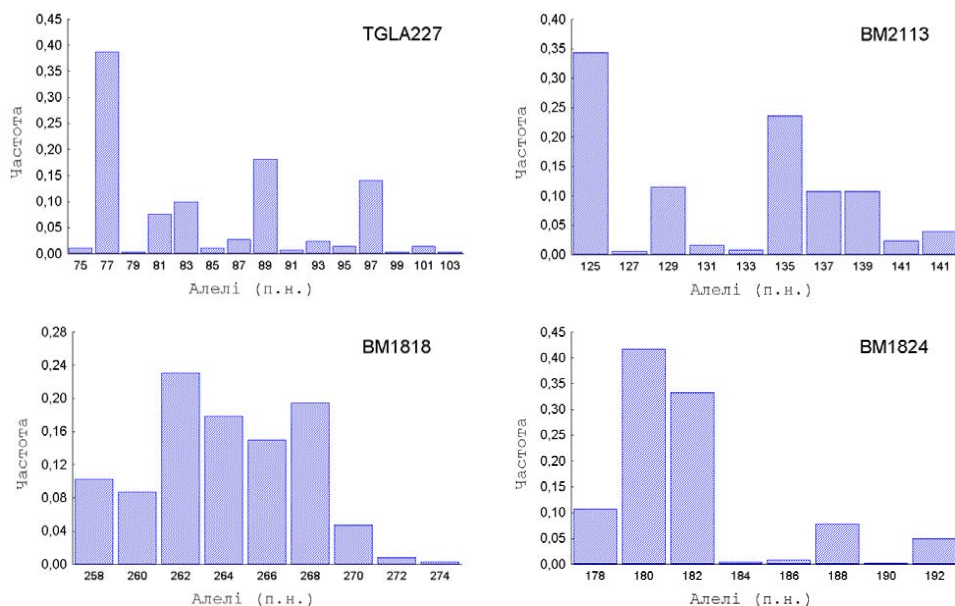


Рис. 1. Розподіл телиць ПМП за частотою алелів STR-локусів *TGLA227*, *BM2113*, *BM1818* та *BM1824*

ПМП. Вірогідний ефект заміни будь-якого алеля в генотипі телиць ПМП на алель *BM2113*¹⁴¹ також підтверджується результатами логістичної регресії ($\chi^2 = 6,99$; $df = 1$; $P = 0,008$).

За локусом *BM1818* найвищу частоту мали сім алелів із довжиною 258, 260, 262, 264, 266, 268 та 270 п.н. (див. рис. 1). Установлено, що телиці, які мали в генотипі різні алелі за цим локусом, вірогідно, відрізнялись між собою щодо середньодобового приросту від народження до відлучення ($F = 2,51$; $df_1 = 6$; $df_2 = 137$; $P = 0,025$). Водночас найвищі оцінки середньодобового приросту від народження

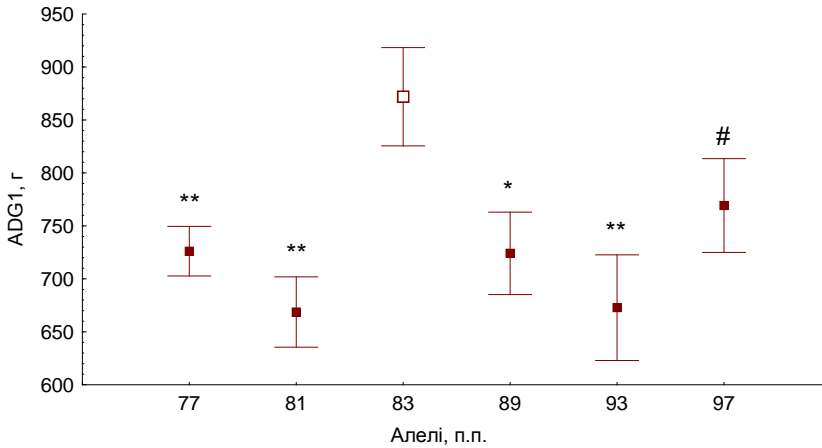


Рис. 2. Оцінки ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) середньодобового приросту від народження до відлучення телиць ПМП з різними алелями за локусом *TGLA227* у генотипі. Наведено результати LSD-тесту під час порівняння з особинами, які мали алель *TGLA227*⁸³: # – $P < 0,10$; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

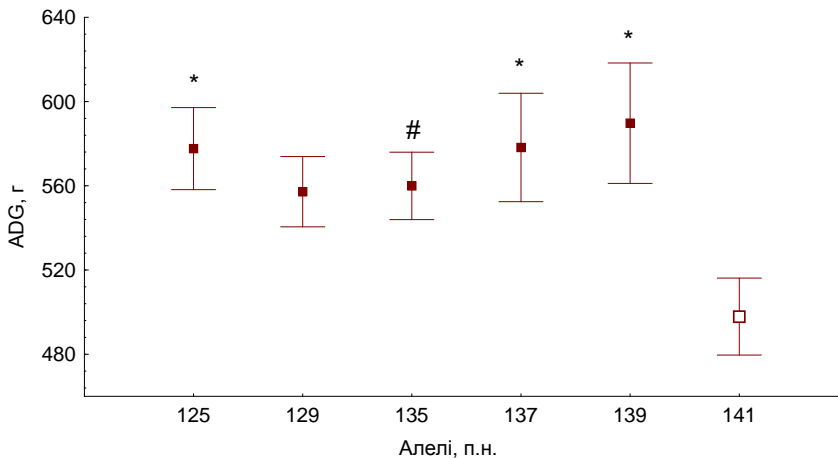


Рис. 3. Оцінки ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) середньодобового приросту від народження до віку 18 міс. телиць ПМП з різними алелями за локусом *BM2113* у генотипі. Наведено результати LSD-тесту під час порівняння з особинами, котрі мали алель *BM2113*¹⁴¹: # – $P < 0,10$; * – $P < 0,05$

до відлучення було помічено серед тварин ПМП з алелем $VM1818^{258}$ (865 ± 38 г), у той час як решта особин, що мали інші шість алелів, характеризувалися повільним ростом живої маси протягом даного періоду та, вірогідно, не відрізнялись між собою (рис. 4).

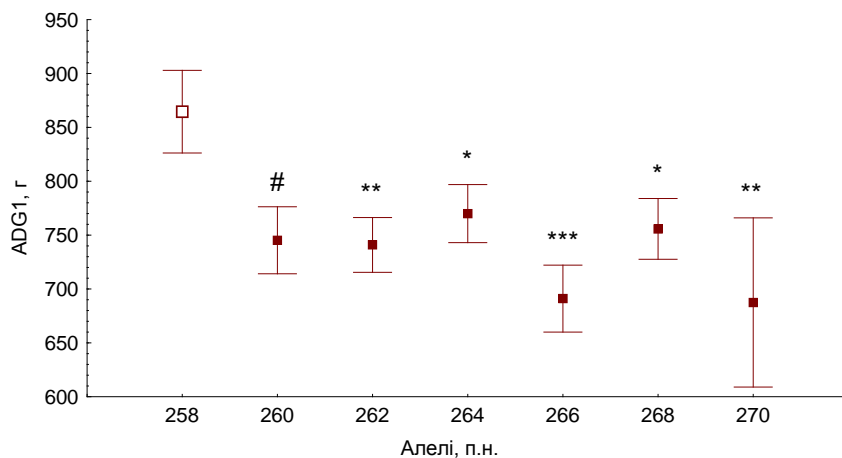


Рис. 4. Оцінки ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$) середньодобового приросту від народження до відлучення телиць ПМП з різними алелями за локусом TGLA227 у генотипі. Наведено результати LSD-тесту під час порівняння з особинами, які мали алель TGLA227⁸³: # – $P < 0,10$; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

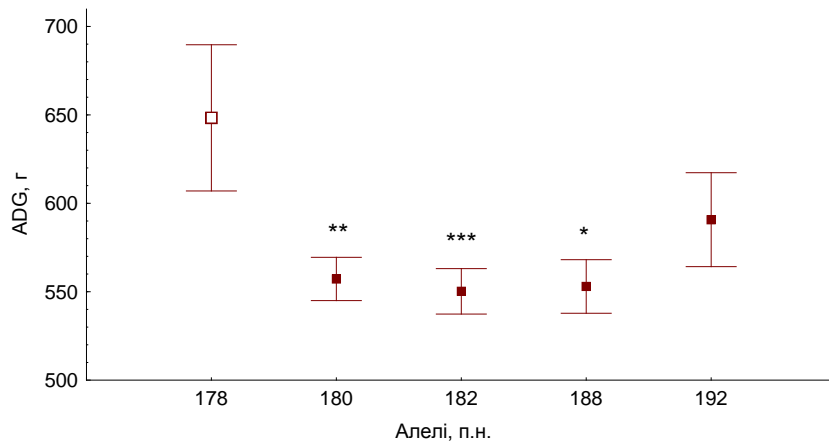


Рис. 5. Оцінки ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$) середньодобового приросту від народження до віку 18 міс. телиць ПМП з різними алелями за локусом VM1824 в генотипі. Наведено результати LSD-тесту під час порівняння з особинами, котрі мали алель VM1824¹⁷⁸: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

Таким чином, можна вважати, що алель $VM1818^{258}$ може слугувати маркером більш інтенсивної швидкості наростання живої маси від народження до відлу-

чення серед досліджених телиць ПМП. Доведено також високовірогідний ефект заміни будь-якого алеля в генотипі телиць ПМП на алель *BM1818*²⁵⁸ результатами логістичної регресії ($\chi^2 = 10,40$; $df = 1$; $P < 0,001$).

За локусом *BM1824* найвищу частоту мали п'ять алелів із довжиною 178, 180, 182, 188 та 192 п.н. (див. рис. 1). Установлено, що телиці, котрі мали в генотипі різні алелі за цим локусом, вірогідно, відрізнялись між собою щодо середньодобового приросту від народження до віку 18 міс. ($F = 3,08$; $df_1 = 4$; $df_2 = 97$; $P = 0,020$). Водночас найвищі оцінки середньодобового приросту від народження до віку 18 міс. було помічено серед тварини ПМП з алелем *BM1824*¹⁷⁸ (648 ± 41 г), у той час як решта особин, які мали інші алелі, характеризувались повільним ростом живої маси протягом цього періоду та, вірогідно, не відрізнялись між собою (рис. 5). Тест множинних порівнянь (LSD-тест) також доводить наявність вірогідних відмінностей тварин, що мають алель *BM1824*¹⁷⁸, у той час як серед решти генотипових груп особин наявність вірогідних відмінностей встановлено не було (див. рис. 5).

Таким чином, отримані нами дані свідчать про те, що тварини, в генотипі яких були присутні певні алелі за STR-локусами, вірогідно, відрізнялися щодо приростів живої маси в різні вікові періоди (табл. 1).

Таблиця 1

Результати перевірки гіпотези щодо впливу наявності/відсутності певних алелів за STR-локусами на прирости телиць ПМП, г

Локус	Алель (п.н.)	Ознака	Алель відсутній		Алель присутній		<i>t</i>	<i>P</i>
			<i>n</i>	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	<i>n</i>	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$		
<i>TGLA227</i>	83	ADG1	138	743 ± 13	10	873 ± 46	2,59	0,011
<i>BM2113</i>	141	ADG	97	570 ± 9	7	498 ± 18	2,10	0,038
<i>BM1818</i>	258	ADG1	132	738 ± 13	16	865 ± 38	3,10	0,002
<i>BM1824</i>	178	ADG	93	555 ± 8	11	648 ± 41	3,47	<0,001

Загалом було помічено три алелі (*BM1824*¹⁷⁸, *TGLA227*⁸³, *BM1818*²⁵⁸), наявність яких у генотипі телиць ПМП забезпечували більш інтенсивний ріст живої маси та один (*BM2113*¹⁴¹), який пов'язаний із повільним зростанням живої маси в різні вікові періоди.

Обговорення. На початку 2000-х років дуже актуальним був напрям, що пов'язаний з аналізом у геномі сільськогосподарських тварин (зокрема й худоби м'ясного напрямку) ділянок, котрі зв'язані з генами кількісних ознак (QTL). Так, на другій хромосомі (BTA2) тварин порід Hereford та помісей Angus \times Brahman було знайдено ділянку, яка впливає на живу масу з народження. Характерно, що в межах цього QTL були розташовані мікросателіти *BM2113* та *OarFCB11* [15; 12].

Загалом було виявлено цілу низку QTL, розташованих на різних хромосомах, що пов'язані з показниками живої маси тварин на різних етапах їх росту та фланковані локусами мікросателітів, використаних нами під час аналізу телиць ПМП (табл. 3). Наприклад, QTL, які, вірогідно, пов'язані із живою масою від народження, були розташовані на певних ділянках BTA2, BTA5, BTA21 та BTA23 й містили локуси мікросателітів, що було виявлено нами під час аналізу характеру росту молодняку піддослідної популяції ПМП.

Водночас нами було встановлено, що показники приростів живої маси (як від народження до відлучення, так і на відгодівлі) також були тісно пов'язані з наявністю певних алелів за локусами *TGLA227*, *BM2113*, *BM1824* та *BM1818* (див. табл. 2). Раніше вже було помічено, що інтенсивність росту живої маси молодняку худоби була пов'язана із QTL, розташованими на п'ятій та 23-й хромосомах та фланкованими певними мікросателітами, зокрема *BM1818* (табл. 2).

Таблиця 2

QTL (та фланкуючі їх мікросателіти), котрі пов'язані із живою масою та інтенсивністю росту молодняку різних порід свійської худоби та зебу

Хромосома	Ознака ¹	Порода (або вид)	Локуси мікросателітів, які фланкують ділянку QTL ²	Джерело
BTA1	BWT	Brahman × Hereford	<i>BMS1789 – UWCA46 – BMS4014</i>	[27]
BTA2	BWT	Hereford × composite	<i>BM2113 – OarFCB11</i>	[12]
BTA2	BWT	Angus × Brahman	<i>BM2113 – OarFCB11</i>	[15]
BTA5	BWT	Angus × Brahman	<i>CSSM34 – RM500 – ETH10</i>	[15]
BTA6	BWT, YW	Belgian Blue × MARC III	<i>BM3026 – BMS483</i>	[4]
BTA21	BWT	Brahman × Angus	<i>BMS2815 – TGLA337 – TGLA122</i>	[5]
BTA21	BWT	Angus × Brahman	<i>TGLA337 – TGLA122 – CSSM18</i>	[15]
BTA23	BWT	<i>B. taurus</i> (line M1)	<i>RM185 – BM1818</i>	[18]
BTA23	WT1-4L	Finnish Ayrshire	<i>BM1258 – BoLA DRBP1</i>	[9]
BTA5	ADG1	<i>B. taurus</i> (line M1)	<i>ETH10 – IGF1 – BM1819 – RM29</i>	[21]
BTA23	ADG1	<i>B. taurus</i> (line M1)	<i>RM185 – BM1818</i>	[18]
BTA5	ADG2	<i>B. taurus</i> (line M1)	<i>RM500 – BR2936 – BMS490 – ETH10</i>	[21]

Примітки: ¹ BWT – жива маса з народження; YW – жива маса в 1-річному віці; WT1-4L – жива маса протягом 1–4-ої лактації; ADG1 – приріст від народження до відлучення; ADG2 – приріст на відгодівлі. ² Непівжирним шрифтом виділені ті STR-локуси, котрі використані в поданій роботі.

До того ж різними вченими серед різних порід свійської худоби та зебу доведено наявність позитивної (або негативної) кореляції між окремими алелями (або генотипами) мікросателітів та показниками їх росту та розвитку (табл. 4).

Так, у роботі ДеАтлей зі співавторами [8] показано, що локус *ETH10* був тісно пов'язаний із живою масою від народження (для помісних тварин Angus × Brahman) та під час відлучення (для тварин породи Angus).

Худоба породи Hereford із генотипом *CSFM50*^{180/184} мала найвищу живу масу під час відлучення, а присутність у їх генотипі алеля *CSFM50*¹⁷⁶, навпаки, призвела до значного зниження показника цієї ознаки [3].

Наявність (AT)_n-алеля довжиною у 225 п.н. за локусом мікросателіта в межах гену *IGF1* позитивно корелювала із живою масою від народження та відлучення помісних тварин *B. Indicus* × *B. taurus*, у той час як наявність алеля довжиною 231 п.н., навпаки, маркувала тварин із найнижчими значеннями цих ознак [2]. З іншого боку, 229→225 заміна за цим маркером серед зебу породи Nellore та 225→229 заміна серед худоби породи Angus мали протилежний ефект щодо ознак живої маси, хоча в обох випадках не була вірогідною [7].

Для маркера *bGHR* у промоторному регіоні встановлено наявність повтору (TG)_n, де n може варіювати від 16 до 20 (L-алель, який притаманний різним породам *B. taurus*), або n = 11 (S-алель, що притаманний зебу). Серед плідників породи Angus встановлено вірогідну різницю тварин із генотипами L/L та L/S щодо живої маси під час відлучення (17 ± 4 кг; $P < 0,01$), у той час як для живої маси від народження такі відмінності були відступні [14]. Крім того, L→S заміна за цим маркером призводила до вірогідної зміни як живої маси тіла як деяких порід зебу (Nellore та Canchim) та BPX (Angus), так і їх приросту на відгодівлі [7].

Відомі і приклади позитивного впливу наявності певних алелів за STR-локусами на показники приросту. Так, тварини породи Japanese Black cattle, що мали алель (TG)₁₉ на ділянці 5'UTR гену *GHSR1*, характеризувались найвищими приростами протягом періоду експерименту [17]. Також аналогічну дію було встановлено для низки алелей локусів *INRA11*, *INRA64* та *ETH131* у тварин породи Piemontese [6].

Таблиця 3

**STR-локуси, які пов'язані із живою масою та інтенсивністю
росту молодняку різних порід BPX та зебу**

Локус	Порода (або вид)	Ознака ¹	Джерело
<i>ETH10</i>	Brahman × Angus	BWT	[8]
<i>ETH10</i>	Hereford	BWT	[25]
<i>IGF1-(AT)n</i>	<i>B. indicus</i> × <i>B. taurus</i>	BWT	[2]
<i>BMS1248</i>	Bali cattle	жива маса	[24]
<i>bGHR-(TG)n</i>	Nellore, Canchim, 1/2 Angus	жива маса	[7]
<i>INRA5</i>	Piemontese	жива маса у віці 250 та 350 днів	[6]
<i>INRA64</i>	Piemontese	жива маса у віці 150 та 350 днів	[6]
<i>CSFM50</i>	Hereford	WW	[3]
<i>MS-IGF1</i>	<i>B. indicus</i> × <i>B. taurus</i>	WW	[2]
<i>ETH10</i>	Angus	WW	[8]
<i>bGHR-(TG)n</i>	Angus	WW	[14]
<i>INRA11</i> , <i>INRA16</i> , <i>ETH131</i>	Piemontese	ADG	[6]
<i>5'UTR-GHSR1</i>	Japanese Black	ADG	[17]
<i>bGHR-(TG)n</i>	Nellore, Canchim, 1/2 Angus	ADG2	[7]

Примітка: ¹WW – жива маса під час відлучення.

Висновки і пропозиції. Отже, нами було проведено пошук асоціацій між ознаками росту телиць ПМПІ та їх поліморфізмом за локусами мікросателітів. За локусом *TGLA227* найвищу частоту було зауважено для алелів довжиною в 77, 81, 83, 89, 93 та 97 п.н. Найвищі оцінки середньодобового приросту від народження до відлучення було помічено серед телиць ПМПІ, які мали в генотипі алель *TGLA227*⁸³ (873 ± 46 г), у той час як особини, що мали інші алелі, характеризувались більш повільним ростом живої маси протягом цього періоду. Таким чином,

можна вважати, що алель *TGLA227*⁸³ є маркером більш інтенсивної швидкості наростання живої маси від народження до відлучення телиць ПМП.

Щодо локусу *BM2113*, найбільш поширеними серед телиць ПМП були алелі довжиною у 125, 129, 135, 137, 139 та 141 п.н. Особини, які мали алель *BM2113*¹⁴¹, характеризувались найнижчою інтенсивністю росту живої маси протягом перших 18 міс. (498 ± 18 г), це свідчить про те, що даний алель може бути маркером повільного розвитку телиць ПМП.

За локусом *BM1818* найвищу частоту мали сім алелів із довжиною 258, 260, 262, 264, 266, 268 та 270 п.н. Водночас найвищі оцінки середньодобового приросту від народження до відлучення було помічено серед тварини ПМП з алелем *BM1818*²⁵⁸ (865 ± 38 г).

За локусом *BM1824* найвищу частоту мали п'ять алелів із довжиною 178, 180, 182, 188 та 192 п.н. Найвищі оцінки середньодобового приросту від народження до віку 18 міс. було помічено серед тварини ПМП з алелем *BM1824*¹⁷⁸ (648 ± 41 г).

Загалом було зауважено три алеля (*BM1824*¹⁷⁸, *TGLA227*⁸³, *BM1818*²⁵⁸), наявність яких у генотипі телиць ПМП забезпечували більш інтенсивний ріст живої маси та один (*BM2113*¹⁴¹), що пов'язаний із повільним зростанням живої маси в різні вікові періоди.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ali A.A., Thomson P.C., Kadarmideen H.N. Association between microsatellite markers and bovine tuberculosis in Chadian Zebu cattle. *Open Journal of Animal Sciences*. 2013. Vol. 3(01). P. 27–35.
2. Andrade P.C., Grossi D.A., Paz C.C.P., Alencar M.M., Regitano L.C.A., Munari D.P. Association of an insulin-like growth factor 1 gene microsatellite with phenotypic variation and estimated breeding values of growth traits in Canchim cattle. *Animal genetics*. 2008. Vol. 39(5). P. 480–485.
3. Bressel R.M.C., Regitano L.D.A., Toral F.L.B., Moreira H.L.M. Association of microsatellite *CSFM50* with weaning weight in Hereford beef cattle. *In Proceedings of the World Conference on animal production*. Porto Alegre : SBZ: WAAP: ALPA: UFRGS, 2003. P. 241–244.
4. Casas E., Shackelford S.D., Keele J.W., Stone R.T., Kappes S.M., Koohmaraie M. Quantitative trait loci affecting growth and carcass composition of cattle segregating alternate forms of myostatin. *Journal of animal science*. 2000. Vol. 78(3). P. 560–569.
5. Casas E., Keele J.W., Shackelford S.D., Koohmaraie M., Stone R.T. Identification of quantitative trait loci for growth and carcass composition in cattle. *Animal Genetics*. 2004. Vol. 35(1), P. 2–6.
6. Ciampolini R., Mazzanti E., Cianci D. DNA microsatellites associated with morphological traits in beef cattle. *Annali della Facoltà di Medicina veterinaria*. 2002. Vol. 55, P. 205–221.
7. Curi R.A., De Oliveira H.N., Silveira A.C., Lopes C.R. Effects of polymorphic microsatellites in the regulatory region of *IGF1* and *GHR* on growth and carcass traits in beef cattle. *Animal Genetics*. 2005. Vol. 36(1). P. 58–62.
8. DeAtley K.L., Rincon G., Farber C.R., Medrano J.F., Luna-Nevarez P., Enns R.M., Thomas M.G. Genetic analyses involving microsatellite *ETH10* genotypes on bovine chromosome 5 and performance trait measures in Angus- and Brahman-influenced cattle. *Journal of animal science*, 2011. Vol. 89(7). P. 2031–2041.
9. Elo K.T., Vilkkilä J., de Koning D.J., Velmalä R.J., Mäki-Tanila A.V. A quantitative trait locus for live weight maps to bovine chromosome 23. *Mammalian Genome*. 1999. Vol. 10(8), P. 831–835.
10. Ellegren H. Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nature reviews genetics*. 2004. 5(6), P. 435–445.

11. Fitzsimmons C.J., Schmutz S.M., Bergen R.D., McKinnon J.J. A potential association between the *BM1500* microsatellite and fat deposition in beef cattle. *Mammalian Genome*. 1998. Vol. 9(6). P. 432–434.
12. Grosz M.D., MacNeil M.D. Putative quantitative trait locus affecting birth weight on bovine chromosome 2. *Journal of Animal Science*. 2001. Vol. 79(1). P. 68–72.
13. Hammer Ø., Harper D.A., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4. P. 1–9.
14. Hale C.S., Herring W.O., Shibuya H., Lucy M.C., Lubahn D.B., Keisler D.H., Johnson G.S. Decreased growth in angus steers with a short TG-microsatellite allele in the P1 promoter of the growth hormone receptor gene. *Journal of Animal Science*. 2000. Vol. 78(8). P. 2099–2104.
15. Kim J.J., Farnir F., Savell J., Taylor J.F. Detection of quantitative trait loci for growth and beef carcass fatness traits in a cross between *Bos taurus* (Angus) and *Bos indicus* (Brahman) cattle. *Journal of Animal Science*. 2003. Vol. 81(8). P. 1933–1942.
16. Киселева, Т.Ю., Подоба, Б.Е., Заблудовский, Е.Е., Терлецкий, В.П., Воробьев, Н. И., Кантанен, Ю. Анализ 30 микросателлитных маркеров у шести локальных популяций крупного рогатого скота. *Сельскохозяйственная биология*. 2010. № 45(6). С. 20–25.
17. Komatsu M., Itoh T., Fujimori Y., Satoh M., Miyazaki Y., Takahashi H., Morita M. Genetic association between *GHSR1a* 5' UTR-microsatellite and nt-7 (C>A) loci and growth and carcass traits in Japanese Black cattle. *Animal Science Journal*. 2011. Vol. 82(3). P. 396–405.
18. Kneeland J., Li C., Basarab J., Snelling W.M., Benkel B., Murdoch B., Moore S.S. Identification and fine mapping of quantitative trait loci for growth traits on bovine chromosomes 2, 6, 14, 19, 21, and 23 within one commercial line of *Bos taurus*. *Journal of animal science*. 2004. Vol. 82(12). P. 3405–3414.
19. Крамаренко О. С. Оцінювання генетичної структури та прогнозування продуктивності тварин південної м'ясної породи за ДНК-маркерами : монографія. Миколаїв : Іліон, 2017. 166 с.
20. Lali F. A., Bindu K.A. Microsatellite *BM1500* polymorphism and milk production traits in Vechur and crossbred cattle of Kerala. *Veterinarski arhiv*. 2011. Vol. 81(1). P. 35–42.
21. Li C., Basarab J., Snelling W.M., Benkel B., Murdoch B., Moore S.S. The identification of common haplotypes on bovine chromosome 5 within commercial lines of *Bos taurus* and their associations with growth traits. *Journal of animal science*. 2002. Vol. 80(5). P. 1187–1194.
22. Li Y.C., Korol A.B., Fahima T., Beiles A., Nevo E. Microsatellites: genomic distribution, putative functions and mutational mechanisms: a review. *Molecular ecology*. 2002. Vol. 11(12). P. 2453–2465.
23. Napolitano F., Leone P., Puppo S., Moioli B.M., Pilla F., Comincini S., Carretta A. Exploitation of microsatellites as genetic markers of beef-performance traits in Piemontese × Chianina crossbred cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 1996. Vol. 113(1–6). P. 157–162.
24. Puja I.K., Wandia I.N., Sulabda I.N., Suastika P. Correlation analysis of microsatellite DNA markers with body size, length, and height of Bali cattle. *Global Veterinaria*. 2013. Vol. 11(5). P. 689–693.
25. Rogberg-Muñoz A., Melucci L., Prando A., Villegas-Castagnasso E.E., Ripoli M.V., Peral-García P., Giovambattista G. Association of bovine chromosome 5 markers with birth and weaning weight in Hereford cattle raised under extensive conditions. *Livestock science*. 2011. Vol. 135(2–3). P. 124–130.
26. Schrooten C., Bovenhuis H., Coppieters W., Van Arendonk J.A.M. Whole genome scan to detect quantitative trait loci for conformation and functional traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2000. Vol. 83(4). P. 795–806.

27. Stone R.T., Keele J.W., Shackelford S.D., Kappes S.M., Koohmaraie M. A primary screen of the bovine genome for quantitative trait loci affecting carcass and growth traits. *Journal of Animal Science*. 1999. Vol. 77(6). P. 1379–1384.
 28. М'ясне скотарство в степовій зоні України / Ю.В. Вдовиченко, В.І. Вороненко, В.О. Найдьонова, Л.О. Омельченко. Нова Каховка : ПИЕЛ, 2012. 308 с.
 29. Yang G.Z., Yang C.J., Ge J., Hao R.C., Li Y.K., Zhang Y.P., Zan L.S. Effect of Microsatellite Marker on Bull Meat Traits. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2012. Vol. 11(3). P. 318–322.
 30. Zabolewicz T., Czarnik U., Strychalski J., Pareek C.S., Pierzchała M. The association between microsatellite *Bm6438* and milk performance traits in Polish Holstein-Friesian cattle. *Czech Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 56(3), P. 107–113.
 31. Zane L., Bargelloni L., Patarnello T. Strategies for microsatellite isolation: a review. *Molecular ecology*. 2002. Vol. 11(1), P. 1–16.
 32. Зиновьева Н.А., Гладырь Е.А. Генетическая экспертиза сельскохозяйственных животных: применение тест-систем на основе микросателлитов. *Достижения науки и техники АПК*. 2011. №. 9. С. 19–20.
-

УДК 636.4.084.1/087.8

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.26>

ПЕРЕТРАВНІСТЬ КОРМІВ ТА ОБМІН НІТРОГЕНУ У ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ В ПЕРШІЙ ПЕРІОД ЛАКТАЦІЇ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ЗМІШАНОЛІГАНДНИХ КОМПЛЕКСІВ ЦИНКУ, МАНГАНУ ТА КОБАЛЬТУ

Кропивка Ю.Г. – к.с.-г.н, доцент, доцент кафедри генетики і розведення тварин,
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького

Бомко В.С. – д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри технології кормів,
кормових добавок і годівлі тварин,
Білоцерківський національний аграрний університет

Проаналізовано низку наукових досліджень і встановлено, що цинк, йод, кобальт, купрум, манган, селен відіграють значну роль у підвищенні біологічної повноцінності годівлі корів. Це підтверджується теоретичними й практичними даними з вивчення обміну речовин і енергії в організмі корів, які базуються на досягненнях біохімії, фізіології, мікробіології та біохімічного складу й різноманітних властивостей кормів та відмінними результатами молочної продуктивності.

У статті висвітлені дані досліджень щодо перетравності кормів у високопродуктивних корів голштинської, української червоно-рябої молочної та української чорно-рябої молочної порід і обмін в їх організмі нітрогену у першій період лактації. Показано позитивну динаміку впливу різних рівнів змішаноолігандних комплексів цинку, мангану й кобальту у поєднанні із сульфатом селену, сульфатом купруму і йодидом калію на перетравність поживних речовин кормів і баланс Нітрогену.

Найвищі показники спостерігаються у корів 4-ї дослідної групи, в 1 кг СР кормосуміші яких знаходилося, мг: цинку 60,8; мангану 60,8; кобальту 0,78; селену 0,3; купруму 12 і йоду 1,1. В цій групі коефіцієнти перетравності становили: СР – 78,3%, а органічної речовини – 78,8% і були статистично достовірними ($P < 0,001$). Найкраще перетравлювалися в організмі піддослідних тварин БЕР.

Коефіцієнт перетравності в 1-й контрольній групі становив 80,7%, а в дослідних групах коливався від 84,1% до 90,7% і був більшим у 2-й дослідній групі на 3,4%, 3-й дослідній групі на 6,2%, 4-й дослідній групі – 10% і в 5-й дослідній групі – 7,4%. Найбільше нітрогену споживали корови 4-ї дослідної групи, що становило 874,9 г. В цій групі спостерігається найвище виділення нітрогену з молоком (272,8 г) та відкладення його в тілі (70,8 г), що становило відповідно до спожитого 39,3%, а до перетравленого – 50,4%.

Ключові слова: кормосуміш, коефіцієнт перетравності, обмін Нітрогену, мікроелементи, змішаноолігандний комплекс.

Kropyvka Y.G., Bomko V.S. Digestibility of fodder and Nitrogen metabolism in highly productive cows in the first lactation period when fed mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt

A number of scientific investigations have been analyzed and it has been established that Zinc, Iodine, Cobalt, Copper, Manganese, Selenium play a significant role in improving the biological value of feeding cows. This is confirmed by theoretical and practical data on the study of metabolism and energy in cow organism, which are based on the achievements of biochemistry, physiology, microbiology and biochemical content and various properties of feeds and excellent results of milk productivity.

The article deals with the research data on feed digestibility in high-productive cows of Holstein, Ukrainian Red-Spotted dairy and Ukrainian Black-Spotted dairy breeds and Nitrogen metabolism in their organism during the first lactation period. The positive dynamics of the influence of different levels of mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt in combination with Selenium Sulphate, copper sulfate and potassium iodide on the digestibility of feed nutrients on the nitrogen balance is shown.

The highest indices are observed in cows of the 4th experimental group, in 1 kg of DM feed mixture of which there was, mg: Zinc 60.8; Manganese 60.8; Cobalt 0.78; Selenium 0.3; Copper 12 and Iodine 1.1. In this group, the digestibility coefficients were: DM – 78.3%, organic substance – 78.8% and were statistically significant ($P < 0.001$). NFE was best digested in the organism of experimental animals.

The coefficient of digestibility in the 1st control group was 80.7%, in the experimental groups ranged from 84.1% to 90.7% and was higher in the 2nd experimental group by 3.4%, in the 3rd experimental group by 6.2%, in the 4th experimental group – 10% and in the 5th experimental group – 7.4%. Cows of the 4th experimental group consumed the most Nitrogen, which was 874.9 g. In this group, the highest excretion of Nitrogen with milk (272.8 g) and its deposition in the body (70.8 g), which was in relation to the consumed – 39.3% and to the digested – 50.4%.

Key words: feed mixture, digestibility ratio, Nitrogen metabolism, microelements, mixed ligand complexes.

Постановка проблеми. Важливою умовою повноцінної годівлі тварин є високоякісні корми, тому при формуванні високопродуктивного стада повинна бути створена міцна кормова база, правильно організована повноцінна годівля всіх вікових груп тварин. Для цього необхідно інтенсивно вирощувати ремонтних телиць і забезпечити їх середньодобові прирости 750-800 г та досягнення ними у віці 14-16 місяців живої маси не менше 400 кг, нетелей – 570 кг, а корів-первісток – 610 кг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якісні корми й повноцінна збалансована годівля високопродуктивних корів – запорука успішного й рентабельного молочного скотарства. Повноцінна збалансована годівля високопродуктивних корів можлива лише за умови забезпечення їх як основними поживними речовинами (білками, жирами, вуглеводами та мінералами), так і біологічно активними добавками (мікроелементами й вітамінами).

Мінеральні речовини беруть активну участь у всіх обмінних процесах в організмі корів, тому при їх нестачі відбуваються порушення та функціональні зміни в організмі тварин, що призводить до різних захворювань і зниження продуктивності [1, 2, 3]. Цинк, йод, кобальт, купрум, манган, селен відіграють значну роль у підвищенні біологічної повноцінності годівлі корів [4; 5].

Скелет тварин є резервом мінеральних речовин, у ньому знаходиться до 90% кальцію і майже 80% фосфору від усього, що міститься в організмі тварини. Тому оптимальне кальцій-фосфорне співвідношення в раціонах високопродуктивних корів у сухостійний період повинно бути 1:1, але не більше 1,5:1, а на початку лактації – 2:1. У перші 100 днів лактації воно повинно бути на рівні 2:1, а від 100 до 200 днів лактації – 1,5:1, що позитивно впливає на ріст молочної продуктивності [6; 7].

Численними дослідженнями доведено, що тварини можуть адаптуватися до дефіциту мінеральних речовин, особливо мікроелементів (купруму, кобальту, цинку, йоду, мангану та інших), але в них порушується обмін речовин і синтез білка, погіршується стан здоров'я, різко знижується відтворювальна здатність, а також генетично запрограмований, визначений породними особливостями потенціал високої продуктивності [8; 9; 10].

