

**Зміст електронного журналу**  
**«Наукові доповіді НУБіП України»**

**№ 3 (67) (Червень), 2017**

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України  
протокол № 10 від 27 квітня 2017 р.**

**Біологія, біотехнологія, екологія**

- 1. Мельник М. А., Дубова О. В., Лях В. О. ДИНАМІКА ВМІСТУ КРОХМАЛЮ У ЩЕПЛЕНОГО ТА НЕ ЩЕПЛЕНОГО МАТЕРІАЛУ ГРУНТОПОКРИВНИХ ТРОЯНД У ПЕРІОД ПІДГОТОВКИ ДО ЗИМІВЛІ**
- 2. Zelya G. V., Oliynyk T. M., Kyryk M. M. THE CHOICE OF WART VARIETIES WITH COMPLEX RESISTANCE TO WART AND NEMATODES IN WESTERN REGION OF UKRAINE AND DISTINGUISHING SOURCES OF RESISTANCE**
- 3. Пічура В. І., Безніцька Н. В. ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРОХІМІЧНОГО СТАНУ ГРУНТІВ У ЗОНІ СУХОГО СТЕПУ**
- 4. Савчук М. В., Стародуб М. Ф. ВПЛИВ NЬ-ВМІСТНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ САПОНІТУ НА ІНДУКЦІЮ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ ХЛОРОФІЛУ У ЛИСТКАХ КУКУРУДЗИ**
- 5. Гойванович Н. К., Антоняк Г. Л. ВПЛИВ БІОМАСИ *RHAFRIA RHODOZYMA* Й АНТИОКСИДАНТІВ НА ЕНЗИМИ СИСТЕМИ ГЛУТАТІОНУ У ТКАНИНАХ БІЛИХ ЩУРІВ ЗА ДІЇ АФЛАТОКСИНУ В1**
- 6. Стародубцев В. М., Власенко І. С., Комарчук Д. С. ВПЛИВ ПРОСТОРОВОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ АГРОЛАНДШАФТІВ НА ЇХ ПРОДУКТИВНІСТЬ**
- 7. Воробей Є. С., Воронкова О. С., Вінніков А. І. ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ БАКТЕРІОФАГІВ НА ПРОЦЕС БІОПЛІВКОУТВОРЕННЯ ШТАМІВ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS***

## Агрономія

8. **Оменюк В. Я., Антоненко О. Ф.** РОЗВИТОК ФУЗАРІОЗУ ПОЧАТКІВ КУКУРУДЗИ НА ГІБРИДАХ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ТА ЙОГО ШКІДЛИВІСТЬ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ
9. **Сєвідов В. П.** ВПЛИВ ГУСТОТИ РОСЛИН НА РІСТ І УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДУ ОГІРКА КІБРІЯ F1
10. **Герасименко Л. А., Федорук Ю. В.** ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ СОРГО ЦУКРОВОГО
11. **Макух Я. П., Ременюк С. О., Мошківська С. В.** КОНТРОЛЮВАННЯ БУР'ЯНІВ МЕХАНІЧНИМ СПОСОБОМ У АГРОФІТОЦЕНОЗАХ МІСКАНТУСУ ГІГАНСЬКОГО
12. **Куц О. В., Парамонова Т. В., Мозговский О. Ф., Михайлин В. І.** ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАПУСТИ ГОЛОВЧАСТОЇ
13. **Корнієнко С. І., Новікова А. В.** ВРОЖАЙНІСТЬ ЦИБУЛІ ОЗИМОЇ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ІЗ СІЯНКИ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ САДІННЯ ТА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ
14. **Коровко І. І.** ВПЛИВ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ АКТИВНІСТЬ РОСЛИН ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ
15. **Kalytka V., Klipakova Yu.** OXIDATIVE STRESS AND SEED GERMINATION OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)
16. **Волощук М. Д., Книгніцька Л. П.** АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ
17. **Польовий В. М., Кулик С. М.** ТРИВАЛА ДИНАМІКА КИСЛОТНОСТІ І ПРОДУКТИВНОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ЗВ'ЯЗНО-ПІЩАНОГО ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ ВНЕСЕНОГО ВАПНА В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

## Технологія переробки продукції тваринництва

18. **Грищенко С. М.** ЕТОЛОГІЯ СВИНЕЙ ЗА РІЗНИХ УМОВ УТРИМАННЯ

**Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва**

19. . Кондрасій Л. А, Якубчак О. М., Малюк М. О. Каплуненко В. Г.  
ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТУ НА ОСНОВІ ЦИТРАТІВ Zn ТА Ge З  
МЕТОЮ ПОЛІПШЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОЛОКА-СИРОВИНИ  
КОРІВ
20. Новгородова О. Ю., Ушкалов В. О., Мазур Т. В. ОСОБЛИВОСТІ  
ЕПІДЕМІЧНОЇ ТА ЕПІЗООТИЧНОЇ СИТУАЦІЇ ЩОДО *PSEUDOMONAS*  
*AERUGINOSA*
21. Маринюк М. О., Якимчук О. М., Цвіліховський М. І. ФОРМУВАННЯ  
КОЛОСТРАЛЬНОГО ІМУНІТЕТУ У НОВОНАРОДЖЕНИХ ТЕЛЯТ ЗА  
ЛПСОМНОЇ КОРЕКЦІЇ ЛПІДНОГО СКЛАДУ ПЛАЗМОЛЕМИ  
ЕНТЕРОЦИТІВ
22. Вишневський С. Г., Цвіліховський М. І. ЩОДО ПИТАНЬ  
ПРОФІЛАКТИКИ СЕЧОКИСЛОГО ДІАТЕЗУ В ІНДИЧАТ  
**Лісове і садово-паркове господарство**
23. Лещенко О. Ю., Колесніченко О. В., Швець І. В., Новаченко Н. В.  
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПЛИВУ БІОПРЕПАРАТІВ НА ПРОРОСТАННЯ І  
СХОЖІСТЬ ЗЕРНІВОК *FESTUCA RUBRA* L. ТА *AGROSTIS TENUIS* SIBTH.

УДК: 582.734.4:581.165.73

**ДИНАМІКА ВМІСТУ КРОХМАЛЮ У ЩЕПЛЕНОГО ТА НЕ  
ЩЕПЛЕНОГО МАТЕРІАЛУ ГРУНТОПОКРИВНИХ  
ТРОЯНД У ПЕРІОД ПІДГОТОВКИ ДО ЗИМІВЛІ**

**М. А. МЕЛЬНИК**, аспірант\*,

**О. В. ДУБОВА**, кандидат біологічних наук, доцент,

**В. О. ЛЯХ**, доктор біологічних наук, професор

*Запорізький національний університет*

*E-mail: melnik.zp@gmail.com*

***Анотація.** Вивчена динаміка накопичення крохмалю у разі переходу від вегетації до періоду спокою у ґрунтопокривних троянд, щеплених на *Centifolia*, та ґрунтопокривних троянд на власному корінні. Було встановлено, що вміст крохмалю в однорічних пагонах трьох сортів троянд значно знижувався з серпня-вересня по жовтень-листопад. Однак, гідроліз крохмалю в матеріалі, щепленому на *Centifolia*, був більш інтенсивним, ніж у ґрунтопокривних троянд на власному корінні.*

***Ключові слова:** ґрунтопокривні троянди, *Centifolia*, накопичення крохмалю, щеплений і не щеплений матеріал, підщеп*

Штамбові троянди широко використовуються для озеленення. Це в прямому сенсі слова рукотворна група. Ці рослини були створені спеціально для невеликих присадибних ділянок та для багатоярусного вирощування, тому вони коштують набагато дорожче інших форм [1].

Для створення штамбових троянд використовують щеплення бруньок різних груп, які характеризуються безперервним цвітінням. «Трояндові деревця» дуже ефектні. Щоб отримати таке деревце, чайно-гібридні, виткі або ґрунтопокривні троянди зазвичай прищеплюють окуліруванням на пагін шипшини на висоті 1-1,7 м. Створюють і штамбові форми мініатюрних троянд висотою близько 0,5 м [2-3].

Більшість груп садових троянд є чутливими до знижених температур і не завжди витримують зимові умови. Вважають, що їх щеплення на стійкі види

---

\*Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор В.О. Лях,

троянд може сприяти як збільшенню їх зимостійкості, так і покращенню декоративного вигляду. У плодкових рослин наявні відомості про вплив підщеп на різні характеристики щепленого матеріалу. Так, встановлено, що тип підщепи не впливає на вміст хлорофілів у листках, але сприяє накопиченню в них вуглеводів [4]. Відомо також про вплив підщеп на морозостійкість щепленого матеріалу плодкових культур [5].

Для діагностики зимо- та морозостійкості деревних рослин використовують кількісне визначення крохмалю в різних тканинах. Між тим відомо, що гідроліз крохмалю у більш зимостійких деревних та чагарникових рослин відбувається раніше, ніж у не зимостійких [6].

Під час вивчення динаміки накопичення крохмалю у разі переходу від вегетації до періоду спокою у рослин троянд різних видів та груп нами встановлено, що цей показник суттєво змінюється у період підготовки до зимівлі. Однак ступінь цих змін різна. У стійких до низьких температур троянд вміст крохмалю знижується сильніше, ніж у не стійких [7, 8].

Група ґрунтопокривних троянд має виняткову декоративність, оскільки і квітки, плоди і листя цих рослин справляють дивовижне враження, відмінно вписуючись в ландшафт. Крім того, ґрунтопокривні троянди мають дуже рясне цвітіння. Відзначають також відносно велику стійкість цієї групи до морозів. Значна частина представників ґрунтопокривних троянд добре зимує безпосередньо під сніговим покривом, деяким сортам потрібно всього лише невелике укриття. Однак і ця група рослин в окремі роки не витримує тривалих знижених температур [2].

Як уже відзначалось, на даний момент широко практикується культивування штамбових троянд, щеплених на шипшину. Однак у якості підщепи можуть бути використані й інші стійкі види троянд, зокрема центифольна. Вплив даної підщепи на здатність до перезимівлі штамбових троянд досі не вивчався.

**Мета дослідження** – вивчення динаміки накопичення крохмалю під час переходу рослин від вегетації до періоду спокою у пагонах ґрунтопокривних троянд, щеплених на центифольну троянду, та на власному корінні.

**Матеріали і методи дослідження.** Для дослідження нами були використані однорічні пагони ґрунтопокривних троянд сортів Red Fairy, Swanу та Rosenberg, щеплених на центифольну троянду, а також пагони не щепленого матеріалу ґрунтопокривних троянд цих же сортів та центифольної троянди з квітками рожевого кольору.

Вегетативне розмноження ґрунтопокривних троянд проводили щепленням вічком на однорічні пагони центифольної троянди у 2011 році за загальноприйнятими методиками [1].

Сорт Red Fairy (Ред Фейрі). Квіти червоні, 25-30 пелюсток, приблизно 2-3 см в діаметрі, у великих китицях, зазвичай без запаху. Рясне тривале цвітіння впродовж всього сезону. Листя дрібне блискуче, стійке до захворювань. Висота дорослої рослини 45-75 см.

Сорт Swanу (Свані). Країна походження – Франція. Квітки повні, розеткоподібні, чистого білого кольору, іноді з ніжно-рожевими тонами. Розпускаються у великих суцвіттях по 5-15 шт. на досить довгих пагонах. Кущ низькорослий, розкидистий із густими, блискучими, темно-зеленими листками. Сорт характеризується невибагливістю у догляді і досить доброю зимостійкістю [9].

Сорт Rosenberg (Розенберг). Квітки ніжно-рожеві, махрові, великі, 10-15 см у діаметрі, чашоподібні, без запаху. Кущ гіллястий, 60-100 см. Листя темно зелене, блискуче. Ці троянди відносять до низьких чагарникових троянд.

Центифольні троянди (Centifolia). Інколи їх називають чайними та стопелюстковими, а також трояндою-капустою. Уперше вони з'явилися в Голландії в XVI столітті. Припускають, що ці троянди походять від схрещування *R. canina*, *R. gallica* і *R. moschata*. Є кілька цікавих гібридів білих центифольних троянд, але більш популярними є гібриди рожевого кольору, такі

як Rose des Peintres і Fantin Latour. Більшість сортів було виведено у Франції [2].

У таблиці 1 наведено температурні умови, які мали місце із серпня до жовтня під час підготовки троянд до зимівлі у період проведення експерименту.

**1. Середньомісячна температура повітря під час переходу рослин від вегетації до періоду спокою у 2012 – 2013 рр., °С**

Місяць	2012	2013
Серпень	23,3	23,4
Вересень	17,5	14,1
Жовтень	12,9	8,2
Листопад	5	5,9

Кількість крохмалю в однорічних пагонах ґрунтопокривних троянд визначали за допомогою реакції з йодом у розчині йодистого калію [10]. Визначення кількості крохмалю проводили з вересня до листопада 2012 року та із серпня до жовтня 2013 року у 4-разовій повторюваності.