Постановка завдання. Метою досліджень було визначення перетравності поживних речовин і баланс нітрогену в організмі високопродуктивних корів голштинської, української чорно-рябої молочної та української червоно-рябої молочної порід у перший період лактації за згодовування різних рівнів змішано-лігандних комплексів цинку, мангану і кобальту в 1 кг СР.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досліду за принципом аналогів відібрали п'ять груп високопродуктивних корів голштинської, української чер-

воно-рябої молочної та української чорно-рябої молочної порід у ТОВ «Терезине» Білоцерківського району Київської області.

У підготовчий і дослідний періоди піддослідних корів годували повнораціонною кормовою сумішшю, до складу якої входили грубі, соковиті й концентровані корми, а з кормових добавок – кухонна сіль і монокальцій фосфат.

На основі фактичного знаходження мікроелементів у кормовій суміші було встановлено, що до норми не вистачало купруму – 136,5 мг, цинку – 1222 мг, мангану – 1352 мг, кобальту – 19,9 мг, йоду – 23,5 мг і селену – 0,56 мг. Вказаний вище дефіцит мікроелементів коровам 2-ї дослідної групи ліквідували за рахунок сульфатних солей цинку, мангану, купруму, кобальту, йодистого калію й селеніту натрію.

Коровам 3-ї, 4-ї та 5-ї дослідних груп сульфатні солі цинку, мангану й кобальту замінили змішанолігандними комплексами цих мікроелементів. Однак норми вводу змішанолігандних комплексів цинку, мангану й кобальту в кормосумішах 4-ї і 5-ї дослідних груп були значно нижчими, ніж у кормосуміші 3-ї дослідної групи, крім того до кормосумішей дослідних груп вводили суплекс Se. Схема досліду приведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліду, n = 10

Група	Досліджуваний фактор
I контрольна	Кормосуміш (КС) + сульфат купруму + йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: цинку – 32,4; мангану – 27,8; кобальту – 0,27; селену – 0,3; купруму – 12 і йоду – 1,1.
II дослідна	КС + сульфати цинку, мангану, кобальту й купруму + суплекс Se і йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: цинку – 76; мангану – 76; кобальту – 0,97; селену – 0,3; купруму – 12 і йоду – 1,1.
III дослідна	КС + змішанолігандні комплекси цинку, мангану, кобальту + суплекс Se й сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: цинку – 76; мангану – 76; кобальту – 0,97; селену – 0,3; купруму – 12 і йоду – 1,1.
IV дослідна	КС + змішанолігандні комплекси цинку, мангану, кобальту + суплекс Se й сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: цинку – 60,8; мангану – 60,8; кобальту – 0,78; селену – 0,3; купруму – 12 і йоду – 1,1.
V дослідна	КС + змішанолігандні комплекси цинку, мангану, кобальту + суплекс Se й сульфат купруму та йодит калію. В 1 кг СР міститься, мг: цинку – 49; мангану – 49; кобальту – 0,63; селену – 0,3; купруму – 12 і йоду – 1,1.

Корови 3-ї дослідної групи отримували таку саму кількість цинку, мангану, кобальту, як і корови 2-ї дослідної групи, але за рахунок їх змішанолігандних комплексів. Корови 4-ї і 5-ї дослідних груп отримували на 20 і 35% менше цинку, мангану і кобальту, ніж корови 3-ї дослідної групи.

Як показав аналіз отриманих в експерименті даних, від корів контрольної групи за 80 днів досліду отримано 2864 кг молока 4-х% жирності, а 2-ї, 3-ї, 4-ї і 5-ї дослідних груп – 288; 360; 512 і 336 кг або на 10,1; 12,5; 17,9 і 11,7% більше. У молоці корів дослідних груп порівняно з контролем хоча і не надто помітно, але однозначно зростав вміст білка (3,06-3,09 проти 3,05% у контролі).

Найкращі результати за молочною продуктивністю були отримані від корів 4-ї дослідної групи, які отримували кормосуміш зі змішанолігандними комплексами цинку, мангану, кобальту + сульфес Se і сульфат купруму та йодит калію, в 1 кг СР якої знаходиться: цинку 60,8 мг, мангану 60,8 мг, кобальту 0,78 мг, селену 0,3 мг, купруму 12 мг і йоду 1,1 мг.

Під час проведення досліді піддослідним коровам давали 54 кг кормової суміші. Однак різні форми й дози цинку, мангану й кобальту в дослідний період позначилися на поїданні об'ємних кормів кормової суміші. Залишки кормової суміші були мінімальні у корів 3-ї – 5-ї дослідних груп і становили 1,5-2%, 2-ї дослідної групи – 4,2-6% і контрольної – 7,5-10%.

Введення у кормосуміш дослідних груп преміксів, які ліквідували дефіцит мікроелементів у кормах, позитивно вплинуло на перетравність поживних речовин кормів.

Таблиця 2

**Коефіцієнти перетравності поживних речовин у піддослідних корів
(n = 3; M ± m), %**

Показники	Група				
	контрольна	дослідні			
	1	2	3	4	5
Суша речовина	68,9 ± 1,61	70,2 ± 1,75	74,9 ± 1,60	78,3 ± 1,91	75,2 ± 1,15
Органічна речовина	70,3 ± 1,61	71,9 ± 1,29	73,9 ± 0,80	78,8 ± 1,40	77,0 ± 1,46
Сирий протеїн	71,4 ± 2,11	73,7 ± 1,79	75,1 ± 0,89	78,0 ± 1,47	77,1 ± 1,45
Сирий жир	62,8 ± 1,56	63,7 ± 1,64	64,8 ± 1,82	68,9 ± 1,12	68,1 ± 1,54
Сира клітковина	55,9 ± 0,93	57,7 ± 0,73	60,2 ± 0,96	61,3 ± 0,91	60,3 ± 0,84
БЕР	80,7 ± 1,04	84,1 ± 0,86	86,9 ± 1,88	90,7 ± 1,06	88,1 ± 1,16

Висока перетравність усіх поживних речовин була в дослідних групах корів порівняно з контролем, у раціонах яких спостерігався дефіцит цинку, мангану і кобальту. Коефіцієнт перетравності СР у цих групах був вищим на 1,3-9,4%, а органічної речовини – на 1,6-8,5% порівняно із контролем. Однак найвищими ці показники були в корів 4-ї дослідної групи і становили відповідно 78,3% і 78,8% та були статистично достовірними (P<0,001).

Використання в раціонах корів 3-ї, 4-ї, 5-ї дослідних груп різних рівнів змішанолігандних комплексів цинку, мангану й кобальту порівняно з 2-ю дослідною групою, де використовували сульфати цинку, мангану й кобальту, недостовірно підвищило перетравність протеїну на 3,7; 6,6; і 5,7% відповідно. Різниця для 4-ї, 5-ї групи порівняно з 2-ю дослідною групою була достовірною (P<0,05). Коефіцієнт перетравності протеїну в корів 2-ї дослідної групи порівняно з контролем був вищим на 2,3%.

Коефіцієнт перетравності сирого жиру був найвищим у корів 4-ї дослідної групи і складав 68,9%, тоді як у 1-ї контрольній групі він становив 62,8%, у 2-ї дослідній – 63,7%, 3-ї дослідній – 64,8% і в 5-ї дослідній – 68,1%. Коефіцієнт перетравності сирової клітковини в корів дослідних груп був вищим на 1,8% у тварин 2-ї дослідної групи, на 4,3% – 3-ї дослідної групи, на 5,4% – 4-ї дослідної групи та на 4,4% – у тварин 5-ї дослідної групи порівняно із контролем.

Найкраще перетравлялися в організмі піддослідних тварин БЕР. Так, коефіцієнт перетравності в 1-ї контрольній групі становив 80,7%, а в дослідних гру-

пах коливався від 84,1% до 90,7% і був більшим у 2-й дослідній групі на 3,4%, 3-й дослідній групі на 6,2%, 4-й дослідній групі – 10% і в 5-й дослідній групі – 7,4%.

Заміна сульфатних солей цинку, мангану й кобальту на змішанолігандні їх комплекси в поєднанні із суплексом селену, сульфатом купруму й іодиту калію позитивно вплинула на перетравність поживних речовин в організмі піддослідних корів. Найкраще перетравлювали поживні речовини корови 4-ї дослідної групи, в 1 кг СР кормосуміші яких знаходилося: цинку 60,8 мг, мангану 60,8, кобальту 0,78, селену 0,3, купруму 12 і йоду 1,1 мг.

На 80-му дні лактації було відібрано по 4 корови з кожної групи для проведення балансових дослідів. Середньодобовий надій молока натуральної жирності становив, кг: 1-а контрольна група – 40,1; 2-а дослідна – 47,5; 3-я дослідна – 49,4; 4-а дослідна – 52,4 і 5-а дослідна – 48,3.

Про вплив різних рівнів змішанолігандного комплексу цинку, мангану й кобальту у поєднанні із суплексом селену, сульфатом купруму і йодитом калію робили висновок за балансом нітрогену, оскільки провідне місце належить обміну протеїну в обмінних реакціях організму. Середньодобовий обмін нітрогену в піддослідних тварин наведений у таблиці 3.

Таблиця 3

Середньодобовий обмін нітрогену у піддослідних корів, г

Показник	Група				
	контрольна	дослідні			
		1	2	3	4
Спожито нітрогену з кормами	824,3	833,4	839,9	874,9	845,8
Виділено з калом	235,7	219,2	209,1	192,5	193,7
Перетравлено	588,6	614,2	630,8	682,4	652,1
Виділено з сечею	367,2	345,6	342,9	338,8	347,3
Виділено з молоком	215,6	237,3	251,5	272,8	264,7
Всього виділено	818,5	802,1	803,5	804,1	805,7
Відкладено в тілі, $M \pm m$	$5,8 \pm 0,97$	$31,3 \pm 2,24$	$36,4 \pm 2,22$	$70,8 \pm 2,23$	$65,1 \pm 2,21$
Використано на молоко й відкладено в організмі	221,4	268,6	287,9	343,6	329,8
У тому числі: до перетравного, %	37,6	43,7	45,6	50,4	50,6
до спожитого, %	26,9	32,2	34,3	39,3	39,0

Найбільше нітрогену споживали корови 4-ї, 5-ї дослідних груп, що становило відповідно 874,9 та 845,8 г. Корови 3-ї дослідної групи, де концентрація цинку, мангану й кобальту була найвища за рахунок змішанолігандного комплексу, а споживання нітрогену було нижчим і становило 839,9 г. Балансування раціонів по цинку, мангану й кобальту за рахунок їх сульфатних солей призвело до ще нижчого споживання нітрогену порівняно з 3-ю дослідною групою.

Різниця в споживанні між 3-ю і 2-ю дослідними групами становила 6,5 г. Найменше надійшло нітрогену в організм тварин 1-ї контрольної групи 824,3 г, у кормосуміші якої спостерігався дефіцит цинку, мангану й кобальту. При цьому

екскреція нітрогену з калом була нижчою в дослідних групах, а різниця порівняно з контролем становила 16,5-43,2 г (7,0-18,4%). Відповідно до вказаного вище найбільшим було перетравлення нітрогену в корів 4-ї дослідної групи і становило 682,4 г проти 588,6 г у контрольної групи та 614,2 г – 2-ї дослідної групи.

Використання перетравного нітрогену залежить від характеру проміжного обміну, про який можна робити висновок за даними виділення нітрогену з сечею. Корови контрольної групи найбільше виділяли нітрогену з сечею, у той час як корови 2-ї та 3-ї дослідних груп, кормосуміші яких були збалансовані за цинком, манганом і кобальтом згідно рекомендованих норм, виділяли з сечею дещо меншу кількість нітрогену.

З сечею в корів 2-ї дослідної групи виділялося на 21,6 г нітрогену менше порівняно з контрольною групою, а корови 3-ї дослідної групи виділяли з сечею нітрогену менше на 2,7 г, ніж корови 3-ї дослідної групи. Найменша кількість нітрогену була виділена з сечею (338,8 г) у корів 4-ї дослідної групи. При цьому виділення нітрогену з молоком у цій групі було найбільшим, щодо 1-ї контрольної групи воно було більшим на 26,5% проти 2-ї дослідної групи з 15,0%, проти 3-ї дослідної групи – 8,5% і проти 5-ї дослідної групи – 3,1%.

Найбільша кількість нітрогену трансформувалася в білок молока в корів 4-ї дослідної групи. Відкладання нітрогену в тілі найвищим було в корів 3-ї, 4-ї, 5-ї дослідних груп, у кормосуміші яких вводили змішанолігандні комплекси цинку, мангану й кобальту. У цих групах щодобово відкладалося нітрогену в організмі від 36,4 до 70,8 г.

Загальне використання нітрогену на молоко та відкладання в організмі було також більшим у корів 4-ї дослідної групи і склало 346,3 г на добу. Щодо перетравного нітрогену коефіцієнт відкладеного в молоці й організмі у 1-ї контрольної групи склав 37,6%, у 2-й дослідній групі – 43,7; у 3-й дослідній групі – 45,6; у 4-й групі – 50,4 і в 5-й – 50,6%, а щодо спожитого нітрогену цей коефіцієнт склав у 1-й контрольній групі 26,9%, а в дослідних групах він був вищим на, %: у 2-й – 5,3; у 3-й – 7,4; у 4-й – 12,4 і в 5-й – 12,1.

Висновки. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що заміна сульфатів цинку, мангану й кобальту на змішанолігандні їх комплекси, на нашу думку, позитивно вплинула на перетравність поживних речовин, обмін нітрогену. Оптимальною дозою змішанолігандного комплексу цинку, мангану й кобальту в перші 100 днів лактації корів є концентрація в 1 кг СР, мг: цинку 60,8; мангану 60,8; кобальту 0,78.

Коефіцієнт перетравності сирого жиру був найвищим у корів 4-ї дослідної групи і складав 68,9%, тоді як у 1-й контрольній групі він становив 62,8%, у 2-й дослідній – 63,7%, 3-й дослідній – 64,8% і в 5-й дослідній – 68,1%. Балансування раціонів по цинку, мангану й кобальту за рахунок сульфатних їх солей призвело до ще нижчого споживання нітрогену у порівнянні з 3-ю дослідною групою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кузнецов Т.С., Кузнецов С.Г., Кузнецов А.С. Контроль полноценности минерального питания. *Зоотехния*. 2007. № 8. С. 10–15.
2. Мінеральне живлення тварин / [Г.Т. Кліценко, М.Ф. Кулик, М.В. Косенко та ін.]. К. : Світ, 2001. 575 с.
3. Свеженцов А., Козир Б. Особливості годівлі високопродуктивних корів. Дніпропетровськ, 1999. 128 с.
4. Викторов П. Микроэлементы в рационе. *Животноводство*. 2007. № 5. С. 27–30.

5. Kropyvka Yu., Bomko V. Efficient use of premixes on the basis of metal chelates in feeding cows in the first 100 days of lactation. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytsky*, 2017, vol. 19 (79), P. 154–158.
 6. Kulibaba S.V., Dolgaya M.M., Ionov I.A. (2017). Effect of feeding chelate complexes of trace elements on the average daily balance of Cu, Zn and Mn in the organism of cows during the period of lactation. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(79), 58–61. doi:10.15421/nvlvet7912.
 7. Szent O., Bajesy A., Brydl E., Kun Cs., Szabo P., Bartyik J. Maternal and neonatal blood ionized calcium relationships in dairy cattle. *Theriogenology*, 1992. 173 p.
 8. Басонов О.А. Баланс Нитрогена, кальция и фосфора у лактирующих коров. *Зоотехника*. 2005. № 5. С. 7–8.
 9. Лебедев Н.И. Использование микродобавок для повышения продуктивности жвачных животных / Н.И. Лебедев. Л. : ВО Агропромиздат, 1990. 94 с.
 10. Andrews A.H. *The Health of Dairy Cattle*. London : Blask-well Science. Ltd, 2000. 359 p.
-

УДК 636.4.082

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.27>

ВПЛИВ РІДКОЇ ТА СУХОЇ ФОРМИ ФІТОБІОТИКІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ПОРОСЯТ У ПЕРІОД ВІДЛУЧЕННЯ

Осіпенко О.П. – к.с.-г.н., технічний консультант,

ТОВ «Компанія «Агротрейдхім»

Лихач В.Я. – д.с.-г.н., доцент, професор кафедри технології

виробництва молока та м'яса,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Лихач А.В. – д.с.-г.н., доцент, професор кафедри біології тварин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Фаустов Р.В. – аспірант кафедри технології виробництва

продукції тваринництва,

Миколаївський національний аграрний університет

Кисельова С.О. – аспірант кафедри технології виробництва

продукції тваринництва,

Миколаївський національний аграрний університет

У статті представлено результати досліджень щодо впливу рідкої та сухої форми фітобіотика “Liptosa Expert” постачальника ТОВ «Компанія «Агротрейдхім» (м. Київ) на інтенсивність росту помісного молодняку свиней (велика біла × ландрас) × «макстер» у період відлучення в умовах приватного орендного підприємства (далі – ПОП) «Вікторія» Миколаївської області.

Для розкриття генетичного потенціалу поросят у перші тижні життя необхідно організувати і забезпечити комплекс заходів, основними з яких є повноцінна і збалансована годівля, менеджмент на фермі та в родильному відділенні. Від того, наскільки добре поросята розпочнуть розвиватися у підсисний період, як проходить процес відлучення залежить подальший їх ріст та ефективність виробництва.

В умовах ПОП «Вікторія» Миколаївської області було проведено два науково-господарських дослідів. Перший науково-господарський дослід було проведено на двох групах поросят поєднання (велика біла × ландрас) × «макстер», яких відлучали у віці 21-28 діб, по 40 голів у групі. Умови утримання та годівлі були однаковими у двох групах. Поросята контрольної групи отримували з водою препарат колістину сульфату із розрахунку 6 мг/кг живої ваги протягом 5 днів відлучення. Поросята дослідної групи замість антибіотикотерапії отримували рідку фітобіотичну добавку “Liptosa Expert” у дозі 0,7 л/т питної води. Під час експерименту визначали кількість випадків ентеритів, збереженість поросят, живу масу.

Другий науково-господарський дослід був проведений на 90 поросятах поєднання (велика біла × ландрас) × «макстер» у віці 45-65 діб (стартовий період). Поросята контрольної групи отримували повнораціонний комбікорм із додаванням антибіотика колістину сульфату та амоксициліну, а поросятам дослідної групи згодовували сухий фітобіотик “Liptosa Expert”.

За результатами досліджень встановлено, що використання фітобіотиків на прикладі “Liptosa Expert” у період відлучення може бути ефективним методом заміни використання антибіотиків і призводити до збільшення збереженості поросят (2,5%), підвищення середньодобових приростів живої маси (12,4%), зменшення конверсії корму (3%), зменшення випадків ентеритів (5%) та розвитку корисної мікрофлори у кишківнику свиней.

Ключові слова: свині, фітобіотики, технологія, відлучення, продуктивні якості.

Osipenko O.P., Lykhach V.Ya., Lykhach A.V., Faustov R.V., Kiselova S.O. The influence of liquid and dry forms of phytobiotics on growth intensity of piglets during weaning

The article presents the results of research on the effect of liquid and dry forms of phytobiotics “Liptosa Expert” supplier LLC “Agrotradchim” (Kyiv) on the growth rate of local young pigs (large white × landrace) × “maxter” in the weaning period under the conditions of the private leased enterprise (POP) “Victoria” of the Nikolaev region.

To reveal the genetic potential of piglets in the first weeks of life, it is necessary to organize and provide a range of activities, the main of which is a full and balanced feeding, management on the farm and in the maternity ward. The further growth and efficiency of production depends on how well the piglets will start to develop in the suckling period, how they will go through the weaning process.

In the conditions (POP) "Victoria" of the Nikolaev region, two scientific and economic experiments were carried out. The first scientific and economic experiment was conducted on two groups of combination piglets (large white × landrace) × "maxter", which were weaned at the age of 21-28 days, 40 heads per group. The conditions of keeping and feeding were the same in the two groups. The piglets of the control group received with water the preparation of colistin sulfate at a rate of 6 mg/kg live weight, for 5 days during weaning.

Piglets of the experimental group, instead of antibiotic therapy received a liquid phytobiotic supplement "Liptosa Expert" at a dose of 0.7 l/t of drinking water. During the experiment, the number of cases of enteritis, the safety of piglets, live weight were determined. The second scientific and economic experiment was performed on 90 piglets of the combination (large white × landrace) × "maxter" at the age of 45-65 days (starting period). The experimental group was fed a dry phytobiotic "Liptosa Expert".

According to research results, the use of phytobiotics (by the example of "Liptosa Expert") during weaning can be an effective method of replacing antibiotics and leads to increased survival of piglets (2.5%), increased average daily weight gain (12.4%), reduction in feed conversion (3%), reduction in cases of enteritis (5%) and development of beneficial microflora in the intestines of pigs.

Key words: pigs, phytobiotics, technology, weaning, production traits.

Постановка проблеми. Для розкриття генетичного потенціалу поросят у перші тижні життя необхідно організувати і забезпечити цілий комплекс заходів, основним із яких є повноцінна і збалансована годівля, менеджмент на фермі та в родильному відділенні. Від того, наскільки добре поросята розпочнуть розвиватися у підсисний період, як проходитиме процес відлучення, залежить подальший їх ріст та ефективність виробництва [5; 6; 9; 11].

Відлучення поросят є стресовим періодом, який впливає на них як у соціальному, так і в фізіологічному плані [6; 9]. Поросят відлучають від свиноматок, змішують з іншими поросятами, в результаті чого змінюється приміщення, умови утримання, корми та система годівлі. Все це призводить до великого стресового навантаження, результатом якого є виникнення діареї. Через це у кишківнику поросят з'являється дисбаланс мікрофлори (дисбактеріоз), тобто кількість патогенної мікрофлори переважає корисну.

Характер і причину діареї визначають залежно від консистенції, кольору, запаху, частоти випорожнення та бактеріологічних досліджень. Розрізняють гостру та хронічну форму діареї. Виявами цих форм захворювання є погіршення апетиту, пасивність, пригніченість, втрата апетиту, підвищення температури тіла, фекалії рідкої консистенції (при гострій формі – із домішками крові та слизу), сповільнений ріст і розвиток. Все це призводить до значних економічних втрат та недоотримання прибутку.

Основним збудником при виникненні діареї в господарствах є кишкова паличка *E. Coli*, рідше зустрічаються інші: *Salmonella*, *Campylobacter*, *Brachyspira hyodysenteriae* та *Lawsonia intracellularis*. У господарствах для лікування бактеріальних захворювань використовують антибіотики разом із регідратійною терапією, більш дієвим методом є вакцинування свиноматок проти *E.coli*. Антибіотики здебільшого використовуються у схемі вирощування молодняку із профілактичною метою [1; 9; 10; 13].

Проблема полягає в тому, що це спричиняє розвиток і поширення стійких бактерій до дії антибіотиків, які можуть передаватися людині кількома шляхами: контакт із тваринами, споживання продуктів тваринного походження, забруднення

грунту і поверхневих вод відходами, які містять антибіотики та стійкі до них мікроорганізми. У разі значної концентрації стійкої до антибіотиків мікрофлори в організмі тварин лікування антибіотиками не буде давати результату [3; 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Низка країн Європи та світу запровадили програми, метою яких є скорочення загального рівня застосування антибіотиків у тваринництві як стимуляторів росту, так і для профілактики і лікування. Першою країною, яка заборонила використання антибіотиків у тваринництві із терапевтичною метою, стали Нідерланди, в результаті чого продажі антибіотиків скоротилися на 51%. У 2006 році була введена заборона на антибактеріальні стимулятори росту й в інших країнах ЄС. У США запровадили Директиву про використання ветеринарних препаратів у кормах, а в Канаді – «вето» на антибактеріальні стимулятори росту із 2017-го року [2; 3; 5; 8; 12]. Все це стимулювало розвиток і розробку інноваційних продуктів, які могли замінити використання антибіотиків як стимуляторів росту та боролися із патогенними мікроорганізмами.

Метаболічні процеси, які виконує мікрофлора в кишківнику, подібні до тих, що виконує той чи інший орган: перетравлення невикористаних поживних речовин, стимуляція росту клітин, пригнічення росту патогенних мікроорганізмів, адаптація імунної системи реагувати на патогени, захист від хвороб. Підтримка стабільної та стійкої мікробіоти в кишківнику є основою ефективного вирощування тварин.

Забезпечити здоров'я кишківника можна шляхом збагачення раціонів фітогенними кормовими добавками (фітобіотиками). Фітобіотики можуть бути визначені як продукти рослинного походження, виділені з частин рослин, у твердій або в рідкій формах: трави, спеції, леткі й нелеткі рослинні екстракти та їх біоактивні молекули. До найвідоміших активних молекул фітобіотиків належать карвакрол, коричний альдегід, евгенол, тимол, анетол та інші. Більшість із цих сполук мають властивості фенолів [4; 8; 9].

Фітогенні кормові добавки у поєднанні із середньо ланцюговими жирними кислотами опосередковано впливають на склад мікрофлори кишківника. Так, екстракти рослин моделюють мікрофлору кишечника за рахунок антимікробної дії на патогени (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив екстрактів рослин на патогенні грам (-) мікроорганізми

Екстракти рослин	Вид мікроорганізмів і його кількість, КУО/г			
	<i>S. enteritidis</i> 749/95	<i>S. typhimurium</i> 4185/96	<i>E. coli</i> 138	<i>E. coli</i> 0147
Контроль	501	638	923	576
Концентрація ефірних олій	500 mg/kg	500 mg/kg	50 mg/kg	50 mg/kg
Карвакрол	0	0	138	386
Кориця	48	60	383	270
Евгенол	295	0	0	36
Тимол	13	0	300	422
Масло орегано	0	0	0	334

Як показують результати досліджень [9; 10; 14–16], кількість колоній патогенних грам (-) мікроорганізмів *E. coli*, *S. enteritidis* та *S. typhimurium* зменшувалося після використання ефірних масел у концентрації 500 мг/кг субстрату.

Відповідно до проведених досліджень екстракти рослин негативно впливали і на патогенну грам (+) мікрофлору (табл. 2) і навпаки сприяли кращому росту корисної мікрофлори (табл. 3).

Таблиця 2

Вплив екстрактів рослин на патогенні грам (+) мікроорганізми

Екстракти рослин	<i>C. perfringens</i> 8009		<i>C. perfringens</i> 3626		<i>S. epidermis</i> 37527	
	518		1242		671	
Концентрація ефірних олій	50 mg/kg	500 mg/kg	50 mg/kg	500 mg/kg	50 mg/kg	500 mg/kg
Карвакрол	422	32	935	49	259	30
Кориця	148	88	60	93	309	0
Евгенол	0	0	0	0	308	34
Тимол	0	48	1061	45	411	29
Масло орегано	202	13	739	0	227	10

Таблиця 3

Вплив екстрактів рослин на корисну мікрофлору

Екстракти рослин	<i>B. longum</i> 20219	<i>B. breve</i> 20213	<i>L. fermentum</i> 14931	<i>L. reuteri</i> 23272
	Контроль			
Концентрація ефірних масел	50 mg/kg	50 mg/kg	50 mg/kg	50 mg/kg
Карвакрол	1065	652	884	1525
Циннамальдегід	1008	883	964	1408
Евгенол	1122	976	617	1376
Тимол	1128	875	895	1495
Орегано	1118	719	832	1500
Авіламіцин (антибіотик)	0	0	0	0

Крім антибактеріальної та бактеріостатичної дії, фітобіотики покращують засвоєваність поживних речовин за рахунок стимулювання виділення травних ферментів і посилення їхньої активності. Крім того, у численних дослідженнях встановлено позитивний вплив на морфологію тканин тонкого кишківника (зокрема збільшення довжини ворсинок і глибини крипт, вмісту келихоподібних клітин та іншого) [4; 8; 9].

Постановка завдання. Одним із прийомів підвищення продуктивності свиней є використання стимуляторів продуктивності й збереженості, при цьому в центрі уваги залишається їх безпечність. У зв'язку з цим пошук біологічно активних кормових добавок замість антибіотиків нині викликає науково-практичний інтерес [1; 2; 5; 8]. Зважаючи на цю інформацію, ми поставили за *метою* вивчити вплив рідкої та сухої форм фітобіотику “*Liptosa Expert*” постачальника ТОВ «Компанія «Агротрейдхім» (м. Київ) на інтенсивність росту помісного молодняка свиней (велика біла × ландрас) × «макстер») у період відлучення.

В умовах приватного орендного підприємства (ПОП) «Вікторія» Миколаївської області було проведено два науково-господарських досліди (2020 рік). Перший науково-господарський дослід було проведено на двох групах поросят, яких відлу-

чали у віці 21-28 діб, по 40 голів у групі. Умови утримання та годівлі були однакові у двох групах. Поросята контрольної та дослідної групи отримували однаковий повнораціонний престоартерний комбікорм. Різниця полягала у схемі ветеринарної обробки поросят у період відлучення. Так, поросята контрольної групи отримували з водою препарат колістину сульфату із розрахунку 6 мг/кг живої маси протягом 5 днів під час відлучення.

Поросята дослідної групи замість антибіотикотерапії отримували рідку фітобіотичну добавку "*Liptosa Expert*", яка складалася із екстрактів рослин і середньо-ланцюгових жирних кислот в дозі 0,7 л/т питної води. Фітобіотик давали за 3 доби до відлучення та 4 доби після. Під час експерименту визначали кількість випадків ентеритів, збереженість поросят, живу масу.

Другий науково-господарський дослід був проведений на 90 поросятах поєднання (велика біла × ландрас) × «макстер») у віці 45-65 діб (стартовий період), які були розділені на дві групи: контрольну і дослідну. Різниця в годівлі поросят полягала в тому, що поросята контрольної групи отримували повнораціонний комбікорм із додаванням антибіотика колістину сульфату та амоксициліну, а поросят дослідної групи згодовували сухий фітобіотик "*Liptosa Expert*". Дослідження проводили загальноприйнятими зоотехнічними методами [7; 11].

Виклад основного матеріалу дослідження. В результаті проведення першого науково-господарського дослідження встановлено, що в контрольній групі збереженість була на 2,5% вірогідно меншою, ніж у дослідній групі, і становила 95,0% ($P > 0,95$). Середня жива маса поросят вкінці дослідження у контрольній групі становила 7,49 кг, тоді як у дослідній групі – 7,55 кг (на 0,8% більше).

Необхідно також зазначити, що середньодобові прирости живої маси у поросят контрольної групи були на 4,42% менші, порівняно з дослідною групою, де вони становили 162,9 г ($P > 0,95$). Очевидно, що це було спричинено випадками появи ентеритів у контрольній групі, кількість яких становила 10% проти 5% у дослідних аналогах.

Таблиця 4

**Продуктивність піддослідних поросят
(перший науково-господарський дослід), $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$**

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Кількість поросят на початку дослідження, гол.	40	40
Кількість поросят вкінці дослідження, гол.	38	39
Збереженість, %	95,0 ± 1,00	97,5 ± 0,80*
Жива маса на початку дослідження, кг	6,40 ± 0,32	6,41 ± 0,30
Жива маса вкінці дослідження, кг	7,49 ± 0,20	7,55 ± 0,18
Середньодобовий приріст, г	155,7 ± 2,7	162,9 ± 2,3*
Кількість поросят із ентеритами, гол.	4	2
Випадки виникнення ентеритів, %	10	5

Примітка. * – $P > 0,95$.

Таким чином, застосування рідкого фітобіотика "*Liptosa Expert*" може бути альтернативою застосування стандартної схеми із антибіотиками.

Під час другого науково-господарського дослідження ми визначали вплив сухого фітобіотика "*Liptosa Expert*" на показники приросту поросят під час стартового періоду (табл. 5), а також стан мікрофлори кишківника (табл. 6).

Таблиця 5

**Продуктивність піддослідних поросят
(другий науково-господарський дослід), $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$**

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Кількість, гол.	45	45
Вік поросят на початку дослід, діб	45	45
Вік поросят вкінці дослід, діб	65	65
Тривалість дослід, діб	20	20
Середня жива маса поросят на початку дослід, кг	10,8 ± 0,26	11,0 ± 0,24
Середня жива поросят вкінці дослід, кг	21,3 ± 0,38	22,8 ± 0,40**
Середньодобовий приріст, г	525 ± 4,20	590 ± 5,12***
Конверсія корму, кг	1,40	1,34

Примітки: ** $P > 0,99$; *** $P > 0,999$.

Результати досліджень свідчать про те, що середня жива маса поросят дослідної групи вкінці експерименту перевищувала вагу контрольних аналогів на 7% і становила 22,8 кг, середньодобовий приріст живої маси також був більший, ніж у контрольній групі, на 12,4% і становив 590 г. При цьому конверсія корму була менша у дослідній групі на 4,3% порівняно із контролем.

В кінці дослід було зроблено дослідження кількісного складу мікрофлори товстого відділу кишківника. Зокрема, було встановлено, що кількість корисних мікроорганізмів *Bifidobacterium spp.* у кишківнику поросят дослідної групи перевищувала в тисячі разів кількість із контрольних аналогів, а *Lactobacillus spp.* – у 125 разів. Кількість патогенної мікрофлори *E. coli* була меншою в кишківнику поросят дослідної групи у 2,3 рази, а колоній *Candida spp. i Candida albicans* було менше в 152 рази порівняно із контролем.

Таблиця 6

Кількісний склад мікрофлори товстого відділу кишківника

Вид мікроорганізмів	Група	
	контрольна	дослідна
Мікробіоценоз	КУО/г	КУО/г
<i>Bifidobacterium spp.</i>	$7,6 \times 10^5$	$9,2 \times 10^8$
<i>Lactobacillus spp.</i>	$2,8 \times 10^5$	$3,5 \times 10^7$
<i>Escherichia coli</i>	$8,0 \times 10^7$	$3,4 \times 10^7$
<i>Candida spp., Candida albicans</i>	$6,4 \times 10^5$	$4,2 \times 10^3$

Висновки і пропозиції. Отже, використання фітобіотиків на прикладі “*Liptosa Expert L*” постачальника ТОВ «Компанія «Агротрейдхім» (м. Київ) у період відлучення може бути ефективним методом заміни використання антибіотиків, що призводить до збільшення збереженості поросят, підвищення середньодобових приростів живої маси та розвитку корисної мікрофлори у кишківнику свиней.

Подяка. Робота виконана в рамках держбюджетної тематики Міністерства освіти і науки України (номер державної реєстрації 0119U001042).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Брылин А., Быстрова А. Эффективное лечение и профилактика дизентерии свиней без антибиотиков. *Ценовик*. 2017. № 1. С. 112–113.
2. Дворська Ю. Висока продуктивність свиней без антибіотиків-стимуляторів росту. *Прибуткове свинарство*. 2012. № 5(11). С. 76–78.
3. Запрет кормовых антибиотиков и борьба с резистентностью в мировом птицеводстве. URL: <http://antibiotest.ru/2018/10/22/zapret-kormovykh-antibiotikov/>.
4. Казачкова Н.М. Использование природных антибиотиков в рационе сельскохозяйственных животных и птицы. Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в образовании и науке». Чебоксары, 2017. С. 14–16.
5. Лихач В.Я. Обґрунтування, розробка та впровадження інтенсивно-технологічних рішень у свинарстві : монографія. Миколаїв : МНАУ, 2016. 227 с.
6. Лихач В.Я. Технологічні особливості вирощування поросят. *Тваринництво України*. 2015. № 6. С. 11–13.
7. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І.І. Ібатуліна, О.М. Жукорського : посібник. К. : Аграрна наука, 2017. 328 с.
8. Ноздрин Г.А., Иванова А.Б., Шевченко А.И., Шевченко С.А. Пробиотики и микронутриенты : монография. Новосибирск, 2009. 207 с.
9. Осипенко О., Суйка Є. Чи є альтернатива застосування антибіотиків для поросят при відлученні? *Прибуткове свинарство*. 2018. № 5(47). С. 58–62.
10. Стратегии кормления порослят для лучших приростов и профилактики диареи. URL: <http://pigua.info/ru/post/strategii-kormlenia-porosat-dla-lucsih-prirostov-i-profilaktiki-diarei>.
11. Технологія виробництва продукції свинарства : навчальний посібник / [В.С. Топіха, В.Я. Лихач, С.І. Луговий, Г.І. Калиниченко, О.А. Коваль, Р.О. Трибрат]. Миколаїв : МДАУ, 2012. 453 с.
12. Успешный европейский опыт отказа от кормовых антибиотиков. URL: <http://webmvc.com/vet-articles/birds/aviculture/opyt-otkaza-ot-kormovykh-antibiotikov.php>.
13. Эверт В.В., Шептуха А.А. Неонатальная диарея у порослят: лечение или профилактика? *Аграрний тиждень. Україна*. URL: https://a7d.com.ua/tvarinnictvo/730-neonatalnaja_diareja_u_porosjat_lechenie_ili_profilaktika.html.
14. Ait-Ouazzou A., Cherrat L., Espina L., Lorán S., Rota C., Pagán R. The antimicrobial activity of hydrophobic essential oil constituents acting alone or in combined processes of food preservation. *Innov. Food Sci. Emerg.*, 2011, 12(3): 320-329 (doi: 10.1016/j.ifset.2011.04.004).
15. Castillo-Lopez R.I., Gutiérrez-Grijalva E.P., Leyva-López N., López-Martínez L.X., Heredia J.B. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production. *J. Anim. Plant Sci.*, 2017, 27(2): 349-359.
16. Radaelli M., Parraga da Silva B., Weidlich L., Hoehne L., Flach A., da Costa L.A.M.A., Ethur E.M. Antimicrobial activities of six essential oils commonly used as condiments in Brazil against *Clostridium perfringens*. *Braz. J. Microbiol.*, 2016, 47(2): 424-430 (doi: 10.1016/j.bjm.2015.10.001).

УДК 637.12.05:636.237.1

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.28>

ПЕРСПЕКТИВИ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ЯЛОВИЧНИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІВДЕННОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ

Панкєєв С.П. – к.с.-г.н., доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

Яворський В.О. – студент магістратури II курсу

кафедри технології виробництва продукції тваринництва,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

У статті проаналізовані принципи і методи виробництва екологічно чистої продукції спеціалізованого м'ясного скотарства з метою отримання рівноваги у виробництві продуктів рослинного та тваринного походження; організація біологічних процесів; виробництво продукції тваринництва на основі відтворення ресурсів; повторне використання відходів тваринництва з метою повернення у ґрунт поживних речовин; впровадження багаторічної сівозміни і годівлі тварин із власного екологічного господарства.

Дослідження проведені в умовах державного підприємства дослідного господарства «Асканійське» з використанням худоби південної м'ясної породи Каховського району Херсонської області.

Для виробництва екологічно чистої продукції тварин утримують у будівлях; підлога в приміщеннях для утримання тварин має бути рівною, з твердим покриттям (що дозволяє механізувати прибирання підстилки, проводити дезінфекцію), але не слизькою. У приміщенні передбачають зручну, чисту і суху зону для лежання / відпочинку, яка має достатній розмір і складається з суцільної конструкції без щілин. В якості підстилки використовують суху (вологість від 15 до 20%) солому, січку довжиною до 3 см з озимих зернових, сфагновий торф або інший відповідний природний матеріал.

Кожну тварину ідентифікують і реєструють в установленому порядку за допомогою бирок єдиного зразка, які прикріплюють на кожне вухо протягом 7 днів після народження і не знімають протягом всього її життя у виробничих підрозділах, які працюють на засадах екологічно чистого виробництва.

Для екології зрубною є інтенсифікація сільського господарства, що провокує виснаження природних ресурсів, тому для збереження їх балансу, скорочення викидів вуглекислого газу органічні методи господарювання будуть кроком у правильному напрямі. Виробництво органічних зернових набирає обертів і дасть поштовх для виробництва комбікормів, що відповідатимуть сертифікатам. Отже, науково обґрунтовані заходи з виробництва органічної яловичини можуть врегулювати використання сільськогосподарських угідь, стримати процес розорювання ґрунтів і подолати продовольчу кризу та кліматичні зміни.

Ключові слова: спеціалізоване м'ясне скотарство, екологічні аспекти, екологічна ситуація, ринок органічних продуктів, сертифікація, споживачі, біо-яловичина, здорове харчування.

Pankeiev S.P., Yavorskyi V.O. Prospects for organic beef production using the Southern beef breed

The article analyzes the principles and methods of production of environmentally friendly products of specialized beef cattle – getting a balance in the production of products of vegetable and animal origin; organization of biological processes; production of livestock products based on resource reproduction; re-use of livestock waste to return nutrients to the soil; introduction of long-term crop rotation and feeding of animals from their own ecological farm.

The research was carried out under the conditions of Askaniiske state research enterprise using cattle of Southern beef breed of Kakhovsky district of Kherson region.

For the production of environmentally friendly products, animals are kept in buildings; the floor in the animal enclosure must be levelled, with a firm surface (allowing mechanization of litter cleaning, disinfection), but not slippery. The room provides a comfortable, clean and dry area for lying / rest, which is of a sufficient size and consists of a solid structure without cracks.

As a litter we use dry (humidity from 15 to 20%) straw, cut up to 3 cm in length from winter cereals, sphagnum peat or other suitable natural material. Each animal is identified and recorded in the prescribed manner using standard tags that are attached to each ear within 7 days after birth and are not removed throughout its life in production units operating on a clean production basis.

For the environment, the intensification of agriculture is detrimental, which provokes the depletion of natural resources so to preserve their balance, reducing carbon dioxide emissions, organic farming will be a step in the right direction. The production of organic cereals is gaining momentum and accordingly will give impetus to the production of compound feeds that will meet the certificates. Therefore, science-based measures for organic beef production can regulate the use of farmland, curb soil plowing, and overcome the food crisis and climate change.

Key words: *specialized beef cattle breeding, environmental aspects, environmental situation, organic market, certification, consumers, organic beef, healthy nutrition.*

Постановка проблеми. Однією з основних проблем сучасності є пошук шляхів і методів збільшення виробництва продуктів харчування. Це зумовлено тим, що за останнє століття чисельність населення зросла в 4 рази, а середньорічне збільшення виробництва продуктів харчування не перевищує 1%. Приріст продуктів землеробства і тваринництва значно нижчий від приросту населення, що спричиняє значний дефіцит цих продуктів і недоїдання близько двох третин світової чисельності людей [2, с. 1–4].

Надзвичайно гострою є проблема забезпечення білком, особливо тваринного походження, який є основою раціонального харчування людей і забезпечує нормальну життєдіяльність, високий рівень працездатності, стійкість організму до несприятливих факторів середовища, максимальну тривалість життя. Забезпечення раціонального харчування може бути досягнутим за умови збільшення виробництва продуктів харчування до рівня, який забезпечує продовольчу безпеку держави

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із головних питань у вирішенні цієї глобальної проблеми є створення галузі м'ясного скотарства, виведення спеціалізованих порід і типів м'ясної худоби, які забезпечували б інтенсифікацію виробництва яловичини, забезпечення внутрішніх потреб і вихід України на світові ринки м'ясних ресурсів.

Галузь м'ясного скотарства потрібно вести інтенсивно з впровадженням прогресивних технологій годівлі, утримання, відтворення худоби та нових форм організації і оплати праці. Екологічна ситуація в Україні зумовила деградацію навколишнього природного середовища, надмірне забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря та земель. Виходом із цієї критичної ситуації є розвиток органічного виробництва з метою отримання екологічно чистих, безпечних і корисних для людини м'ясопродуктів, виробництво яких не завдає шкоди навколишньому середовищу і забезпечує благополуччя тварин. Особливу небезпеку становлять важкі метали та їх сполуки, які потрапляють до організму людини за схемою ґрунт – рослина – тварина – тваринницька продукція – людина [3, с. 2–4].

Розвиток м'ясного скотарства дозволяє економити значну кількість зерна порівняно з молочним. Це має велике соціальне значення, оскільки худоба не є конкурентом людини по відношенню до зерна, проблема виробництва якого не менш актуальна, ніж виробництво м'яса. Це пов'язано з тим, що м'ясна худоба краще за багато інших видів жуйних тварин використовує грубі корми, ефективно перетворює в яловичину навіть очерет, соломку озимих зернових культур і осоку, які інші види тварин не поїдають. Важкий у кормовому відношенні стійловий період м'ясна худоба може пережити лише на солоній. Тварини багатьох м'ясних порід здатні добувати корм не лише з-під снігу, а й з-під піску.

Постановка завдання. Для виробництва екологічно чистої продукції тварин утримують у будівлях; підлога у приміщеннях для утримання тварин має бути рівною, з твердим покриттям (що дозволяє механізувати прибирання підстилки, проводити дезінфекцію), але не слизькою. У приміщенні передбачають зручну, чисту і суху зону для лежання / відпочинку, яка має достатній розмір і складається з суцільної конструкції без щілин. В якості підстилки використовують суху (вологість від 15 до 20%) соломку, січку довжиною до 3см з озимих зернових, сфагновий торф або інший відповідний природний матеріал. Підстилку поновлюють і збагачують. Кількість худоби на пасовищах має бути тісно пов'язана з необхідною площею, що дозволяє уникнути надмірного випасання, попередити ерозію ґрунтів та отримати необхідну кількість гною і таким чином виключити будь-який несприятливий вплив на природне довкілля [4, с. 24–40].

Кожну тварину ідентифікують і реєструють в установленому порядку за допомогою бирок єдиного зразка, які прикріплюють на кожне вухо протягом 7 днів після народження і не знімають протягом всього її життя у виробничих підрозділах, що працюють на засадах екологічно чистого виробництва. Придбання худоби здійснюють у тих виробничих господарствах, які дотримуються правил виробництва екологічно чистої продукції. Їх застосовують протягом усього періоду вирощування тварин. Якщо комплектування поголів'я худоби здійснюють вперше і екологічно вирощених тварин не досить, тоді до екологічного тваринницького господарства можна завезти тварин, вирощених традиційним шляхом, але лише за дозволом сертифікованої організації.

Для екології згубною є інтенсифікація сільського господарства, що провокує виснаження природних ресурсів, тому для збереження їх балансу, скорочення викидів вуглекислого газу органічні методи господарювання будуть кроком у правильному напрямі. Існує думка про соціальні переваги органічного виробництва, адже воно має прямий вплив на забезпечення сільського населення роботою та розвиток малих фермерських господарств.

За сучасних умов утримання бугайців не обмежують у тісних клітках, дбають про їх добробут, враховуючи етологію тварин. Виробництво органічних зернових набирає обертів і дасть поштовх для виробництва комбікормів, що відповідатимуть сертифікатам. Отже, науково обґрунтовані заходи з виробництва органічної яловичини можуть врегулювати використання сільськогосподарських угідь, стримати процес розорювання ґрунтів і подолати продовольчу кризу та кліматичні зміни [5, с. 241–243].

У сучасних умовах дефіциту енергоносіїв, який за прогнозами аналітиків буде збільшуватися, розведення м'ясної худоби є доцільним та економічно ефективним, оскільки матеріало- та енергоємність галузі в 8-10 разів менша, витрати робочої сили в 10-15 разів, а капіталовкладення внаслідок полегшення будівельних конструкцій і маловитратної технології утримання худоби в 3-4 рази нижчі, ніж при виробництві молока.

М'ясна худоба має високу адаптаційну здатність і не примхлива не лише до кормів, але і до умов утримання. У разі нестачі кормів вона менше інших тварин реагує на них, якщо і втрачає кондицію, то швидко відновлює її під час настання сприятливих умов. Більша їх частина виводиться з організму у вигляді калу і сечі, з яких готують гній – незамінне органічне добриво, яке підвищує родючість ґрунту, продуктивність полів і якість продукції рослинництва. Із розрахунку на голову м'ясна худоба виробляє органічних добрив удвічі, іноді втричі більше, ніж молочна. Використання їх поліпшує економічну ефективність м'ясного скотарства

за рахунок збагачення пасовищ і практично не шкодить екології. Це пояснюється тим, що тварини, цілодобово знаходячись на пасовищах, рівномірно розносять по них сечу та кал, чим підвищують родючість ґрунту і врожайність рослин.

У світовій економіці м'ясне скотарство – одна з базових галузей аграрного виробництва, яка забезпечує в продовольчому балансі найбільш повноцінний продукт. Хімічний склад яловичини сприяє нормалізації процесів травлення і зумовлює кращу засвоюваність інших продуктів. Яловичина має високий вміст заліза, що забезпечує нормалізацію процесів кровотворення і гальмування утворення холестерину [6, с. 3–4].

Виклад основного матеріалу дослідження. Південна м'ясна порода є інноваційним продуктом селекції, створеним на новій методологічній основі із застосуванням методу міжвидової гібридизації. За продуктивністю вона не поступається кращим породам м'ясної худоби вітчизняної і світової селекції, а за пристосованістю до екстремальних факторів степової зони значно перевищує останні [1, с. 38–45].

У зв'язку з високою стійкістю до високих (+35–40°C) і низьких (до -30°C) температур тварини породи не потребують капітальних приміщень та енергомісткого обладнання. Тварини можуть утримуватися на пасовищах протягом 280–330 днів. У негоду (снігопад, ожеледь, зливи, заметілі) тварин можна утримувати в тристінних навісах. Витрати на розведення та утримання тварин в 12–15 разів нижчі, ніж у молочному скотарстві та свинарстві.

Отримання високих приростів живої маси при максимальному використанні грубих і пасовищних кормів та мінімальному використанні концентратів (18–20% поживності раціону).

Стійкість тварин породи до найбільш небезпечних зоонозних захворювань, що наносять збитки тваринництву і є небезпечними для людей і навколишнього середовища (туберкульоз, бруцельоз, лейкоз, кровопаразитарні хвороби), а молодняку – до легеневих і шлунково-кишкових захворювань.

Розведення тварин типу забезпечує безпеку обслуговуючого персоналу та інших мешканців господарств від зараження небезпечними зоонозами; безпеку територій розведення худоби від зараження збудниками небезпечних зоонозів (території ферм, тваринницькі приміщення, пасовища, скотопрогони, місця водопою тощо); отримання безпечної продукції (яловичина, шкіра, субпродукти); економію коштів і матеріальних засобів на проведення лікувальних заходів, а також попередження збитків від падежу молодняку та бракування тварин через захворювання зоонозами.

Створення галузі м'ясного скотарства, для чого необхідно було виведення генотипів м'ясної худоби, стійких до екстремальних екологічних умов степової зони та захворювань, а також ефективно використовуваних природні та штучно створені біоценози зони.

Створення імпортозамінюючої бази генетичних ресурсів (бугаї, телиці, нетелі, спермопродукція, ембріони) з метою розведення чистопорідних і гібридних стад м'ясної худоби та скорочення імпорту генетичних ресурсів.

Розробка матеріало- та енергоощадних технологій виробництва яловичини та генетичних ресурсів із використанням створених генотипів.

Охорона навколишнього природного середовища при розведенні, відтворенні та виробництві яловичини з використанням інноваційного продукту селекції.

Конкурентні переваги: низька матеріало- та енергоємність виробництва; економія концентрованих кормів при виробництві яловичини; стійкість до екологіч-

них умов зони (висока теплостійкість і природна резистентність тварин, здатність ефективно використовувати природні та створені біоценози, висока ефективність використання вегетативних кормів).

Створені генотипи мають найвищий рівень теплостійкості порівняно з іншими породами молочної і м'ясної худоби, які розводяться на Європейському континенті, що є актуальним в умовах інтенсивного теплового навантаження.

Збереження навколишнього природного середовища. За продуктивністю генотипи південної м'ясної породи не поступаються кращим породам вітчизняної та зарубіжної селекції (абердин-ангус, герфорд, санта-гертруда, шортгорн), а за пристосованістю до екологічних умов зони та стійкістю до захворювань значно перевищують останні.

Нині дефіцит виробництва яловичини в Херсонській області становить 32 769 т (85%). Ситуація на ринку м'ясних ресурсів загострюється у зв'язку з загальною економічною кризою, а також неконтрольованим знищенням великої рогатої худоби. Дефіцит яловичини вітчизняного виробництва компенсується імпортом м'яса технологічної обвалки, яке має незадовільну якість, часто не відповідає санітарним нормам, що шкодить здоров'ю людей і загрожує безпеці держави. Тому організація виробництва м'яса-яловичини від спеціалізованих м'ясних порід є нагальною потребою ринку не лише в Херсонській області, а й за її межами, особливо в східних областях України.

Значний дефіцит яловичини на ринках Євросоюзу дає можливість експорту цієї продукції, особливо з прикордонних східних областей України. Стимулюючим чинником експорту яловичини до Росії є рівень роздрібних цін, який в 1,5-2 рази вищий, ніж в Україні. Виробництво екологічно чистої яловичини в умовах органічного агровиробництва за стандартами СOT дає можливість реалізувати таку продукцію на світових ринках.

Насиченість ринку яловичиною в Херсонській області нині становить 15%, дефіцит – 32 769 т (85%). Сегмент ринку виконавця може складати по роках від 5 до 40%, решта – сегмент ринку конкурентів. За роки впровадження проекту виробництво і реалізація яловичини зросте з 12 т у 2020 р. до 300 т у 2024 р., тобто в 25 разів, а вирощування та реалізація генетичних ресурсів – із 15 голів (2016 р.) до 150 голів (2024 р.), або в 10 разів. Це забезпечить збільшення обсягів реалізації з 410,7 тис. грн у 2020 р. до 8672,0 тис. грн у 2024 р., або в 21 раз, і отримання чистого доходу в сумі 15 026,3 тис. грн. Окупність кожної інвестованої в проект гривні становитиме 3,34 грн. До бюджету всіх рівнів буде внесено 2245,1 тис. грн. податку з прибутку.

Соціальна ефективність проекту. У процесі реалізації проекту до 2024 року буде створено 24 робочих місця постійних робітників і службовців. На час проведення сезонних робіт (проведення отелень корів, парування, перегони худоби, заготівля кормів) будуть залучатися тимчасові робітники в кількості 8-12 осіб. У процесі реалізації проекту будуть створені умови безпечної праці та щорічне підвищення рівня заробітної плати на 5-10%. Для постійних робітників будуть розроблені умови акордної оплати праці залежно від рівня середньодобових приростів живої маси, збереження молодняка та виробництва яловичини.

Виробництво яловичини в запланованих обсягах забезпечить насичення ринку яловичиною 3-5 адміністративних районів, а племінними ресурсами – всю зону. При подальшому розширенні виробництва, організації переробки живих тварин хоча б до рівня фасування та пакування за сортами і реалізації продукції в такій формі можна збільшити кількість працюючих на 8-10 осіб, розширити ринок реалізації та збільшити прибутки на 25-40%.

Розширення зони виробництва яловичини зумовить скорочення імпорту і насиченість ринку власною продукцією, а в подальшому дозволить працювати на експорт до Російської Федерації та інших країн, де цей ринок необмежений. За наявності продукції і її відповідності стандартам можливо установити прямі зв'язки на експорт яловичини.

Екологічна ефективність проекту. Степова зона України – зона ризикованого землеробства з високою розораністю ґрунтів (до 98%), відсутністю природних і культурних пасовищ, що призводить до втрати природної родючості ґрунтів, зменшення врожаїв сільськогосподарських культур і необхідності використовувати високі дози мінеральних добрив, особливо азотних.

Реалізація проекту спрямована на відновлення та підтримку оптимального стану екосистем на соціальному, екологічному та економічному рівнях шляхом створення культурних пасовищ і випасання на них худоби протягом 280-330 днів на рік. Пасовищна технологія утримання худоби зумовить підвищення природної родючості ґрунтів за рахунок органічних добрив (екскременти тварин), залуження розораних територій і відновлення природних біогеоценозів.

Саме пасовищне утримання худоби є найбільш ефективним засобом відновлення та збереження природних біоценозів та отримання високої продуктивності тварин. Пасовищна технологія утримання тварин – один із основних елементів органічного агровиробництва при отриманні тваринницької продукції.

Для реалізації проекту немає необхідності будувати капітальні очисні споруди, оскільки 8-10 місяців тварини знаходяться на пасовищах, решту часу – на вигульно-кормових майданчиках. При вигоні тварин на пасовища гній із загонів вигортається і кагатується для біологічного обеззаражування. Через 4,5-6 міс. він використовується як органічне добриво. Виконання інноваційного-проекту забезпечить екологічну безпеку людей, тварин, тваринницьких ферм, скотопрогонів, місць водопою, забезпечить відновлення родючості ґрунтів та агробіоценозів, створить об'єктивні умови для впровадження органічного агровиробництва і отримання екологічно чистої яловичини, яка відповідає стандартам СОТ [7, с. 283–310].

Висновки і пропозиції. Для реалізації програми виробництва екологічно чистої яловичини в зоні є всі об'єктивні умови і створені генотипи м'ясної худоби, які за рівнем продуктивності не поступаються кращим породам м'ясної худоби світової селекції, а за пристосованістю до екологічних умов зони та стійкістю до захворювань значно перевищують їх. Розведення худоби південної м'ясної породи за державної підтримки забезпечить виробництво високоякісної яловичини та створить базу імпортозамінюючих генетичних ресурсів (племінні бугаї, телиці, сперма, ембріони).

Використання генотипів південної м'ясної породи – реальний шлях до створення галузі м'ясного скотарства на засадах органічного агровиробництва, виробництва екологічно чистої продукції, інтеграції України в міжнародний ринок органічних сільськогосподарських продуктів.

Генотипи інноваційного продукту стійкі до найбільш небезпечних хвороб, що наносять збитки тваринництву і є небезпечними для людей і навколишнього середовища (туберкульоз, бруцельоз, лейкоз, кровопаразитарні хвороби), а молодняку – до легеневих і шлунково-кишкових захворювань. Розведення цих генотипів забезпечує безпеку обслуговуючого персоналу та інших мешканців господарства від зараження небезпечними зоонозами; безпеку територій розведення худоби від зараження збудниками небезпечних зоонозів (території ферм, пасовища, скотопрогони, місця водопою, тощо); отримання безпечної продукції (яловичина, шкіра, субпродукти).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вороненко В.І. Таврійський тип південної м'ясної породи – інноваційне селекційне досягнення в зоотехнічній науці / В.І. Вороненко, Л.О. Омельченко, Н.М. Фурса, Р.М. Макарчук, В.О. Найдьонова, О.Л. Дубинський, А.М. Носкова. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Нова Каховка. 2009. Вип. 2. С. 38–45.
2. Олійник В. “Біо”, “еко”, “natural” або “organic”? *Органічне та псевдоорганічне виробництво в Україні*. ІА «Інфрoіндустрія». 2017.
3. Криворучко_Ю. Елітна яловичина. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 10. С. 142–143.
4. Екологічно чиста (біо-) яловичина / Швейцарсько-український проект «Розвиток органічного ринку в Україні». *Інформаційний бюлетень*. www.fibl.org. Вип. 3. 2018. С. 38–45.
5. Ластовська І.О., Косіор Л.Т., Пірова Л.В. Перспективи виробництва органічної яловичини / «Органічне виробництво і продовольча безпека. Німецько-українська співпраця в галузі органічного землеробства» // Матеріали VII науково-практичної конференції. м. Житомир, 23-24 травня 2019 р. С. 241–243.
6. Торохтій О. Як не заплутатися між «Біо», «Органік» та «Еко». *Еко-інформ. «Природа і суспільство»*. Вип. 40. 2019.
7. Угнівенко А.М., Петренко С.М., Носевич Д.К., Токар Ю.І. Наукові основи розвитку м'ясного скотарства в Україні. Монографія. Київ, 2016. С. 283–310.

УДК 636.2.0.84.085.7.2.11/

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.29>

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТА МАСООБМІНУ ОБРОБКИ М'ЯСНИХ ПАШТЕТІВ ЗА НАГРІВУ В ТАРІ

Приліпко Т.М. – д.с.-г.н., професор, професор кафедри технології виробництва, переробки і стандартизації продукції тваринництва, Подільський державний аграрно-технічний університет

Коваль Т.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії і загальнобіологічних дисциплін, Подільський державний аграрно-технічний університет

Наведені результати дослідження залежності кінетики біохімічних реакцій від теплової, хімічної й механічної чутливості оброблюваного продукту, від тиску, температури й хімічного потенціалу. Встановлено, що одним із ефективних способів як з точки зору інтенсифікації самого процесу теплообміну, так і економії енерговитрат є контактний нагрів продукту за допомогою подачі пари, що здійснює технологічний вплив на оброблювану продукцію. При цьому для переносу тепла можна застосовувати рівняння теплопровідності, у загальному вигляді для аналізу температурного поля в кожній із фаз – у твердій або рідкій окремо.

Встановлено, що в якості модифікації для оброблюваної продукції необхідне розв'язання теплогідромеханічних рівнянь із відповідними початковими й граничними умовами додатково до рівняння переносу для кожної скалярної величини. З'ясовано, що неоднорідний температурний розподіл є причиною неоднорідного розподілу щільності в середовищі, що здійснює тиск, який може впливати на температурний розподіл. Для врахування цього факту використали модель із неізотермічним потоком.

Зроблено припущення, що поле швидкостей потоку, u ($m\cdot s^{-1}$) відповідає рівнянню Нав'є-Стокса для стиснутої ньютонівської рідини відповідно до вихідної посилки Стокса і отримали певну систему рівнянь. Одна з основних ідей рівняння полягає в тому, що молекули, якщо переважають необхідні значення термодинамічної змінної тиску й температури, реагують відповідним чином. Отже, клітинні реакції можна моделювати аналогічно.

Індуковане тиском придушення життєдіяльності мікроорганізмів як скалярна величина залежить від інтенсивності джерела пригнічення життєдіяльності (наприклад, величина тиску в сполученні з барочутливістю відповідних мікроорганізмів), дифузійного переносу знижених мікроорганізмів на основі чистого броунівського руху й конвекційного переносу на основі примусової й природної конвекції в мікробіологічній суспензії. При порівнянні результатів розрахунку на ЕОМ з експериментальними даними встановлено, що рішення задачі розрахунку температурного поля продукту на ЕОМ дає досить задовільні результати між розрахунковими й експериментальними даними.

Ключові слова: тиск, температура, параметри, пароконтактне нагрівання, продукція, стерилізація, мікрофлора, тара, дифузія, фізико-хімічні показники.

Prylipko T.M., Koval T.V. Modeling of heat transfer and mass transfer process of meat paste processing when heating in containers

The article presents the results of research on the dependence of kinetics of biochemical reactions on thermal, chemical and mechanical sensitivity of the processed product, pressure, temperature and chemical potential. It was found that one effective way, both from the point of view of intensification of the process of heat transfer and energy savings, is the contact heating of the product by means of steam, responsible for the technological effect on the treated products. Here, for heat transfer we can apply the heat conduction equation in a general form for the analysis of the temperature field in each phase – solid or liquid separately.

It is established that as a modification for processed products it is necessary to solve thermohydrodynamic equations with appropriate initial and boundary conditions in addition to the transfer equation for each scalar value. It is found that the inhomogeneous temperature distribution is the cause of heterogeneous distribution of density in the environment that exerts pressure, which could affect temperature distribution. To account for this fact we used a model with a non-isothermal flow.

The assumption is made that the field of flow velocities, u (MS-1) corresponds to Navier-Stokes equation for compressible Newtonian fluid, respectively, the underlying assumptions for the Stokes, and we got the following system of equations. One of the main ideas of the equation is that molecule, if the required value of the thermodynamic variable of pressure and temperature predominate, react accordingly. Therefore, the cell reaction can be modeled similarly.

The pressure-induced suppression of microorganisms as a scalar value depends on the intensity of the source of the oppression of life (for example, the magnitude of the pressure in combination with the barosensitivity of the corresponding microorganisms), a diffusion transfer of destroyed microorganisms on the basis of pure Brownian motion and convection transfer through forced and natural convection in a microbial suspension. When comparing the results of calculation on computers with experimental data we established the fact that the solution of the problem of calculation of temperature fields of the product on a computer gives quite satisfactory results between numerical and experimental data.

Key words: *pressure, temperature, parameters, steam contact heating, production, sterilization, microflora, packaging, diffusion, physico-chemical parameters.*

Постановка проблеми. Сучасні технології виробництва м'ясних продуктів преміум сегменту повинні засновуватися на принципах ресурсозбереження, розширюючи асортимент делікатесної групи за рахунок раціонального використання сировини та пошуку альтернативних ресурсів. Нині перед фахівцями м'ясної промисловості стоїть комплекс завдань, серед яких все більш важливого значення набуває підвищення виробничої ефективності за рахунок поліпшення якості продукції з використанням сучасних, альтернативних прийомів. З метою вирішення цих пріоритетних питань необхідно застосовувати сучасні наукові досягнення щодо технологічного обладнання у вітчизняній практиці [1; 2].

Інколи процеси нагрівання або охолодження супроводжуються плавленням чи твердінням. До таких явищ переносу тепла можна також застосувати рівняння теплопровідності, у загальному вигляді для аналізу температурного поля в кожній із фаз – у твердій або рідкій окремо, але не разом. Це пов'язано з тим, що всередині системи діє рухоме джерело або стік тепла, а з двох боків від нього властивості середовища зазнають різних змін (тверда і рідка фази) [7].

Теплообмін при пароконтактному нагріванні продуктів є складним явищем, пов'язаним із одночасним перенесенням теплоти і маси речовини. При цьому кількість перенесеної маси визначається величиною сконденсованого пару, а передана теплота (за умови насиченого пару) – теплою паротворення [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кінетика біохімічних реакцій різною мірою залежить від теплової, хімічної й механічної чутливості оброблюваного продукту, від тиску, температури й хімічного потенціалу. Тиск поширюється в рідині за принципом Паскаля у всіх напрямках. Це відбувається для невеликих адіабатичних змін тиску зі швидкістю звуку. З цієї причини можна припускати, що тиск виникає майже миттєво у всій камері. Із цього припущення випливає наявний у літературі, але не перевірений у реальних умовах висновок, що вплив тиску порівняно з термічними процесами має перевагу в тому, що може впливати прискорено й однорідною мірою на всю оброблювану речовину незалежно від форми, розміру й складу. Проте без уваги залишена можливість фізичної й термічної неоднорідності. Це пояснюється тим, що у фазі наростання тиску внаслідок зміни об'єму збільшується температура оброблюваного середовища [6; 9].

При пароконтактному нагріві враховується значна кількість визначних факторів, при цьому найбільших значень набувають як теплофізичні властивості гріючої пари, так і фізико-хімічні властивості продукту. Врахування всіх факторів, які впливають на процес теплообміну при пароконтактному нагріванні, є дуже важким не тільки в теоретичному, а й в експериментальному плані [2; 9; 5].

Постановка завдання. Створення високопродуктивного теплообмінного обладнання, яке відповідає сучасному рівню розвитку промисловості і техніки, потребує суттєвої інтенсифікації теплообмінних процесів. Одним із ефективних способів як з точки зору інтенсифікації самого процесу теплообміну, так і економії енерговитрат є контактний нагрів продукту за допомогою подачі пари, що здійснює технологічний вплив на оброблювану продукцію [3].

Завданням дослідження є розрахунок нестационарного температурного поля в тарі, що нагрівається з зовнішньої поверхні від джерела теплоти заданої інтенсивності з урахуванням конвекції в радіальному напрямку.

Матеріал і методи дослідження. Режимы стерилізації визначали за методикою, при якій фактична летальність F_ϕ щодо мікрофлори має бути рівною або перевищувати необхідну летальність процесу стерилізації F_n ($F_\phi \geq F_n$).

Виклад основного матеріалу дослідження. Одна з основних ідей рівняння полягає в тому, що молекули, якщо переважають необхідні значення термодинамічної змінної тиску й температури, реагують відповідним чином. Отже, клітинні реакції можна моделювати аналогічно. Індуковане тиском придушення життєдіяльності мікроорганізмів як скалярна величина залежить від інтенсивності джерела пригнічення життєдіяльності (наприклад, величина тиску в сполученні з барочутливістю відповідних мікроорганізмів), дифузійного переносу знищених мікроорганізмів на основі чистого броунівського руху й конвекційного переносу на основі примусової й природної конвекції в мікробіологічній суспензії.

У випадку із в'язко-пластичними продуктами харчування відправною точкою є рівняння теплопровідності для температури T (К):

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} - \nabla \cdot (k \nabla T) = \alpha \frac{dP}{d\tau} T \text{ в зоні } \Omega^* \times (0, \tau_f), \quad (1)$$

де $\rho = \rho(T, P)$ щільність (кг/м³), $C_p = C_p(T, P)$ теплоємність (Дж/(кг·К)), $k = k(T, P)$ теплопровідність (Вт/(м·К)), τ_f – час (с).

Права сторона рівняння позначає внутрішнє підвищення температури за рахунок зміни тиску. Тут $P = P(\tau)$ – тиск (МПа), створюваний у камері, $\alpha = \alpha(T, P)$. Наводимо її так:

- коефіцієнт термічного розширення (К⁻¹) для продуктів харчування в зоні Ω^*F ,
- коефіцієнт термічного розширення (К⁻¹) для рідини, що створює тиск в зоні ΩP^* ,

– 0 у будь-якому іншому місці.

Ця умова є результатом такого закону [8]:

$$\frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{\alpha T V}{m C_p} = \frac{\alpha T}{\rho C_p}, \quad (2)$$

де ΔT – зміна температури за рахунок зміни тиску ΔP , V (м³) об'єм, m – (кг) маса.

У рівнянні теплопровідності (16) ми остаточно врахували відповідні вихідні й граничні умови залежно від конструкції обладнання.

$$\begin{cases} k \frac{\partial T}{\partial n} = 0 & \rightarrow \Gamma^* \setminus (\Gamma_r^* \cup \Gamma_{up}^*) \times (0, \tau_f), \\ k \frac{\partial T}{\partial n} = h(T_{exp} - T) & \rightarrow \Gamma_{up}^* \times (0, \tau_f), \\ T = T_0 & \rightarrow \Gamma_r^* \times (0, \tau_f), \\ T(0) = T_0 & \rightarrow \Omega^* \end{cases}, \quad (3)$$

де n – зовнішній нормальний одиничний вектор на межі робочої ділянки,
 T_0 – початкова температура,
 T_r – температура охолодження або нагрівання, що залишається постійною у межах відомої температури Γ_r^* (яка охолоджує або нагріває харчовий зразок),
 $T_{окр}$ – температура навколишнього середовища (постійна);
 h Вт/(м²·К) – коефіцієнт теплопередачі.

Оскільки ми використовували циліндричну систему координат і осьову симетрію, тому систему (16, 17) переписали як таку 2-мірну задачу:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(rk \frac{\partial T}{\partial r} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \alpha \frac{dP}{d\tau} T \rightarrow \Omega \times (0, \tau_f), \\ k \frac{\partial T}{\partial n} = 0 \rightarrow \Gamma \setminus (\Gamma_r \cup \Gamma_{up}) \times (0, \tau_f) \\ k \frac{\partial T}{\partial n} = h(T_{окр} - T) \rightarrow \Gamma_{up} \times (0, \tau_f) \\ T = T_r \rightarrow \Gamma_r \times (0, \tau_f) \\ T(0) = T_0 \rightarrow \Omega \end{array} \right. , \quad (4)$$

Ця модель підходить для випадку, коли коефіцієнт заповнення харчового зразка всередині камери набагато вищий, ніж коефіцієнт заповнення середовища, що здійснює тиск. Якщо коефіцієнт заповнення харчового зразка всередині камери не набагато вищий, ніж коефіцієнт заповнення середовища, що здійснює тиск, то остаточне рішення за допомогою цієї моделі може дуже відрізнятись від експериментальних показників.