Ступінь змінення вмісту крохмалю у період підготовки до зимівлі 2012 – 2013 рр. визначали за формулою:

$$C = A - B/A \times 100,$$

де А – вміст крохмалю у вересні 2013 року або жовтні 2012 року, В – вміст крохмалю у жовтні 2013 року або листопаді 2012 року.

Статистичну обробку даних проводили згідно загальноприйнятих методик [11].

**Результати дослідження та їх обговорення.** У нашій роботі ми оцінювали ступінь зміни кількості крохмалю у рослин ґрунтопокривних троянд сортів Red Fairy, Swanу та Rosenberg, щеплених на центифольну троянду, та рослин ґрунтопокривних троянд тих самих сортів, які мають власне коріння. В якості підщепи була використана центифольна троянда, яка є однією з найстійкіших до знижених температур серед усіх троянд.

Щеплення було проведене влітку 2011 року, а у 2012 році з вересня до листопада та у 2013 році із серпня до жовтня після відростання зі щепленого та

не щепленого матеріалу були відібрані однорічні пагони ґрунтопокривних троянд для визначення в них кількості крохмалю.

В таблиці 2 представлені дані кількості крохмалю в щепленому та не щепленому матеріалі ґрунтопокривних троянд трьох сортів із вересня до листопада 2012 року та із серпня до жовтня 2013 р.

## 2. Кількість крохмалю в пагонах ґрунтопокривних троянд на власному корінні та щеплених на центифольну троянду у період підготовки до зимівлі 2012 – 2013 рр., %

Варіант	2012			2013		
	вересень	жовтень	листопад	серпень	вересень	жовтень
Центифольна троянда	2,6 ± 0,03	2,40 ± 0,32	2,23 ± 0,22	3,06 ± 0,05	1,6 ± 0,21	4,1 ± 0,75*
Ґрунтопокривна Rosenberg на власному корінні	3,08 ± 0,25	3,62 ± 0,25	1,25 ± 0,27***	2,8 ± 0,14	8,3 ± 0,89	3,2 ± 0,25**
Ґрунтопокривна Rosenberg щеплена на Центифольну	0,59 ± 0,017	1,81 ± 0,04	1,31 ± 0,005***	14,0 ± 1,03	21,6 ± 1,47	4,0 ± 0,22***
Ґрунтопокривна Swanу на власному корінні	3,64 ± 0,07	2,48 ± 0,31	2,02 ± 0,03	2,78 ± 0,03	8,43 ± 0,58	6,1 ± 1,7
Ґрунтопокривна Swanу щеплена на Центифольну	5,6 ± 0,97	1,06 ± 0,13	0,54 ± 0,03*	6,0 ± 1,6	8,4 ± 2,82	2,43 ± 0,18
Ґрунтопокривна Red Fairy на власному корінні	3,34 ± 0,02	2,9 ± 0,2	1,66 ± 0,28*	3,59 ± 0,21	8,53 ± 0,62	3,71 ± 0,15***
Ґрунтопокривна Red Fairy щеплена на Центифольну	2,84 ± 0,25	2,53 ± 0,07	0,811 ± 0,045***	2,99 ± 0,12	12,3 ± 2,47	3,66 ± 0,13*

*Примітка:* \*, \*\*, \*\*\* – різниця між листопадом та жовтнем 2012 року та між жовтнем та вереснем 2013 року суттєва відповідно за  $p \leq 0,05$ ; 0,01 та 0,001.

У 2012 році найбільшу кількість крохмалю в однорічних пагонах (%) ґрунтопокривних троянд на власному корінні спостерігали у вересні або жовтні в залежності від сорту. Якщо максимальне накопичення крохмалю у сортів Swanу та Red Fairy спостерігали у вересні, то у сорту Rosenberg – у жовтні. У листопаді, у час переходу до стану спокою, в усіх сортів цей показник був суттєво меншим ніж у попередні місяці. Так, у листопаді кількість крохмалю у

сорту Rosenberg на власному корінні зменшилась майже втричі у порівнянні із жовтнем, а у сортів Red Fairy та Swanu – у 1,8-2 рази у порівнянні з вереснем. Така ж тенденція зменшення вмісту крохмалю у листопаді у порівнянні з вереснем або жовтнем спостерігається і у щепленого на центифольну троянду матеріалу цих трьох сортів ґрунтопокривних троянд.

У 2013 році показник максимального накопичення крохмалю значно перевищував аналогічний показник 2012 року. У цей рік найбільшу кількість крохмалю у пагонах ґрунтопокривних троянд як на власному корінні, так і щеплених на центифольну троянду, спостерігали лише у вересні. У жовтні рівень крохмалю значно зменшувався. Так, у жовтні кількість крохмалю у сортів Rosenberg, Red Fairy та Swanu на власному корінні зменшилась майже у 1,5-2,5 рази у порівнянні з вереснем. Зменшення вмісту крохмалю у жовтні у порівнянні з вереснем спостерігається і у щепленого матеріалу.

Проте слід зазначити, що ступінь зміни вмісту крохмалю у щепленого матеріалу та рослин, які росли на власному корінні, значно різняться (табл. 3). Як свідчать дані таблиці 2, у листопаді 2012 та жовтні 2013 років спостерігається зменшення вмісту цього вуглеводу в усіх досліджуваних сортів ґрунтопокривних троянд, які мали як власне коріння, і були щеплені на центифольну троянду. Між тим ступінь зміни у кореневласного матеріалу складає від 18,54 % до 27,63 % у сорту Swanu та від 61,44 % до 65,46 % – у сорту Rosenberg. У щепленого матеріалу різниця між максимальним і мінімальним рівнями суттєво більша. Так, у сорту Swanu ступінь зміни становила 49,05-71,07 %, а у сорту Rosenberg досягала більше 80,0 %.

**3. Ступінь зміни вмісту крохмалю у щепленому та не щепленому матеріалі ґрунтопокривних троянд різних сортів у період підготовки до зимівлі 2012 – 2013 рр., %**

Варіант	2012	2013
	листопад:жовтень	жовтень:вересень
Ґрунтопокривна Rosenberg на власному корінні	65,46	61,44
Ґрунтопокривна Rosenberg, щеплена на Центифольну	27,62	81,48
Ґрунтопокривна Swanу на власному корінні	18,54	27,63
Ґрунтопокривна Swanу, щеплена на Центифольну	49,05	71,07
Ґрунтопокривна Red Fairy на власному корінні	42,75	56,5
Ґрунтопокривна Red Fairy, щеплена на Центифольну	67,94	70,24

Одержані результати свідчать, що у ґрунтопокривних троянд різних сортів, щеплених на центифольну троянду, зменшення вмісту крохмалю у однорічних пагонах із серпня-вересня до листопада 2012 року та з вересня до жовтня 2013 року відбувається більш інтенсивно, ніж у ґрунтопокривних троянд на власному корінні. Більш інтенсивний гідроліз крохмалю у щепленого матеріалу, вочевидь, може забезпечити краще переживання ним несприятливих зимових умов, насамперед, за рахунок збільшення морозостійкості щеплених рослин.

Як зазначалось нами раніше, у 2013 році суттєве зниження вмісту крохмалю як у кореневласних троянд, так і троянд, щеплених на центифольну троянду, спостерігали вже у жовтні на відміну від 2012 року. Це можна пов'язати зі зміною погодних умов (табл. 1), які свідчать про більш раннє настання у 2013 році прохолодної погоди.

Таким чином, під час вивчення динаміки вмісту крохмалю у щепленого та не щепленого матеріалу ґрунтопокривних троянд у період підготовки до зимівлі виявлена суттєва різниця. Ця різниця полягає у тому, що гідроліз крохмалю у ґрунтопокривних троянд, щеплених на центифольну троянду,

відбувається більш інтенсивно, ніж у ґрунтопокривних троянд на власному корінні.

### Список літератури

1. Писарев, Е. Розы / Е. Писарев – М. : Эксмо, 2009. – 48 с.
2. Клименко, З. К. Секреты выращивания роз / З. К. Клименко – М. : Фитон плюс, 2002. – 160 с.
3. Бумбеева, Л. И. Кустарниковые розы / Л. И. Бумбеева. – М. : МСП, 2004. – 64 с.
4. Долід, А. В. Вплив сумісності сорто-підщепних комбінувань на фізіолого-біохімічні процеси та продуктивність груші : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.07 / А. В. Долід. – К., 1999. – 19 с.
5. Кременчук, Р. І. Вплив підщеп на морозостійкість черешні різних строків достигань [Електронний ресурс] / Р. І. Кременчук // Наукові доповіді НУБіП України. – 2011. – № 7(29). – Режим доступу: [http://nd.nubip.edu.ua/2011\\_7/11kri.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2011_7/11kri.pdf)
6. Рузаева, И. В. Эколого-физиологические изменения годичных побегов у роз различных групп при подготовке к зимнему периоду / И. В. Рузаева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2007. – Т. 9. – № 4. – С. 1097-1102.
7. Мельник, М. А. Зимостійкість деяких груп і видів троянд у зв'язку з накопиченням крохмалю у однорічних пагонах [Електронний ресурс] / М. А. Мельник, В. О. Лях // Актуальні питання біології, екології та хімії. – 2011. – Т. 3, – № 2. – С. 51-57. – Режим доступу: [http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2011/11/45/6618\\_1320834303\\_11mmavop.pdf](http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2011/11/45/6618_1320834303_11mmavop.pdf)
8. Мельник, М. А. Нагромадження крохмалю у щепленого та не щепленого матеріалу ґрунтопокривної троянди / М. А. Мельник, В. О. Лях // Науковий вісник НЛТУ України. Актуальні проблеми лісового та садово-паркового господарства. – Львів: НЛТУ. – 2013. – № 23.6 – С. 283-286.
9. Алдохина, Т. В. Размножение растений / Т. В. Алдохина – М.: Мир книги, 2006. – 240 с.
10. Починок, Х. Н. Методы биохимического анализа растений. – К.: Наукова думка, 1976. – 233 с.
11. Лакин, Ф. Ф. Биометрия / Ф. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

### References

1. Pisarev, E. (2009). *Rozy [Roses]*. Moscow: Eksmo, 48.
2. Klimenko, Z. K. (2002). *Sekrety vyrashchivaniya roz [Secrets of rose growing]*. Moscow: Fiton plyus, 160.
3. Bumbeeva, L. I. (2004). *Kustarnikovye rozy [Shrub roses]*. Moscow: MSP, 64.
4. Dolid, A. V. (1999). *Vplyv sumisnosti sorto-pidshchepnyh kombinuvani na fiziologo-biohimichni protsesy ta productyvnyosti grushi [Influence of compatibility of*

variety-rootstock combinations on physiological and biochemical processes and pear productivity]. Kiev, 19.

5. Kremenchuk, R. I. (2011). Vplyv pidshchep na morozostijkisti chereszni riznyh strokiv dostygni [Electronic resource] [Influence of rootstock on the frost-resistance of cherries of different terms of ripening], Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, 7(29). Available at: [http://nd.nubip.edu.ua/2011\\_7/11kri.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2011_7/11kri.pdf)

6. Ruzaeva, I. V. (2007). Ekologo-fiziologicheskie izmeneniya godichnyh pobegov u roz razlichnyh grup pri podgotovke k zimnemu periodu [Ecological and physiological changes in annual shoots of roses of various groups in preparation for the winter period]. Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 9(4), 1097 – 1102.

7. Melnik, M. A., Lyakh V. O. (2011). Zymostijkisti deyakyh grup i vydiv troyand i zvyazku z nakopychennyam krohmalyu y odnorichyih pagonah [Electronic resource][Resistance to cold of some groups and types of roses in connection with the accumulation of starch in one-year shoots]. Current issues of biology, ecology and chemistry, 3(2), 51–57. Available at: [http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2011/11/45/6618\\_1320834303\\_11mmavop.pdf](http://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2011/11/45/6618_1320834303_11mmavop.pdf)

8. Melnik, M. A., Lyakh V. O. (2013). Nagromadzhennya krohmalyu u shcheplenogo ta neshcheplenogo materialu gruntopokryvnoji troyandy [The accumulation of starch in the grafted and not grafted material of ground cover roses]. Scientific Bulletin of National Forestry University of Ukraine. Actual problems of Forestry and Landscape Architecture, 23.6, 283 – 286.

9. Aldohina, T. V. (2006). Razmnozhenie rastenij [Reproduction of plants]. Moscow: Mir knigi, 240.

10. Pochinok, H. N. (1976). Metody biohimicheskogo analiza rastenij [Methods of biochemical analysis of plants]. Kiev: Naukova dumka, 233.

11. Lakin, F. F. (1990). Biometriya [Biometry]. Moscow: Vysshaya shkola, 352.

## **ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА У ПРИВИТОГО И НЕ ПРИВИТОГО МАТЕРИАЛА ПОЧВОПОКРОВНЫХ РОЗ В ПЕРИОД ПОДГОТОВКИ К ЗИМОВКЕ**

**М. А. Мельник, Е. В. Дубовая, В. А. Лях**

***Аннотация.** Изучена динамика накопления крахмала при переходе от вегетации к периоду покоя у почвопокровных роз, привитых на Centifolia, и почвопокровных роз на собственном корне. Было установлено, что содержание крахмала в однолетних побегах трех сортов роз значительно снижалось с августа-сентября по октябрь-ноябрь. Однако гидролиз крахмала в материале, привитом на Centifolia, был интенсивнее, чем у почвопокровных роз на собственном корне.*

*Ключевые слова: почвопокровные розы, Centifolia, накопление крахмала, привитой и не привитой материал, подвой*

## **DYNAMIC OF STARCH CONTENT IN GRAFTED AND UNGRAFTED MATERIAL OF GROUND COVER ROSES DURING WINTERING PREPARATION**

**M. A. Melnik, O. V. Dubova, V. O. Lyakh**

***Absrtact.** Rose-trees are widely used for planting of greenary. It is literally manmade group. These plants were grown specially for home landscaping and stairs stands.*

*Buds grafting of different groups, which are characterized as continuous flowering, are used for growing rose-trees. «Rose-trees» are very spectacular. We need graftings by sprouts at a height of 1-1,7 m. to get such rose-trees, hybrid tea roses, climbers, ground cover roses. Rose-trees in the shape of miniature roses with a height of 0,5 m. are also made.*

*Most of roses for gardening are sensitive to low temperatures and they do not always survive in winter conditions. It is thought that their graftings for enduring kinds of roses can make for both of increasing of their winter hardiness and landscape improvement. It is known about influence of rootstocks on different characteristics of grafting material. So, it was determined, that type of rootstocks doesn't influence on chlorophyll content in the leaves, but it can provide carbohydrates accumulation in them. It is also known about influence of rootstocks on winter hardiness of grafting material's horticultural crop.*

*Starch analysis in different plant tissues is used for diagnostic of winter hardiness and frost resistance of woody plants. But it is known, that hydrolysis of starch in winterhard garden plants is occurred early than in sensitive to frost ones.*

*Studying the dynamics of starch accumulation during transition from growing season to dormant period of different kinds and groups of roses shows that this index is significantly changed during winter measures. However, level of these changes is different. Starch content in roses which are resistant to low temperatures decreases faster than in non-tolerant ones.*

*Group of ground cover roses has special ornamental nature, both the blossoms and fruits, leaves of these plants give amazing impression, they perfectly decorate landscape. Besides these, ground cover roses have very full blossom and they are very frost resistant. The most part of ground cover roses is wintering under snow, only some kinds need small covering. However, this group of plants can't survive in some periods of low temperatures.*

*As it was said early, now it is widely practiced cultivation of rose-trees which are grafted on *Rosa canina*. We can use others resistant kinds of roses as a rootstock, such as *Centifolia* rose. Influence of this rootstock on ability for rose-trees wintering haven't studied yet.*

*Aim of this work was studying the dynamics of starch accumulation during transition from the growing season to dormant period in ground cover roses' terminal sprouts grafted on Centifolia rose and on own's roots.*

*To study this question, we used annual sprouts of ground cover roses of such varieties as Red Fairy, Swany and Rosenberg which were grafted on Centifolia rose, and terminal sprouts of ungrafted material of ground cover roses of the same cultivars and Centifolia rose with pink blossom.*

*Vegetative propagation of ground cover roses was made by bud grafting on annual shoots of Centifolia rose in 2011 by practical standarts.*

*An amount of starch in annual sprouts of ground cover roses was determined by the reaction with iodine in potassium iodide solution. The starch determination was conducted in four repetitions from September to November 2012 and from August to October 2013.*

*The change degree of starch content during preparation for winter 2012-2013 was determined according to the formula:  $C = A - B/A \times 100$ , where A – amount of starch content in September 2013 or in October 2012, B – amount of starch content in October 2013 or in November 2012.*

*In our work, we analyzed the level of changing starch content in ground cover roses such as Red Fairy, Swany and Rosenberg, grafted to Centifolia rose, and also in ground cover roses of the same cultivars which had own roots. Centifolia, which is one of the most resistant to low temperatures among all roses, was used as a rootstock.*

*Inoculation was done in summer 2011, but in 2012 from September to November and in 2013 from August to October annual sprouts of ground cover roses were taken to determine starch content in them after growth from grafted and ungrafted material.*

*In 2012 the most starch content in annual sprouts of ground cover roses on their own roots was in September or in October depending on cultivar. If Swany and Red Fairy varieties had the most starch content in September, Rosenberg had the same in October. Index of starch content for all cultivars was lower than in other months in November during transition to dormant period. So, Rosenberg had lowered index of starch content in 3 times in November in comparison with October, but Red Fairy and Swany – had index in 1,8-2 times lower in comparison with September. The same tendency of decreasing starch content in November in comparison to September or October we can see in grafted material to Centifolia rose for these 3 varieties of ground cover roses.*

*In 2013 index of maximum starch content significantly exceeded the same index in 2012. We can see the most part of starch content in sprouts of ground cover roses both on their own roots and grafted on Centifolia only in September. Level of starch content is significantly decreased in October. That's why starch content of Rosenberg, Red Fairy and Swany on their own roots decreased in October almost in 1,5-2,5 times in comparison with September. Decreasing of starch content in October in comparison to September we can see in grafted material as well.*

*However, level of starch content changing in grafted material and plants, which grew on their own roots, is rather different. We can see the decreasing of*

*carbohydrate content in all researched cultivars of groundcover roses which had both their own roots and were grafted on Centifolia rose in November 2012 and in October 2013. According to this, level of changings in ungrafted material is comprised from 18,54 % to 27,63 % in Swany and from 61,44 % to 65,46 % in Rosenberg. Grafted material has significant difference between maximum and minimum levels. So, Swany has changings in 49,05-71,07 %, but Rosenberg achieved more than 80,0 %.*

*So, these results show that decreasing of starch content in annual sprouts of ground cover roses of different cultivars which are grafted on Centifolia from August-September to November 2012 and from September to October 2013 is more rapid than in ground cover roses on their own roots. More intensive hydrolysis of starch in grafted material can provide better survival in winter, especially due to hardiness of grafted roses.*

*As it was mentioned before, in 2013 in contrast to 2012 we could see decreasing of starch content both in own ungrafted roses and roses which were grafted on Centifolia rose. It can be connected with the changing of winter conditions, which could tell us about early cold weather in 2013.*

*So, significant difference was determined during studying the dynamics of starch content in grafted and ungrafted material of ground cover roses during period of preparation for winter. And, starch hydrolysis in ground cover roses which were grafted on Centifolia rose was more intensive than in ground cover roses on their own roots.*

**Keywords:** *ground cover rose, Centifolia, starch accumulation, grafted and ungrafted material, rootstock*

UDC:632.1: 635.21

**THE CHOICE OF WART VARIETIES WITH COMPLEX RESISTANCE TO  
WART AND NEMATODES IN WESTERN REGION OF UKRAINE AND  
DISTINGUISHING SOURCES OF RESISTANCE**

**G. V. ZELYA**, scientific researcher laboratory of quarantine pests and diseases  
*Ukrainian Plant- Quarantine Station IPP NAAS*

**T. M. OLIYNYK**, candidate of agricultural sciences, docent, deputy director by  
scientific work

*Institute of potato growing NAAS.*

**M. M. KYRYK**, academic NAAS of Ukraine, professor, doctor of biological  
sciences

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*E-mail: ukrndskr@gmail.com*

**Abstract.** *There were proposed the results of potato breeding material study on wart resistance during 2011 -2016 in Western region of Ukraine with the distinguishing sources of resistance. There were distinguished 3001 samples of potato from 3331 tested samples of resistant to wart during the previous testing and 108 samples during the state testing, There were evaluated 43 varieties of potato resistant to wart pathotypes and isolates of golden cyst nematodes. There were distinguished 16 varieties of potato with complex resistance to wart and glodoberosis. They may be improved in the disease sources and use breeding for crossing as a source of resistance.*

**Keywords:** *wart, golden potato nematode, potato, testing, resistance, source of resistance.*

Potato is one of the main food, feed and technical cultivars, which grow in the different countries of the world. This plant is a feeder for many diseases pathogens. [1].

The most dangerous potato diseases are: wart, which pathogen is intracellular obligate pathogen (*Synchytrium endobioticum* Schilbercky Perc) [7]; Yellow potato cyst (*Glodoberarestochiensis* (Wollenwber) and white potato cyst nematode (*Glodobera pallida*) (Stone). These nematodes cause the potato glodoberoz. [11, 13]. These diseases harm potato in 53 countries of the world, as per data from European

and Mediterranean Plant Protection Organization, the wart potato was determined in 53 countries of the world [15,16], yellow potato cyst nematode in 69 [11]. These diseases harm potato in 33 countries of Europe where the new aggressive pathotypes were distinguished [19, 20, 21].

The implementation resistant varieties in agriculture are the most economically profitable and effective way for the struggle with the potato quarantine diseases [2, 3, 4].

*The object of investigation* is to evaluate the potato breeding materials resistance to wart and yellow potato cyst nematode and to extract the resistance varieties, which may be the sources resistance to diseases.

**Materials and methods.** There were used 3311 samples of potato and 108 potato hybrids for the state testing and researching potato resistance to the wart pathogens in 2011-2016. They were received from 6 breeding- research institutions of Ukraine. There were studied more than 43 varieties of potato from 3 Ukrainian breeding- research institutions on resistance to wart pathotypes and yellow potato cyst nematode.

The evaluation of breeding material on resistance to common and aggressive pathotypes of wart potato made as per requirements of the “Evaluation technique and breeding material selection of potato resistant to wart *Synchytrium endobioticum* (Schlib.) Perc. harmonized with EC requirements.” [5].

#### **The technique of potato’s tubers infecting by winter’s zoospores, which were in stable position**

The potato samples infection made by the zoospores from winter zoosporangii of wart pathogen in laboratory conditions in special containers (30x40 cm) by A. Spieckermann technique [24]. These containers have substrate with soil: perlite(1:1), the soil was specially selected in the diseases sources. There were from 40 to 50 winter zoosporangia pathogens on 1 g of soil. The investigated samples of potato and inspecting varieties of potato were defeated by all wart potato pathogens put into the containers (Polisska rozheva, Lorch). [10]. Containers saved at the temperature 17-18<sup>0</sup>C, they watered through every 3 days. The bursting made once a week. The

potato's sample reaction to the infection by wart pathogen was determined through 75 days. The samples dig out of containers and accounted wart growths from every sample and also from the reference varieties of potato (Figure 2). The results were considered, if the defeating of reference variety consisted not run less 75% [10].

### **The technique of defeating potato shoots by summer zoospores from fresh wart tumors**

The M. Glynne [17], J. Lemmerzähl [22], E. Kohler [18] and J. Potocek [23] techniques were used. The potato samples were infected from the fresh warts growings. The paper ring fixed with the help of heated mixture of paraffin and vaseline (1:1) (fig.1). The distilled water run into the ring and added 0,5 cm<sup>3</sup> of fresh wart's growing with the summer zoospores. Samples left for the pathogen's defeating in darkness in growth chamber at temperature: +11 °C. The exposure time is 24 hours (fig. 2, 3). The infectious paper rings removed from tubers and potato's samples left in the growing chamber at the temperature +17 -18<sup>0</sup> C during 20 days, after the determining the shoots of potato samples by pathogen defeating.[6, 8] It is necessary to analyze them under the binocular lens and determine the degree of its pathogen defeating:

- 1-st stage- necrotizing tissue, single soruses (to 5 pieces);
- 2-nd stage- dispersed soruses (if it is more 5);
- 3-rd stage - flight junction without deformation -shoot potato;
- 4-th stage- flight junction;
- 5-th stage -shoot deformation; wart [8, 9].



**Figure 1. The defeating of potato samples by summer zoospores from fresh warts**

### **The study of wart resistance and cyst nematode resistance in field conditions**

The evaluation and selecting of breed material made on the natural infectious background in the sources of pathogen spread in western region of Ukraine by the common pathotype (D1) in the village Beregomet Vizhnitza district Chernivtsi region; aggressive pathotypes in village Maydan Mizhgirsky district Zakarpattia region and v. Bystrests (pathotype 22) Verkhovyna district Ivano-Frankivsk region in three times repeatability [5].

The selection of potato breeding material resistant to golden potato cyst nematode in field conditions made in natural infectious background in the sources of glodoberosis spreading v.Porkulyna Putyla district Chernivtsi region, v. Maydan Mizhgirsky district Zakarpattia region, in town Rachiv, v. Yasynya Rachiv district, Zakarpattia region in three times repeatability according to the statement for potato testing to wart and golden potato cyst nematode [12].