Як уже зазначалося вище, неоднорідний температурний розподіл є причиною неоднорідного розподілу щільності в середовищі, що здійснює тиск і викликає піднімальну силу при русі рідини. Інакше кажучи, вільну конвекцію. Цей рух рідини може впливати на температурний розподіл. Для врахування цього факту ми використали модель із неізотермічним потоком і зробили припущення, що поле швидкостей потоку u (мс⁻¹) відповідає рівнянню Нав'є-Стокса для стискуваної ньютонівської рідини відповідно до вихідної посилки Стокса і отримали таку систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} - \nabla \cdot (k \nabla T) + \rho C_p u \cdot \nabla T = \alpha \frac{dP}{d\tau} T \rightarrow \Omega^* \times (0, \tau_f), \\ \rho \frac{\partial u}{\partial \tau} - \nabla \cdot \eta (\nabla u + \nabla u^t) + \rho (u \cdot \nabla) u = \\ = -\nabla p - \frac{2}{3} \nabla (\eta \nabla \cdot u) + \rho g \rightarrow \Omega_p^* \times (0, \tau_f), \\ \frac{\partial p}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\rho u) = 0 \rightarrow \Omega_p^* \times (0, \tau_f), \end{array} \right. , \quad (5)$$

де g – гравітаційний вектор (м/с²);

$\eta = \eta(T, P)$ – динамічна в'язкість (Па с);

$p = p(x, \tau)$ – тиск, що виникає при масообміні всередині рідини,

$P + p$ – повний тиск (МПа) у середовищі, що здійснює тиск.

Необхідно підкреслити, що у правій частині першого рівняння (4) можна записати $\alpha \frac{d(P+p)}{dT}$, але ми робили припущення, що внутрішнім теплом, що виникає в результаті масообміну, можна знехтувати. У правій частині другого рівняння ми поставили Δp , тому що $P = P(\tau)$, що залежить тільки від часу й тому $\Delta(P+p) = \Delta p$, щільність $\rho = \rho(T, P)$ є фіксованою функцією стану.

Система рівнянь (5) була розроблена з урахуванням відповідних точок, меж і початкових умов:

$$\left\{ \begin{array}{ll} k \frac{\partial T}{\partial n} = 0 & \rightarrow \Gamma^* \setminus (\Gamma_{\tau}^* \cup \Gamma_{\text{уп}}^*) \times (0, \tau_f) \\ k \frac{\partial T}{\partial n} = h(T_{\text{окр}} - T) & \rightarrow \Gamma_{\text{уп}}^* \times (0, \tau_f), \\ T = T_r & \rightarrow \Gamma_r^* \times (0, \tau_f), \\ u = 0 & \rightarrow \Gamma_p^* \times (0, \tau_f), \\ T(0) = T_0 & \rightarrow \Omega^*, \\ p = 10^5 & \rightarrow A_1 \times (0, \tau_f) \end{array} \right. , \quad (6)$$

де A_1 – кутова точка Γ_p^* , що є межею зони Ω^* .

Необхідно зазначити, що стан точки A_1 означає, що повний тиск $(P+p)$ у цій точці дорівнює тиску в камері P плюс атмосферний тиск. Як показано вище, для моделі із теплопередачею за рахунок теплопровідності системи рівнянь (4), (5) і (6) можуть бути також переписані як еквівалент 2-мірної задачі з використанням циліндричних координат.

Висновки і пропозиції. Кінетика біохімічних реакцій залежить від теплової, хімічної й механічної чутливості оброблюваного продукту, від тиску, температури й хімічного потенціалу.

Одним із ефективних способів інтенсифікації процесу теплообміну є контактний нагрів продукту за допомогою подачі пари, що здійснює технологічний вплив на оброблювану продукцію.

Порівняння результатів розрахунку на ЕОМ з експериментальними даними дозволяє зробити висновок про те, що рішення задачі розрахунку температурного поля продукту на ЕОМ дає досить задовільні результати між розрахунковими і експериментальними даними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вороненко Б.А., Пелененко В.В., Стариков В.В. Математическое описание процессов тепло- и массопереноса в колбасных изделиях при их тепловой обработке. *Процессы и аппараты пищевых производств*. 2008. № 2. С. 27–30.

2. Пат. № 83518 Україна, МПК⁹ А 23В4/00. Консервованний паштет із м'яса індиків / Приліпко Т.М., Куций В.М.; заявник і патентовласник Куций В.М. № u201304965; заявл. 18.04.2013; опубл. 10. 09.2013, Бюл. № 17/2013.

3. Пат. № 84152 Україна, МПК⁹ А23В4/00. Режим стерилізації консервованих паштетів / Приліпко Т.М., Куций В.М.; заявник і патентовласник Куций В.М. № u201304964; заявл. 18.04.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19/2013.

4. Приліпко Т.М., Куций В.М. Паштет консервований із м'яса індиків «Подільський»: ТУ У 10.1-22769675-001:2013. [Чинний від 2013.11.19]. Львів : ТК № 132 Держспоживстандарту України, 2013. 10 с. (Технічні умови).

5. І.П. Паламарчук, Ю.А. Полева, В.М. Куций. Математичне моделювання процесу тепломасообміну за умов пароконтактної стерилізації продукції у циліндричній тарі. Техніка, енергетика, транспорт АПК, ВНАУ. 2017. С. 64–70.
6. О.В. Цуркан, А.Ю. Гурич, Ю.А. Полева. Обґрунтування технологічної та конструктивної схеми автоклава з аеродинамічним інтенсифікатором. Наукові праці ОНАХТ, Том 2(46), 2014.
7. Ю.Г. Сухенко, І. П. Паламарчук, М.М. Жеплінська, М.М. Муштрук, Д.П. Журавель. Надійність обладнання харчової галузі : навчальний посібник. ЦП «КОМПРИНТ». 2019.
8. Г.М. Калетнік, В.П. Янович. Перспективи розвитку вібраційних машин для первинної обробки сільськогосподарської сировини. ВНАУ. 2017. 296 с.
9. Бухмиров В.В., Щербакова Г.Н., Пекунова А.В. Теоретические основы теплотехники в примерах и задачах. Учебное пособие / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет». Иваново, 2013. 128 с.
10. Регламент (ЕС) № 852/2004 / ЄС Європейського Парламенту та Ради від 29.04.2004 з гігієни харчових продуктів.

UDC 636.2.08./085.7.

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.30>

THE INFLUENCE OF OPTIMAL DIET RECIPES INCLUDING COMPLEX DRUG DEVIVIT-SELENIUM ON PRODUCTION TRAITS IN YOUNG SIMMENTAL CATTLE UNDER THE CONDITIONS OF THE CARPATHIAN REGION OF BUKOVINA

Prylipko T.N. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Department of Technology of Production,
Processing and Standardization of Livestock Products,
Podilsky State Agrarian and Technical University

Shulko O.P. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at Biotechnology Department
Bila Tserkva National Agrarian University

The article presents the results of studies of productive performance of calves, diet digestibility and nitrogen metabolism, mineral elements in organism when using different selenium additives in their diets. Different selenium drugs did not significantly affect the feed intake of bulls of experimental groups. Every head in the control group consumed per day on average for 618 g of digestible protein, or 100 g per feed unit. And in the 1st and 2nd experimental groups, the consumption was 617–619 g per 1 head, or 100 g per 1 fodder unit. The average daily gains of animals of 1st and 2nd experimental groups exceeded the control, respectively, 67 g, 8.7% ($P < 0.05$); 82 g, or 10.8% ($P < 0.001$). It is noted that the increase in the content of selenium in diet had a positive impact on the coefficients of digestibility of nutrients in animals of the experimental groups: dry matter of diet in the control group was digested by 67.8%, whereas animals of the 1–2 test groups digested 71.3–72%, which was by 5.1–6.1% more; digestibility of crude fat in the control calves was by 56.2 per cent, in the experimental group it was by 9.3 to 10.2% ($P < 0.05$) more. The highest coefficients of digestibility of crude fat were recorded in young bulls of the second test group receiving in diet supplement Devivit. Overall, the best results of digestibility of nutrients were obtained in the group of animals fed on diet containing drug Devivit. There was determined a positive effect of the studied supplements E – selenium and Devivit in diet on the metabolism of calcium, sulfur, zinc, copper and selenium.

Key words: animals, diet, selenium, digestibility, crude fat, dry matter, bulls, supplement nutrients, coefficient of digestibility of mineral elements, nitrogen balance.

Приліпко Т.Н., Шулько О.П. Вплив оптимальних рецептів раціонів на продуктивні показники молодняку симментальської породи за згодовування комплексного препарату «Девівіт-Селен» в умовах Карпатського регіону Буковини

У статті представлені результати досліджень продуктивності телят, засвоюваності раціону та метаболізму азоту, мінеральних елементів в організмі з використанням різних зеленоських добавок у своїх дієтах. Однак різні препарати селену не вплинули істотно на споживання кормів биків експериментальними групами. Кожна голова контрольної групи витрчала в середньому на добу 618 г перетравного протеїну, або 100 г на кормову одиницю. А в 1-ї та 2-ї експериментальних групах ці витрати становили 617–619 г на 1 голову, або ті ж 100 г на 1 кормову одиницю. Середньодобовий приріст тварин 1-ї та 2-ї експериментальних груп перевищував контроль відповідно 67 г або 8,7% ($P < 0,05$); 82 г або 10,8% ($P < 0,001$). Зазначається, що збільшення вмісту селену в раціоні позитивно вплинуло на коефіцієнти засвоюваності поживних речовин у тварин експериментальних груп: суху речовину раціону в контрольній групі засвоювали 67,8%, тоді як тварини 1–2 тестових груп 71,3–72%, що на 5,1–6,1% більше; засвоюваність сирого жиру в контрольних телят на 56,2%, в експериментальних на 9,3–10,2% ($P < 0,05$) більше. Найвищі коефіцієнти засвоюваності сирого жиру відзначали у бичків 2-ї тестовій групі, котра отримувала дієтичну селеноамінову добавку «Девіт». Загалом, найкращі результати засвоюваності поживних речовин, отриманих у групі тварин, які мали в раціоні препарат «Девівіт». Установлено позитивний вплив досліджуваних добавок селенові «Е – селен» і «Девівіт» у раціоні на метаболізм кальцію, сірки, цинку, міді та селену.

Ключові слова: тварини, дієта, селен, засвоюваність, сирий жир, суха речовина, поживні речовини, коефіцієнт засвоюваності мінеральних елементів, азотний баланс.

Problem statement in general and its connection with important scientific and practical tasks. In the context of the global economic and financial crisis, domestic science has been enriched with data that allow us to argue that the further improvement of the quality of feeding of cattle as a whole, and of meat, in particular, should be related not so much to an increase in the rate of metabolism and nutrients in daily diet, how much with increasing its biological value, which is relevant in the Carpathian region of Bukovina.

Modern diet recipes for beef cattle cannot be imagined without proper trace elements. In the various countries of the world, the rations of this cattle are mostly added to the same trace elements and even at about the same doses. However, standards for the introduction of trace elements are periodically revised in the light of new developments in science and practice [5; 8].

In recent years, studies have been intensified to determine the need for cattle in mineral elements, which were not previously taken into account in diets but have been shown to have a significant effect on the ruminant organism. Such elements and their compounds that attract the attention of scientists and experts in the field of beef cattle include selenium, which is recognized as an indispensable biotic ultra-microelement [2; 7].

Numerous studies conducted on different species of animals have shown that selenium has antioxidant, immunostimulatory, anticarcinogenic, antimutagenic, adaptogenic, antiviral and radioprotective properties [6]. The discovery of the biological properties of selenium was the basis for its widespread use in feeding farm animals. The inclusion of selenium in the diet improves their health, increases the productivity and efficiency of feed use [1–4]. It has a significant effect on the absorption of vitamins A, C, E in the body, which are closely interconnected in the processes of metabolism.

However, when feeding livestock, the benefits of Vitamin E. are also beneficial. Being fat-soluble and chain-breaking, it protects cell membranes from being destroyed by lipid peroxide radicals. Vitamin E is actively absorbed in the gut: absorption depends on a number of factors, but averages up to 42% (α -tocopherol). But the use of these elements in feeding, particularly young animals, requires clear scientific justification [6].

Analysis of recent research and publications. The drug Devit-Selenium is used for the correction and normalization of metabolic processes in animals, but data on the use in feeding the meat of the Simmental are practically absent. In the composition of the new complex drug plays an important role trace element – selenium, which is involved in redox processes in the composition of enzymes glutathione peroxidase, phospholipid-glutathione peroxidase, oxidoreductase and some transferases. At the same time, vitamin E, which is a natural antioxidant, plays an important role in its composition and is involved in preventing the processes of unsaturated fatty acid peroxidation (including cell membrane phospholipids), vitamins A and D, carotenoids, and the like. Deviten Selenium contains Lycopene, a naturally occurring carotenoid that does not have A-vitamin activity and has antioxidant, cytoprotective properties and is a promoter of tissue regeneration [6].

At the same time, for the creation of a new population in the Carpathian region of Bukovina ruminants of the ruminant with a pronounced natural lump of nutrients such as selenium and vitamin E are the most pressing issues.

Setting objectives. All of the above stipulates the need to develop and optimize the composition of the feeding rations of suckling young meat of Simmental in the stall period and to establish the efficiency of their use, taking into account the zonal features of the chemical composition of feed.

The purpose of the work is to develop new dietary recipes for use in feeding complex drugs that are used for the correction and normalization of metabolic processes for suckling young beef meat during the growing period in the Carpathian region of Ukraine.

Materials and methods of study During the experiment, the conditions of care, feeding and retention of the experimental young were the same. The first stage of the work was the chemical analysis of feeds, on the basis of which the formulation of diets was developed. For the experiment, two groups of analogues (heifers and bugs) were formed, with 10 heads each. The initial live weight of the control groups was 57.6–61.8 kg, and the experimental weight was 58.9–59.6 kg.

In the organization of feeding to the formulation of the diet in the main period of the experiment included: whole milk – 7.21–7.22 kg, hay – 0.25–0.31 kg, compound feed – 0.32–0.33 kg. The diet contained: metabolic energy – 17.3–17.5 MJ, feed units – 2.49–2.52 kg, digestible protein – 218.5–228.3 g, dry matter – 1.48–1.97 kg, sugars – 241–249 g, calcium – 15.2–15.7 g, phosphorus – 8.67–10.5 g. The diet of experimental animals included “Devit Selenium”. The composition of the complex drug “Devit Selenium” was as follows: vitamin E (alpha-tocopherol acetate) – 50 mg, selenium (in the form of sodium selenite) – 0.5 mg, lycopene – 1 mg, filler – up to 1 ml. period of the experiment 60 days, the final – 30 days.

Research results. Differences in nutrient intake and consumption between the experimental groups were insignificant. In particular, the consumption of metabolic energy and dry matter per 100 kg of live weight in experimental heifers was 18.0 MJ and 2.0 kg against 19.0 MJ and 2.0 kg in the control group, whereas in the test group bugs they were slightly larger and were, respectively, 23.7 MJ and 2.77 kg against 21.8 MJ and 2.90 kg in control. Expenditure of exchange energy per unit gain in experimental heifers was at 23.07 MJ versus 37.58 MJ in the control group; in Bugayts they were respectively – 21.1 MJ versus 38.6 MJ.

The best payment for feed was also from the heifers of the experimental group and amounted to 3.32 pp, which is 0.51 pp. or 13.3% less than the peers of the control group, with feed costs per unit of increase in Bugayts – 3.04 cUd, which is 0.67 cUd. or 18.1% less than the control group.

Similarly, in the concentration of metabolic energy in one kilogram of dry matter of heifers of the experimental group by 20.5% and bugayka – 19.5% inferior peers of the control group.

In the course of the experiment it was found that during the main period of the experiment in heifers of the experimental group to which the drug was administered, the average daily increments were 750.1 g, which is 100.0 g or 15.4%, $P < 0.001$ more than the peers of the control group, which were on the farm feed without the introduction of drugs. Whereas the intensity of growth of bugs, which were administered the experimental drug during the main period of the experiment, was 830.2 g, which is 150.1 g or 22.1%, $P < 0.001$ more than the analogues of the control.

In the final period of the experiment, the average daily growth of calves in the experimental group was 870.2 g, which is 230.1 g or 35.9%, $P < 0.001$ more than the peers of the control group. In the Bugayi of the experimental group a similar indicator was higher than the control peers by 190.1 g or 25.0%, $P < 0.001$.

Instead, for the whole period of the experiment in heifers of the experimental group, the average daily increments were – 800.3 g, which is 150.1 g or 23.1%, $P < 0.001$ more than the peers of the control group; 0 g or 53.4%, $P < 0.001$.

At that, the live weight at the end of the final period in the experimental heifers was 124.8 kg, which is 13.7 kg or 12.3%, $P < 0.001$ more than the heifers of the control group. Meanwhile, the bugs of the experimental group had an average live weight of 132.3 kg

Table 1

The live weight and increments of the experimental animals during the test period, ($M \pm m$, $n = 10$ in each group)

Indicator	group			
	control		experimental	
Number of animals, heads	bull	cow	bull	cow
Live weight, kg:				
to the beginning of the experiment	61,8±1,20	57,6±1,40	59,6±1,50	58,9±1,20
at the end of the main experiment	96,5±1,50	90,5±1,30	101,8±1,40	97,0±1,20
Increase:				
total, kg	34,7±0,87	32,9±0,67	42,2±0,75	38,2±0,85
daily average, g	680,1±0,75	650,1±0,65	830,2±0,74	750,1±0,57
Feed costs per 1 kg increase, k. d.	3,71	3,83	3,04	3,32
Live weight, kg:				
at the end of the main experiment	120,8±1,70	111,1±2,10	132,3±2,30	124,8±1,60
Increase:				
total, kg	24,3±0,56	20,6±0,54	30,5±0,55	27,8±0,54
daily average, g	760,1±0,56	640,1±0,45	950,2±0,65	870,2±0,75
Increase for the whole period of experience:				
total, kg	47,5±0,57	53,5±0,45	72,7±0,64	65,9±0,55
daily average, g	580,1±0,45	650,2±0,56	890,1±0,65	800,3±0,75

Note: *** $p < 0.001$ – the probability of difference between the study groups over the control over the level of growth of live weight and live weight at the end of the final period.

in the final period, which is 11.5 kg or 9.5% more, $P < 0.001$ for control peers who were not administered the experimental preparation.

Analyzing the hematological parameters of blood of bugs of different breeds and their mixtures it can be observed that the level of hemoglobin and erythrocytes in experimental animals of all experimental groups was lowered at the beginning of the experiment.

It should be emphasized that hemoglobin in animals I, II, III-experimental groups was 89,0 – 90,0 g / l, in the 1-experimental was increased by 4,4%, at the rate of 90–100 g / l. Erythrocytes, respectively, from – 6.70 to – 6.90 x 10.12 / l. at the rate of 6.70 – 70.00 x 10 12./L. At the end of the experiment, these indicators stabilized, but more actively this process took place in calves 111 experimental group.

The leukocyte count was reduced in all groups and amounted to 3.50 – 6.80 x 10.9 / L. In this work it is shown that the number of the segment of nuclear neutrophils in Bugay at the end of the experiment decreased and amounted to 22.30% in the experimental group, in the control group – 18.25%, respectively in heifers 21.5% and 21.60%. Studies have shown that there have been changes in the composition of lymphocytes. In the blood of the bugs of the control group was 63.4%, which is 6.7% more than experimental. Changes in the number of monocytes in animals of the experimental 9.2%, which is more than 2.4% of the control, were detected above the norm. Studies have shown that the blood of animals in the experimental group III contained more than 0.10–0.24 mln.mm of erythrocytes, 0.16–0.3 g% hemoglobin 0.240 and 0.33% protein. However, in the blood of animals of the third group was slightly higher alkaline reserve and carotene content. For the rest of the blood indices, no differences were observed in the individual animal groups.

At the same time there was a decrease in the proportion of the nuclear neutrophil segment: in heifers at 21.5%, in bugs – by 4.05%. At the same time, the decrease in the pro-

portion of nuclear neutrophils in the blood was accompanied by an increase in the level of lymphocytes, and the difference between the experimental group and the control was 1.8% and 4.8%, respectively. Monocytes in the amount of 2.80–3.20% were detected in the blood of the experimental groups and 2.60–2.74% in the blood of the control animals. The proportion of basophils peers differed little from each other. However, it should be noted that from the neutrophil group of granulocytes, myelocytes were not detected in any of the groups.

No significant differences were found between the young groups of the morphological blood composition groups.

However, in the young of the experimental group, the main indicators studied were slightly higher. Thus, in the blood of heifers and bugs treated with the experimental drug, there was a higher number of erythrocytes by 6.5 and 4.7% and hemoglobin concentration, respectively – by 3.9 and 8.7%. Quantitative changes in the number of leukocytes were absent, since their content in the blood of young experimental and control groups was approximately the same level.

As a result of laboratory studies of the samples, it was found that the biochemical parameters of serum, protein and mineral metabolism in suckling young were within the age of physiological norm. However, in the nature of changes in hematopoiesis, there were some differences that depended on the effect on the organism of animals of different feeding conditions.

Inclusion in the diet of the experimental groups of animals of the experimental drug promoted their biological value and improved the course of metabolic processes in their body. In particular, heifers and cougars of the experimental groups were found to have a clear difference in serum total protein content by 10.4 and 12.3%, $P < 0.05$ – $P < 0.001$.

At the same time, the increase of serum protein content in the experimental groups was not only due to albumins (by 11.4 and 16.4%, respectively), but also due to the increase of globulin accumulation – by 5.8 and 10.3%, respectively. First of all, the gamma-globulin fraction was markedly distinguished among the latter, indicators of which were higher than the control groups by 4.0% and 7.4% respectively.

The use of the drug had no significant effect on the nature of changes in the mineral and biochemical composition of blood of young experimental groups compared with the control. However, the tendency for their superiority over the peers of the control group remained: in the content of total calcium – by 2.0 and 2.4%; inorganic phosphorus – by 4.2 and 12.5%; alanine and aspartate aminotransferase enzymes by 6.7 and 10.5% and 4.9 and 9.7% respectively, alkaline phosphatase activity by 2.2 and 3.7%.

Conducted economic analysis of the data research on the basis of existing prices for beef in live weight, cost of feed and other production costs. Noteworthy in our studies that the best economic indicators obtained in the experimental group of calves, where the feed costs per 1 kg of gain in live weight made up 3.04 C. K. units, the cost of gain in live weight of 1 head for the cultivation period was 1150 UAH. Net income per 1 head in this study group was the highest and amounted to UAH 2 544,5. As a result, the profitability of cultivation were respectively 17.0 per cent. Below, several economic indicators obtained for fattening steers in the control group. So, cost of feed per 1 kg increase of live weight of 1 head was to 3.71 p. K. units, and the cost of 1 quintal of live weight gain of 1150 UAH. with a net gain of 1 kg live weight 1662,5. with a margin of 11.1%.

Thus, it was found that the net profit per head in this group was the highest and amounted to 2544.5 UAH, with a profitability – 17.0%, while similar indicators of growing experimental heifers were accordingly – 2306.5 UAH. and 15.0%, which ensures the development of its own inexpensive technology for feeding ruminant Simmental ruminant economically promising in the region of Bukovina region.

Conclusions. It was found that during the main period of the experiment in the heifers of the experimental group to which the drug was administered, the average daily increments were 750.1 g, which is 100.0 g or 15.4%, $P < 0.01$ more than the peers of the control group, which were on the farm feed without the introduction of drugs. While the growth rate of bugs administered the test drug during the main experimental period was 830.2 g, which is 150.1 g or 22.1%, $P < 0.001$ more than the control analogs.

It was determined that the best payment for feed production was also in heifers of the experimental group and amounted to 3.32 feed units, which is 0.51 feed units. or 13.3% less than the peers of the control group, with feed costs per unit of increase in Bugayts – 3.04 feed units, which is 0.67 feed units. or 18.1% also less than the control group with the concentration of metabolic energy in one kilogram of dry matter of the calf of the experimental group by 20.5% and the cougar – 19.5% inferior to the peers of the control group.

Studies have shown that the blood of heifers and bugs treated with the experimental drug increased the number of erythrocytes by 6.5 and 4.7%, hemoglobin concentration – by 3.9 and 8.7%, total protein content – by 10, 4 and 12.3%, albumin – by 11.4 and 16.4%, total calcium – by 2.0 and 2.4%; inorganic phosphorus – by 4.2 and 12.5%; alanine and aspartate aminotransferase enzymes by 6.7 and 10.5 and 4.9 and 9.7% respectively, alkaline phosphatase activity by 2.2 and 3.7%, respectively, compared with the control group.

REFERENCES:

1. Морфо-біохімічні показники крові та репродуктивної якості свиноматок під дією кормової добавки “PROPIGrlv” / Й. Півторак, вівторок, І.М. Бліда. *Науково-технічні науки. bul.science-експеримент*. Центр біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. Дніпропетровськ, 2016. Т. 4, № 1. С. 41–46.
2. Калинка А.К. Вплив брикетів на інтенсивність приросту м'ясного запасу символіки тварин в умовах Буковини. *Зб. наук. “YOGO” працює з міжнародними матеріалами. Конф. «Наукові новини: До 20-ї річниці розведення нової популяції м'ясо-сименталів на Буковині», Чернівці, 10 серпня 2019 р.* / за заг. ред. А.К. Калінки. Чернівці : ГО «Європейська наукова платформа», 2019. С. 58–61.
3. Вплив годівлі БВМД «Енервік» на якість свинини / В.В. Білявцева, Н.В. Гуцол. *Збірник звітів всеукраїнський. Конф. Екологічні проблеми сільського виробництва (Вінниця, 7 грудня 2016 р.)*. Вінниця, 2016. С. 140–141.
4. Вплив різних рецептів годівлі діт нової телячої популяції на продуктивність в передгір'ї Карпатського регіону Буковини / А.К. Калинка. *Зб. наук. “YOGO” працює з міжнародними матеріалами. Конф. «Наукові новини: До 20-ї річниці розведення нової популяції м'ясо-сименталів на Буковині», Чернівці, 10 серпня 2019 р.* / за заг. ред. А.К. Калінки. Чернівці : ГО «Європейська наукова платформа». 2019. С. 55–58.
5. Prylipko T.M, Kostash VB, Zakharchuk PB, Lishchuk SG Selenium content in the diets of dairy cattle in the Podillya zone of Ukraine Proceedings of the International Scientific Conference “International Trends in Science and Technology” (October 17, 2017, Warsaw, Poland). P. 48–52.
6. Prylipko T., Bukalova N., Lyasota V Features of the introduction of the HACCP system on enterprises of Ukraine. *The potential of modern scient.* London, 2019. Volume 1. P. 49–60.
7. Біоморфологічна організація та живлення кормів : монографія / В.І. Гноевий, А.К. Тришин, І.В. Пус ; ред. проф. ВАМ. Харків : ФЛП Бровін А.В., 2017. 560 с.
8. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. *Proceedings of the International Academic Congress “European Research Area: Status, Problems and Prospects” (Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016)*.

УДК 636.52/58.083.312.5

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.31>

ПРОДУКТИВНІСТЬ НЕСУЧОК ПРОМИСЛОВОГО СТАДА ЗА УТРИМАННЯ У КЛІТКАХ ШЕСТИ І ДВНАДЦЯТИЯРУСНИХ БАТАРЕЙ

Сахацький М.І. – д.б.н., професор, завідувач кафедри біології тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Осадча Ю.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри біології тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кучмістов В.О. – аспірант кафедри біології тварин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В умовах сучасного птахівничого комплексу дослідили ефективність виробництва харчових яєць за утримання курей промислового стада кросу "Hy-Line W-36" в 6- і 12-ярусних батареях компанії "Salmet" (Німеччина). Їх утримували за щільністю згідно з вимогами вітчизняних норм. Мікроклімат у пташниках, тривалість світлового дня, інтенсивність освітлення, параметри всіх інших технологічних показників відповідали нормативним вимогам і рекомендаціям розробника кросу. У 12-ярусні кліткові батареї пташника площею 2 463,3 м² посадили 309 188 курей, тобто на 116 379 гол. більше, ніж у 6-ярусні батареї аналогічного пташника. Утримання курей у 12-ярусних кліткових батареях не призвело до суттєвих негативних наслідків, а навіть ініціювало виникнення деяких переваг. Вони децю поступались своїм аналогам із 6-ярусних батарей за збереженістю, але перевіряли за несучістю на початкову несучку, яка становила 242,2 шт./гол. за 62 тижні життя. Тому на кожну з них отримано децю більше яйцемаси (15,9 кг), ніж на несучку із 6-ярусних батарей (15,4 кг), за майже однакових витрат корму на отримання 1 кг яйцемаси (2,16 кг і 2,14 кг). Загалом, за утримання курей у 12-ярусних батареях отримано 30 400 яєць з 1 м² площі, тобто на 62,8% більше, ніж за 6-ярусного варіанту. Збільшення кількості ярусів у батареях із 6 до 12 призвело й до інших позитивних наслідків. Це дало можливість в аналогічній за площею пташник (2 463,3 м²) за однаковою щільністю (25,5 гол./м²) посадити більше курей (на 116 379 гол. або в 1,6 рази) та отримати, відповідно, більше яєць (на 28,9 млн. шт.), зокрема більше (на 11 724 шт.) і з 1 м² його площі. Європейський коефіцієнт ефективності виробництва харчових яєць за утримання несучок у 12-ярусних батареях становив 21,5 од. та виявився вищим ($p < 0,001$), ніж у 6-ярусних конструкції (20,8 од.). Зробленої висновок, що попри певні ускладнення щодо заповнення раз на 1 чи на 1,5–2 роки 12-ярусних кліткових батарей молодками чергової партії, з їх обслуговування, мийки та дезінфекції висотного приміщення із клітковим устаткуванням, застосування 12-ярусних кліткових батарей є ефективним інструментом суттєвого збільшення обсягів виробництва харчових яєць підприємствами, яким бракує земельних ділянок для будівництва нових ферм.

Ключові слова: виробництво яєць, жива маса, збереженість несучок, коефіцієнт ефективності, кліткові батареї, маса яєць, несучість.

Sakhatsky M.I., Osadcha Yu.V., Kuchmistov V.O. Productivity of laying hens of an industrial herd kept in cages of six and twelve-tiered batteries

Under the conditions of a modern poultry complex, the efficiency of production of food eggs of hens of an industrial herd of cross of "Hy-Line W-36" housed in 6- and 12-tier batteries of the "Salmet" company (Germany) was investigated. They were kept in density in accordance with the requirements of domestic norms. The microclimate in the poultry houses, the length of daylight, the intensity of lighting, the parameters of all other technological indicators met the regulatory requirements and recommendations of the developer of the cross. 309 188 chickens were placed in 12-tier cage batteries of a poultry house with an area of 2 463.3 m², i.e. 116 379 hens more than in 6-tier batteries of a similar poultry house. Keeping hens in 12-tier cage batteries did not lead to significant negative consequences, and even initiated some benefits. They were slightly inferior to their counterparts in 6-tier batteries in terms of viability, but superior in hen housed egg production, which amounted to 242.2 eggs/hen at 62 weeks of life. Therefore, each of them

received slightly more egg mass (15.9 kg) than the laying hen from 6-tier batteries (15.4 kg), with almost the same feed consumption to obtain 1 kg of egg mass (2.16 kg and 2.14 kg). In total, 30 400 eggs per 1 m² were obtained when keeping hens in 12-tier batteries, which is 62.8% more than in the 6-tier version. Increasing the number of tiers in the batteries from 6 to 12 has led to other positive consequences. This made it possible to place more hens (by 1.6 times) in a similar poultry house (2 463.3 m²) with the same density (25.5 hens/m²) and to obtain, accordingly, more eggs (by 28.9 million eggs), including more (by 11 724 eggs) per 1 m² of its area. The European efficiency ratio of egg production for laying hens in 12-tier batteries was 21.5 pcs and was higher ($p < 0.001$) than in 6-tier structures (20.8 pcs). It is concluded that despite some complications, connected with filling once every 1 or 1.5–2 years 12-tier cage batteries with youngsters of the next batch, their keeping, washing and disinfection of high-rise premises with cage equipment, the use of 12-tier cage batteries is an effective tool to significantly increase the production of food eggs by enterprises that lack land for the construction of new farms.

Key words: egg production, live weight, laying hen viability, efficiency ratio, cage batteries, egg mass, egg-laying capacity.

Постановка проблеми. Індустріалізацію птахівництва в нашій країні, як загальновідомо, розпочато з 1964 року за рішенням уряду. Цей процес торкнувся багатьох питань, зокрема й застосування кліткових технологій виробництва харчових яєць. Це забезпечувало збільшення продуктивності праці, суттєве покращення санітарного стану птиці та довкілля, механізацію та автоматизацію основних технологічних процесів із годівлі, напування, видалення посліду, збиранням яєць тощо. Перші кліткові батареї були 1-ярусні. Згодом, за їх заміни на 3-ярусні, підприємства могли збільшити обсяги виробництва харчових яєць утричі без будівництва нових ферм. Сьогодні деякі з них ці обсяги збільшують ще у 2–5 разів завдяки застосуванню 6–15-ярусного кліткового устаткування. Поголів'я несучок у такому пташнику, залежно від його габаритів, може сягати за 400 тисяч, тоді як до індустріалізації, звичайно, не перевищувало 2–5 тисяч. Цей гігантизм унеможливило дотримання окремих вимог ветеринарно-санітарних правил [1], зокрема і щодо заповнення пташника одніковою партією птиці. Суттєво ускладнюється процес щоденного огляду курей щодо видалення хворих і мертвих особин із кліток таких височезних батареї, їх мийки та дезінфекції за 2–3 тижні профілактичного періоду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Запровадження зазначених та інших нових ресурсозберігаючих технологічних рішень спрямоване на збільшення обсягів виробництва харчових яєць за менших витрат кормових, енергетичних та трудових ресурсів, що, звичайно, є основною передумовою забезпечення переваг на внутрішньому й зовнішньому ринках яйцепродуктів [2, с. 5; 3, с. 77]. Тому дослідники активно працюють сьогодні над пошуком рішень, які забезпечують або скорочення витрат зазначених ресурсів на виробництво одиниці продукції [4; 5, с. 8], або збільшення обсягів отриманої продукції без відповідного зростання витрат [6, с. 33], що по суті є одним і тим же. На тлі цих намагань усе ще виникають повідомлення [7, с. 19] про збільшення у 2,5–3 рази обсягу виробництва яєць за переводу несучок із підлогового способу утримання на клітковий із використанням 3–4-ярусних батареї, тоді як ефективність та доцільність застосування багаторярусного кліткового устаткування ще залишається поза увагою дослідників.

Постановка завдання. Мета статті – визначення несучості та ефективності виробництва харчових яєць за утримання курей промислового стада у клітках 6- і 12-ярусних батареї.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проведені на несучках кросу “Ну-Line W-36” [8] в умовах сучасного промислового комплексу з виробництва харчових яєць (Київська область). Несучок кожної із 2 груп утримували

окремо у пташниках площею 2463,3 м² (17,85 x 138 м, h = 11,3 м). Ці пташники є аналогами й за клітковим устаткуванням, а саме містять батареї виробництва компанії “Salmet” (Німеччина) 6-ярусної (1 група) і 12-ярусної (2 гр.) модифікацій. Кількість кліток площею 0,392 м² (0,70 x 0,56 м) в 1 пташнику становила 18 676 шт., у 2 пташнику – 30 912 шт. Під час підготовчого періоду, а саме за 2 тижні до початку несучості, кожну клітку заповнювали 10 ремонтними курочками 16-тижневого віку. Щільність їх посадки становила 25,5 гол./м² (забезпеченість площею – 392 см²/гол.), тобто майже відповідала вимогам (22–25 гол./м², або 400–450 см²/гол.) вітчизняних норм [9] та суттєво не відповідала (див. табл. 1) рекомендованим розробником кросу [8]. Забезпеченість несучок обох груп ніпельними напувалками (1,5 шт./гол.) і фронтом годівлі (6,8 см/гол.) була однаковою.