**The investigation's results and their discussion.** There were made evaluation of 3314 potato samples in laboratory conditions during 2011-2016. 3301 potato samples were selected as resistant to disease. 108 of them were allowed to state testing. 310 samples were received the susceptible evaluation and distracted (table 1,

fig. 2, 3) according to the evaluation results during the period 2011-2016.

**1. The potato breeding material testing on wart resistance to common pathotype (D1) wart pathotype during 2011-2016**

№ items	Institution's name	All received samples	All resistant	All susceptible
1.	Institute of potato research NAAS of Ukraine	1281	1136	145
2.	Institute of agriculture of Carpathean region NAAS of Ukraine	205	191	14
3.	Institute of agriculture In Polissya NAAS of Ukraine	274	262	12
4.	Mountainous scientific division of Carpathean regions NAAS of Ukraine	110	89	21
5.	PJSC "Chernihivelitkartoplya"	572	529	43
6.	Polissyan research division Institute for potato research NAAS	869	794	75
<b>Total:</b>		<b>3311</b>	<b>3001</b>	<b>310</b>



**Figure 2. The testing of potato breeding material on resistant to wart (infected by winter zoospores in substrate with perlite)**



**Figure 3. The potato variety Poliska rozheva defeated by the summer zoospores wart pathogens (in laboratory conditions)**

#### **The choice of potato breeding material resistant to wart in state testing**

All 108 potato samples were not defeated by the common wart pathotype by the results of state testing in 2011-2016. They were given into the Ukrainian institute for plant variety examination with the following input into the National register, into the list of wart resistant, their following zoning in pathogen disease sources.

3 samples of potato breeding by the Institute for Potato Research NAAS of Ukraine (08-40-14p.10 and F.15) were selected from 108 samples by the results of testing to aggressive wart potato pathogens. They were not defeated by any wart potato pathogens. 52 samples of potato were resistant to 11 Mizhgirya 31 samples were resistant to 13 (Rachiv), 30 samples were resistant to 18 (Yaseniv) and 49 samples were resistant to (Bystrytsa) aggressive wart pathotype. (Table 2). Other potato samples as inspecting samples were suffered by pathotypes of wart pathogen (fig. 4, 5).

**2. The results of potato state testing on resistance to all pathotypes of wart pathogens in 2011-2016.**

№ ite ms	Institution's name	All samples	D1 (common)		11 (Mizhgirya)		13 (Rachiv)		18 (Jasinya)		22 (Bystrets)	
			resistan t	suscepti ble	resistan t	suscepti ble	resistan t	suscepti ble	resistan t	suscepti ble	resistan t	suscepti ble
1.	Institute for potato research NAAS of Ukraine	48	48	0	28	20	12	36	12	36	28	20
2.	Institute of agriculture for Carpathean region NAAS of Ukraine	8	8	0	1	7	1	7	0	8	0	8
3.	Mountainous scientific division of Carpathean regions NAAS of Ukraine	17	17	0	6	11	3	14	4	13	5	12
4.	PJSC “Chernihivelitkartoplya”	8	8	0	4	4	3	5	4	4	3	5
5.	Polissyan research division Institute for potato research NAAS	27	27	0	13	14	12	15	10	17	13	14



**Figure 4. The potato variety Polisska rozheva defeated by common pathotype of wart pathogen (in field conditions -settlement Beregomet Vizhnitza district, Chernivtsi region)**



**Figure 5. Hybride of potato P 08 86-11, defeated by Yaseniv (18) aggressive pathotype of wart potato pathogen (in field conditions- village Yasynya Rachiv district, Zakarpattia region)**

#### **The choice of breeding material resistant to golden cyst nematode**

There were not determined the disease infection on 43 varieties of potato by the

results of testing breeding material on resistance to common wart pathogen (settlement Beregomiet Vyzhnytza district, Chernivtsi region) during 2011-2016. All tested varieties received the resistant marks. The isolate from village Parkulyna Putyla district was used for the selecting resistant to golden cyst nematode. There is the lowest infectious load of soil by glodobera (2-3 cysts/100 cm<sup>3</sup>, fig.6). There were not determined any cysts on root system of potato varieties Basis, Skarbnytsya, Solocha, Slovyanka, Chortytsya, PoliskeDzerelo, Vernisazh, Vodogray, Zelenyi Gay, ChervonaRuta (they are from selection Institute of potato research NAAS); Dyvo, Legend, Mukachivska, Pirovska, Oxamyt-99, Uzhgorodska (they are from selection Institute of agriculture for Carpathean region NAAS); Bozhedar, Dobrochyn, Dorogyn, Karlyk, Malynskabila, Teteriv, Tyras, Zavia, Zvizdal, (they are from selection Polysian research division Institute for potato research NAAS (table 3).



**Figure 6. The zysts of golden potato zyst nematode were extracted on the variety Poliska rozheva in village Parkulyna Chernivtsi region**

**3. The reaction of potato varieties Ukrainian breed on the infecting by the wart pathotypes pathogens and golden potato cyst nematode in western region of Ukraine**

№ Ofit ems	Name of variety	War tpathtypes					Golden Zyst Nematode			
		D1-common	v.Maydan (11)	t.Rachiv (13)	v. Yasinya (18)	v. Bystrets (22)	v. Parkulyna	v.Maydan	t.Rachiv	v. Yasinya
Institute for potato research NAAS of Ukraine										
1.	Basys	-	-	-	-	-	-	-	+	+
2.	Kimmerya	-	-	-	+	+	-	-	-	+
3.	Chervona Ruta	-	-	-	+	+	-	+	+	+
4.	Galzurna	-	-	-	-	-	-	-	-	+
5.	Yavir	-	+	+	+	+	-	-	-	+
6.	Fantasy	-	-	+	+	-	-	-	-	+
7.	Levada	-	-	+	+	+	-	-	-	+
8.	Lilea	-	+	+	+	+	+	+	+	+
9.	Kalynivska	-	+	-	-	-	-	-	-	-
10.	Melody	-	+	+	+	+	-	+	+	+
11.	Oberig	-	-	-	+	+	-	-	-	+
12.	Obriy	-	-	+	+	-	-	-	-	-
13.	Serpanok	-	+	+	+	+	+	+	+	+
14.	Skarbnytsya	-	+	+	+	+	+	+	+	+
15.	Slovyanka	-	-	+	+	+	-	-	-	-
16.	Solokha	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.	Chortytsya	-	-	-	-	+	-	-	-	+
18.	Poliskederelo	-	+	-	+	-	-	+	+	+
19.	Vernisazh	-	-	+	-	-	-	-	-	+
20.	Vodogray	-	-	+	+	-	-	-	-	-

21.	Zelenyigay	-	+	+	+	+	,	,	,	+
	Institute of agriculture for Carpathean region NAAS of Ukraine									
22.	Dyvo	-	-	-	+	-	-	-	-	+
23.	Legend	-	-	+	+	+	-	+	+	+
24.	Mukachivska	-	+	+	+	+	-	+	+	+
25.	Oxamyt-99	-	+	+	+	+	-	+	+	+
26.	Pirovska	-	+	+	+	+	-	+	+	+
27.	Uzgorodska	-	+	+	+	+	-	+	+	+
28.	Vira	-	+	+	+	+	-	+	+	+
	PolissyanresearchdivisionInstitute for potato research NAAS									
29.	Bozhedar	-	-	-	-	-	-	-	-	+
30.	Dobrochyn	-	-	+	+	-	-	-	-	+
31.	Dorogyn	-	+	+	+	+	-	+	+	+
32.	Karlyk	-	+	+	+	+	-	+	+	+
33.	Malynskabila	-	-	+	-	-	-	-	+	+
34.	Santarka	-	-	-	-	-	-	-	+	+
35.	Partner	-	-	-	+	-	-	-	-	-
36.	Poliskarozheva	+	+	+	+	+	+	+	+	+
37.	Poliskajubeliu m	-	-	+	+	+	+	+	+	+
38.	Teteriv	-	+	+	+	+	-	-	-	-
39.	Tyras	-	-	+	+	+	-	+	+	+
40.	Zheran	-	-	+	+	+	+	+	+	+
41.	Zaviya	-	+	+	+	-	-	-	-	+
42.	Zvizdal	-	-	+	+	+	-	+	+	+
43.	Lorch	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Note:

«+» - the presence of defeating on the testing variety to wart pathogen and Golden potato cyst nematode;

«-» - the absence of testing variety to pathogen disease.

The following varieties of potato are extracted as resistant to 11 (Mizhgirska) to wart potato aggressive pathotype by the results of variety selection: Basys, Kimmerya, Glazurna, Chervona Ruta, Levada, Solokha, Chortytsya, Obriy, Oberig, Vernisazh, Vodogray ( they are from selection of institute of potato research NAAS),

Dyvo, Legend ( they are from selection Institute of agriculture Carpathean region NAAS) Bozhedar, Dobrochyn, Malynskabila, Santarka, Partner, Poliska Jubiley, Zheran and Zvizdal ( they are from selection Polyssyan research division Institute for potato research division NAAS) (table 3). There were any cysts determined in the following varieties: Slovyanka, Teteriv, Vodogray, Legend, Chervona Ruta, Schedryk, Dyvo, Kalynivska, Bozhedar, Glazurna and Santarka (table 3) [4].

There were any wart infections determined on the resistant to 13 (Rachiv) aggressive pathotype on the following potato varieties: Basys, Chervona Ruta, Glasurna, Kalynivska, Solokha, Chortytsya, Oberig, Poliske Dzerelo (they are from selection of Institute of potato research NAAS); Dyvo and Legend (they are from selection of Institute of Agriculture for Carpathean region of NAAS); Bozhedar, Santarka, Partner (they are from selection of Polyssyan research division Institute for potato research NAAS).

The globodera was not determined on the testing plot in town Rachiv Rachiv district, Zakarpattia region (60 cyst/100cm<sup>3</sup> soil) in the following varieties: Kimmeria, Glazurna, Javir, Fantasy, Kalynivska, Melodia, Oberig, Obriy, Slovyanka, Solokha, Chortytsya, Vernisazh, Vodogray, Zelenyi gay, Dyvo, Bozhedar, Dobrochyn, Partner and Zaviya.

The following varieties of potato were chosen for the testing on resistance to 18 (Yasinya) aggressive pathotypes: Basys, Glazurna, Kalynivska, Solokha, Chortytsya, Vernisazh, Malynskabila, Santarka.

The highest infectious soil load by nematode cysts (98-120 cysts/100cm<sup>3</sup>) in the village Jasinya Rachiv district Zakarpattia region. There were any cysts determined on potato roots of the following varieties: Kalynivska, Slovyanka, Vodogray, Solokha and Teteriv.

There were determined varieties resistant to 22 ( Bystrets) aggressive pathotype: Basys, Glazurna, Fantasy, Kalynivska, Obriy, Solokha, Poliske Dzerelo, Vernisazh, Vodogray, Dyvo, Bozhedar, Dobrochyn, Malynskabila, Santarka and Partner (see Table 3).

The analyzing of the resistant data to golden potato zyst nematode and wart

potato pathotypes for 2011-2016 the following varieties with complex resistance to diseases: Basis, Kimmeria, Glazurna, Kalynivska, Oberig, Obriy, Slovyanka, Vernisazh, Vodogray, Zelenyi Gay, Bozhedar, Dobrochyn, Malynivskabila, Santarka, Partner and Teteriv.

The present varieties are recommended for the usage in breeding process as a source of resistance for receiving resistant progenies and it's improving in the source of wart potato pathogens and golden cyst potato nematode in western region of Ukraine.

### **Conclusions**

1. There were extracted 3001 samples resistant to common wart potato pathotype during the previous testing (2011-2016).

2. There were chosen 108 potato samples for the state testing. They were resistant to the common pathotype. They were sent to the Ukrainian institute for plant variety examination with the next input into the National register.

3. There were chosen 3 samples of potato selection from Institute for potato research NAAS (08 40-14, 208ч.10 and Ф.15). They are resistant to all aggressive pathotypes of wart potato pathogens. There were chosen 52 samples of potato resistant to 11- Mizhgirya aggressive pathotype. 31 potato samples were resistant to 13 (Rachiv). 30 samples were resistant to 18 (Yaseniv) and 49 samples were resistant to 22 (Bystrytsa) aggressive pathotype of wart pathogen. So they are recommended for the growing in the disease sources.

4. There were extracted 16 varieties with complex resistance to wart potato pathotypes and Golden potato cyst nematode: Basys, Kimmeria, Glazurna, Kalynivska, Oberig, Obriy, Slovyanka, Verniszh, Vodogray, Zelenyi Gay, Bozhedar, Dobrochyn, Malynska bila, Santarka, Partner and Teteriv. These varieties are recommended for the usage breeding process as a source of resistance for receiving resistant protogenies.

## References

1. Дорожкин, Н. А. Заражение картофеля возбудителем рака / Н. А. Дорожкин. — Минск. — 1971. — 42 с.
2. Зея, А. Г. Стійкість картоплі проти збудника раку *Synchytriumendobioticum*(Schilb.) Perc., методи його виявлення і диференціації : Автореф. дис. .... канд. біол. наук : 06.01.11. / А. Г. Зея. — НУБІП. - К., - 2009. - 24с.
3. Зея, Г. В. Оцінка та відбір селекційного матеріалу картоплі стійкого до раку *Synchytriumendobioticum*(Schilb) Perc. / Г. В. Зея // Картоплярство. — 2012. - Вип. 46. — С. 48-52.
4. Зея, Г. В. Нематодостійкі сорти картоплі: відбір у західному регіоні України / Г. В.Зея, П.О.Мельник, Т. М. Олійник, Л. А. Пилипенко // Карантин і захист рослин. - №1.- 2012. — С.14-15.
5. Зея, Г. В. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі стійкого до раку *Synchytriumendobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЕС” / Г. В. Зея, Т. М. Олійник, А. Г. Зея, В. М. Гунчак, Л. А. Пилипенко. —Чернівці : - Прут, 2015. - 24с.
6. Зея, А. Г. Метод визначення стійкості картоплі до збудника раку *Synchytriumendobioticum*(Schilb) Perc. / А. Г. Зея, А. Т. Мельник, Г. В. Зея, Т. М. Олійник. // Картоплярство України. — 2012. - № 3-4. — С. 22-23.
7. Мельник, П. О. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обґрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку / П. О. Мельник. - Чернівці. : - Прут, 2003. — 284с.
8. Спосіб визначення стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum*(Schilb.) Perc. Деклараційний патент на корисну модель МПК 7 А01С 1/00 / Зея А. Г., Гунчак В. М., Зея Г. В., Олійник Т. М., Захарчук Н. А., Фурдига М. М.- №113509; заявл.22.08.2016; опубл. 25.01.2017. - Бюл. №2.
9. Спосіб визначення стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.)Perc. Деклараційний патент на корисну модель МПК 7 А01 С 1/00, А01 G1/00. / Зея А. Г., Мельник П. О., Бондарчук А. А., Зея Г. В. Олійник Т. М., Осипчук А. А. - № 62605; заявл. 16.12.2010; опубл. 12.09.2011, - Бюл.№17.
10. Спосіб створення штучного інфекційного фону гриба *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc для визначення стійкості картоплі до раку. Деклараційний патент на корисну модель МПК 7 А01С 1/00 /Зея Г. В., Гунчак В. М., Зея А. Г., Олійник Т. М., Захарчук Н. А. - № 115654; заявл.27.10.2016; опубл. 25.04.2017, - Бюл. №8.
11. Пилипенко, Л. А. Нематодостійкі сорти картоплі в системі протинематодних заходів: перспективи та проблеми / Л. А. Пилипенко // Захист і карантин рослин. — 2002. — № 48. — С. 104–111.
12. Сігарьова, Д. Д. Положення про порядок випробування картоплі на стійкість до раку та золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди / Д. Д. Сігарьова. — К.:— Наук. Думка, 1993. — 14с.

13. Сігарьова, Д. Д. Золотиста картопляна нематода в Україні і боротьба з нею / Д. Д. Сігарьова, Т. Г. Мірошник // Вісник аграрної науки. – 1994. - №5. - С.25-31.
14. Cakir, E. Identification of pathotypes of *Synchytrium endobioticum* found in infested fields in Turkey / E. Cakir, GCM. van Leeuwen, K Flath, JP.Meffert, WAP. Janssen & S. Maden // Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin.-2009. – 39. – P. 175-178.
15. Country consultation deadline 2017-02-28 EPPO / PM 7/028(2).*Synchytrium endobioticum* 16-22300 /Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2017. – 46. - P. 273-288.
16. EPPO (2004) EPPO Standarts. PM 7/28 Diagnostic protocol for *Synchytrium endobioticum* / Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2004. – 34. - P. 213-218.
17. Glynne, M. D. Infection experiments with wart disease of potatoes *Synchytrium endobioticum*(Schilb.) Perc. / M. D. Glynne // Annals of Applied Biology. - 1925.- 12. - P. 34-60.
18. Kohler, E. Betrachtung zum Resistenzproblem bei *Synchytrium*/ E. Kohler // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. – 1948. - Bd. 55. - Hf.1/2. -P. 10-16.
19. Langerfeld, E. Pathotypes of *Synchytrium endobioticum* in the old and new Federal Länd /E. Langerfeld, H. Stachewicz // Gesunde Pflanzen. - 1993. – 45. – P. 9–12.
20. Langerfeld, E. Assessment of varietal reactions to potato wart (*Synchytrium endobioticum*) in Germany /E. Langerfeld, H. Stachewicz // Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin.-1994. – 24. – P. 793–798.
21. Langerfeld, E. Pathotypes of *Synchytrium endobioticum* in Germany / E. Langerfeld, H. Stachewicz, J.Rintelen // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 1994. –24. – P. 799– 804.
22. Lemmerzahn, J. A new simplified method for inoculation of potato cultivars to test for wart resistance / J. Lemmerzahn // Züchter. – 1930. - 2, P. 288–297.
23. Potoček, J. Identification of new *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. pathotypes in Czech Republic / J. Potoček, K Krajíčková, Z. Krejcar // Ochrana Rostlin. – 1991. - 27: P. 191-205.
24. Spieckermann, A. Testing potatoes for wart resistance / A. Spieckermann, P. Kothoff// Deutsche Landwirts. Presse. – 1924. – 51. – P. 114-115.

## **ВІДБІР СОРТІВ КАРТОПЛІ З КОМПЛЕКСНОЮ СТІЙКІСТЮ ДО РАКУ ТА НЕМАТОД У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ ТА ВИДІЛЕННЯ ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ**

**Г. В. Зеля, Т. М. Олійник, М. М. Кирик**

*Анотація.* Наведено результати досліджень із вивчення стійкості селекційного матеріалу картоплі до раку за 2011 – 2016 рр. у західному регіоні України та виділення джерел стійкості. Із тестованих 3311 зразків картоплі, отриманих із шести науково-дослідних та селекційних установ України, виділено 3001 зразок картоплі, стійкий до раку у попередньому випробуванні,

та 108 – у державному. Оцінено 43 сорти картоплі щодо стійкості до патотипів раку та ізолятів золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди. Виділено 16 сортів картоплі з комплексною стійкістю до раку та глободерозу, які рекомендовано впровадити у вогнищах хвороб та використовувати у селекційному процесі як джерела стійкості до даних хвороб.

**Ключові слова:** рак, золотиста картопляна нематода, картопля, тестування, стійкість, джерело стійкості

## **ОТБОР СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ С КОМПЛЕКСНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К РАКУ И НЕМАТОД В ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ УКРАИНЫ И ВЫДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ Г. В. Зеля, Т. Н. Олейник, Н. Н. Кирик**

**Аннотация.** Изложены результаты исследований по изучению устойчивости селекционного материала картофеля к раку за 2011-2016 гг. в западном регионе Украины и выделение источников устойчивости. Из тестированных 3311 образцов картофеля выделено 3001 образец картофеля устойчивый к раку в предварительном испытании и 108 – в государственном. К патотипам рака и изолятам золотистой картофельной цистообразующей нематоды оценено 43 сортов картофеля. Выделено 16 сортов картофеля с комплексной устойчивостью к раку и глободерозу, которых можно внедрять в очаги болезней и использовать в селекции для скрещивания в качестве источников устойчивости.

**Ключевые слова:** рак, золотистая картофельная нематода, картофель, тестирование, устойчивость, источник устойчивости.

УДК: 631.41: 528.94: 51-71

**ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРОХІМІЧНОГО СТАНУ  
ҐРУНТІВ У ЗОНІ СУХОГО СТЕПУ**

**В. І. ПІЧУРА**, кандидат сільськогосподарських наук,

доцент кафедри екології та сталого розвитку

**Н. В. БЕЗНІЦЬКА**, аспірант,

*Херсонський державний аграрний університет*

*E-mail: [pichuravitalii@gmail.com](mailto:pichuravitalii@gmail.com)*

***Анотація.** Аналіз динаміки агрохімічних показників у просторі і часі можна розглядати як одну з найважливіших і об'єктивних процедур визначення ефективності систем землеробства, особливо в його ґрунтозахисному аспекті і програмуванні врожаю сільськогосподарських культур. Дослідження змін агрохімічних властивостей ґрунтів на зрошуваних і незрошуваних землях сухого степу (на прикладі Херсонської області України) проведено в шарі 0...40 см за 42 роки (1970 – 2012 рр.). Просторово-часове моделювання неоднорідності розподілу досліджуваних показників проводили із застосуванням ГІС-технологій та багатомірної статистики. Представлені серії тематичних карт, графічні та статистичні характеристики часових тенденцій та просторових змін агрохімічних властивостей ґрунтів за результатами вибірки даних у 4450 точках на території області. Визначена загальна закономірність погіршення агрохімічного стану ґрунтів. Відсутність регулярного, рівномірного і необхідної кількості надходження мінеральних добрив, прояв вітрової та водної ерозії, включаючи іригаційну, і дефляції ґрунтів, а також тривале зрошення призвело до зменшення вмісту гумусу в середньому на 0,36 %, обмінного калію на 18 %, рухомого фосфору на 34,17 %, нітрифікаційного азоту на 17,0 %. Представлені підходи, методи і результати просторово-часового моделювання дають можливість комплексно підійти до питання детального вивчення неоднорідності формування агрохімічного стану та ефективності використання сільськогосподарських земель з метою подальших розробок і впровадження науково-обґрунтованих меліоративних заходів та проектних рішень підвищення ефективності природокористування в степовій зоні. Отримані результати визначають територіальні пріоритети регіональної політики, дозволяючи застосовувати диференційовану ефективність ґрунтозахисного блоку систем землеробства.*

***Ключові слова:** ґрунти, агрохімічні показники, просторово-часова трансформація, моделювання, ГІС-технології, багатомірна статистика*

***Актуальність.** При якісній оцінці сільськогосподарських ландшафтів просторово-часові закономірності впливу агрокліматичних умов і культури*

землеробства на стан та зміни ресурсів ґрунтової родючості в значній мірі відображається на агрохімічному стані орних ґрунтів. Аналіз динаміки агрохімічних параметрів в просторі і часі можна розглядати як одну з найважливіших і об'єктивних процедур визначення ефективності систем землеробства, особливо в його ґрунтозахисному аспекті і програмуванні врожаю сільськогосподарських культур [1].

Агрохімічні принципи якісної оцінки земель набувають особливої актуальності, якщо не застосовуються або недостатньо ефективні ресурсозберігаючі принципи господарської діяльності землекористувачів. Основними агрохімічними показниками, які характеризують родючість і енергетичний потенціал ґрунтів, є вміст гумусу і рухомих форм елементів живлення. Агрофізичні параметри орних ґрунтів багато в чому обумовлені вмістом і темпами оновлення органічної речовини ґрунтів [2].

Запаси поживних речовин і їх доступність рослинам, а також запаси продуктивної вологи знаходяться в тісній залежності від природно-кліматичних умов агроландшафтів (особливостей рельєфу, ґрунтоутворюючих порід, клімату, гідрогеологічних умов і т.д.) і застосовуваної системи землеробства, що в підсумку визначає величину і якість врожаю сільськогосподарських культур [3, 4]. Агрохімічні показники мають високу просторову неоднорідність розподілу навіть в межах однакових ґрунтових різниць, що є наслідком як природних особливостей, так і досягнутого рівня культури землеробства [5].

Агрохімічні питання і різні підходи до ефективного ведення еколого-агромеліоративного моніторингу, принципи і особливості бонітування, якісна оцінка незрошуваних і зрошуваних земель, їх раціональне використання представлені в наукових працях Н. Ф. Тюменцева, С. Н. Тайчінова, В. В. Медведєва, С. А. Балюка, В. О. Ушкаренко, С. Ю. Булигіна, М. І. Ромащенко, Ф. Н. Лисецького, Р. А. Акбірова, Б. М. Гончікова, Ц. Ц. Цибікдоржієва, В. Caguan, А. М. Mouazen, Т. Talsma, В. Е. Butler, J. Popp, L. E. Jackson, Н. А. Torbert, J. Letey та інших вчених [6-12].

**Мета дослідження** – визначити просторово-часові закономірності трансформації агрохімічного стану ґрунтів у зоні сухого степу на прикладі Херсонської області України із застосуванням ГІС-технологій та багатомірної статистики.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження просторової неоднорідності агрохімічних показників і динаміки їх зміни в ґрунтах Херсонської області проведено для періоду тривалістю 42 роки. Моделювання проводили, використовуючи в якості інформаційної основи результати дев'яти п'ятирічних турів обстеження: з II (1970 – 1974 рр.) до X туру (2008 – 2012 рр.). Для оцінки агрохімічного стану сільськогосподарських земель використані дані за 296 стаціонарами X туру обстежень, які розташовані в межах семи природно-сільськогосподарських районів.