Мікроклімат у пташниках, тривалість світлового дня, інтенсивність освітлення, параметри всіх інших технологічних показників відповідали нормативним вимогам [9] і рекомендаціям розробника кросу [8]. Несучок усіх груп забезпечували повноцінними комбікормами однакового складу, до дорослого стада переводили у 18-тижневому й використовували до досягнення 62-тижневого віку.

Несучість і збереженість несучок ураховували щодня за групами, а масу яєць і живу масу – раз у тиждень. Європейський коефіцієнт ефективності виробництва яєць [10, с. 6] визначали за формулою (1):

$$E_{ке} = (1,4 \times M) - (0,35 \times K), \quad (1)$$

де: $E_{ке}$ – європейський коефіцієнт ефективності, у. о.;

1,4 і 0,35 – константні величини;

M – яєчна маса, кг/гол.;

K – витрати корму на виробництво 1 кг яєчної маси, кг.

Як видно з наведених у таблиці 1 даних, збереженість несучок в обох групах виявилась нижчою за нормативну для кросу “Hy-Line W-36” [8] на 3,3–4,5% у будь-якому віці, що ймовірно пов’язано з утриманням їх у багатоярусних кліткових батареях. Вони, безумовно, пристосовані до утримання у клітках, але класичних 1–4-ярусних батарей та за значно меншою щільністю. Нам здається, що це може бути ще й наслідком селекції упродовж щонайменше 10 поколінь на пристосованість несучок до підлогових та альтернативних технологій виробництва харчових яєць, які поширені у США та країнах ЄС.

Жива маса несучок 1 групи була меншою ($p \leq 0,001$), ніж 2-ї, в яких параметри цієї ознаки відповідали нормативним розробника кросу. Наглядно різниця між групами за цією та попередньою ознаками проілюстрована на рис. 1.

Таблиця 1

**Параметри досліджених ознак щодо утримання несучок
у клітках батареї 6- і 12-ярусних конструкцій**

Ознака	Група несучок		Вимоги розробника кросу
	1	2	
Ярусів у батареях, шт.	6	12	–
Щільність посадки курей, гол./м ²	25,5	25,5	13–20
Забезпеченість площею, см ² /гол.	392	392	490–750
Кількість несучок, гол.			
– початкова	192809	309188	–
– на 62 тиждень життя	179120	284144	–
– вибулих за 44 тижні досліду	13689	25044	–

Продовження таблиці 1

Збереженість поголів'я,%			
– у 52-тижн. віці	94,1±0,05	93,0±0,05*	97,4
– у 62-тижн. віці	92,9±0,06	91,9±0,05*	96,4
Жива маса курей, кг			
– у 52-тижн. віці	1442±0,74	1542±0,19*	1540–1580
– у 62-тижн. віці	1500±0,05	1547±0,16*	1540–1580
Несучість на початкову несучку:			
– на 52 тиждень життя, шт./гол.	197,6±0,11	193,3±0,07*	204,1–209,6
– на 62 тиждень життя, шт./гол.	238,6±0,23	242,2±0,04*	262,2–268,7
Несучість на середню несучку:			
– на 52 тиждень життя, шт./гол.	210,0±0,01	207,9±0,08*	206,9 – 212,5
– на 62 тиждень життя, шт./гол.	256,8±0,04	263,5±0,06*	267,0 – 273,6
Маса яєць, г/шт.			
– у 52-тижн. віці	64,7±0,01	66,0±0,02*	62,9
– у 62-тижн. віці	63,8±0,17	65,7±0,01*	63,4
Споживання корму за добу, г/гол.			
– у 52-тижн. віці	117,9±0,01	115,0±0,02*	97–103
– у 62-тижн. віці	114,5±0,12	113,6±0,01*	96–102

Примітки: * $p < 0,001$ – порівняно з першою групою.

Несучість на початкову несучку є ознакою, яка більше за інші свідчить про вплив на їх продуктивність дослідженого в цьому досліді чинника. Вона в несучок обох груп виявилась меншою на 3,8–10,8 шт./гол. (3,2–5,3%) у 52-тижневому й на 20,0–23,6 шт./гол. (8,3–9,8%) у 62-тижневому віці за передбачений нормативами мінімальний рівень, що свідчить не лише про утримання їх не за оптимальних умов. Непряме підтвердження цього припущення виникає під час співставлення параметрів живої маси несучок, маси яєць і рівня споживання корму з вимогами розробника кросу.

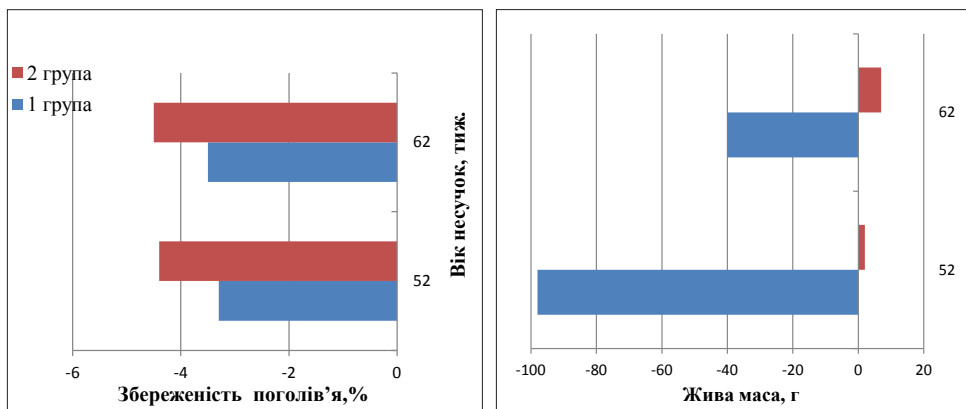


Рис. 1. Відхилення збереженості та живої маси несучок від нормативного рівня [8]

За нормативної живої маси надмірне споживання несучками корму, збалансованого за основними поживними речовинами, зокрема за вмістом протеїну, свідчать або про нестачу в ньому деяких амінокислот, або про неоптимальне співвідно-

шення між ними. Зависока ж маса яєць свідчить про нераціональне використання кормових ресурсів, що трапляється через перебої з постачанням соєвого шроту та заміну його в комбікормах на екструдовану, але не знежирену сою. Маса яєць у птиці з віком повинна поступово зростати, зокрема в курей цього кросу від 44,6 г у 18-тижневому віці до 63,8 г – у 78–90-тижневому. У дослідних несучок вона була не лише вище за нормативну, але і знижувалась із їх віком, що пов'язано з невизначеним аліментарним чинником, а не з кількістю ярусів у батареях чи зі щільністю їх утримання. Повертаючись до різниці між 1 і 2 групами за несучістю на початкову несучку, яка виявилась достовірною ($p \leq 0,001$), варто зазначити відсутність будь-якого впливу конструктивних особливостей батарей на параметри цієї ознаки. Отже, утримання несучок у 12-ярусних кліткових батареях не впливає негативно на їх несучість.

Несучість на середню несучку в цьому досліді є низько інформативною ознакою тому, що на її параметри суттєво впливає рівень збереженості поголів'я. У курей 1 і 2 груп вона цілком відповідала нормативним вимогам у 52-тижневому й майже відповідала у 62-тижневому віці саме через низьку їх збереженість. Зазначені відмінності курей дослідних груп між собою та порівняно з нормативними вимогами за несучістю на початкову та середню несучку проілюстровані на рисунку 2.

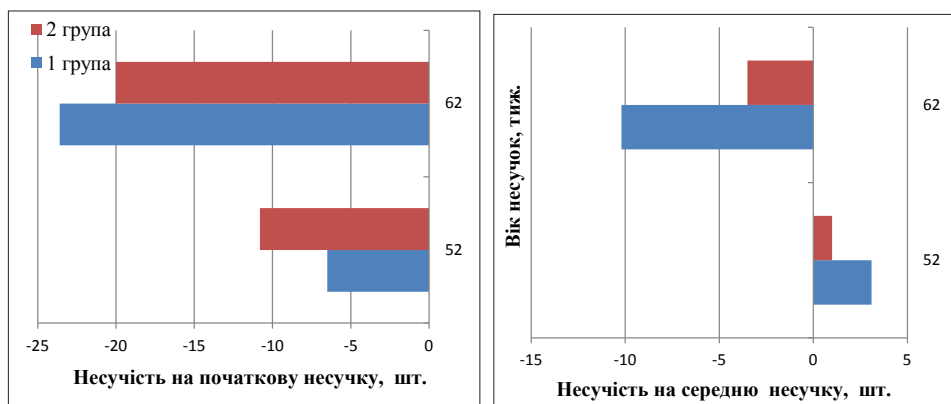


Рис. 2. Відхилення несучості курей дослідних груп від нормативного рівня [8]

Щодо інтенсивності несучості (рис. 3), то, згідно з нормативною кривою розробника кросу, вона має бути не менше, ніж 50% на 20 тиждень життя курей, 90% – на 22–23 тиждень, 95–96% (піковий рівень) – на 24–25 тиждень.

Зазначений піковий рівень має тривати 10–12 тижнів, а після цього – поступово знижуватись, зокрема до 86% на 62 тиждень життя. У курей обох груп 50% інтенсивність несучості настала на тиждень раніше, в 19-тижневому віці, 90% – на 23 тиждень. Нормативного пікового рівня на 25 тиждень життя досягли лише несучки 1 групи. Надалі криві інтенсивності несучості курей дослідних груп за загальним рівнем не співпадали з нормативною, проте суттєво не відрізнялись між собою.

Узагальнені результати виробництва харчових яєць за утримання курей у 6- і 12-ярусних кліткових батареях наведено в таблиці 2. Вони свідчать про відсутність будь-яких негативних наслідків для несучок за підвищення ярусності кліткових батарей та навіть виникнення деяких переваг. Зокрема, кури 2 групи, попри

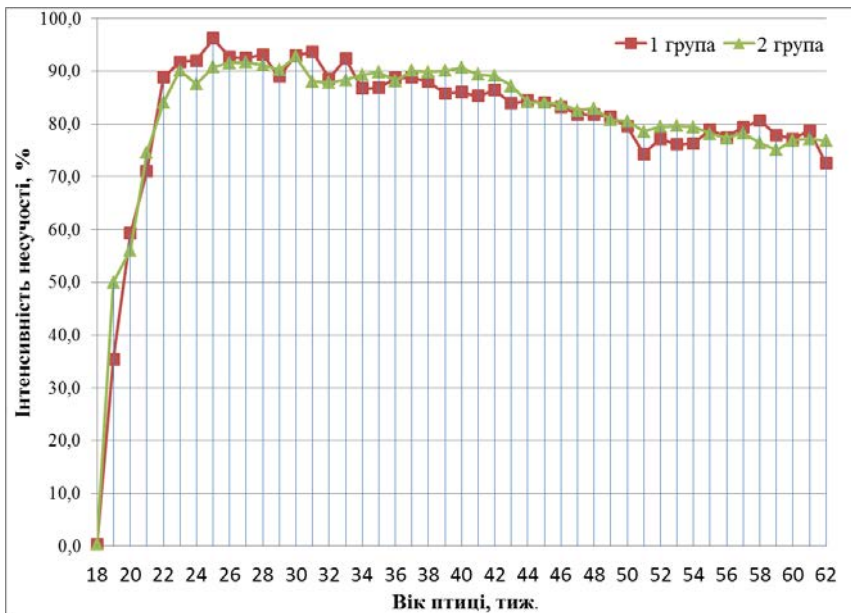


Рис. 3. Крива інтенсивності несучості курей

дещо нижчу (на 1%) збереженість, знесли більше яєць (на 3,6 шт./гол.) на початкову несучку за 62 тижні життя, ніж їх аналоги з 1 групи (див. табл. 1). Тому на кожну з них отримано дещо більше яйцемаси (15,9 кг), ніж на несучку 1 групи (15,4 кг). За майже однакових витрат корму на отримання 1 кг яйцемаси (2,16 кг і 2,14 кг) європейський коефіцієнт виробництва яєць виявився вищим ($p < 0,001$) у 2 групі.

Таблиця 2

Ефективність виробництва харчових яєць за утримання курей у 6- і 12-ярусних кліткових батареях

Ознака, вік пташки	Група несучок	
	1	2
Ярусів у батареях, шт.	6	12
Початкове поголів'я, гол.	192 809	309 188
Поголів'я несучок у 62-тижн. віці, гол.	179 120	284 144
Падіж, вибракування, гол.	13 689	25 044
Отримано яєць за 62 тижні життя курей, шт.	46 004 227	74 885 334
Отримано яйцемаси, всього, кг	2 976 473	4 942 432
– на початкову несучку, кг/гол.	15,4	15,9
Витрати корму, всього, кг	6 380 980	10 666 984
– на 1 кг яйцемаси, кг	2,14	2,16
Отримано з 1 м ² пташнику яєць, шт.	18 676	30 400
– яйцемаси, кг	1208	2006
Європейський коефіцієнт ефективності, од.	20,8±0,09	21,5±0,07*

Примітки: * $p < 0,001$ – порівняно з першою групою.

Збільшення кількості ярусів у батареях із 6 до 12 привело й до інших позитивних наслідків. Це дозволило в аналогічній за площею пташник (2 463,3 м²) за однаковою щільністю (25,5 гол./м²) посадити більше курей (на 116 379 гол.) та отримати, відповідно, більше яєць (на 28,9 млн. шт.), зокрема, більше (на 11 724 шт.) і з 1 м² його площі. Отже, попри певні ускладнення щодо заповнення раз на 1 чи на 1,5–2 роки 12-ярусних кліткових батареї молодками чергової партії, з їх обслуговування, мийки та дезінфекції висотного приміщення із клітковим устаткуванням, ця технологія має реальний шанс на поширення в господарствах, які мають намір збільшити в декілька разів обсяги виробництва харчових яєць без будівництва нових ферм.

Висновки і пропозиції. Установлено, що утримання несучок промислового стада яєчного кросу “Hy-Line W-36” у 12-ярусних кліткових батареях класичної конструкції, порівняно з 6-ярусними, не чинить негативного впливу на їх життєздатність та продуктивність. Водночас це забезпечує отримання 30,4 тис. яєць з 1 м² площі пташнику (або 2 006 кг яйцемаси) за 62 тижні життя несучок, що неможливо за будь-яких інших варіантів кліткової, а підлогової чи альтернативної технології виробництва харчових яєць і поготів. Надалі варто дослідити ефективність виробництва харчових яєць за утримання несучок у 15-ярусних кліткових батареях за щільністю, згідно з вимогами вітчизняних норм та відповідної директиви ЄС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ветеринарно-санітарні правила для птахівницьких господарств і вимоги до їх проектування: затв. наказом Голов. держ. інспектора ветмедицини України від 03.07.2004 р. № 53; зареєстр. М-вом юстиції України від 05.07.01 р. № 565/5756. Київ, 2004.
2. Бубен С. Развитие птицеводства в ЕАЭС. *Животноводство России*. 2019. Спецвыпуск по птицеводству. С. 2–5. DOI: 10.25701/ZZR.2019.86.24.003.
3. Буяров В. Экономико-технологические аспекты производства продукции животноводства и птицеводства. *Аграрный вестник науки*. 2019. № 6(81). С. 77–88. DOI: 10.15217/48484.
4. Федоренко В., Мишуров Н., Скляр А. Инновационные технологии и оборудование для создания отечественных мясных кроссов бройлерного типа (аналитический обзор). Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 92 с.
5. Фисинин В. Рынок продукции птицеводства стабилен. *Животноводство России*. 2019. Март. С. 8–11.
6. Барчо М. Инновации как основа технико-технологической модернизации промышленного птицеводства. *Вестник Академии знаний*. 2019. № 31(2). С. 33–38.
7. Вакуленко Ю. Сучасні системи і способи утримання курей-несучок. *Науковий вісник НУБіП України*. 2014. № 1(134). С. 19–23.
8. Hy-Line W-36 Final Hybrid Content Guide URL: https://www.hyline.com/userdocs/pages/36_COM_RUS.pdf (дата звернення 12.03.2020).
9. ВНТП-АПК-04.05. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства птахівництва : затв. наказом Мін-вом аграр. політики України від 15.09.2005 р. № 473. [На заміну ВНТП-СГіП-46-4.94; чинні від 2006-01-01]. Київ, 2005. 90 с.
10. Кавтарашвили А. Определение эффективности производства птицеводческой продукции экспресс-методами. *Экономика*. 2013. № 2(123). С. 6–9.

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.412; 631.415.1

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.32>

ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ КІНЦЕВОЇ ТОЧКИ ПІВДЕННО-БУЗЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Бабич О.А. – викладач кафедри біології та хімії,
Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

Було досліджено вміст рухомих сполук мікроелементів (цинку, феруму, марганцю, бору, купруму) і важких металів (плюмбуму, нікелю, кадмію) у ґрунтах із крапельним зрошенням кінцевої точки Південно-Бузької іригаційної системи (далі – ПБЗС) порівняно з ґрунтами без зрошення.

Відбір за глибиною зразків проводився залежно від морфологічної будови ґрунту (H_0 – 0-10 см, H – 10-30 см, H_p – 30-40 см, R_k – 80-90 см). Зразки відбиралися у трьохкратній повторності ($n = 3$). Екстракцію вмісту важких металів і мікроелементів проводили діетилентриамінпентаоцтовою кислотою (далі – ДТПО) за міжнародним стандартом ISO 14870:2001, IDT, який спрямований на визначення доступних для рослин форм металів і мікроелементів у ґрунтах із рН більше 6. Визначення вмісту металів проводилося за допомогою індуктивно-сполученої плазмової атомно-емісійної спектроскопії на базі агрохімічної лабораторії TerraLab у місті Нова Каховка Херсонської області.

Результати вмісту феруму в ґрунті зі зрошенням і без зрошення мають виражену статистичну відмінність у всіх досліджуваних генетичних горизонтах. Відбувається зростання вмісту рухомих сполук Fe у ґрунті зі зрошенням (H_{0-10} – на 21,89%, H_{10-30} – на 30,89%, H_{30-40} – на 52,59%, R_{k80-90} – на 5,33%).

Вміст рухомих сполук марганцю (Mn) досить коливається зі збільшенням глибини. Вміст Mn у ґрунті зі зрошенням статистично нижчий, ніж у ґрунті без зрошення для горизонтів $H_{0-10\text{см}}$ і $R_{k80-90\text{см}}$ і навпаки для горизонтів $H_{10-30\text{см}}$ і $H_{30-40\text{см}}$ тому загальні кількості рухомих сполук марганцю в ґрунтах зі зрошенням і без зрошення відрізняються слабо. Спостерігається перевищення ГДК для генетичних горизонтів H_{0-10} зі зрошенням і без зрошення і для H_{10-30} зі зрошенням.

Вміст рухомих сполук цинку (Zn) статистично відрізняються між ґрунтами зі зрошенням і без зрошення ґрунтових шарів H і H_p , немає статистичної відмінності між шаром ґрунтів R_k . Перевищення ГДК не спостерігається. За вмістом купруму (Cu) більшість досліджуваних генетичних ґрунтових горизонтів статистично не відрізняються. Перевищення ГДК не спостерігається.

Вміст кадмію (Cd) статистично не відрізняється і не перевищує значення ГДК. За вмістом хрому (Cr) спостерігається виражена статистична відмінність, але значення вмісту досить низькі. ГДК не перевищується для всіх дослідних зразків. За вмістом нікелю (Ni) спостерігається виражена статистична відмінність у деяких горизонтах. Перевищення ГДК не спостерігається.

За вмістом сполук плюмбуму (Pb) не спостерігається статистичної відмінності між усіма зразками і перевищення значення ГДК. Результати вмісту рухомих сполук бору (B)

у дослідних ґрунтах зі зрошенням і без зрошення мають виражену статистичну відмінність лише в підорних шарах – Hp і Pk, відсутня статистична відмінність для орних шарів H_{0-10} і H_{10-30} . Спостерігається перевищення значення ГДК.

Ключові слова: важкі метали, мікроелементи, зрошення, Південно-Бузька зрошувальна система.

Babych O.A. Content of heavy metals and microelements in the soil at the end point of the South Bug irrigation system

The content of mobile compounds of microelements (Zinc, Iron, Manganese, Boron, Copper) and heavy metals (Lead, Nickel, Cadmium) in soils under drip irrigation at the end point of the South Bug Irrigation System (SBIS) was investigated.

Sampling by depth was carried out depending on the morphological structure of the soil (H_0 – 0-10 cm, H – 10-30 cm, H_p – 30-40 cm, R_k – 80-90 cm). Samples were taken as triple samples ($n = 3$). Extraction of heavy metals and trace elements was performed with diethylenetriaminepentaacetic acid (DTPO) according to the international standard ISO 14870: 2001, IDT, which aims to determine available forms of metals for plants and trace elements in soils with $pH > 6$. Determination of metals content was performed by inductive – combined plasma atomic emission spectrometry at the agrochemical laboratory TerraLab in the city of Nova Kakhovka of Kherson region.

The results of determining the content of iron in the soil under irrigation and without irrigation have a pronounced statistical difference in all studied genetic horizons. There is an increase in the content of mobile compounds Fe in the irrigated soil (H_{0-10} – by 21.89%, H_{10-30} – by 30.89%, H_p_{30-40} – by 52.59%, Pk_{80-90} – by 5.33%).

The content of mobile compounds of Manganese (Mn) varies considerably with increasing the depth. The content of Mn in irrigated soil is statistically lower than in the soil without irrigation for horizons H_{0-10cm} and $Pk_{80-90cm}$, and vice versa for horizons $H_{10-30cm}$ and $H_p_{30-40cm}$, so the total number of mobile compounds of Manganese in irrigated soils and without irrigation differ slightly. There is exceedance of the MPC for genetic horizons H_0-10 under irrigation and without irrigation and for H_{10-30} under irrigation.

The content of mobile compounds of Zinc (Zn) is statistically different between soils under irrigation and without irrigation of soil layers H and H_p and has no statistical difference between the soil layers P_k . Exceedance of the MPC is not observed. The content of copper (Cu) for most of the studied genetic soil horizons does not differ statistically. Exceedance of the MPC is not observed.

The content of cadmium (Cd) is not statistically different and does not exceed the maximum allowable value. There is a significant statistical difference in the content of Chromium (Cr), but the values of the content are quite low. The maximum concentration limit is not exceeded for all prototypes. The content of Nickel (Ni) is marked by a statistical difference in some horizons. Exceedance of the MPC is not observed.

As to the content of lead compounds (Pb), there is no statistical difference between all samples and no exceedance of the MPC value. The results of the content of mobile compounds of Boron (B) in the experimental soils under irrigation and without irrigation have a pronounced statistical difference only in the subsoil layers – H_p and P_k , and there is no statistical difference for arable layers H_{0-10} and H_{10-30} . There is exceedance of the MPC.

Key words: heavy metals, microelements, irrigation, South Bug irrigation system.

Постановка проблеми. Зрошення впливає на вміст важких металів у ґрунтах півдня України. Особливо поливна вода Інгулецького зрошувального масиву (далі – ІЗС), оскільки на хімічний склад водного розчину впливають транзитні пропуски мінералізованих вод Криворізького гірничорудного басейну [14, с. 59–63]. Натепер важкі метали є одним із головних індикаторів антропогенного впливу на природне середовище.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі літературних джерел валовий вміст цинку, нікелю, кобальту, купрум, хрому та марганцю у темно-каштанових ґрунтах ІЗС знаходиться на фоновому рівні, вміст феруму і плюмбуму дещо більший і відрізняється від фонового рівня у 1,5-2,1 рази [4, с. 38–42; 5, с. 148–154; 6, с. 65–68]. У проведених дослідженнях не виявлено значного впливу поливної води на вміст важких металів на ґрунти ІЗС. Але результати вка-

зують на значне збільшення концентрації важких металів із глибини 50-100 см приблизно у 2-11 разів, що вказує на можливу небезпеку підйому важких металів із капілярною водою і забруднення ними кореневмісного шару [11, с. 149–151; 15, с. 5–11].

Постановка завдання. Нині активно вивчаються закономірності поглинання рослинами важких металів залежно від їхнього вмісту в ґрунтах і їх накопичення в різних органах рослин (система ґрунт – рослина – органи рослин – ґрунт) [10, с. 61–66; 12, с. 35–37; 16, с. 38–43]. Дані цих досліджень використовуються для вивчення еколого-токсикологічних аспектів і для розробки заходів детоксикації забруднених важкими металами ґрунтів.

Для чорноземів спостерігається аналогічна картина. Л.І. Воротинцева [10, с. 61–66] показала, що за зрошення верхніх шарів досліджуваних ґрунтів чорноземів звичайних ІЗС спостерігалася тенденція до збільшення концентрації рухомих форм важких металів, надлишковий вміст яких призводить до погіршення якості ґрунту. У чорноземів звичайних при зрошенні води II і III класом придатності їх вміст підвищився в 2-10 разів порівняно з ґрунтами, які зрошувалися водами I класу придатності. Фоновий вміст підвищений для всіх важких металів і для темно-каштанових ґрунтів. Для ґрунтів, які значно забруднені важкими металами, розробляються методи їх усунення та раціонального використання [7, с. 100–108].

Ґрунти Південно-Бузької зрошувальної системи (ПБЗС) є мало дослідженими щодо вмісту важких металів і мікроелементів, тому дослідження є актуальним. ПБЗС використовує воду із річки Південний Буг, яка має за результатами низки досліджень дещо підвищений рівень деяких важких металів (Fe, Cu, Ni, Zn).

При проходженні річкової води по іригаційній системі відбувається значна трансформація її хімічного складу і різка зміна іригаційних показників [1, с. 4–9; 2, с. 163–174; 3, с. 238–256]. За багатьма іригаційними показниками річкова вода набуває II або III класу придатності в кінцевій точці ПБЗС в результаті випаровування. Тому подальшому необхідно дослідити вміст важких металів у воді ПБЗС у різних точках іригаційної системи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зразки ґрунту відбиралися із двох ґрунтових розрізів на ділянках зі зрошенням і без зрошення кінцевої точки ПБЗС, які є полями Навчально-наукового практичного центру Миколаївського національного аграрного університету. Координати розрізу ґрунту без зрошення – 46°56'14.27"С широти і 31°39'28.13"В довготи, зі зрошенням – 46°56'10.54"С широти і 31°39'6.05"В довготи.



Рис. 1. Дослідні поля ННПЦ МНАУ зі зрошенням і без зрошення та точки відбору зразків ґрунту

Відбір за глибиною зразків проводився залежно від морфологічної будови ґрунту (H_0 – 0-10 см, H – 10-30 см, H_p – 30-40 см, P_k – 80-90 см). Зразки відбиралися у трьохкратній повторності ($n = 3$). Екстракцію вмісту важких металів і мікроелементів проводили діетилентриамінпентаоцтовою кислотою (ДТПО) за міжнародним стандартом ISO 14870:2001, IDT, який спрямований на визначення доступних для рослин форм металів і мікроелементів у ґрунтах із рН більше 6. Безпосереднє визначення вмісту металів проводилося за допомогою індуктивно-сполученої плазмової атомно-емісійної спектрометрії на базі агрохімічної лабораторії TerraLab у місті Нова Каховка Херсонської області.

Було досліджено вміст рухомих форм важких металів (цинку, купруму, кадмію, хрому, нікелю і плюмбуму) і мікроелементів (феруму, марганцю, бору) у ґрунтах дослідного поля ННПЦ МНАУ зі зрошенням і без зрошення. Статистична відмінність між результатами визначалася за допомогою непараметричного критерію Манна-Уїтні (U_t) за допомогою програми Statistica 6.0 (табл. 1).

Результати вмісту Fe у ґрунті зі зрошенням і без зрошення статистично відрізняються у всіх досліджуваних розрізах (Табл. 1.). Ґрунти зі зрошенням мають вищий вміст Fe в шарах H , тому можна стверджувати, що на підвищення рівня цього мікроелемента впливає зрошення. У найглибшому шарі P_k рівень феруму для ґрунту зі зрошенням незначно нижчий, ніж у ґрунту без зрошення, що пояснюється поглинанням кореневою системою рослин.

Вміст рухомих сполук марганцю (Mn) досить коливається зі збільшенням глибини. Вміст Mn у ґрунті зі зрошенням статистично нижчий, ніж у ґрунті без зрошення для горизонтів $H_{0-10\text{см}}$ і $P_{k_{80-90\text{см}}}$ і навпаки для горизонтів $H_{10-30\text{см}}$ і $H_{p_{30-40\text{см}}}$. Різниця результатів вмісту рухомих сполук:

$$\Delta C(\text{Mn}) = C(\text{Mn})_{\text{зрош}} - C(\text{Mn})_{\text{без зрош}}$$

для горизонтів $H_{0-10} = -7,62$, $H_{10-30} = +7,65$, $H_p = +18,81$, $P_{k_{80-90}} = -4,53$. Для горизонтів H спостерігається взаємна компенсація результатів, тому можна стверджувати, що сполуки марганцю поступово змиваються, не збільшуючи загальної кількості. Для глибших горизонтів спостерігається аналогічна тенденція. Тому зрошення в цьому випадку не впливає на рівень рухомих сполук марганцю. За вмістом Mn спостерігається перевищення ГДК для генетичних горизонтів H_{0-10} зі зрошенням і без зрошення, що виключає фактор впливу, і для H_{10-30} зі зрошенням, що пов'язано із надлишковим надходженням у ґрунт із мікродобривами.

Вміст рухомих сполук цинку (Zn) статистично відрізняється між ґрунтами зі зрошенням і без зрошення ґрунтових шарів H і H_p і не має статистичної відмінності між шаром ґрунтів P_k . В орному шарі ґрунту зі зрошенням вміст Zn значно вищий, ніж у ґрунті без зрошення ($\Delta C(\text{Zn}) = +8,97$), тому можна стверджувати, що на вміст цинку впливає вода із кінцевої точки ПБЗС. Перевищення ГДК за вмістом Zn для генетичних горизонтів не спостерігається.

Результати вмісту рухомих сполук купруму (Cu) в більшості досліджуваних генетичних горизонтах ґрунтів зі зрошенням і без зрошення дослідного поля ННПЦ МНАУ статистично не відрізняються. Відрізняються між собою за вмістом сполук Cu генетичні горизонти $H_{p_{30-40}}$, але не значно ($\Delta C(\text{Cu}) = +0,27$). Тому крапельне зрошення поливною водою ПБЗС майже не впливає на вміст рухомих сполук купруму. Вміст не перевищує ГДК для всіх досліджуваних генетичних горизонтів.

Результати вмісту рухомих сполук кадмію (Cd) в досліджуваних генетичних горизонтах ґрунтів зі зрошенням і без зрошення дослідного поля ННПЦ МНАУ статистично не відрізняються і не перевищують значення ГДК. Тому зрошення не має впливу на вміст Cd у дослідному ґрунті ПБЗС.

Таблиця 1
Вміст мікроелементів і важких металів в ґрунтах зі зрошенням і без зрошення ПБЗС

Генетичний горизонт	Fe мг/кг	Mn мг/кг	Zn мг/кг	Cu мг/кг	Cd мг/кг	Cr мг/кг	Ni мг/кг	Pb мг/кг	B мг/кг
H (0-10 см) зрошення	23,83±0,061	55,18±0,14*	11,00±0,35	2,11±0,09	0,056±0,005	0,2509±0,0093	3,41±0,16	1,18±0,21	1,45±0,1*
Без зрошення	19,55±0,48	62,80±0,7*	2,03±0,3	1,93±0,14	0,063±0,004	0,0199±0,0033	3,30±0,12	0,95±0,09	1,57±0,08*
p	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05
H (10-30) зрошення	14,66±0,18	56,40±0,28*	2,40±0,1	1,54±0,09	0,041±0,006	0,0051±0,0004	3,31±0,23	0,87±0,08	1,17±0,06*
Без зрошення	11,20±0,68	48,75±0,37	0,95±0,17	1,35±0,09	0,046±0,006	0,0035±0,0004	2,82±0,08	0,98±0,07	1,25±0,04*
p	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05
Hp (30-40) зрошення	10,59±0,24	37,64±0,45	0,82±0,15	1,34±0,11	0,035±0,002	0,0023±0,0002	2,40±0,34	0,78±0,03	1,26±0,12*
Без зрошення	6,94±0,16	18,83±1,08	1,07±0,17	1,07±0,04	0,033±0,002	0,0021±0,0002	1,04±0,21	0,72±0,1	1,46±0,11*
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	<0,05	>0,05	<0,05
Rk (80-90) зрошення	6,03±0,07	7,40±0,4	0,82±0,09	1,36±0,03	0,003±0,002	0,0053±0,0007	0,36±0,05	0,52±0,04	1,27±0,08*
Без зрошення	6,37±0,05	11,93±1,06	0,91±0,04	1,38±0,03	0,007±0,001	0,002±0,002	0,45±0,04	0,49±0,07	1,12±0,11*
p	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05	>0,05	>0,05	<0,05
ГДК, мг/кг	-	50,0	23,0	3,0	0,7	6,0	4,0	2,0	0,7

Примітки: * – значення перевищують ГДК (для важких металів) або мають високі значення (для мікроелементів); <0,05 – між результатами присуття статистична відмінність; >0,05 – між результатами відсуття статистична відмінність.

Результати вмісту рухомих сполук хрому (Cr) у досліджуваних ґрунтах для більшості генетичних горизонтів статистично відрізняються. Концентрація досить невисока для всіх генетичних горизонтів і значне її збільшення порівняно з ґрунтами без зрошення спостерігається лише для H_{0-10} (в 11,6 рази). Тому в цьому випадку необхідно враховувати фактор зрошення. Для нижчих горизонтів зростання статистично значуще, але не значне: H_{10-30} – збільшення в 0,46 разів, $R_{k_{80-90}}$ – збільшення в 1,65 рази. Для результатів $H_{r_{30-40}}$ статистична відмінність відсутня. ГДК не перевищується для всіх зразків досліджуваних ґрунтових розрізів.

Результати вмісту рухомих сполук нікелю (Ni) між дослідними ґрунтами мають виражену статистичну відмінність у генетичних горизонтах H_{10-30} і $H_{r_{30-40}}$. Результати генетичних горизонтів зі зрошенням і без зрошення H_{0-10} і $R_{k_{80-90}}$ статистичної відмінності між собою не мають. Найбільша зміна концентрації спостерігається для генетичного горизонту $H_{r_{30-40}}$ – збільшення в 2,3 рази. Тому в цьому випадку зрошення не значним чином впливає на вміст рухомих сполук Ni. Перевищення ГДК відсутнє для всіх досліджуваних генетичних горизонтів.

Результати вмісту рухомих сполук п्लумбуму (Pb) у досліджуваних генетичних горизонтах ґрунтів зі зрошенням і без зрошення дослідного поля ННПЦ МНАУ статистично не відрізняються і не перевищують значення ГДК. Тому зрошення не має впливу на вміст Pb у дослідному ґрунті ПБЗС.

Результати вмісту рухомих сполук бору (B) у дослідних ґрунтах зі зрошенням і без зрошення мають виражену статистичну відмінність лише в підорних шарах – H_r і R_k , відсутня статистична відмінність для орних шарів H_{0-10} і H_{10-30} . Зниження вмісту рухомих сполук бору для орних горизонтів пояснюється поглинанням рослинами. Для підорних горизонтів зміна результатів є незначною: H_r – зниження на 13,7%, R_k – збільшення на 13,4%, що вказує на взаємну компенсацію результатів. Загалом вплив зрошення на вміст рухомих сполук бору є не вираженим. Спостерігається перевищення ГДК, тому має місце не раціональне використання мікродобрив на досліджуваних ділянках дослідного поля ННПЦ МНАУ.

Висновки і пропозиції. Вплив зрошувальної води ПБЗС призводить до значного збільшення вмісту у ґрунті Fe, Mn, Zn. На вміст у ґрунті зі зрошенням рухомих сполук Cd, Ni, Pb, B, Cr водою ПБЗС впливу не має.