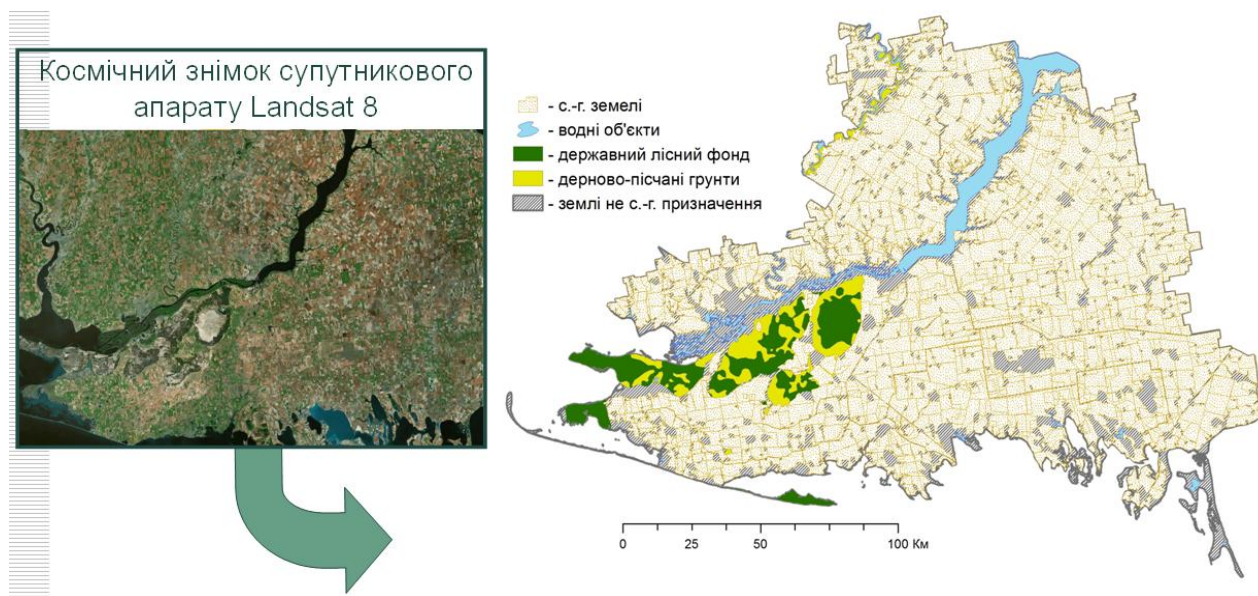
Оцінка агрохімічного стану ґрунтів проведено для шару 0...40 і включають такі показники: вміст гумусу (%), нітрифікаційного азоту (мг/кг), рухомого фосфору (мг/кг), обмінного калію (мг/кг), вміст (%) гранулометричної фракції фізичної глини (< 0,01 мм). У ґрунтових зразках визначено склад водної витяжки, загальний вміст гумусу (за методом Тюріна), вміст рухомих форм фосфору і калію (за методом Мачигіна).

Крос-кореляційні просторові закономірності розподілу агрохімічних показників у ґрунті визначені із використанням кореляційно-регресійного аналізу. Просторова неоднорідність зміни агрохімічних властивостей ґрунтів вивчені із застосуванням автокореляційного аналізу.

Просторове моделювання неоднорідності розподілу агрохімічних показників проводили із застосуванням методу радіально-базисної функції робочого модуля Geostatistical Analyst of ArcGis. Нев'язка просторових моделей визначена за допомогою розподілу стандартної похибки обчислень. Достовірність просторового моделювання склала: вмісту гумусу – 92,0 %, нітрифікаційного азоту – 85,8 %, рухомого фосфору – 87,8 %, обмінного калію – 91,4 %, вмісту (%) гранулометричної фракції фізичної глини (< 0,01 мм) – 84,1 %.

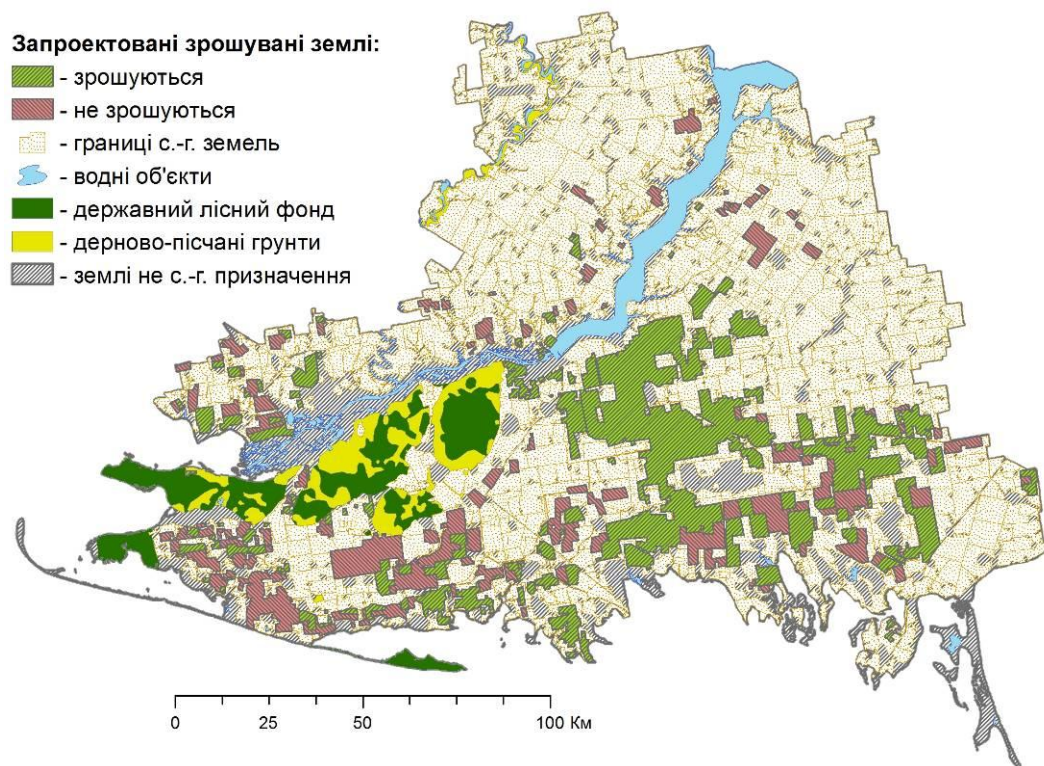
Для обробки та аналізу вхідних даних використані ліцензійні програмні продукти STATISTICA Advanced + QC для Windows, v.10 Ru і ArcGis 10.1.

**Результати досліджень та їх обговорення.** На основі даних дистанційного зондування Землі супутникового знімку Landsat 8 нами було здійснено дешифрування космічного знімку та встановлені межі сільськогосподарських земель (рис. 1).



**Рис. 1. Дешифрування розподілу сільськогосподарських земель на території Херсонської області**

Загальна площа Херсонської області склала 2846,1 тис га, сільськогосподарські землі становлять 1971,0 (69,25 %) тис га, в т.ч. ріллі – 1777,6 тис га (90,2 %). В останні 36 років (1980 – 2016 рр.) спостерігалось стабільне використання земель сільськогосподарського призначення з незначною тенденцією їх збільшення на 0,3 %. На території області зосереджено 20 % зрошуваних земель України, їх площа становить близько 426,8 (21,65 %) тис га, тобто п'яту частину від усіх сільгоспугідь області. За останніми даними Державного агентства водних ресурсів України (рис. 2) зрошувані землі, які використовуються в поливному режимі складають 287,4 тис га (67 %), не використовуються 139,4 тис га (33 %).



**Рис. 2. Просторовий розподіл зрошуваних земель на території Херсонської області**

*Забезпеченість гумусом.* Гумус є одним з основних ресурсів потенційної родючості ґрунтів і інтегральним індикатором ефективності агротехнологічного блоку систем землеробства. Ґрунтовий покрив Херсонської області характеризується малогумусними ґрунтами із вмістом гумусу в межах 0,30-3,85 %. Просторова неоднорідність вмісту гумусу визначена складністю структури ґрунтового покриву, яка обумовлена, в першу чергу, зональними факторами ґрунтоутворення і неоднорідністю гідротермічних умов, по-друге – розвитком глейовими процесів в ґрунтових подах за рахунок їх спорадичного перезволоження талими і дощовими водами, по-третє – інтенсивним проявом процесу осолонцювання і засолення при неглибокому заляганні ґрунтових вод.

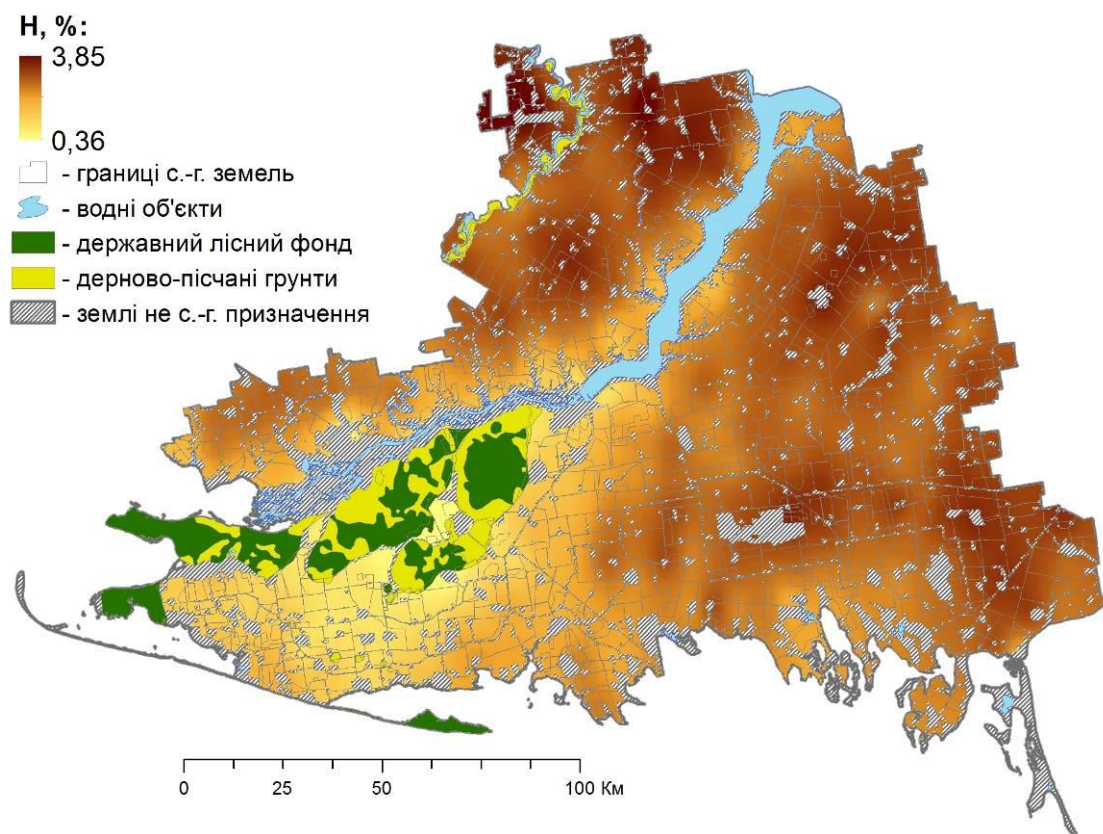
Особливості ґрунтового покриву визначають початковий вміст гумусу, який в результаті господарської діяльності зазнає динамічних змін, що визначаються інтенсивністю і культурою землеробства в межах земельних ділянок (полів сівозмін) і землекористувань. В умовах зрошення вміст гумусу в різних типах ґрунтів області (в шарі 0...40 см) в середньому на 0,1-0,5 %

менший, ніж на незрошуваних землях, що обумовлено інтенсивністю і технологічними особливостями зрошувальних меліорацій (якість води, поливні норми, сівозміни та ін.) [13].

Дегуміфікація ґрунтів пояснюється посиленням мінералізації органічної речовини в результаті інтенсивної обробки і незбалансованості продукційного і ґрунтоутворюючого процесів [14, 15], недостатнім надходженням в орний горизонт поживних залишків і органічних добрив, збільшенням частки пропашних культур, скороченням частки багаторічних трав і польових сівозмін, тривалим одностороннім застосуванням мінеральних добрив (особливо фізіологічно кислих форм), неповним використанням рослинних залишків на добриво, випалюванням стерні, нерідко спалювання залишків соломи, проявом водної ерозії, включаючи іригаційну, і дефляції ґрунтів, а також результатом тривалого зрошення.