Необхідно в подальшому дослідити рівень трансформації важких металів у воді ПБЗС. Необхідний подальший моніторинг вмісту важких металів ґрунтів зі зрошенням.

Для рівня концентрації важких металів не спостерігається перевищення ГДК і характерне перевищення для вмісту мікроелементів рухомих сполук Mn і B, тому необхідно переглянути кількості внесених мікродобрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич О.А. Залежність показника кислотності від рівня випаровування поливної води Головної насосної станції Південно-Бузької зрошувальної системи. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник*. 2018. № 69. С. 4–9.
2. Бабич О.А. Трансформація фізичних властивостей ґрунтів Південно-Бузької зрошувальної системи. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. Т. 1. С. 163–174.
3. Бабич О.А. Трансформація поливної води Південно-Бузької зрошувальної системи та її вплив на агрохімічні і фізико-хімічні показники чорноземів південних. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. Т. 1. С. 238–256.
4. Балюк С.А., Медведєв В.В., Мірошніченко М.М., Скрильник Є.В., Тимченко Д.О., Фатєєв А.І., Христенко А.О., Цапко Ю.Л. Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*. 2012. № 2. С. 38–42.

5. Балюк С.А., Захарова М.А. Агрохімічні закономірності міграції та акумуляції важких металів у системі зрошувальна вода – ґрунт – рослина. *Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України*. 2009. С. 148–154.
 6. Балюк С.А., Ладних В.Я., Мошник Л.І. Оцінка забруднення зрошувальної води і ґрунтів важкими металами. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 1. С. 65–68.
 7. Воротинцева Л.І. Моніторинг еколого-агромеліоративного стану земель Інгулецької зрошувальної системи. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 65. С. 122–126.
 8. Воротинцева Л.І. Зміна фізико-хімічних властивостей темно-каштанових ґрунтів за різних меліоративних навантажень. *Зрошуване землеробство*. 2017. № 67. С. 72–76.
 9. Воротинцева Л.І. Еколого-токсикологічні аспекти зрошення земель в умовах техногенного навантаження та заходи детоксикації системи «ґрунт – рослина». *Вісник аграрної науки. Агроєкологія. Радіологія. Меліорація*. 2009. С. 61–66.
 10. Груша В.В., Гудков І.М. Вплив сполук Zn і Mn на зниження надходження радіонуклідів “Cs” і “Sr” на продуктивність рослин. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія*. 2006. № 24. С. 149–151.
 11. Дубовик В.А. Миграция тяжелых металлов в системе почва – листья – плоды яблунь. *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2009. № 5. С. 35–37.
 12. Малєєв В.О., Безпальченко В.М. Вплив зрошення на фізико-хімічні властивості чорноземів південних Херсонської області. *Вісник ХНТУ*. 2016. № 1(56). С. 101–107.
 13. Морозов В.В., Сафонова О.П., Волочнюк Е.Г. Екологічні проблеми зрошення водою річки Інгулець, забрудненої стоками Криворізького гірничо-рудного басейну. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2003. № 2. С. 59–63.
 14. Мірошніченко М.М., Тертишна А.В. Розподіл мікроелементів у ґрунтах опідзоленого ряду транселювіальних ландшафтів лівобережного лісостепу України. *Ґрунтознавство*. 2011. Т. 12, № 1–2. С. 5–11.
 15. Самохвалова В.Л., Фатеев А.И., Журавлева И.М. Некоторые аспекты изучения и оценки состояния загрязнения тяжелыми металлами системы почва – растение. *Агроєкологічний журнал*. 2008. № 4. С. 38–43.
-

УДК 528:634.958

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.33>

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ЛІСОВИХ СМУГ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЇХ СТАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕРВІСУ GOOGLE EARTH (НА ПРИКЛАДІ ГОЛОПРИСТАНСЬКОГО РАЙОНУ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ УКРАЇНИ)

Зубов О.Р. – д.с.-г.н., професор, провідний науковий співробітник,

Український ордена «Знак пошани»

науково-дослідний інститут лісового господарства

та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького

Державного агентства лісових ресурсів України

та Національної академії наук України

Зубова Л.Г. – д.т.н., професор, провідний науковий співробітник,

Український ордена «Знак пошани»

науково-дослідний інститут лісового господарства

та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького

Державного агентства лісових ресурсів України

та Національної академії наук України

Показано методику визначення параметрів системи лісових смуг та оцінювання їх стану за космічними фотознімками, що включає прокладання через зображення досліджуваної території системи облікових лінійних створів уперек до основних і допоміжних лісосмуг, вимірювання ширини лісосмуг та міжсмугового простору з використанням сервісу Google Earth, розрахунки в таблицях Excel.

У результаті дослідження 191 основної та 44 допоміжних лісосмуг на площі 1078 км² Голопристанського району визначено параметри їх системи, що визначають захищеність полів від суховійних і дефляційно-небезпечних вітрів. Встановлено, що середня ширина основних лісосмуг дорівнює 23,9 м, а допоміжних – 26,5 м. Ширина полів між основними смугами варіює від 153 до 3000 м, а в середньому дорівнює 799,4 м. Середня відстань між допоміжними лісосмугами дорівнює 1746 м. Показано розподіл лісосмуг і полів за інтервалами ширини.

Встановлено, що лише 14,9% полів мають ширину до 400 м, при якій для отримання системного захисного ефекту досить висоти лісосмуг 10 м; 26,6% полів мають ширину 400-600 м; 21,8% – 600-800 м, при якій для отримання системного ефекту висота лісосмуг має перевищувати 20 м. Решта 36,7% полів мають ширину понад 800 м і потребують створення додаткових лісосмуг.

Внаслідок пожежі і незаконного вирубування втрачено 24 та 25% загальної довжини основних і допоміжних лісосмуг. Середня повнота лісосмуг на частині, що збереглася, складає 66,3 та 60,8% від їх вихідної площі. Через зниження довжини лісосмуг і їх повноту ползахисна лісистість (далі – ПЗЛ) знизилася з 4,26% до 2,23%. Потенційна захищеність полів (далі – ЗП), яка при висоті лісосмуг 10 м складає 35,0%, внаслідок скорочення їх довжини зменшилася до 30,7%. Більша частина площі полів має меншу захищеність.

Показано просторове варіювання вказаних показників. Найвищу ПЗЛ і ЗП (7,2 та 48,3%) має північно-східна частина полів, яка примикає зі сходу до Виноградівської арени Нижньодніпровських пісків. Найнижчу ПЗЛ від 0,3 до 0,8% та ЗП 13,7% має південно-західна ділянка території. Отримані дані дозволять розробити план оптимізації системи лісосмуг у районі, спрямований на максимальне підвищення захищеності полів і їх продуктивності.

Ключові слова: інвентаризація лісових смуг, ползахисна лісистість, космічні фото знімки, дистанційне зондування Землі, ГІС-технології.

Zubov O.P., Zubova L.G. Determination of the parameters of systems of forest shelterbelts and evaluation of their condition using the Google Earth Service (by the example of the Hola Prystan district of the Kherson region of Ukraine)

A technique of remote determination of the parameters of the forest shelterbelts systems and evaluation of their condition based on space photographs is shown. The technique includes the laying of the system of registration lines across to the main and auxiliary forest belts on the image of the studied territory using the Google Earth service; measuring the width of forest belts and inter-belts space; calculations in Excel tables.

As a result of studying 191 main and 44 auxiliary forest belts on the area of 1078 km² of Hola Prystan district the parameters of the forest belts system that determine the degree of protection of the fields by them from dry winds and deflation dangerous winds were determined. It was established that the average width of the main forest belts is 23.9 m; that of the auxiliary is 26.5 m. The field width between the main forest belts varies from 153 to 3000 m, and on average is 799.4 m.

The distribution of forest belts and fields between them in width is shown. It was found that only 14.9% of the fields have a width of up to 400 m; in this case a forest strip height of 10 m is sufficient to obtain a systemic protective effect; 26.6% of the fields are 400-600 m wide; 21.8% – 600-800 m, in which case, to obtain a systemic effect, the height of the forest belts should exceed 20 m. The remaining 36.7% of the fields are more than 800 m wide and require the creation of additional forest belts. The average distance between the auxiliary forest belts is 1746 m.

As a result of fires and illegal logging, 24% and 25% of the total length of the main and auxiliary forest belts were lost. The average density of forest belts in their remaining part is 66.3 and 60.8% of their original area, respectively. Due to the reduction in the length of forest belts and their density, the field forest cover (FFC) decreased from 4.26% to 2.23%. The potential protection of the fields (FP), which at the height of the main forest belts of 10 m is 35.0%, due to the reduction in their length decreased to 30.7%.

Most of the field area has less protection. The spatial variation of all these indicators is shown. The north-eastern part of the fields adjacent to the Vynohradovo arena of the Lower Dnieper Sands has the highest FFC and FP (7.2 and 48.3%). The southwestern parts of the area have the lowest FFC and FP (from 0.26 to 1.88% and 1.7%). The obtained data will allow developing a plan for the optimization of the forest shelterbelts system in the district, aimed at maximizing the protection of the fields and their productivity.

Key words: *inventory of forest plantations, field-protective forest cover, space photographs, remote sensing of the Earth, GIS technology.*

Постановка проблеми. Роль полезахисних лісових смуг (далі – ЛС) в аграрних ландшафтах визнана в усьому світі [1–3]. У Херсонській області з її найвищою в Україні долею рілля у складі сільгоспугідь (90%), посушливістю клімату та дефляційною небезпекою [4], здатність лісу покращувати мікроклімат угідь [1–3; 5], протистояти посухам і вітровій ерозії, підвищуючи урожайність сільськогосподарських культур [1], є дуже важливою.

Згідно з [6] площа ЛС в Україні станом на 01.01.2017 складала 446 тис. га. Але активне нарощування їх площі, яким характеризується період з 50-х до 90-х років минулого століття, змінилося їх втрапою через підпали та вирубування. Згідно з [6] протягом 1995–2016 рр. у Херсонській області знищено 3250 га лісосмуг (найбільше в Україні). Для отримання об'єктивної інформації про стан ЛС з метою їх відновлення потрібна нова інвентаризація лісових насаджень, адже остання була ще в 1996 році. І вона відбудеться, зокрема й на Херсонщині, про що свідчить нарада обласної державної адміністрації від 12 березня 2020 року. Оскільки інвентаризація є дуже масштабною та трудомісткою справою, актуальним питанням є розвиток методів дистанційної оцінки стану ЛС і визначення параметрів їх систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми удосконалення методів дистанційних досліджень і картографування захисних лісових насаджень (далі – ЗЛН) або їх використанню при вирішенні інших практичних задач присвячено багато праць, зокрема [6–11]. Теорія і методологія використання ГІС-технологій в агролісомеліорації детально викладена в [7]. Їх основою є отримання аеро- або

космічних фотознімків і дешифрування (розпізнавання) рослинності як об'єкта ландшафту. Описані методи дозволяють автоматизовано виділяти контури насаджень та оцінювати їх якість або ступінь деградації.

Програми, що використовують у ГІС-технологіях (*ESRI ArcGIS 9.3, ArcCatalog, ArcMap, ESRI ArcGIS* та інші), не дуже доступні для освоєння широким колом виконавців, залучення якого стане необхідним при новій інвентаризації. Більш простим при вирішенні низки задач, пов'язаних із визначенням розмірів і площі елементів ландшафту, є використання загальнодоступного сервісу Google Earth. У праці [9] зроблено аналіз роздільної здатності та можливості дешифрування різних елементів ландшафту при його використанні. Налаштування сервісу показано в [10]. Але в цих та інших працях немає спроб його використання для визначення параметрів систем лісових смуг. Така спроба показана в нашій роботі для Цюрупинського району [11], але в спрощеному виді.

Постановка завдання. Робота виконана згідно з тематичним планом НДР УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького на 2020-2024 рр.

Мета дослідження – розвиток методології вивчення систем лісових смуг за космічними знінками та оцінка їх сучасного стану на півдні України. Як об'єкт дослідження обрана система лісових смуг Голопристанського району Херсонської області, як предмет – показники, що визначають меліоративну ефективність лісосмуг: ширина та відстань між ними, їх збереженість і повнота, полезахисна лісистість і захищеність полів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Голопристанський район – найбільший у Херсонській області, розташований у її крайній південно-західній частині (рис. 1). З півдня його омивають води Чорного моря, із заходу та півночі – Дніпро-Бузького лиману та Дніпра. З півночі район межує з Білозерським, зі сходу – з Олешківським і Скадовським районами області. Протяжність території із заходу на схід – 102 км, з півночі на південь – 58 км, за діагоналлю – 118 км [12].

Площа району 3610 км² – 12,6% від площі області. За чисельністю населення (63 тис.) він займає в ній 5 місце з 18. Переважна частина населення (75,7%) –

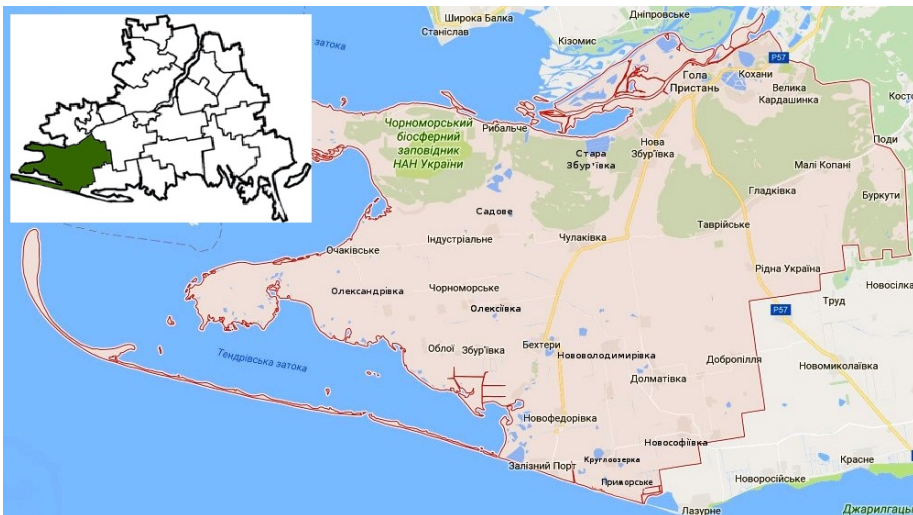


Рис. 1. Карта Голопристанського району [13] та його розташування на схемі Херсонської області [12]

сільське, тобто зайняте в аграрному виробництві, умови якого в районі ускладнені належністю до Посушливого Степу. Коефіцієнт зволоження – найменший в Україні (<0,8). Середня температура червня-серпня – +28°C [12]. Отже, підтримання меліоративних функцій лісосмуг на високому рівні тут є дуже важливим.

Головним методом досліджень став аналіз космічних зображень угідь Голопристанського району станом на вересень 2016 року, отриманих із сервісу Google Earth у квітні 2020 року. За допомогою інструмента «лінійка» майже через усі поля району проклали 5 «горизонтальних» облікових створів – уперек до основних лісосмуг і 4 «вертикальні» – паралельно останнім (жовті лінії на рис. 2). Територію угідь розділили на 4 вертикальні смуги (колони А...D) і 5 горизонтальних (ряди 1...5) таким чином, щоб через кожен смугу проходив один із горизонтальних або вертикальних створів.

Межі колон і рядів (сині лінії) ділять угіддя на 14 ділянок розміром здебільшого 6,9х13,7 км, позначених буквеним і цифровим індексами відповідно позначенням колон і рядів, у перехресті яких знаходяться ділянки. Інформація, отримана за відрізкамі створів у межах кожної ділянки, поширювалася на всю ділянку. Загальна площа ділянок – 1077,8 км², або 90% від площі усіх полів району.

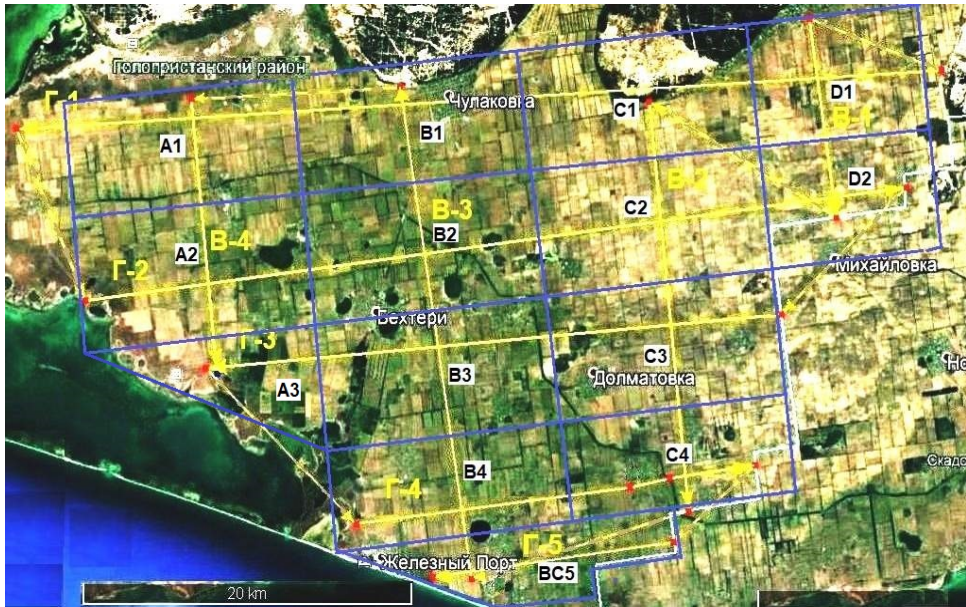


Рис. 2. Космічний знімок Голопристанського району з обліковими створами: суцільні жовті лінії з стрілками, позначені як Г-1...Г-5 та В-1...В-4, – горизонтальні та вертикальні створи; А1...А3; В1...В4; С1...С4; D1, D2; ВС5 – позначення дослідних ділянок, обмежених синіми лініями; пунктирні жовті лінії – напрямок пересування від кінця одного створу до початку наступного

Координати та інші характеристики створів і ділянок показано в табл. 1–3.

На кожному створі за допомогою інструмента «лінійка» вимірювалися відстані від його початкової точки до першої та другої межі першої з ЛС, потім до наступної ЛС і так до кінця створу (рис. 3).

При вимірюваннях змінювали висоту огляду – спочатку на висоті 5-8 км вели створ до лісосмуги, потім, знижуючи висоту до 400-800 м, наводили курсор точно на її крайні межі (рис. 3), знімали відліки у вікні (рис. 3) з точністю до 0,1 м. Потім знову «піднімалися», щоб краще бачити напрямок руху. Окрім лісосмуг фіксували інші лінійні рубезжі – межі полів і робочих ділянок без лісосмуг, каналів і автодоріг, селищ, городів, пустошів тощо. Відліки, координати окремих точок і примітки записували в журнал.

Таблиця 1

Характеристика облікових створів на території Голопристанського району

Позначення створу	Довжина, км	Кількість лісосмуг	Координати			
			початку створу		кінця створу	
			широта	довгота	широта	довгота
горизонтальні створи						
Г-1	62,8	69	46°22'32,0"	32°44'11,5"	46°20'22,3"	32°00'29,5"
Г-2	48,0	54	46°18'52,9"	32°42'36,4"	46°15'08,5"	32°03'53,7"
Г-3	36,0	34	46°14'57,9"	32°36'41,2"	46°13'05,9"	32°09'32,7"
Г-4	23,9	15	46°10'17,9"	32°35'27,2"	46°08'20,6"	32°16'39,5"
Г-5	14,8	19	46°08'11,2"	32°31'37,4"	46°06'37,5"	32°20'21,8"
Сума	185,5	191				
вертикальні створи						
В-1	11,5	6	46°24'06,6"	32°37'53,1"	46°17'59,4"	32°39'18,6"
В-2	23,2	13	46°21'29,1"	32°30'17,2"	46°08'48,6"	32°32'20,6"
В-3	28,6	13	46°06'41,8"	32°22'07,0"	46°21'51,6"	32°18'33,7"
В-4	15,2	12	46°21'23,8"	32°08'43,0"	46°12'58,5"	32°09'58,7"
Сума	78,5	44				

Таблиця 2

Координати центрів дослідних ділянок території (без градусів)

Ряди	Колони							
	А		В		С		D	
	Пн. ш.	Сх. д.	Пн. ш.	Сх. д.	Пн. ш.	Сх. д.	Пн. ш.	Сх. д.
1.	19°30,7"	08°03,0"	20°01,2"	19°47,2"	21°22,3"	30°14,6"	21°58,8"	40°19,5"
2.	16°10,4"	08°33,1"	16°38,8"	19°34,2"	17°49,9"	31°03,4"	18°38,8"	40°29,2"
3.	12°47,9"	12°11,7"	13°06,0"	21°10,2"	13°55,6"	31°20,9"		
4.			09°16,4"	21°4,9"	10°37,7"	31°53,0"		
5.				06°38,6"	25°29,1"			

Таблиця 3

Площа ділянок і їх висота над рівнем моря

Ряди	Площа ділянок, км ²				Ряди	Висота, м			
	А	В	С	D		А	В	С	D
1.	93,8	87,4	70,8	75,0	1.	6	10	26	27
2.	93,8	93,8	93,8	45,3	2.	3	8	24	32
3.	48,8	93,8	93,8		3.	1	5	19	
4.		93,8	93,8		4.		4	15	
5.			50,5		5.			2	



Рис. 3. Стан окремих лісосмуг фрагментів території району та вимірювання відстаней і ширини лісосмуг з використанням сервісу Google Earth

При зустрічі з кожною ЛС на всій її довжині в межах поля візуально оцінювали показник її збереженості $\Delta_{ЗБ\%}$ – відношення довжини частини, в якій зберігся хоча б один ряд, до всієї довжини ЛС в межах поля (%). Для частини, що зберіглася, оцінювали показник повноти $\Delta_{ПОВ\%}$ – відношення середньої сумарної ширини крон дерев у рядах, що зберіглися, до максимальної (повної) ширини лісосмуги або смуги поля, відчуженої під неї.

Якщо оцінити $\Delta_{ЗБ\%}$ і $\Delta_{ПОВ\%}$ всієї лісосмуги відразу було важко, оцінювали долю її сумарної ширини від повної у 25-50 перерізах, рівномірно розподілених за довжиною ЛС. Перерізи без рядів або з поодинокими деревами вважали за «нульові». За відношенням до загальної кількості вимірів їх кількості без нульових визначали $\Delta_{ЗБ\%}$, а за середнім арифметичним значень $\Delta_{ПОВ\%i}$ – середню повноту $\Delta_{ПОВ\%}$.

Всі отримані та розраховані дані заносили в таблицю Excel. В першу колонку (кол. 1) занесли номер відліку від початку створу до рубежу; у наступні (кол. 2-4) – відстань до рубежу $L_{РБ}$ (м), його назву, примітки (координати точок, рядність лісосмуги тощо). У кол. 5 вказували номер ЛС у межах створу. У кол. 6 і 7 розраховано її повну ширину $B_{ЛСi}$ та ширину поля $B_{Пi}$ між нею та ЛС, що знаходиться у західному напрямку (для основних ЛС). У кол. 8 підраховано суму $B_{ЛСi}$ та $B_{Пi}$, тобто відстань між осями лісосмуг $L_{ЛСi}$. У кол. 9 і 10 наведено збереженість лісосмуги $\Delta_{ЗБ\%i}$ та її повноту $\Delta_{ПОВ\%i}$. У кол. 11 підраховано коефіцієнт зниження площі лісосмуги $K_{ЗП} = 10^{-4} \cdot \Delta_{ЗБ\%} \cdot \Delta_{ПОВ\%}$. У кол. 12 розраховували потенційну (вихідну) полезахисну лісистість кожного поля $ПЗЛ_i$ як відношення ширини $B_{ЛСi}$ до відстані $L_{ЛСi}$, помножене на 100. У кол. 13 розраховували захищеність кожного поля Z_i суміжними лісосмугами за модифікованою нами формулою В.І. Коптева [1, с. 46]:

$$Z_i = 100 \cdot (D \cdot H \cdot K) / B_{Пi} \quad (1)$$

де D – коефіцієнт дальності впливу лісосмуги в обидва боки, рівний 30; H – висота лісосмуг, прийнята нами як 10 м; K – коефіцієнт конструкції, який дорівнює для продувної 1, ажурної – 0,8, щільної – 0,7 (прийнятий нами як 0,9); $B_{\text{п}}$ – ширина міжсмугового простору.

Захисну дію допоміжних лісосмуг, орієнтованих під прямим кутом до переважаючого напрямку вітру, визначали за формулою (1), виходячи, згідно з [14, с. 40], зі значення $D = 3,5$, при $H = 10$ м, $K = 1$. Хоча використаний підхід і базується на відомому нормативі дальності впливу лісосмуг ($30H$), орієнтованих перпендикулярно до переважаючого напрямку вітру (як в нашому випадку), він є спрощеним. Згідно з [15, с. 124] при не дуже вираженій асиметрії рози вітрів дальність впливу основних лісосмуг є меншою ніж $25H$ у завітреному напрямку, а для допоміжних ЛС вона є більшою ніж по $1,5-2H$ в обидва боки. Але це питання для Херсонської області має стати предметом окремого дослідження.

Математичну обробку отримуваних даних виконали з використанням стандартних методів математико-статистичного аналізу за посібником [16].

Результати досліджень. За даними, отриманими для кожної з 191 основних і 44 допоміжних ЛС, підраховано середні значення вказаних вище параметрів (табл. 4, кол. 1-8) та статистичні показники окремих з них (табл. 5).

Таблиця 4

Узагальнюючі показники системи лісосмуг Голопристанського району										
Розраховані (теоретичні) дані								Фактичні дані		
$B_{\text{лс}}$	$B_{\text{п}}$	$L_{\text{лс}}$	$\Delta_{\text{зб\%}}$	$\Delta_{\text{пов\%}}$	$K_{\text{зн}}$	$PЗЛ$	Z	$B_{\text{лсф}}$	$PЗЛ_{\text{ф}}$	$Z_{\text{ф}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	1'	7'	8'
за горизонтальними створами (основні лісосмуги)										
23,9	799,4	824,3	76,0	66,3	0,56	2,67	32,7	15,9	1,52	28,8
за вертикальними створами (допоміжні лісосмуги)										
26,5	1746	1773	75,1	60,8	0,53	1,59	2,3	20,6	0,71	1,9
за обома групами створами						4,26	35,0		2,23	30,7

Таблиця 5

Статистичні показники параметрів системи лісових смуг

Показники	Параметри системи лісосмуг			
	основних		допоміжних	
	$B_{\text{лс}}, \text{ м}$	$B_{\text{п}}, \text{ м}$	$B_{\text{лс}}, \text{ м}$	$B_{\text{п}}, \text{ м}$
Середня арифметична $\bar{X} = (\sum X)/n$	23,9	799,4	26,5	1746
Дисперсія $S^2 = [\sum (X - \bar{X})^2] / (n - 1)$	173,5	263 983	179,6	858 598
Стандартне відхилення $S = \sqrt{S^2}$	13,2	513,8	13,4	926,6
Коефіцієнт варіації $V = (S / \bar{X}) \cdot 100\%$	55,1	64,3	50,6	56,4
Абсолютна помилка $S_{\bar{X}} = S / \sqrt{n}$	0,95	37,8	2,02	139,7
Відносна помилка $S_{\bar{X}}\% = (S_{\bar{X}} / \bar{X}) \cdot 100\%$	3,99	4,73	7,63	8,5
Довірчий інтервал $\bar{X} \pm t \cdot S_{\bar{X}}$	23,92± 1,87	799,4± 74,0	26,5± 4,08	1746± 282

Виходячи з вимірної площі всіх полів району з лісосмугами (1286 км²) і даних табл. 4, вихідна довжина основних і допоміжних ЛС складає 1562 та 725 км, а їх площа за розрахунком скоротилася на 2610 га – з 5478 до 2868 га.

Для деталізації середніх показників отримано розподіл лісосмуг і міжсмугового простору за їх шириною. Він свідчить, що для основних ЛС переважаючим за відносною кількістю є інтервал їх ширини 15-20 м, для допоміжних – 11-20 м (рис. 4). Переважаючими інтервалами ширини полів між основними та допоміжними ЛС є відповідно 400-600 м і 1500-2000 м. Лише 14,9% полів мають ширину до 400 м, при якій для отримання системного захисного ефекту досить висоти лісосмуг 10 м; 21,8% – ширину 600-800 м, при якій для отримання системного ефекту їх висота повинна перевищувати 20 м. Решта 36,7% полів для підвищення захищеності та продуктивності потребують створення додаткових лісосмуг.

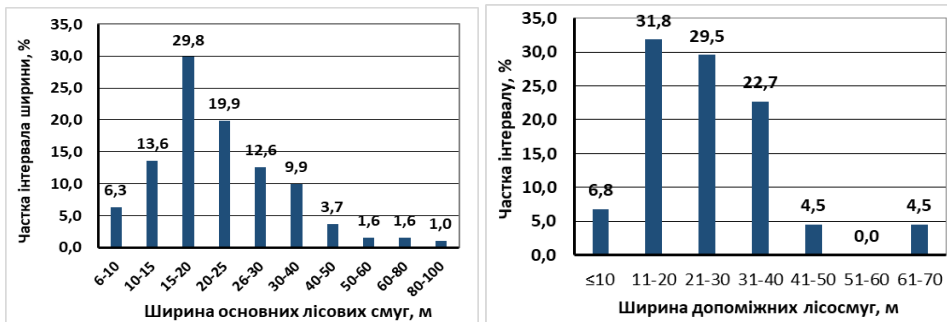


Рис. 4. Розподіл лісових смуг Голопристанського району за шириною

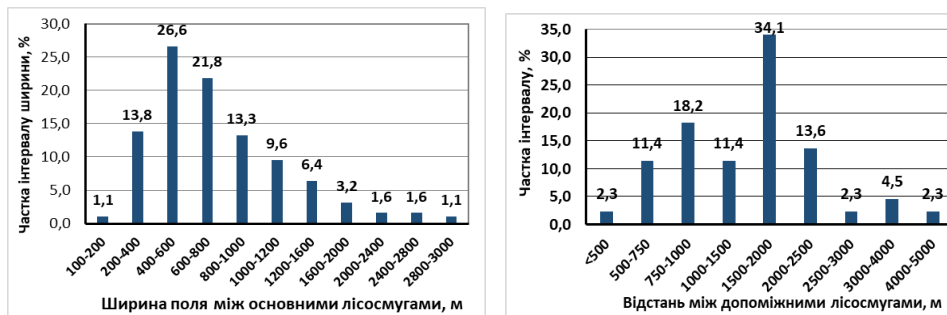


Рис. 5. Розподіл міжсмугових просторів Голопристанського району за шириною

Для конкретизації ситуації з середньою шириною лісосмуг і полів між ними в окремих частинах Голопристанського району оцінено просторове варіювання цих показників за 14 ділянками його території (табл. 6). Так, переважна частина району характеризується неприйнятними відстанями між ЛС (понад 600-1000 м). Лише північно-східна частина (ділянки С1,2 та D1,2) мають відносно непоганий стан – середню ширину полів від 554 до 672 м.

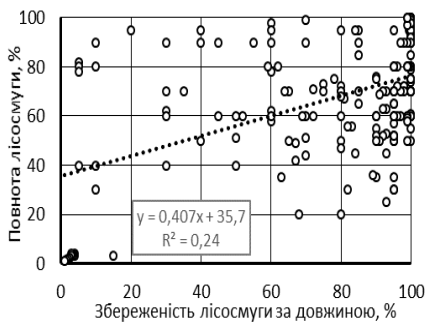
Рис. 6 дає уявлення про збереженість та повноту кожної з досліджених лісосмуг, щільність зв'язку між цими показниками. Для дискретизації узагальнюючих даних табл. 4 розраховано розподіл кількості основних лісосмуг за інтервалами їх збереженості та повноти по 20 відсотків (рис. 7). Табл. 7 дає уявлення про просторове варіювання цих показників за територією району.

Таблиця 6
Варіювання ширини лісових смуг (ЛС) та простору між ними (м) за ділянками території Голопристанського району

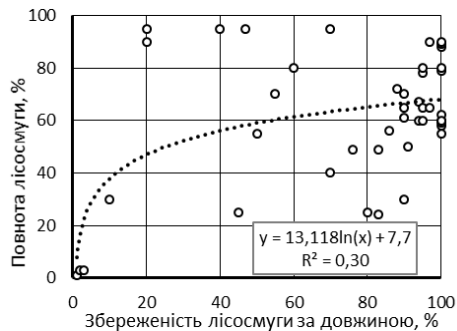
Ряди	Ширина ЛС, м								Ширина простору між ЛС, м							
	А		В		С		D		А		В		С		D	
	осн	Доп	осн	Доп	осн	доп	осн	доп	осн	доп	осн	доп	осн	Доп	осн	доп
1	20,6	23,6	27,5	12,7	24,2	33,3	32,1	29,3	1108	1149	896	2365	561	1013	554	1277
2	25,6	24,7	26,1	45,3	20,8	19,0	20,1	30,0	1022	1261	927	1487	672	2083	643	1686
3	17,0	10,0	28,4	32,0	21,3	26,7			1012	1567	1024	3269	828	1816		
4			26,8	38,5	29,9	24,0					1414	2369	1298	1588		
5			23,3			15,5					678			1302		

*Примітка: зміною насиченості кольору позначено зміну ширини за інтервалами:

10-20	20,1-30	30,1-40	40,1-50	500-700	700-900	900-1100	1100-1500	>1500
-------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	-----------	-------

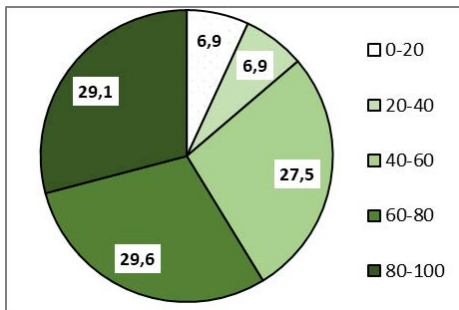


а)

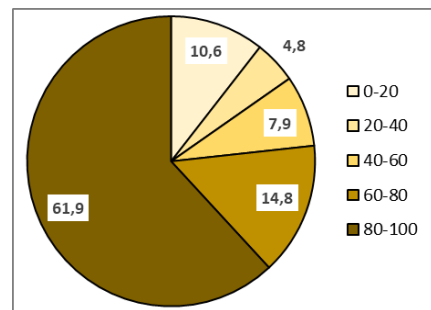


б)

Рис. 6. Зв'язок повноти та збереженості основних (а) та допоміжних (б) ЛС



а)



б)

Рис. 7. Розподіл основних лісосмуг Голопристанського району (у % від загальної кількості) за інтервалами їх збереженості (а) та повноти (б)

Внаслідок скорочення багатьох лісосмуг за довжиною та зниження їх повноти вихідні (колишні) значення середньої ширини лісосмуг $B_{ЛС}$, полезахисної лісисто-сті $ПЗЛ = 4,26\%$ та захищеності $Z = 35,0\%$, що наведені в табл. 4 (кол. 1, 7, 8), слід визнати завищеними. Тому за формулою $B_{ЛСф} = 0,01 \cdot B_{ЛС} \cdot \Delta_{ЦОВ\%}$, що пропонується, визначили поточне (фактичне) значення ширини кожної лісосмуги, а потім їх середні значення $B_{ЛСф}$ (кол. 1').