На час другого туру обстежень почався період інтенсивного розвитку іригації, що призвело до значного зменшення вмісту гумусу за період 1970 – 1989 рр. – в середньому на 0,36 % (з 2,56 % до 2,20 %). В південній частині Херсонської області, де зосереджено більше половини зрошуваних земель – 253,2 тис га (59,3 %), відзначено значне зниження гумусованості ґрунтів і високу просторову неоднорідність. Період 1985 – 2012рр. характеризувався стабільним гідромеліоративним навантаженням з незначною динамікою ( $V = 3,3 \%$ ) і негативною спрямованістю зміни вмісту гумусу (трендом) в часі ( $t$ ):  $T = -0,0061 \cdot t + 2,2914$ ;  $R^2 = 0,022$ .

В результаті геомодельовання була створена просторова модель сучасного стану розподілу гумусу у ґрунтах Херсонської області (рис. 3). Найбільше середньозважене значення вмісту гумусу 3,04 % зафіксовано в чорноземах звичайних, які розташовані в північній частині області, найменший вміст гумусу знаходиться в дерново-пісчаних ґрунтах – 0,88.



**Рис. 3. Картограма просторового розподілу гумусу у ґрунтах Херсонської області**

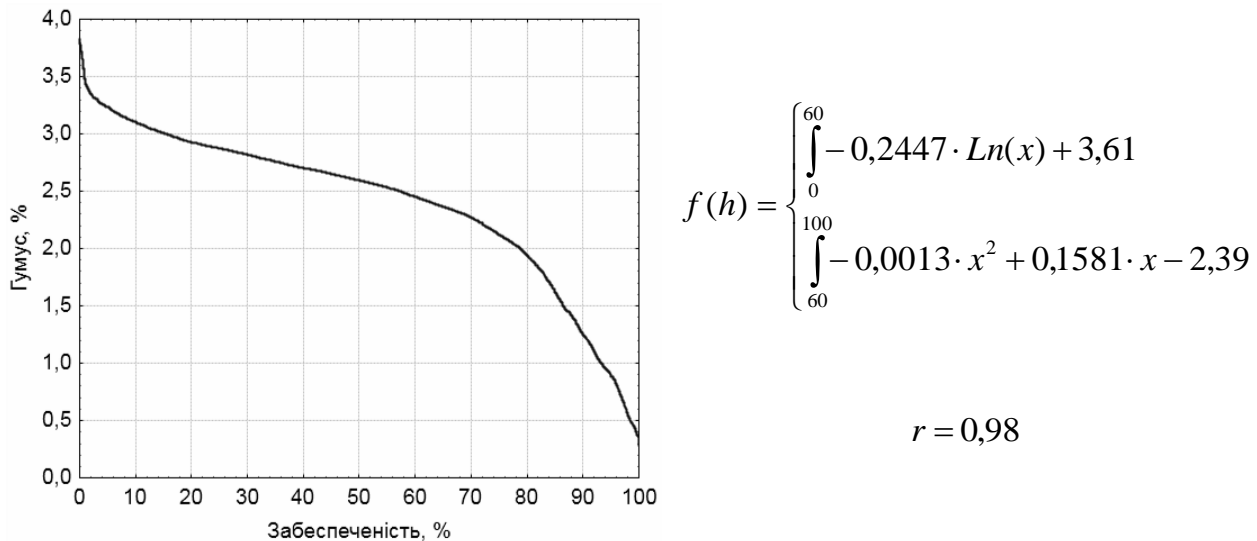
Вміст гумусу в ґрунтах (табл. 1), яке відповідає якісним градаціям середнього і підвищеного вмісту (> 2,1%), характеризує 72,5 % площі сільськогосподарських земель.

**1. Розподіл вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарських земель області**

Вміст гумусу, %		Розподіл с.-г. земель	
		<i>тис га</i>	%
дуже низьке	< 1,10	124,4	6,3
низьке	1,10 – 2,09	418,3	21,2
середнє	2,10 – 3,09	1182,3	60,0
підвищене	3,10 – 4,09	246,0	12,5
Всього		1971,0	100

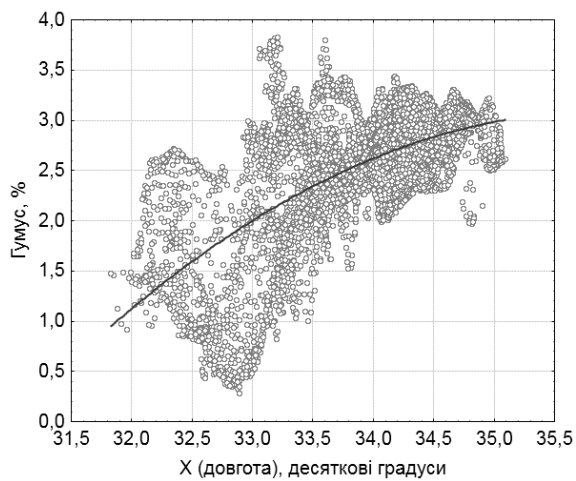
Графічні та статистичні характеристики особливостей просторової неоднорідності розподілу гумусу (рис. 4, 5) вивчені, використовуючи створену

нами просторову растрову модель розподілу гумусу, за результатами вибірки даних в 4450 точках на території області. Це забезпечило значне підвищення якості інтерпретації просторово-графічної інформації та результатів моделювання.

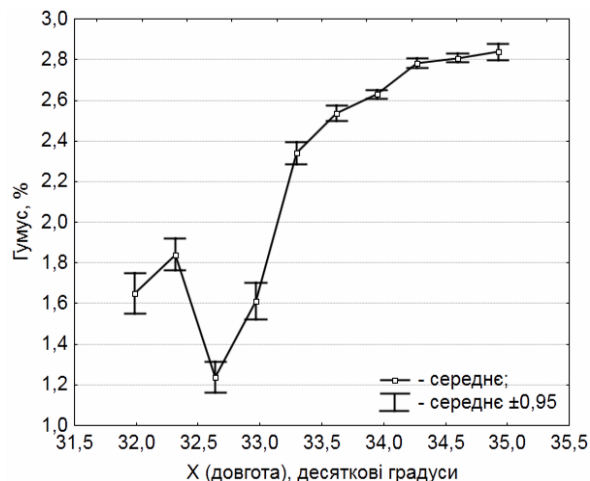


**Рис. 4. Крива і функція забезпеченості гумусом ґрунтів області**

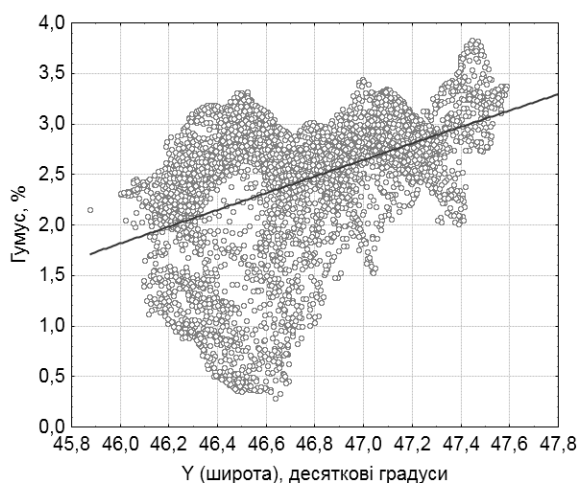
Просторова варіабельність ґрунтових властивостей переважно відрізняється нестационарним (нетиповим) характером їх розподілу в агроландшафтах на різних рівнях спостережень, що в значній мірі визначено культурою землеробства і ґрунтовою різноманітністю. Для такої ситуації використання автокореляційного підходу дає можливість визначити максимальну відстань розподілу і збереження можливої просторової енергії стаціонарності (типовості) процесу між лагами. Це також дозволяє обґрунтувати синхронність часових змін досліджуваних показників в радіусі лага стаціонарності. Автокореляційне дослідження просторової типовості гумусованості ґрунтів проведено в напрямку зростання просторового тренда з південного заходу (початок відліку - 1-й лаг) на північний схід області. Просторова відстань між лагами становило 2,5 км. За результатами дослідження визначено значна кореляція на першому лагу – 0,998, але просторова кореляція із другого лага знизилася до 0,015, що пояснюється значною нестационарністю розподілу гумусу у просторі.



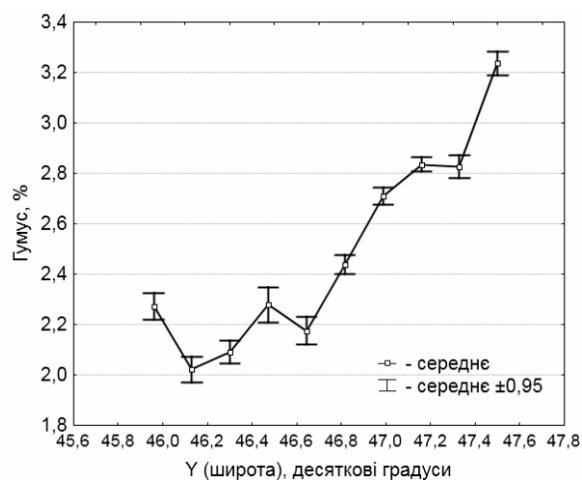
$$y = -0,1284x^2 + 9,2215x - 162,5; R = 0,63$$



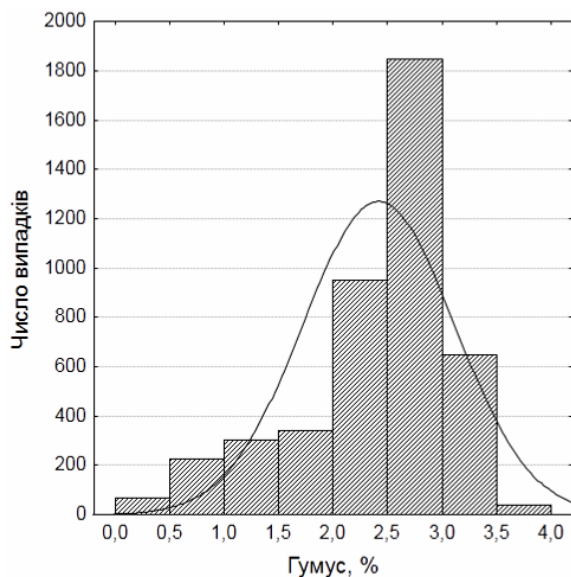
а)



$$y = 38,469\ln(x) - 145,47; R = 0,44$$



б)



Загальне число випадків	4450
Середнє значення	2,40
Довірчий інтервал середнього	0,02
Медіана	2,60
Мода	2,92
Мінімум	0,29
Максимум	3,8
П оцентиль 10,0	1,25
Процентиль 90,0	3,10
Рівень варіації, %	3,54
Дисперсія	0,48
Стандартне відхилення	0,69
Стандартна похибка середнього	0,01
Асиметрія	-1,08
Екссес	0,61

в)

**Рис. 5. Просторова неоднорідність розподілу гумусу в ґрунтах Херсонської області а) захід → схід; б) південь → північ; в) статистичні характеристики**

Для того, щоб зняти напругу сигналу була взята різниця першого лага, при цьому основний сигнал нестационарного процесу збережений. В результаті перетворення даних визначено мінімальний ( $r = 0,391$ ) і максимальний ( $r = 0,143$ ) радіус типовості формування гумусу, який дорівнює 2,5 км (лаг 1) і 12,5 км (лаг 5). Низьке значення зв'язку між лагами вказує на значну просторову варіабельність (неоднорідність) розподілу гумусу в границях контурів різних типів (підтипів) ґрунтів.