Таблиця 7

Варіювання збереженості та повноти лісових смуг за ділянками району

Ряди	Збереженість ЛС, %								Ряди	Повнота ЛС, %							
	А		В		С		D			А		В		С		D	
	осн	доп	осн	доп	осн	доп	осн	доп		осн	доп	осн	доп	осн	доп	осн	доп
1	63	62	89	91	91	96	82	100	1	37	70	75	48	70	62	76	90
2	44	59	84	95	84	94	88	87	2	43	70	64	75	62	57	79	62
3	65	10	85	77	81	83			3	57	30	74	40	77	76		
4			27	22	87	80			4			48	49	81	62		
5			34,6		1,5				5			63		0,8			

*Зростанням насиченості позначено зростання збереженості та повноти ЛС за інтервалами:

≤ 20	21-40	41-60	61-80	81-100	≤ 20	21-40	41-60	61-80	81-100
------	-------	-------	-------	--------	------	-------	-------	-------	--------

Фактичні значення поєзаксисної лісисосі $ПЗЛ_{\phi}$ (кол. 7') визначили з урахуванням середньозваженого коефіцієнту знизження площі лісосмуг K_{zn} за формулою: $ПЗЛ_{\phi} = ПЗЛ \cdot K_{zn} = 2,23\%$. Просторове варіювання $ПЗЛ_{\phi}$, що формується обома групами лісосмуг (табл. 8), має виражений характер її знизження з 7,2% на північному сході (ділянка D1) на захід і південь з неприпустимо низькими значеннями 0,26 та 0,81% на південному заході.

Таблиця 8

Варіювання фактичної поєзаксисної лісисосі* за рахунок основних та допоміжних лісосмуг на території району

	Основні ЛС					Допоміжні ЛС					Всі ЛС			
	А	В	С	D		А	В	С	D		А	В	С	D
1.	0,41	1,85	2,79	4,16	1.	0,94	0,27	1,91	3,00	1.	1,35	2,12	4,7	7,16
2.	0,25	1,69	1,62	2,28	2.	1,12	2,22	0,47	0,92	2.	1,37	3,91	2,09	3,2
3.	0,24	2,02	1,46		3.	0,02	0,27	0,93		3.	0,26	2,29	2,39	
4.		0,30	1,23		4.		0,51	0,65		4.		0,81	1,88	
5.			0,51		5.			1,04		5.			1,55	

*Примітка: зростанням насиченості кольору позначено зростання $ПЗЛ$ за інтервалами:

≤ 1	1,01-2	2,01-3	3,01-4	> 4
-----	--------	--------	--------	-----

За виразом $ЗП_{\phi} = Z_{\phi} = [Z_1 \Delta_{зБ\%} + 0,5Z_1(100 - \Delta_{зБ\%})] / 100$ визначено фактичну захищеність кожного з полів та середньозважене значення Z_{ϕ} (табл. 4, кол. 8'). Наднормативна середня ширина полів між основними лісосмугами (800 м) зумовлює невисоку потенційну (вихідну) середню захищеність ними полів району на 32,7%. Скорочення довжини лісосмуг на 24% знизило її до 28,8%.

Розподіл фактичної захищеності кожного з полів основними лісосмугами з урахуванням їх площі (рис. 8) свідчить, що більша частина їх площі (65,7%) мають меншу захищеність; 25% площі захищені на 31-50%. Захищеність 50-90% мають 7,8% площі, тільки 1,5% площі захищені на 90-100%.

Варіювання $ЗП_{\phi}$ за територією району (табл. 9) має характер, подібний варіюванню $ПЗЛ_{\phi}$ (табл. 8), але найкращу захищеність (48,3%) має ділянка С1 з сел. Таврійське та піщаним масивом (рис. 2), найгіршу (13,7%) – південно-західна ділянка В4, що знаходиться до півночі від сел. Залізний Порт.

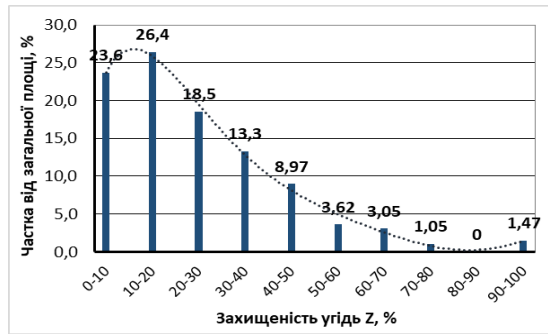


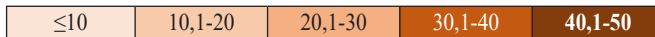
Рис. 8. Розподіл загальної площі полів за інтервалами їх захищеності основними лісовими смугами

Таблиця 9

Фактична захищеність (ЗП_ф) ділянок території району основними та допоміжними лісосурами, %

	Основні ЛС					Допоміжні ЛС					Всі ЛС			
	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1.	19,9	26,0	45,9	44,3	1.	2,8	1,5	2,4	2,7	1.	22,7	27,5	48,3	47,0
2.	19,0	27,6	37,0	39,4	2.	2,5	2,9	1,6	1,9	2.	21,5	30,5	38,6	41,3
3.	22,0	24,4	29,5		3.	1,0	1,5	1,4		3.	23,0	25,9	30,9	
4.		12,1	19,4		4.		1,6	2,9		4.		13,7	22,3	
5.		26,8			5.		1,4			5.		28,2		

*Примітка: зростання інтенсивності кольору позначено зростання ЗПф за інтервалами:



Оскільки середні значення показників (табл. 4) не дають уяви про діапазон їх варіювання, на рис. 9 показано варіювання захищеності (ЗП) 186 полів залежно від їх вихідної та фактичної ПЗЛ, зумовлених основними ЛС.

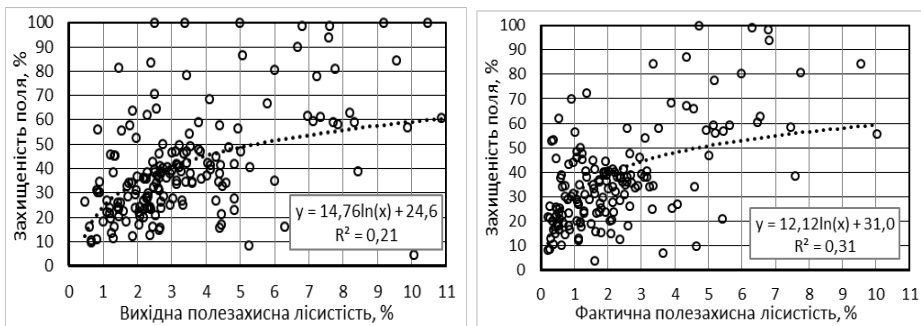


Рис. 9. Зв'язок вихідної (зліва) та фактичної (справа) захищеності полів району з їх вихідною (зліва) та фактичною (справа) полезахисною лісистістю

Аналіз рис. 9, як і порівняння даних табл. 8 і 9, засвідчує наявність залежності ЗП від ПЗЛ. Так, зниження ПЗЛ до нинішніх 2,23% призвело до скорочення кількості полів, захищених на 90-100%, з 9 до 4. Але розкид точок на рис. 9 показує,

що ця залежність не однозначна. При ПЗЛ 10-11% ЗП може бути як найвищою (100%), так і дуже низькою (4%). Таку ж найвищу ЗП поля можуть мати й при нижчій ПЗЛ – від 5% до 2,4%. Це слід враховувати при розробці пропозицій щодо збільшення ПЗЛ в Україні до того чи іншого рівня, яких нині багато.

На наш погляд, збільшення ПЗЛ не може бути самоціллю. Пріоритетним має стати курс на підвищення захищеності полів і диференційований підхід до них залежно від ступеня її відхилення від обраного рівня. Як видно з табл. 4, скорочення довжини ЛС на 24% призвело до вдвічі меншого зниження ЗП (на 12,3%), а попри зменшення повноти ЛС їх середня ширина залишилася достатньою. Отже, найдоцільнішим шляхом підвищення захищеності угідь є не стільки відновлення ЛС за довжиною та шириною, скільки висадка нових лісових смуг мінімальної прийнятної ширини та рядності (3-4) проміж існуючих при відстані між останніми понад 800-1000 м.

Висновки і пропозиції. Використання сервісу Google Earth при інвентаризації лісових смуг у сукупності з наземним вимірюваннями їх висоти є доцільним. Сервіс характеризується легкістю користування, наочністю, достатньою роздільною здатністю зображень, дає можливість необхідних вимірювань, що робить його використання дуже інформативним. За 2 дні роботи з сервісом авторами обстежено 339 км основних і 36 км допоміжних лісових смуг, визначено їх ширину, збереженість і повноту; оцінено полезахисну лісистість і захищеність 225 полів. За цією вибіркою оцінено генеральну сукупність майже з 800 полів площею 1158 км² (90% від площі усіх полів району).

Отримані дані свідчать про недостатню середню захищеність полів лісосмугами, значну нерівномірність просторового розподілу цього показника та полезахисної лісистості за територією району, їх зниження з північного сходу району на південний захід до неприйнятно низького рівня.

Сукупність отриманої інформації дозволить розробити план науково-обґрунтованого, економічно доцільного відновлення системи лісосмуг району, спрямованого на підвищення захищеності полів від дії суховійних і дефляційно-небезпечних вітрів, на зростання ефективності агропромислового виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Коптев В.І., Ліщенко А.А. Полезахисне лісорозведення. Київ : Урожай, 1989. 168 с.
2. Gregory N.G. The role of shelterbelts in protecting livestock: A review, *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 1995. 38:4. P. 423–450. doi.org/10.1080/00288233.1995.9513146.
3. Фурдичко О.І., Стадник А.П. Лісові меліорації як основний фактор стабілізації степових екосистем. *Екологія та ноосферологія*. 2008. Т. 19, № 3–4. С. 13–24.
4. Стрельчук Л.М., Бойко Т.О. Сучасний стан полезахисних лісових смуг Херсонської області (Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*. 2015. 11(3). С. 373–378. doi:10.14255/2308-9628/15.113/10.
5. Ткач В.П., Кобець О.В., Румянцев М.Г. Кліматорегулювальні функції дубових насаджень Великоанадольського лісового масиву. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2016. Вип. 129. С. 59–68.
6. Дудяк Н.В., Пічура В.І., Потравка Л.О. Еколого-економічні аспекти лісорозведення в Україні в контексті сталого землекористування. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2019. № 2. С. 1–24. dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2019.02.06.
7. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации / В.Г. Юферев и др. Волгоград : ВНИАЛМИ, 2010. 102 с.

8. Зацерковний В.І., Тішаєв І.В., Шищенко О.І. Застосування матеріалів дистанційного зондування в завданнях моніторингу лісових пожеж і кількісного оцінювання рослинності. *Наукові технології*. № 1(29). 2016. С. 42–47.
 9. Ступин В.П. Анализ возможностей использования данных Google Earth в интересах мониторинга динамики морфосистем зоны влияния каскада Ангарских водохранилищ. *Вестник ИрГТУ* № 8(55). Иркутск, 2011. С. 46–54.
 10. Бучавий Ю.В., Павличенко А.В., Семеріч К.В. Дослідження ступеня озеленення санітарно-захисних зон гірничодобувних підприємств із застосуванням ГІС-технологій // Розробка родовищ : зб. наук. пр., 2014. Т. 8. С. 509–518.
 11. Висоцька Н.Ю., Зубов О.Р., Зубова Л.Г., Фомін В.І. Оцінка стану захисних лісових смуг різного призначення в Олешківському районі Херсонської області. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2019. № 135. С. 85–97. //doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.85.
 12. Голопристанский район / «Академик» : інтернет-сервіс. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/873478>.
 13. Голопристанська районна державна адміністрація Херсонської області : офіційний сайт. URL: <http://gopr-rda.gov.ua/ua/page/karta-rayonu>.
 14. Вербицкий И.К. Комплексный учет факторов при определении защищенности полей системой лесных полос. *Лесное хозяйство*. Москва, 1992. С. 40–43.
 15. Гаршинев Е.А. Эрозионно-гидрологический процесс и лесомелиорация: экспериментальная оценка, расчет, проектирование. Волгоград, 2002. 220 с.
 16. Зубова Л.Г. Основы математической обработки экспериментальных данных : учебное пособие. Луганск, 2015. «Ноулидж», 60 с. Режим доступу: <http://www.geokniga.org/books/20733>.
-

УДК 631.6:631.452

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.34>

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ОСУШУВАНИХ ТОРФОВИХ ҐРУНТІВ ПІД ЧАС СТРУКТУРНИХ МЕЛІОРАЦІЙ

Фурман В.М. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,
ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Солодка Т.М. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,
ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Мороз О.С. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії,
ґрунтознавства та землеробства,

Національний університет водного господарства та природокористування

Серед об'єктів меліорації, яка є одним з основних заходів, який забезпечує пропорційний розвиток усього агропромислового комплексу, значне місце займають торфові ґрунти. Незадовільні температурні умови загалом зумовлені специфічними водно-фізичними властивостями торфу. Значну роль у кардинальній зміні цих параметрів відводять мінеральним добавкам, які за тепловими характеристиками набагато кращі, ніж у торфових ґрунтах, тобто проведенням структурних меліорацій.

Метою наших досліджень є вивчення особливостей формування температурного режиму торфових ґрунтів під час їх структурних меліорацій.

Багаторічні (з 1985 року) дослідження проводяться на низинних торфових ґрунтах Західного Полісся України, що характеризуються деревино-очеретяно-осоковим й очеретяно-осоковим ботанічним складом, середнім ступенем розкладу торфу, невисоким умістом мінеральної частини, низьким умістом калію й фосфору та слабкокислою реакцією ґрунтового розчину.

Варіанти досліду охоплювали різні норми й види меліорантів, які використовувались для проведення структурних меліорацій торфових ґрунтів на фоні мінерального удобрення.

Проведеними дослідженнями встановлено, що під час структурних меліорацій торфових ґрунтів значно збільшується тривалість періодів з оптимальними температурами в кореневмісному шарі. Мінеральні добавки покращують теплові властивості й температурний режим осушених торфових ґрунтів, що зумовлюється збільшенням теплопровідності і зменшенням теплоємності ґрунту. Відбувається підвищення температури кореневмісного шару ґрунту і приземного шару повітря, скорочуються амплітуди добових коливань температури, мінімально знижується можливість прояву радіаційних заморозків. Отримані закономірності прямо залежать від норми мінерального компоненту і проявляються переважно під час унесення піску та в перші роки його дії. Внаслідок цього спостерігається позитивний вплив структурних меліорацій на температурний режим торфових ґрунтів, складаються сприятливі умови для отримання високих урожаїв культур, котрі вирощуються.

Ключові слова: торфові ґрунти, температурний режим, температура, структурні меліорації, мінеральні добавки.

Furman V.M., Solodka T.M., Moroz O.S. Features of forming the temperature regime of the drained peat soils under structural amelioration

Most soils on the Earth's surface are in unfavorable climatic conditions or are characterized by the properties, which do not allow receiving high and stable yields of agricultural crops. They require improvement, i.e. ameliorative intervention. Land reclamation plays a leading role in creating the necessary stability and reliability of agricultural production protection from adverse natural factors and is one of the main measures ensuring the proportional development of the entire agro-industrial complex.

A significant part of the land reclamation sites is occupied by peat soils. The approach to utilizing these soils in Ukraine is determined by their organogenic nature. On the one hand, they

are used as agricultural land, because they have high rate of fertility. On the other hand – they are an exhaustive natural resource, prone to extinction, and therefore they need to be protected. The area of peaty soils in Ukraine is more than 1.2 million hectares, Polissia being the marshiest and peatiest zone in the country. These soils are characterized by high but unstable one-way potential fertility. After conducting drainage reclamation, their effective fertility increases by 5–6 times due to the regulation of the water-air regime and the annual application of phosphoric-potassium fertilizers. However, this fertility is very variable and is closely related to the adverse properties and phenomena caused by the organogenic peat nature. Drainage results in the acceleration of organic matter decomposition, and the reserves of moisture and nitrogen in the soil are reduced. On average, in the Polissya area, 5–7 t/ha of organic matter is irretrievably lost annually, which will ultimately lead to the disappearance of the organogenic layer and the surface exposure of the underlying rocks, as well as affect the formation of soils with unsatisfactory properties and regimes. Such a phenomenon is a great environmental problem of our time. [M.M. Bambalov, 1984; F.R. Zeidelman, 2009]. These regimes include temperature one as well.

The regulation of soil temperature, the creation of the most favorable thermal conditions for the life of cultivated crops and microorganisms are the most important tasks of increasing the fertility of reclaimed peat soils. The purpose of our research is to study the peculiarities of temperature regime formation of peat soils under their structural amelioration.

Long-term (since 1985) research has been carried out on the lowland peatlands of the Western Polissia of Ukraine. The performed experiments varied in the norms and types of ameliorants, which were used for structural amelioration of peat soils under conditions of mineral fertilizers utilization.

The researches have established that during structural amelioration of peat soils the duration of periods with optimum temperatures in the layer of root penetration is significantly increased. Mineral additives improve the thermal properties and temperature regime of the drained peat soils, which is conditioned by an increase in thermal conductivity and a decrease in the soil heat capacity. There is observed an increase in temperature of the root penetration soil layer and the air surface layer; a decrease of the amplitude of daily oscillations in temperature, as well as a decrease of the feasibility of radiation frosts occurrences to a minimum. The obtained laws are in direct dependence on the norm of the mineral component and are manifested to a greater extent under condition of applying sand and during the first years of its action.

Thus, the studies have shown that mineral additives improve the thermal properties and temperature regime of drained peat soils due to an increase in heat conductivity and a decrease in the soil heat capacity. There is an increase in temperature of the rooted soil layer and the surface air layer; a decrease in the amplitude of daily temperature oscillations, a decrease in the feasibility of radiation frosts occurrences. The obtained regularities are in direct dependence on the norm of the mineral component and are manifested to a greater extent when applying sand and in the first years of its action. As a result, there is observed a positive effect of structural amelioration on temperature regime of peat soils, as well as the favorable conditions for obtaining high yields of cultivated crops.

Key words: peat soils, temperature regime, temperature, structural amelioration, mineral additives.

Постановка проблеми. Меліорація земель відіграє головну роль у створенні необхідної стійкості й надійності захисту сільськогосподарського виробництва від несприятливих природних факторів і є одним з основних заходів, який забезпечує пропорційний розвиток усього агропромислового комплексу.

Значне місце серед об'єктів меліорацій займають болотні, торфво-болотні ґрунти й торфовища, площа яких в Україні становить більше 2 млн. га. [1, с. 20] Заболоченість і заторфованість території України є найбільшими на правобережній і лівобережній частинах Полісся й Лісостепу. Площі торфових ґрунтів і торфовищ Полісся й північного лісостепу України є значним резервом енергетичного й землеробського використання [2, с. 18].

Торфові ґрунти мають високу, але нестабільну односторонню потенційну родючість. Після проведення осушувальних меліорацій їх ефективна родючість зростає у 5–6 разів завдяки регулюванню водно-повітряного режиму і щорічного застосування фосфорно-калійних добрив. Однак ця родючість дуже змінюється

й тісно залежить від несприятливих властивостей і явищ, викликаних органогенною природою торфу. До таких можна віднести і їх температурний режим.

Регулювання температури ґрунту, створення найбільш сприятливих теплових умов для життєдіяльності культурних рослин і мікроорганізмів – найважливіше завдання підвищення родючості меліорованих торфових ґрунтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Переглянувши та проаналізувавши багато свіжих публікацій, можна зробити невтішний висновок про те, що в сучасних умовах дослідженню меліорованих торфовищ, а особливо торфових ґрунтів, приділяється дуже мало уваги. Зважаючи на значне поширення водно-болотних угідь у світі та в Європі, цей факт можна вважати негативним.

У контексті ринкових земельних відносин сталого соціального розвитку та в умовах глобальних змін клімату, проблеми екологічних ризиків та перспектив інноваційного розвитку меліорації земель набувають усе більшої актуальності та нового звучання [3, с. 5].

Дослідження з раціонального використання торфовищ і торфових ґрунтів у сільськогосподарському виробництві та розробка заходів з охорони та збереження практично не публікуються. Водночас такі дослідження є досить актуальними зокрема для Поліських районів України, де площа осушених органогенних (торфових й оторфованих) ґрунтів становить 820 тисяч гектарів [3, с. 9].

Торфовища України знаходяться в більш сприятливих кліматичних умовах, ніж інші, зазначають В.Н. Дімо (1972) та А.Т. Кардашов (1975), що розміщені більш північно. Однак їх температурний режим гірший, ніж режим навколишніх територій, котрі мають мінеральний ґрунтовий покрив.

Незадовільні температурні умови загалом зумовлені специфічними водно-фізичними властивостями торфу, що є органогенною породою. Підвищена більш ніж у два рази проти піску та глини теплоємність, погана теплопровідність і велика тепловіддача поверхневими шарами є основними причинами частих згубних вегетаційних заморозків на торфовищах.

Температурний режим торфових ґрунтів формується під впливом сонячної енергії і здебільшого зумовлений ступенем зволоження й фізичним станом ґрунту, зазначає Х.Н. Стариков (1977).

За традиційних методів окультурювання торфових ґрунтів їх теплофізичні властивості поліпшуються дуже повільно, тому значну роль у кардинальній зміні цих параметрів відводять мінеральним добавкам, які за тепловими характеристиками набагато кращі, ніж у торфових ґрунтах, тобто проведенням структурних меліорацій.

Цей спосіб меліоративного поліпшення відомий досить давно як за кордоном, так і в Україні завдяки працям багатьох дослідників: Ю.О. Песці (1959), В.В. Калініної (1961), В.І. Белковського (1972), С.Т. Вознюка (1990), Д.В. Лико (1990) та інших.

Відповідно до сучасної систематики меліорацій [3, с. 6–7] тип структурна меліорація за видом є структурною зміною твердої фази орного шару ґрунту, що виконується способом піскування або глинування.

Піскування інтенсифікує ґрунтоутворювальний процес у торфових ґрунтах, сприяє накопиченню гумінових кислот, нормалізує ступінь і глибину гуміфікації, підвищує екологічну стійкість торфових ґрунтів і сприяє їх окультуренню [4, с. 18].

Якщо внесення піску в торф'яний ґрунт перш за все регулює його тепловий режим та водно-фізичні властивості, то внесення суглинку спричиняє активну взаємодію мінерального субстрату з органічною речовиною торфу, утворення органо-мінеральних сполук і стабілізацію позитивних властивостей органогенного ґранту [5, с. 227].

Поліпшення водно-повітряного режиму під час піскування торфових ґрунтів позитивно вплинуло на зміну теплових властивостей, оскільки поряд із вологою визначальний вплив на температурний режим має співвідношення мінеральної й органічної частини у твердій фазі ґрунту [2, с. 57–58].

Як свідчить досвід дослідників, найінтенсивніше зміна водно-фізичних властивостей відбувається в перші роки після осушення гідроморфних ґрунтів.

Незважаючи на значну увагу до гідроморфних комплексів упродовж майже столітньої історії їх пізнання, актуальною, зокрема, залишається проблема вивчення особливостей і закономірностей формування режимів гідроморфних ґрунтів [6, с. 71].

Продовжується вивчення гідроморфних ґрунтів щодо аналізу аспекту розробки системи заходів з оптимізації стану й господарського використання меліорованих ґрунтів [6, с. 71; 7, с. 72].

Зважаючи на високу соціальну значущість меліорацій, особливо з огляду на глобальні кліматичні зміни та формування цивілізованих земельно-ринкових відносин, на європейський та світовий досвід, водні, біологічні, агротехнічні та інші види меліорацій вимагають сучасних інноваційних рішень, спрямованих на досягнення сталості екологічної, продовольчої та енергетичної безпеки держави [3, с. 8].

У цьому контексті потрібно розглядати структурні меліорації торфових ґрунтів, відновлювати і продовжувати дослідження їх властивостей і режимів, зокрема й температурний.

Постановка завдання. Мета статті – вивчення особливостей формування температурного режиму торфових ґрунтів у процесі їх структурних меліорацій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єкт досліджень: Багаторічні (з 1985 року) дослідження проводяться на низинних торфових ґрунтах Західного Полісся України, яке характеризується деревино-очеретяно-осоковим й очеретяно-осоковим ботанічним складом, середнім ступенем розкладу торфу, невисоким умістом мінеральної частини (8,3–10,6%), низьким умістом калію й фосфору та слабкислою реакцією ґрунтового розчину.

Варіанти досліду містили різні норми й види меліорантів, котрі використовувались для проведення структурних меліорацій торфових ґрунтів на фоні мінерального удобрення $P_{60}K_{120}$: контроль без мінеральних добавок; фон+200 т/га піску; фон+400 т/га піску; фон+200 т/га глини; фон+100 т/га піску+100 т/га глини.

Обговорення результатів. Проведеними дослідженнями встановлено, що зниження теплоємності і збільшення теплопровідності під час унесення меліорантів у вигляді піску та глини дозволяє значно збільшити тривалість періодів з оптимальними температурами. Торфові ґрунти інтенсивніше прогриваються на глибину внесення мінеральних добавок, що приводить до підвищення середньодобових, середньодекадних та середьомісячних температур (рис. 1).

Це пояснюється тим, що під час теплообміну між поверхневими та глибинними шарами абсолютна величина теплового потоку залежить переважно від теплопровідності та теплоємності ґрунту, тобто від тих властивостей, які піддаються змінам унаслідок унесення мінеральних добавок.

Із рисунків 1 і 2 видно, що внесення піску та глини забезпечують підвищення температури верхніх шарів ґрунту.

На контролі в вологій та холодній роки температура ґрунту коливалась у межах 15–25 °С у шарі 10 см спостерігалось лише в червні–серпні, тим часом під час унесення 400 т/га піску – із третьої декади травня по вересень – проникає на глибину більше ніж 20 см. Середньомісячні температури на глибині 20 см за умови

внесення 200 т/га піску підвищувалась на 0,4–2,1 °С, а за умови внесення 400 т/га – на 0,7–3,5 °С проти значень на контрольних варіантах без піску.

Залежно від норми та виду меліоранту прогрівання ґрунту проходить по-різному.

Чим вища норма добавки, тим краще і швидше прогриваються ґрунти. Особливо ця закономірність спостерігається під час унесенні піску. Вона в кінцевому підсумку позитивно впливає на продуктивність культур, які вирощуються.

Під дією мінеральних добавок різко збільшується сума позитивних температур, особливо у верхніх шарах ґрунту (рис. 3). Так, на глибині 20 см, де вносили 200–400 т/га піску, за період вегетації вона стала на 150–180 °С вища, ніж на контролі.

Мінеральні добавки значно підвищували мінімальну температуру на поверхні ґрунту і в міру збільшення їх норми знижували максимальні. Внаслідок цього зменшувалась амплітуда коливання (іноді – на 10–15 °С).

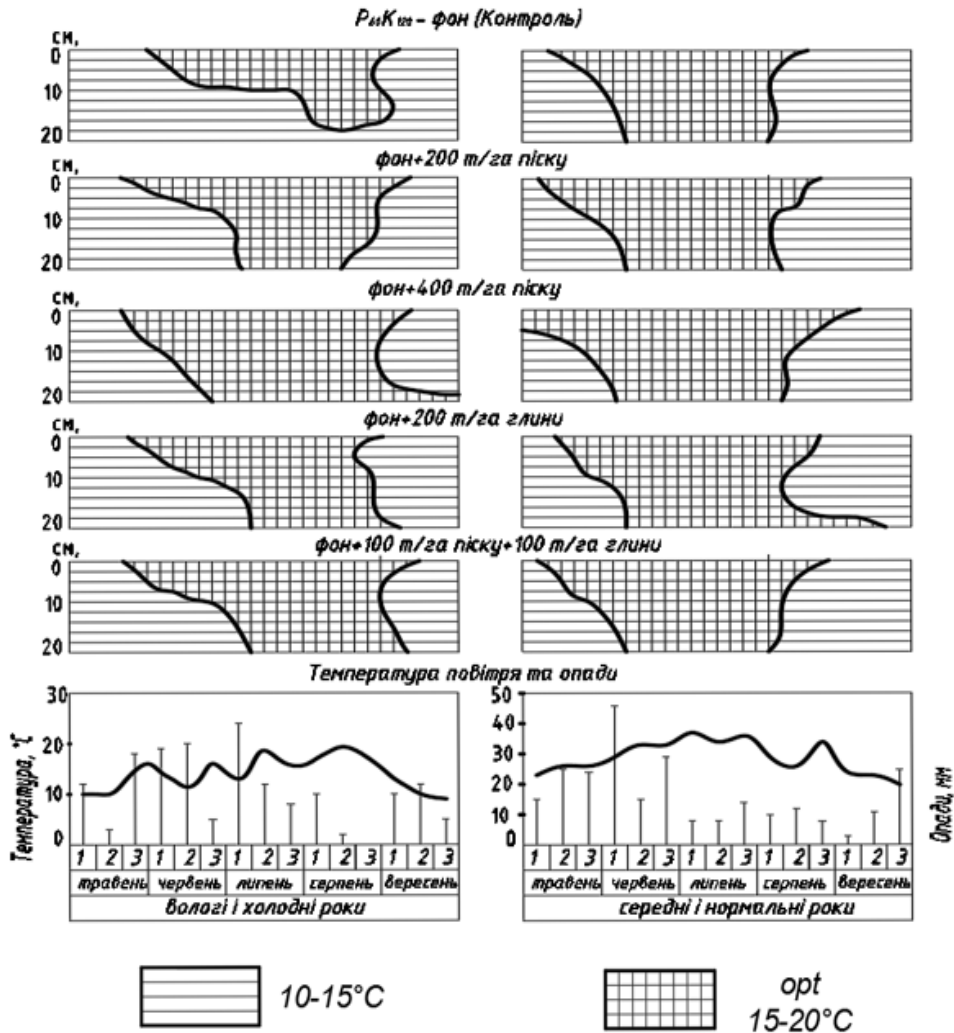


Рис. 1. Вплив мінеральних добавок на температурний режим торфових ґрунтів

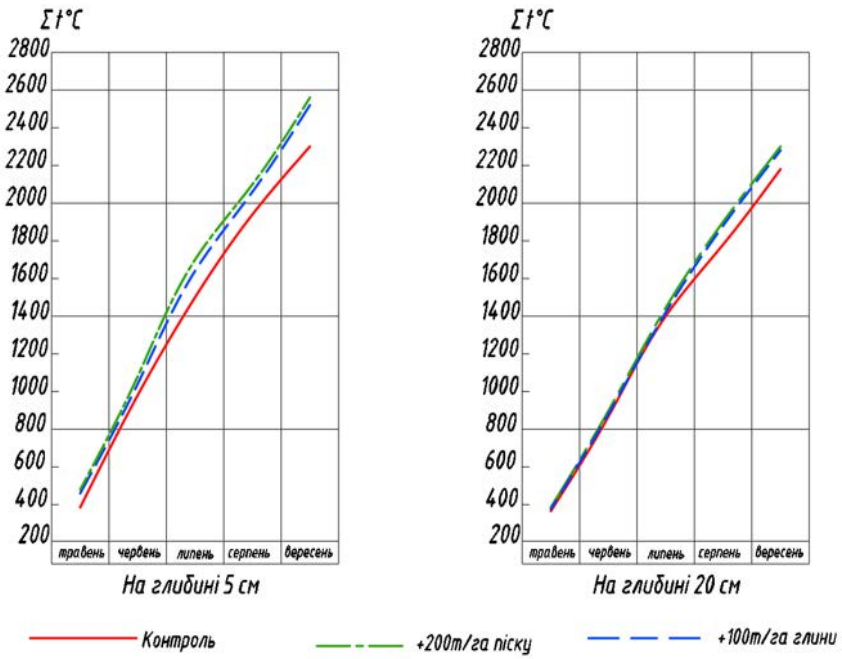


Рис. 2. Вплив мінеральних добавок на зміну інтегральної суми температур

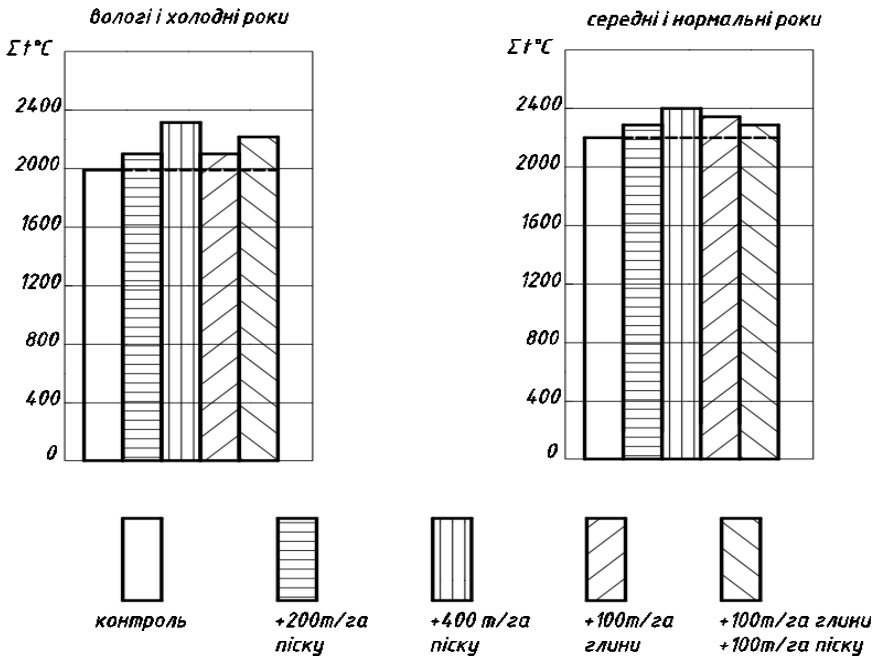


Рис. 3. Вплив мінеральних добавок на суму температур 0–20 см шару торфових ґрунтів за вегетаційний період

Амплітуда коливання температур на поверхні торфових ґрунтів між максимальною денною та мінімальною нічною в окремі дні становила 67,8 °С. За умови додавання 400 м³/га піску перепад був значно меншим (45 °С), ніж на контролі.

Установлено, що добові температури в літній період змінюються на глибині до 15 см. Водночас максимальна амплітуда коливання спостерігається на поверхні й різко зменшується із глибиною. На поверхні ґрунту максимум настає о 13–15 год., мінімум – о 5–7 год. Із глибиною час спостереження максимумів та мінімумів змінюється: на глибині 5 см – на 2–3 год., 10 см – на 6 год. Підвищується також температура повітря у приземному шарі і знижується негативна температура під час заморозків. Якщо в червні в холодні роки на контролі від’ємна температура на поверхні торфових ґрунтів становила 8 °С, то на ґрунтах з піском у нормі 400 м³/га – 1,1 °С. Як наслідок, повністю загинули сходи картоплі на контролі й майже не ушкодженими залишилися на ґрунтах із піском. Підвищення температури приземного шару покращує мікроклімат торфового масиву, знижує можливість негативної дії заморозків.

Водночас унесення мінеральних компонентів призводить до збільшення глибини промерзання торфових ґрунтів, інтенсивність якого зростає зі збільшенням норм меліорантів. ґрунти з піском промерзали глибше на 5–18 см і розмерзались на 8–12 днів раніше, ніж на контролі. Відмінність у промерзанні пояснюється меншою, порівняно з піском, теплопровідністю торфу. Тому в зимовий період глибина промерзання торфових ґрунтів менша, ніж мінеральних.

Висновки і пропозиції. Отже, проведені дослідження показують, що мінеральні добавки покращують теплові властивості й температурний режим осушених торфових ґрунтів, що зумовлюється збільшенням теплопровідності і зменшенням теплоємності ґрунту. Відбувається підвищення температури кореневмісного шару ґрунту і приземного шару повітря, скорочуються амплітуди добових коливань температури, мінімально знижується можливість прояву радіаційних заморозків. Отримані закономірності прямо залежать від норми мінерального компоненту і проявляються переважно під час унесення піску та в перші роки його дії. Внаслідок цього спостерігається позитивний вплив структурних меліорацій на температурний режим торфових ґрунтів, складаються сприятливі умови для отримання високих урожаїв культур, які вирощуються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Картографія ґрунтів : підручник / Д.Г. Тихоненко, В.В. Дехтярьов В. В., М. О. Горін та ін. ; за ред. Д.Г. Тихоненка. Харків : Майдан, 2014. 394 с.
2. Торфово-земельний ресурс Північно-Західного регіону України : монографія / С.Т. Вознюк, В.С. Мошинський, М.О. Клименко та ін. Рівне : НУВГП, 2017. 116 с.
3. Балюк С.А., Ромашенко М.І., Трускавецький Р.С. Проблеми екологічних ризиків та перспективи розвитку меліорації земель в Україні. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. 87. С. 5–10.
4. Ландін В.П., Проневич В.А., Коніщук В.В. та ін. Радіоекологічні аспекти використання торфоболотних ґрунтів. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 3. С. 12–20.
5. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство : підручник. Чернівці : Книги – ХХІ, 2008. 400 с.
6. Полянський С.В. Історія дослідження заболочених ґрунтів Волинської області. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. № 1104. Серія «Екологія». 2014. Вип. 10. С. 67–72.
7. Вознюк С.Т., Клименко Н.А., Фурман В.М. Эколого-экономическая эффективность мелиоративных систем Полесья УССР. *Роль меліорацій в природопользованні* : тез. докл. Всесоюзного совещания, г. Владивосток, 23–25 апреля 1990 г. Ч. 2. Владивосток, 1990. С. 52–54.

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 502.5

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.35>

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ СЕРЕДНЬОЇ ТЕЧІЇ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Шахман І.О. – к.геогр.н., доцент, доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка, ДВНЗ «Херсонський державний аграрно-економічний університет»

Міжнародні експерти Всесвітньої організації охорони здоров'я наголошують, що понад 60% захворювань у світі спричинені споживанням неякісної води. Вода на сьогодні є не тільки важливим, а й соціально значимим природним ресурсом. Тому в деклараціях Всесвітнього Водного Форуму (Гаага, 2000 р.) та Міжнародної конференції з питань прісної води (Бонн, 2001 р.) якість води визначається як основний критерій збалансованого розвитку суспільства, його екологічної безпеки та існування. Соціально-економічна політика України декларує одне із пріоритетних завдань – забезпечення громадян та галузей економіки якісною водою.

У статті висвітлено застосування методик комплексної оцінки якості води під час дослідження гідроекологічних проблем. Виконана екологічна оцінка якості води поверхневих вод середньої течії річки Південний Буг у межах Вінницької та Миколаївської областей за період спостереження 2019 року з використанням різних методик за гідрохімічними показниками, відповідно до чинних нормативів якості поверхневих водних ресурсів для питних, рибогосподарських, культурно-побутових та рекреаційних потреб. Аналіз концентрацій речовин за довжиною річки Південний Буг у межах Вінницької та Миколаївської областей демонструє низьку здатність річки до саморегуляції та самоочищення у 2019 році та доводить наявність суттєвого негативного техногенного впливу на систему хімічного складу води річки. Найчастіше спостерігалось перевищення значень нормативів якості вод водних об'єктів щодо нітритів, синтетичних поверхнево-активних речовин, амонія сольового, хімічного споживання кисню, що має руйнівний вплив на розвиток водних біоресурсів та аквакультури. Установлено, що використання середньої течії річки Південний Буг для рибного господарства, питних та культурно-побутових і рекреаційних потреб на сьогодні пов'язано з певними екологічними ризиками.

Ключові слова: якість води, екологічна оцінка, гідрохімічні показники, класифікація якості.

Shakhman I.O. Ecological water quality estimation of the middle course of the Southern Bug River by hydrochemical parameters

International experts from the World Health Organization say that more than 60% of diseases in the world are caused by the consumption of poor quality water. Today, water is not only an important but also a socially significant natural resource. Therefore, the declarations of the World Water Forum (The Hague, 2000) and the International Freshwater Conference (Bonn, 2001) define water quality as the main criterion for the balanced development of society, its environmental safety and existence. The socio-economic policy of Ukraine declares one of the priority tasks – providing citizens and economic sectors with quality water.

The article covers the application of complex methods of water quality estimation in the study of hydroecological problems. The ecological assessment of surface water quality of the middle course of the Southern Bug River within Vinnytsia and Mykolaiv regions was carried out for the observation period of 2019 using different methods for hydrochemical indicators in accordance with the current quality standards for surface water resources for drinking, fishery, cultural, and recreational needs. Analysis of concentrations of substances along the length of the Southern Bug River within Vinnytsia and Mykolaiv regions demonstrates the low ability of the river to self-regulation and self-purification in 2019 and proves the presence of a significant negative anthropogenic impact on the chemical composition of river water. Most often, the values of water quality standards for water bodies were exceeded for nitrites, synthetic surfactants, total ammonium, chemical oxygen demand, which has a devastating effect on the development of aquatic bioresources and aquaculture. It has been established that the use of the middle course of the Southern Bug River for fisheries, drinking, cultural, and recreational needs today is associated with certain environmental risks.

Key words: water quality, ecological estimation, hydrochemical indicators, classification of quality.

Постановка проблеми. Водні ресурси є особливим природним ресурсом стратегічного значення та національним багатством будь-якої держави. Наявні водні ресурси визначають тенденції розвитку майже всіх галузей економіки, водночас найбільше значення в господарській діяльності людини має прісна вода. Нерівномірність розподілу запасів прісних вод у просторі та в часі, посилене антропогенне навантаження й пов'язане із цим кількісне та якісне виснаження водних ресурсів, зумовили їх дефіцит у багатьох регіонах планети. Україна, яка недостатньо й найменше забезпечена водними ресурсами серед країн Європи, протягом багатьох десятиліть використовувала воду як господарський ресурс, що призвело до кількісної та якісної деградації поверхневих водних об'єктів. Проблема якості води розглядається як найголовніша соціальна й науково-технічна проблема сучасності. Вирішення її значною мірою залежить від дослідження стану водних ресурсів, рівня наукових знань про явища і процеси, котрі відбуваються в гідросфері, а також від ефективних заходів щодо раціонального використання й охорони природних вод [1, с. 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для успішного забезпечення всіх сфер життя й господарської діяльності людського суспільства необхідне впровадження державної водогосподарської політики на основі регулярного моніторингу стану водних об'єктів та систематичного проведення наукових досліджень поточного та майбутнього екологічного стану водних ресурсів.

Значний внесок у наукові дослідження природно-екологічного потенціалу водних об'єктів басейну р. Південний Буг належить ученим Інституту гідробіології НАН України – Афанасьєву С.О., Летицькій О.М., Білоус О.П. та Васильчуку Т.О. (Державна академія житлово-комунального господарства Міністерства з питань житлово-комунального господарства України). Науковці описали гідрохімічний режим та особливості структури біотичних угруповань руслової частини річки Південний Буг за період гідробіологічних досліджень 2010–2011 рр. та встановили екологічний статус об'єктів дослідження [2, с. 23].

Вагомі результати в оцінці антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг отримали у 2013 році українські вчені Магась Н.І. та Трохименко А.Г. Дослідники визначили основні проблеми маловодної Миколаївської області та ділянки басейну Південного Бугу з найбільшим антропогенним навантаженням [3, с. 48]. Оцінена якість води в річках басейну Південного Бугу за показником інтегрального екологічного індексу.

Оцінкою якості води верхньої та середньої ділянок р. Південний Буг у районі потужних питних водозаборів Вінницької області у 2015 році займалися фахівці інституту колоїдної хімії та хімії води ім. В. Думанського НАН України Єзловецька І.С., Шунков В.С. та Буланюк С.М. Науковці проаналізували еколого-гігієнічний стан водних ресурсів басейну річки за екологічними та гігієнічними критеріями [4, с. 22].

Дослідники систематично акцентують увагу на необхідності регулярної оцінки якості вод річок України, екологічного стану водних об'єктів, визначення можливості відновлення водних ресурсів [5, с. 103; 6, с. 117; 7, с. 123] на основі використання комплексних методик оцінки стану водних об'єктів в умовах антропогенного навантаження [8, с. 44; 9, с. 281; 10, с. 151].

Виконана екологічна оцінка якості води середньої течії річки Південний Буг за 2019 рік відповідно до нормативів якості поверхневих вод, призначених для різних водокористувачів.

Постановка завдання. Мета статті – проведення комплексної екологічної оцінки якості води середньої течії річки Південний Буг за період спостереження 2019 року за різними методиками визначення якості води поверхневих водних об'єктів відповідно до питних, рибогосподарських, культурно-побутових та рекреаційних нормативів.

Оцінка якості води за комплексними індексами передбачає розрахунок за всіма показниками якості вод або за їхніми частинами. Послідовність виконання оцінки складається із двох етапів: на першому етапі здійснюється розрахунок значення показника, а на другому до розрахованим значенням індексу й за шкалою якості дається словесна характеристика води [11, с. 71].

До I класу належать поверхневі води, на які найменше впливає антропогенне навантаження (гідрохімічні й гідробіологічні показники, близькі до природних значень для цього регіону). Води II класу характеризуються певними змінами проти природних, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги. III клас якості води притаманний водам, котрі перебувають під значним антропогенним навантаженням, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. До IV–VII класів якості належать води з порушеними екологічними показниками, а їхній екологічний стан оцінюється як екологічний регрес [11, с. 72].

Оцінка якості води за модифікованим індексом забруднення води виконується за шістьма показниками: біохімічне споживання кисню (BCK_5) та розчинений кисень (O_2) є обов'язковими, а інші чотири показники беруть із найбільшими відношеннями по ГДК з переліку: SO_4^{2-} , Cl^- , XCK , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , $Fe_{заг}^{2+}$, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , As^{3+} , нафтопродукти (НП), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) [11, с. 71].

Методика Гідрохімічного інституту (ГХІ) [11, с. 72; 12, с. 119] дозволяє отримати однозначну оцінку якості води і провести на її основі класифікацію води водного об'єкту за ступенем придатності для основних видів водокористування. Оцінка виконується на основі комбінаторного індексу забруднення та охоплює декілька етапів. Спочатку визначається характер забруднення за розміром умовного коефіцієнта комплексності; далі встановлюється рівень і клас якості води за розміром комбінаторного індексу забруднення; потім виділяється пріоритетні забруднюючі компоненти за кількістю і складом лімітуючих показників забруднення; заключним етапом проводиться диференційована оцінка лімітуючих забруднюючих речовин [11, с. 75; 12, с. 127; 13, с. 202].

Виклад основного матеріалу дослідження. Вихідною інформацією для оцінки якості водних ресурсів середньої течії річки Південний Буг у межах Вінницької та Миколаївської областей (у створах: р. Південний Буг – м. Хмільник (652 км від гирла); р. Південний Буг – м. Вінниця (582 км від гирла); р. Південний Буг – м. Вознесенськ (97 км від гирла)) є результати аналітичного контролю поверхневих вод Державного агентства вод за 2019 рік, котрі були систематизовані в таблиці середньорічних концентрацій забруднюючих речовин.

Виконана оцінка якості води за гідрохімічними показниками за індексом забруднення води (*ІЗВ*) відповідно до питних, рибогосподарських, культурно-побутових та рекреаційних нормативів. Приклад розрахунків відповідно до рибогосподарських норм, які найбільш жорстко встановлюють *ГДК* для більшості неорганічних та органічних речовин, наведені в таблиці 1.

Оцінка якості води за модифікованим індексом забруднення (*МІЗВ*) виконана відповідно до питних, рибогосподарських, культурно-побутових та рекреаційних нормативів для середньої течії річки Південний Буг, а приклад розрахунків за нормативами поверхневих вод, призначених для питних потреб, наведені в таблиці 2.

Таблиця 1

Комплексна оцінка якості води за індексом забруднення (*ІЗВ*) за рибогосподарськими нормативами за 2019 р.

№	Показник	<i>ГДК_i</i>	р. Південний Буг – м. Вінниця	
			<i>C_i</i>	<i>C_i/ГДК_i</i>
1	Розчинений кисень	>6,0	7,8	0,77
2	БСК ₅	3,0	5,1	1,70
3	Амоній іон	0,5	1,12	2,24
4	Нітрити	0,08	3,72	46,5
5	Нафтопродукти	0,05	0	0
6	Феноли	0,001	0	0
Σ				51,21
Клас якості				<i>ІЗВ</i> =8,54 VI клас (дуже брудна)

Таблиця 2

Оцінка якості води за модифікованим індексом забруднення (*ІЗВ*) за нормативами поверхневих вод, призначених для питних потреб за 2019 р.

№	Показник	<i>ГДК_i</i>	р. Південний Буг – м. Хмільник	
			<i>C_i</i>	<i>C_i/ГДК_i</i>
1	Розчинений кисень	≥4,0	8,1	0,49
2	БСК ₅	<4,0	5,8	1,45
3	ХСК	15	37,5	2,50
4	СПАР	0,5	4,6	9,20
5	Нітрити	0,5	3,80	7,60
6	Амоній	0,5	0,76	1,52
Σ				22,76
Клас якості				<i>ІЗВ</i> =3,79 IV клас (забруднена)

Наступним етапом дослідження було проведення оцінки якості води середньої течії річки Південний Буг та придатності цих вод для використання різними водокористувачами за методикою Гідрохімічного інституту, яка передбачає розрахунок комбінаторного індексу забруднення *KIЗ*. Результати розрахунків *KIЗ* і *ЛПЗ* та визначення класифікації якості наведені, наприклад, для створу р. Південний Буг – м. Вознесенськ у таблиці 3.

Таблиця 3

Оцінка якості води р. Південний Буг – м. Вознесенськ за комбінаторним індексом забруднення (*KIЗ*) за рибогосподарськими нормативами за 2019 р.

№ п/п	Показник	C_i	P_i	Бал	K_i	Бал	Загальний бал	Характеристика якості	<i>ЛПЗ</i>
1	БСК ₅	1,65	0,11	2	0,55	1	2	забруднена	0
2	Розчинений кисень	11,1	0,0	1	0,55	1	1	слабо забруднена	0
3	Завислі речовини	1,6	0,0	1	0,08	1	1	слабо забруднена	0
4	Іон амонію	1,04	0,25	2	2,10	2	4	брудна	0
5	Нітрит-іон	2,29	0,75	4	28,6	3	12	неприпустимо брудна	1
6	Нітрат-іон	3,30	0,0	1	0,08	1	1	слабо забруднена	0
7	Хлориди	58,3	0,0	1	0,19	1	1	слабо забруднена	0
8	Сульфати	108	0,75	4	1,08	1	4	брудна	0
9	СПАР	1,48	0,50	3	14,8	3	9	дуже брудна	0
10	ХСК	25,0	0,90	4	1,25	1	4	брудна	0
11	Фосфати	0,52	0,0	1	0,15	1	1	слабо забруднена	0
Σ							<i>KIЗ</i>=40		1
$n = 11; 1 \text{ ЛПЗ}; KIЗ = 40 = (40/11) n = 3,64 n$							клас IV а, дуже брудна		

Порівняльна характеристика індексів забруднення води (*IЗВ*), модифікованих індексів забруднення (*MIЗВ*) та комбінаторних індексів забруднення (*KIЗ*) для середньої течії річки Південний Буг за 2019 р. та екологічна оцінка якості води водного об'єкту наведена в таблиці 4.

Індекс забруднення води за період спостережень змінювався в межах 0,68–8,62, максимальна величина (*IЗВ* = 8,62) характерна для верхньої течії ділянки дослідження (р. Південний Буг – м. Хмільник).

Загалом, клас якості води змінювався від II (чиста) для нормативів культурно-побутового та рекреаційного призначення до IV класу (дуже брудна) для рибогосподарських нормативів. Використання модифікованого індексу забруднення показало, що якість води набагато гірша: кількісні показники змінюються від 2,00 (р. Південний Буг – м. Вінниця, м. Вознесенськ) до 16,6 (р. Південний Буг – м. Хмільник), а відповідний їм ступінь чистоти оцінюється як «чиста» (культурно-побутове та рекреаційне призначення) та «дуже брудна» (рибогосподарське призначення). Спостерігається незбіг результатів розрахунків за модифікованим та не модифікованим *IЗВ*, тому виконано подальше дослідження якості води за методикою Гідрохімічного інституту. Результати оцінки якості води середньої течії р. Південний Буг за комбінаторним індексом забруднення мають переважно

Таблиця 4

**Зведені результати оцінки якості води середньої течії
річки Південний Буг за різними методиками за нормативами
якості води поверхневих водних об'єктів за 2019 р.**

Пост	Якісна оцінка ступеня забруднення								
	ІЗВ			МІЗВ			КІЗ		
рибогосподарські нормативи									
р. Південний Буг – м. Хмільник (652 км від гирла)	8,62	IV	дуже брудна	16,6	VII	надзвичайно брудна	30	III	брудна
р. Південний Буг – м. Вінниця (582 км від гирла)	8,54	IV	дуже брудна	16,0	VII	надзвичайно брудна	30	III	брудна
р. Південний Буг – м. Вознесенськ (97 км від гирла)	7,48	IV	дуже брудна	14,0	VII	надзвичайно брудна	40	IV	дуже брудна
нормативи питних потреб									
р. Південний Буг – м. Хмільник (652 км від гирла)	1,84	III	помірно забруднена	3,79	IV	забруднена	36	III	брудна
р. Південний Буг – м. Вінниця (582 км від гирла)	1,91	III	помірно забруднена	4,00	IV	забруднена	35	III	брудна
р. Південний Буг – м. Вознесенськ (97 км від гирла)	1,66	III	помірно забруднена	3,00	IV	забруднена	29	III	брудна
нормативи культурно-побутового та рекреаційного призначення									
р. Південний Буг – м. Хмільник (652 км від гирла)	0,69	II	чиста	2,43	III	помірно забруднена	19	II	забруднена
р. Південний Буг – м. Вінниця (582 км від гирла)	0,79	II	чиста	2,00	III	помірно забруднена	27	III	брудна
р. Південний Буг – м. Вознесенськ (97 км від гирла)	0,68	II	чиста	2,00	III	помірно забруднена	28	III	брудна

III клас якості води, відповідно до якого річкова вода характеризується як «брудна» для всіх видів водокористувачів.

Аналіз концентрацій речовин за довжиною річки Південний Буг у межах Вінницької та Миколаївської областей демонструє низьку здатність річки до саморегуляції та самоочищення у 2019 році й доводить наявність суттєвого негативного техногенного впливу на систему хімічного складу води річки. Найчастіше спостерігалось перевищення значень нормативів якості вод водних об'єктів щодо нітритів, синтетичних поверхнево-активних речовин, амонію сольового, хімічного споживання кисню, що має руйнівний вплив на розвиток водних біоресурсів та аквакультури.

Зведені результати екологічної оцінки якості води річки Південний Буг за гідрохімічними показниками демонструють неможливість використання середньої течії річки для рибного господарства, питних та культурно-побутових і рекреаційних потреб.

Висновки і пропозиції. Проведена екологічна оцінка якості води за індексами забруднення, модифікованими індексами забруднення води не є достатньою для обґрунтованого певного висновку щодо придатності поверхневих вод середньої течії річки Південний Буг для використання. Визначення якості води за методикою Гідрохімічного інституту (за комбінаторними індексами забруднення) дозволяє врахувати ефект сумачії шкідливих речовин, підвищити достовірність результатів дослідження та стверджувати з певною вірогідністю, що віднесення середньої частини басейну Південного Бугу до водного об'єкту рибогосподарського, питного та культурно-побутового призначення на сьогодні пов'язано з певними екологічними ризиками. Надалі передбачається дослідження якості річкової води за комплексними показниками екологічного стану.

У процесі інтеграції України до Європейського Економічного Співробітництва (ЄЕС) і Світової організації торгівлі (СОТ) необхідно сформулювати та реалізувати національну стратегію сталого розвитку, збалансовану політику зменшення негативного антропогенного впливу господарської діяльності на природне довкілля загалом та на водні ресурси зокрема.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лемківський С.С., Падун М.М. Раціональне використання і охорона водних ресурсів : підручник. Київ : Либідь, 2006. 280 с.
2. Афанасьєв С.О., Васильчук Т.О., Летицька О.М., Білоус О.П. Оцінка екологічного стану річки Південний Буг у відповідності до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС. Київ : ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2012. 29 с.
3. Магась Н.І., Трохименко А.Г. Оцінка сучасного антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг. *Екологічна безпека*. 2013. № 2(16). С. 48–52.
4. Єзловецька І.С., Шунков В.С., Буланюк С.М. Оцінка якості води Південного Бугу в місцях потужних питних водозаборів Вінницької області. *Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті*. 2015. № 2(17). С. 22–39.
5. Shakhman I.A., Bystriantseva A.N. Assessment of Ecological State and Ecological Reliability of the Lower Section of the Ingulets River. *Hydrobiological Journal. USA*. 2017. Vol. 53/issue 5. P. 103–109.
6. Шахман І.О. Оцінка екологічного стану та екологічної надійності пониззя річки Дніпро. *Екологічні науки*. 2019. №1(24). Т. 1. С. 117–120.
7. Шахман І.О., Лобода Н.С. Оцінка якості води у створі р. Інгулець – м. Снігурівка за гідрохімічними показниками. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. № 17. С. 123–136.
8. Пічура В.І., Шахман І.О., Бистрянцева А.М. Просторо-часова закономірність формування якості води в річці Дніпро. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10, № 1–2. С. 44–57.
9. Iryna Shakhman, Anastasiia Bystriantseva Environmental approach to assessment of the response of hydroecosystems to anthropogenic load. New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. 7th ed. Riga, Latvia: "Baltija Publishing". 2019. P. 281–301.
10. Kobets, V., Bystriantseva, A., Shakhman, I. GIS Based Model of Quotas Regulation and its Impact on the Extraction of Ecosystems' Natural Resources and Social Welfare. *ICTERI*, 2105, 2018. P. 151–166.
11. Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.
12. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Колесникова Т.Х. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. *Гидрохимические материалы*. 1983. Т. LXXXVIII. С. 119–129.
13. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : Ніка-Центр, 2001. 262 с.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Аверчев О.В.	104	Любич В.В.	68
Алі Шахід.	92	Макуха О.В.	75
Бабич О.А.	233	Мельник А.В.	85
Баган А.В.	3	Мельник Т.І.	92
Балабанова І.О.	148	Мирошниченко М.С.	140
Балашова Г.С.	10	Мілантьєва Т.С.	114
Боженко А.І.	17	Мороз О.С.	253
Бомко В.С.	193	Мостіпан М.І.	55
Борисенко В.В.	28	Накльока Ю.І.	28
Войтовська В.І.	68	Непран І.В.	98
Гарбар Л.А.	49	Новак А.В.	28
Герасько Т.В.	35	Осадча Ю.В.	226
Горбатюк Е.М.	49	Осінній О.А.	104
Григоренко В.Л.	153	Осіпенко О.П.	200
Єремєєва О.А.	68	Панкєєв С.П.	207
Єременко О.А.	35, 41	Патика М.В.	114
Єщенко В.О.	135	Патика Т.І.	114
Зубова Л.Г.	240	Піковський М.Й.	114
Зубов О.Р.	240	Покопцева Л.А.	35
Іванова І.Є.	35	Політрава Л.А.	148
Каленська С.М.	49	Прилішко Т.М.	214
Калинка А.К.	164	Прилішко Т.Н.	220
Капінос М.В.	41	Романова Т.А.	98
Карнаух О.Б.	28, 135	Романько А.Ю.	85
Кисельова С.О.	200	Романько Ю.О.	85
Коваль Г.В.	28	Сахацький М.І.	226
Ковальов М.М.	55	Саюк О.А.	121
Коваль Т.В.	214	Сизенко О.Є.	17
Колесніченко О.В.	114	Солодка Т.М.	253
Колосок В.Г.	92	Сухоручко Т.О.	181
Кондратюк В.М.	174	Трояченко Р.М.	121
Котова О.І.	10	Уваренко К.Ю.	128
Котов Б.С.	10	Усик С.В.	28, 135
Крамаренко С.С.	181	Фаустов Р.В.	200
Крамаренко О.С.	181	Фурман В.М.	253
Кропивка Ю.Г.	193	Цвей Я.П.	140
Кучмістов В.О.	226	Шакалій С.М.	3
Лавренко Н.М.	62	Шахман І.О.	260
Лавренко С.О.	62, 104	Шулько О.П.	220
Лесик О.Б.	164	Юзюк О.О.	10
Литвинова О.М.	98	Юзюк С.М.	10
Лихач А.В.	200	Юрченко С.О.	3
Лихач В.Я.	200	Яворський В.О.	207
Лиховид П.В.	62		

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Баган А.В., Юрченко С.О., Шакалій С.М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту <i>Foliar Concentrate</i>	3
Балашова Г.С., Котов Б.С., Котова О.І., Юзюк С.М., Юзюк О.О. Насіннева продуктивність сортів картоплі різних груп стиглості за літнього садіння свіжезібраними бульбами в умовах Південного Степу України	10
Боженко А.І., Сизенко О.С. Відбір, оцінка і створення вихідного матеріалу конюшини лучної (<i>Trifolium pratense L.</i>) в умовах Північного Лісостепу України.....	17
Борисенко В.В., Карнаух О.Б., Накльока Ю.І., Новак А.В., Усик С.В., Коваль Г.В. Вплив висоти рослин і діаметру кошиків на продуктивність соняшника залежно від густоти посіву та ширини міжрядь	28
Герасько Т.В., Єременко О.А., Іванова І.Є., Покопцева Л.А. Показники продуктивності черешні за сумісного вирощування з лікарськими рослинами	35
Єременко О.А., Капінос М.В. Вплив передпосівної обробки насіння на продуктивність сортів гороху посівного в умовах Південного Степу України	41
Каленська С.М., Гарбар Л.А., Горбатюк Е.М. Роль регламентів сівби у формуванні фітометричних показників соняшнику	49
Ковальов М.М., Мостіпан М.І. Формування урожайності екзотичних видів гливи звичайної під впливом ЕМ препаратів	55
Лиховид П.В., Лавренко С.О., Лавренко Н.М. Ефективність методів статистичного аналізу даних у прогнозуванні врожаїв пшениці озимої на регіональному рівні за даними супутникового моніторингу	62
Любич В.В., Войтовська В.І., Єремєєва О.А. Формування продуктивності вівса посівного та голозерного залежно від сорту й норми висіву	68
Makukha O.V. Fennel (<i>Foeniculum vulgare Mill.</i>) yield prediction using a regression model	75
Мельник А.В., Романько Ю.О., Романько А.Ю. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої.....	85
Мельник Т.І., Алі Шахід, Колосок В.Г. Якість насіння гірчиці білої залежно від сорту та норм висіву в умовах північно-східного Лісостепу України.....	92
Непран І.В., Романова Т.А., Литвинова О.М. Отримання повноцінної та екологічно безпечної продукції нуту	98
Осінній О.А., Аверчев О.В., Лавренко С.О. Вплив технологічних прийомів вирощування рису на врожайність зерна при краплинному зрошенні в умовах Південного Степу України	104
Піковський М.Й., Патица Т.І., Колесніченко О.В., Мілантьєва Т.С., Патица М.В. Вплив збудника сірої гнилі <i>Botrytis cinerea Pers.</i> на фотосинтетичний апарат рослин пеларгонії зональної	114
Саюк О.А., Трояченко Р.М. Захист картоплі від хвороб та шкідників за використання протруйників.....	121

Уваренко К.Ю. Вплив ущільнення чорнозему типового важкосуглинкового на біометричні показники та продуктивність інтенсивного та напівінтенсивного сортів ячменю ярого	128
Usyk S.V., Yeshchenko V.O., Karnauh O.B. The influence of different preceding crops of spring barley on spring reserves of available moisture when grown in short-term crop rotations.....	135
Цвей Я.П., Мирошниченко М.С. Вплив системи no-till обробітку ґрунту на формування родючості чорнозему типового слабосолонцюватого в посівах озимої пшениці та кукурудзи на зерно.....	140
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	148
Балабанова І.О., Політрава Л.А. Особливості технології виробництва і переробки молока в умовах Товариства з обмеженою відповідальністю «Торговий Дім» Долинське» Чаплинського району Херсонської області	148
Григоренко В.Л. Станок для двофазної технології вирощування свиней за комбінованого типу годівлі СП-4ФК	153
Калинка А.К., Лесик О.Б. Математичне моделювання процесу інтенсивного вирощування бугайців за використання різних мінеральних добавок у годівлі в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини.....	164
Кондратюк В.М. Ефективність вирощування цьоголітків райдужної форелі за різних рівнів енергії у комбікормах.....	174
Крамаренко О.С., Сухоручко Т.О., Крамаренко С.С. Поліморфізм та асоціація STR-локусів з ознаками росту телиць південної м'ясної породи.....	181
Кропивка Ю.Г., Бомко В.С. Перетравність кормів та обмін нітрогену у високопродуктивних корів в перший період лактації за згодовування змішанолігандних комплексів цинку, мангану та кобальту	193
Осіпенко О.П., Лихач В.Я., Лихач А.В., Фаустов Р.В., Кисельова С.О. Вплив рідкої та сухої форми фітобіотиків на інтенсивність росту поросят у період відлучення.....	200
Панкєєв С.П., Яворський В.О. Перспективи органічного виробництва яловичини з використанням південної м'ясної породи.....	207
Приліпко Т.М., Коваль Т.В. Моделювання процесу теплопередачі та масообміну обробки м'ясних паштетів за нагріву в тарі.....	214
Prylipko T.N., Shulko O.P. The influence of optimal diet recipes including complex drug Devivit-Selenium on production traits in young simmental cattle under the conditions of the Carpathian region of Bukovina.....	220
Сахацький М.І., Осадча Ю.В., Кучмістов В.О. Продуктивність несучок промислового стада за утримання у клітках шести і дванадцятирусних батарей	226
МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ	233
Бабич О.А. Вміст важких металів і мікроелементів у ґрунтах кінцевої точки Південно-Бузької зрошувальної системи.....	233
Зубов О.Р., Зубова Л.Г. Визначення параметрів систем лісових смуг та оцінювання їх стану з використанням сервісу Google Earth (на прикладі Голопристанського району Херсонської області України).....	240

Фурман В.М., Солodka Т.М., Мороз О.С. Особливості формування температурного режиму осушуваних торфових ґрунтів під час структурних меліорацій.....	253
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА	260
Шахман І.О. Екологічна оцінка якості води середньої течії річки Південий Буг за гідрохімічними показниками	260

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING	3
Bahan A.V., Yurchenko S.O., Shakaliy S.M. Formation of seed sowing qualities of legumes depending on growth stimulator Foliar Concentrate.....	3
Balashova G.S., Kotov B.S., Kotova O.I., Yuziuk S.M., Yuziuk O.O. Seed productivity of potato varieties of different ripeness groups in summer planting of freshly harvested tubers under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine	10
Bozhenko A.I., Syzenko O.Ye. Selection, assessment and creation of source material of meadow clover (<i>Trifolium pratense</i> L.) under the conditions of the Northern Forest-steppe of Ukraine	17
Borysenko V.V., Karnauh O.B., Nakleka Yu.I., Novak A.V., Usik S.V., Koval G.V. The influence of plant height and diameter of inflorescences on sunflower productivity depending on sowing density and row spacing	28
Gerasko T.V., Yeremenko O.A., Ivanova I.Ye., Pokoptseva L.A. Productivity indices of sweet cherry trees under intercropping with medicinal plants	35
Yeremenko O.A., Kapinos M.V. The influence of presowing seed treatment on the productivity of varieties of peas in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....	41
Kalenska S.M., Gorbatyuk E.M., Garbar L.A. The role of sowing parameters in sunflower phytometric indicators formation.....	49
Kovalov M.M., Mostipan M.I. Formation of productivity of exotic species of oyster mushroom under the impact of EM solutions.....	55
Lykhovyd P.V., Lavrenko S.O., Lavrenko N.M. Efficiency of the methods of statistical data analysis in forecasting winter wheat yields on the regional scale using the remote sensing data	62
Liubych V.V., Voitovska V.I., Yeremeieva O.A. Formation of oat and hullless oat productivity depending on variety and seeding rates	68
Makukha O.V. Fennel (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) yield prediction using a regression model	75
Melnyk A.V., Romanko Yu.O., Romanko A.Yu. Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties.....	85
Melnyk T.I., Ali Shahid, Kolosok V.G. The quality of white mustard seeds according to the variety and seeding rates under the conditions of the Northeastern Forest-steppe of Ukraine.....	92
Nepran I.V., Romanova T.A., Litvinova O.M. Getting full-value and ecologically safe chickpea products.....	98
Osinnii O.A., Averchev O.V., Lavrenko S.O. The influence of technological methods of rice growing on grain yield under drop irrigation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine	104
Pikovskiy M.Y., Patyka T.I., Kolesnichenko O.V., Milantieva T.S., Patyka M.V. Influence pathogen gray mold <i>Botrytis cinerea</i> Pers. on plant photosynthetic apparatus zonal pelargonium.....	114
Saiuk O.A., Troiachenko R.M. Application of disinfectants in the potato protection from diseases and pests.....	121
Uvarenko K.Yu. The influence of compaction of typical heavy loam chernozem on biometric indicators and productivity of intensive and semi-intensive varieties of spring barley	128

Usyk S.V., Yeshchenko V.O., Karnauh O.B. The influence of different preceding crops of spring barley on spring reserves of available moisture when grown in short-term crop rotations.....	135
Tsvei Ya.P., Myroshnychenko M.S. Effect of no-till tillage system on the formation of weakly alkaline chernozem fertility in winter wheat and maize crops.....	140
ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS	148
Balabanova I.O., Politrava L.A. Features of technology of milk production and processing under the conditions of Dolynske Trading House Ltd in Chaplynskyi district, Kherson region	148
Grigorenko V.L. Stall SP-4FS for a two-phase technology of pig breeding under a combined type of feeding	153
Kalinka A.K., Lesik O.B. Mathematical modeling of the process of intensive rearing of calves when using various mineral additives in feeding in the foothill zone of the Carpathian region of Bukovina	164
Kondratiuk V.M. Efficiency of raising rainbow trout fingerlings at different energy levels in feeds	174
Kramarenko A.S., Sukhoruchko T.O., Kramarenko S.S. Polymorphism and association of STR loci with growth traits in heifers of the Southern beef cattle.....	181
Kropyvka Y.G., Bomko V.S. Digestibility of fodder and Nitrogen metabolism in highly productive cows in the first lactation period when fed mixed ligand complexes of Zinc, Manganese and Cobalt.....	193
Osipenko O.P., Lykhach V.Ya., Lykhach A.V., Faustov R.V., Kiselova S.O. The influence of liquid and dry forms of phytobiotics on growth intensity of piglets during weaning.....	200
Pankeiev S.P., Yavorskyi V.O. Prospects for organic beef production using the Southern beef breed	207
Prylipko T.M., Koval T.V. Modeling of heat transfer and mass transfer process of meat paste processing when heating in containers	214
Prylipko T.N., Shulko O.P. The influence of optimal diet recipes including complex drug Devivit-Selenium on production traits in young simmental cattle under the conditions of the Carpathian region of Bukovina.....	220
Sakhatsky M.I., Osadcha Yu.V., Kuchmistov V.O. Productivity of laying hens of an industrial herd kept in cages of six and twelve-tiered batteries.....	226
MELIORATION AND SOIL FERTILITY	233
Babych O.A. Content of heavy metals and microelements in the soil at the end point of the South Bug irrigation system	233
Zubov O.P., Zubova L.G. Determination of the parameters of systems of forest shelterbelts and evaluation of their condition using the Google Earth Service (by the example of the Hola Prystan district of the Kherson region of Ukraine).....	240
Furman V.M., Solodka T.M., Moroz O.S. Features of forming the temperature regime of the drained peat soils under structural amelioration.....	253
ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE	260
Shakhman I.O. Ecological water quality estimation of the middle course of the Southern Bug River by hydrochemical parameters	260

НОТАТКИ

Таврійський науковий вісник

Випуск 113

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 30.06.2020 р.

Формат 70x100/8. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 31,85.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73021, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
Телефони: +38 (0552) 39-95-80, +38 (095) 934-48-28, +38 (097) 723-06-08
E-mail: mailbox@helvetica.com.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.