Просторова функція розподілу гумусу в ґрунтах області має вигляд:

$$f(h) = 25,14 \cdot x - 11,98 \cdot y + 0,07 \cdot x^2 - 0,63 \cdot x \cdot y + 0,36 \cdot y^2 - 168,97 ; R = 0,58 \quad (1)$$

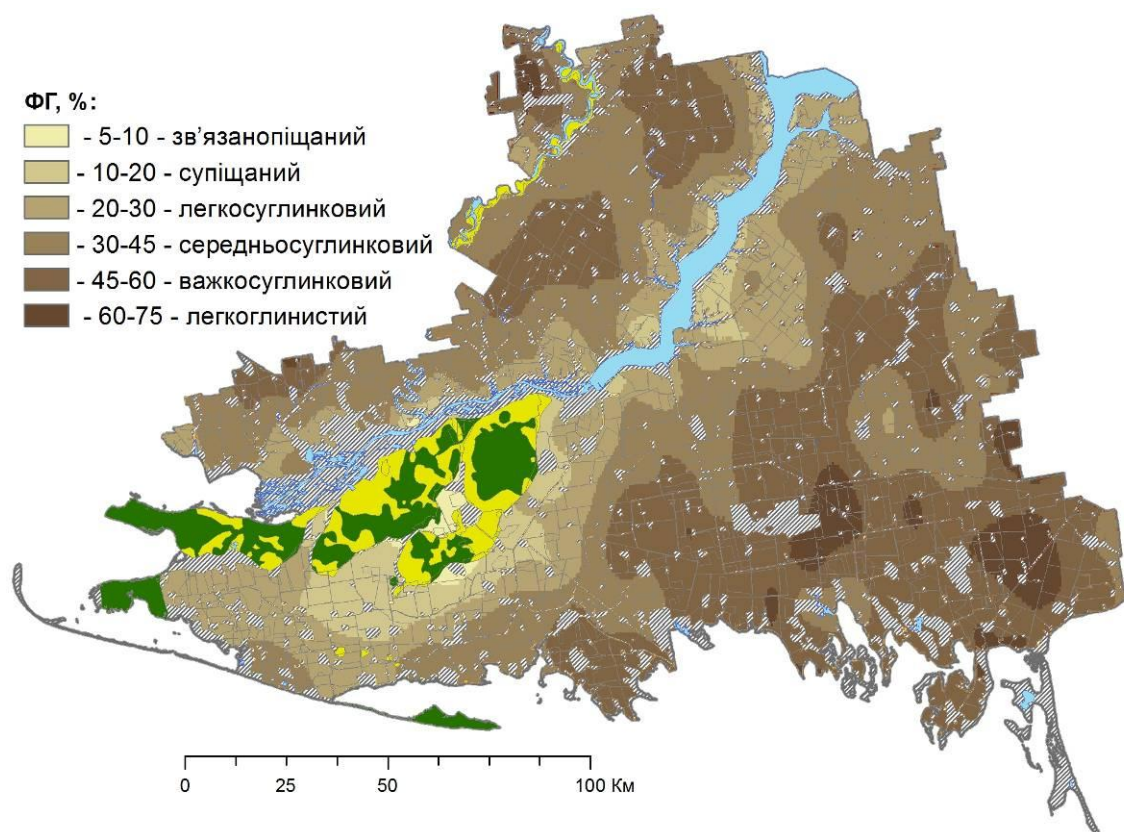
де,  $x$  – довгота, десяткові градуси,  $y$  – широта, десяткові градуси.

Встановлена просторова закономірність підвищення вмісту гумусу в орному шарі в напрямку із південного заході на північний схід.

*Забезпеченість калієм.* Калій відіграє важливу роль в життєдіяльності сільськогосподарських культур. Він опосередковано бере участь в азотному обміні, впливає на накопичення амінокислот і енергетичні процеси, регулює дихання. Наявність різних форм калію в ґрунтах пов'язаний з первинними і вторинними мінералами, а також з особливостями їх перетворень. Валовий уміст калію у ґрунтах залежить в основному від вмісту фракції фізичної глини в гранулометричному складі ґрунту [16, 17]. Нами створена просторова модель просторового розподілу сільськогосподарських земель за вмістом фізичної глини (ФГ, %, частинок  $< 0,01$  мм) на території основних басейнів (рис. 6, табл. 2).

Основними ґрунтами за гранулометричним складом в області є суглинок важкий – 36,0 % від усієї площі сільськогосподарських земель, суглинок середній – 32,1 % і суглинок легкий – 21,4 %.

За даними моніторингу в період 1970 – 2012 рр. на території області закономірність зміни вмісту обмінного калію у ґрунтах (шарі 0...40 см) можна формалізовано представити у вигляді негативного тренд-формування:  
 $T = -36,87 \cdot \ln(t) + 437,75; R^2 = 0,97$  [18].



**Рис. 6. Картограма просторового розподілу сільськогосподарських земель за гранулометричною фракцією фізичної глини (< 0,01 мм) в Херсонській області**

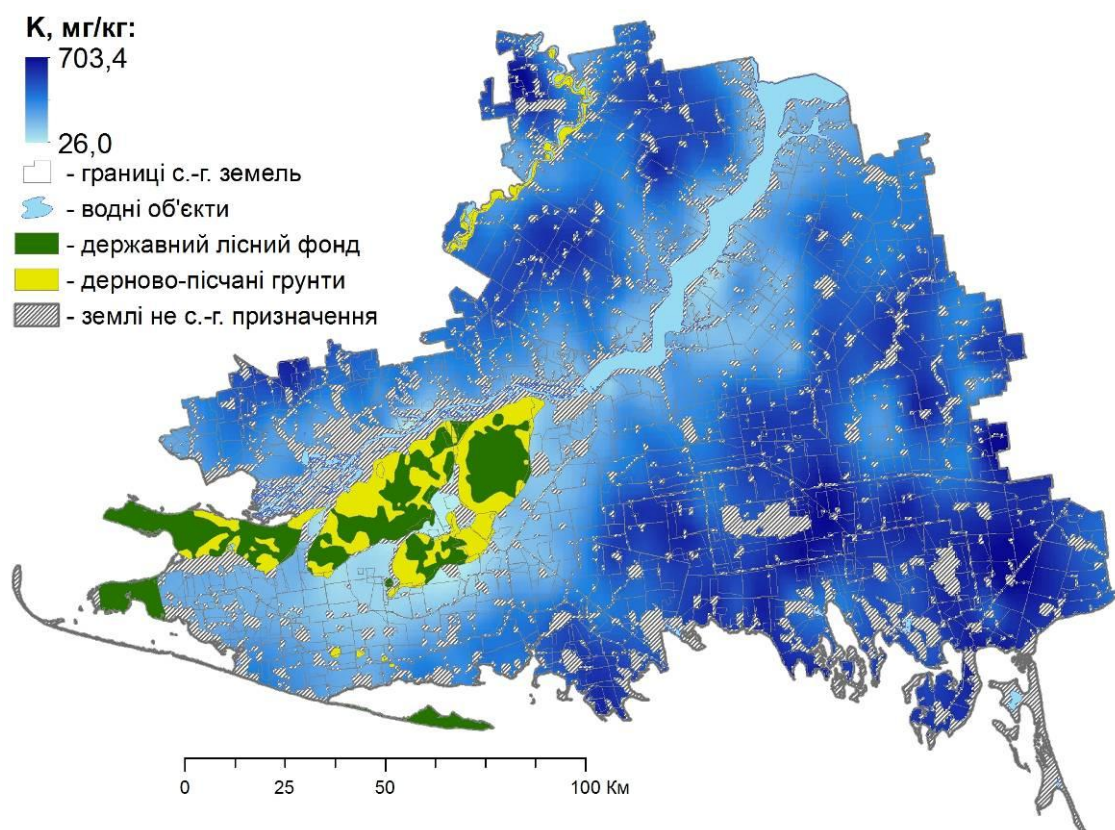
**2. Розподіл сільськогосподарських земель за гранулометричною фракцією фізичної глини (<0,01 мм) в області**

Назва ґрунту за гранулометричним складом	Вміст ФГ, %	Розподіл с.-г. земель	
		<i>тис. га</i>	<i>%</i>
Зв'язанопіщаний	5-10	24,1	1,2
Супіщаний	10-20	160,8	8,2
Легкосуглинковий	20-30	421,9	21,4
Середньосуглинковий	30-45	631,9	32,1
Важкосуглинковий	45-60	709,7	36,0
Легкоглинистий	60-75	22,7	1,2
<b>Всього</b>		<b>1971,0</b>	<b>100</b>

Вміст обмінного калію в ґрунтах Херсонської області зменшився в середньому на 18 % (з 442,4 мг/кг до 363,8 мг/кг). Різний ступінь зниження калію в ґрунтах від 50 мг/кг до 210 мг/кг (від 10 % до 50 %) обумовлена відсутністю регулярного, рівномірного і необхідної кількості надходження мінеральних

добрив, проявом водної ерозії, включаючи іригаційну, і дефляції ґрунтів, а також результатом тривалого зрошення.

В результаті геомодельювання отримана просторова модель розподілу обмінного калію у ґрунтах Херсонської області (рис. 7). Вміст обмінного калію в ґрунтах (табл. 3), яке відповідає якісним градаціям від середнього до дуже високого вмісту ( $> 200$  мг/кг), характеризує 85,8 % площі сільськогосподарських земель. Найбільший вміст обмінного калію в межах якісно градації більше 400 мг/кг ґрунту зафіксовано в північно-західній та південно-східній частинах області.

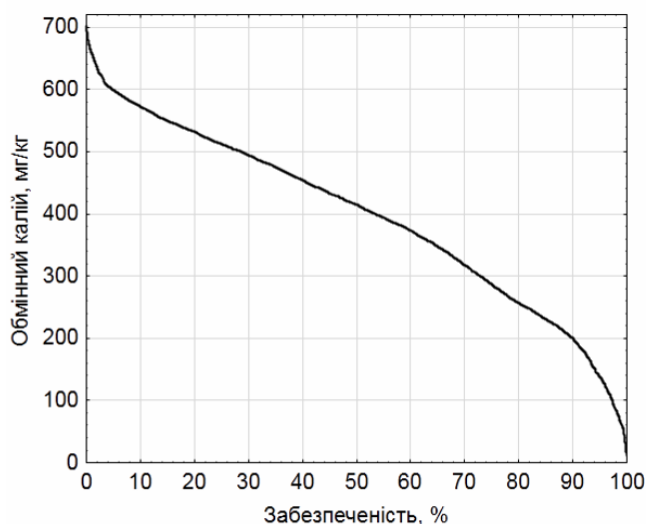


**Рис. 7. Картосхема просторового розподілу обмінного калію в ґрунтах Херсонської області**

Графічні та статистичні характеристики особливостей просторової неоднорідності розподілу калію (рис. 8, 9) вивчені, використовуючи створену нами просторову растрову модель розподілу калію, за результатами вибірки даних в 4450 точках на території області.

### 3. Розподіл вмісту обмінного калію в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Вміст обмінного калію, мг/кг		Розподіл с.-г. земель	
		тис. га	%
дуже низький	< 100	70,6	3,6
низький	101 – 200	211,2	10,7
середній	201 – 300	459,8	23,3
підвищений	301 – 400	572,6	29,1
високий	401 – 600	596,3	30,3
дуже високий	> 600	60,5	3,1
Всього		1971,0	100,0



$$f(K_2O) = \begin{cases} \int_{30}^{30} -42,95 \cdot \ln(x) + 660,28 \\ 0 \\ \int_{30}^{100} -0,0504 \cdot x^2 + 1,0186 \cdot x + 495,29 \end{cases}$$

$$r = 0,98$$

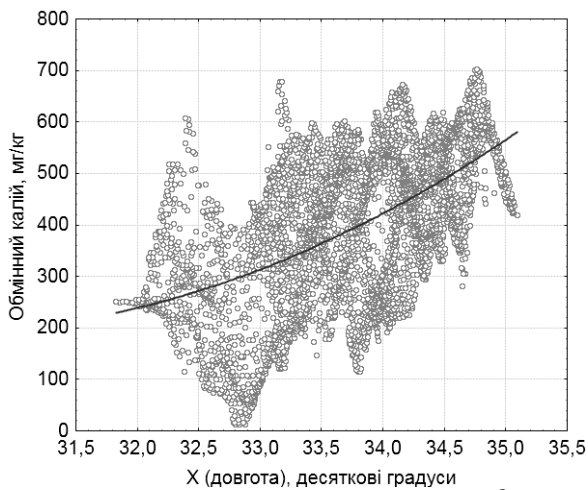
**Рис. 8. Крива і функція забезпеченості ґрунтів області обмінним калієм**

В результаті автокореляційних досліджень просторової типовості формування обмінного калію визначені мінімальний ( $r = 0,413$ ) і максимальний ( $r = 0,170$ ) радіус однорідності формування калію, який дорівнює 2,5 км і 12,5 км.

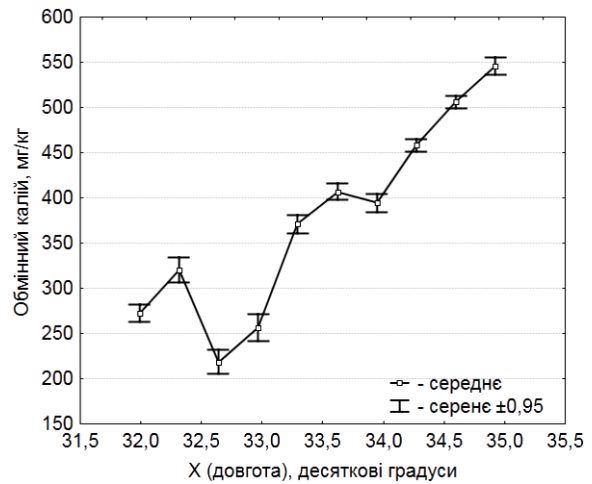
Просторова функція розподілу обмінного калію за основними басейнах має вигляд:

$$f(K_2O) = 9628,88 \cdot x - 3150,26 \cdot y + 11,05 \cdot x^2 - 220,27 \cdot x \cdot y + 112,49 \cdot y^2 - 88216,68 ; R = 0,46 \quad (2)$$

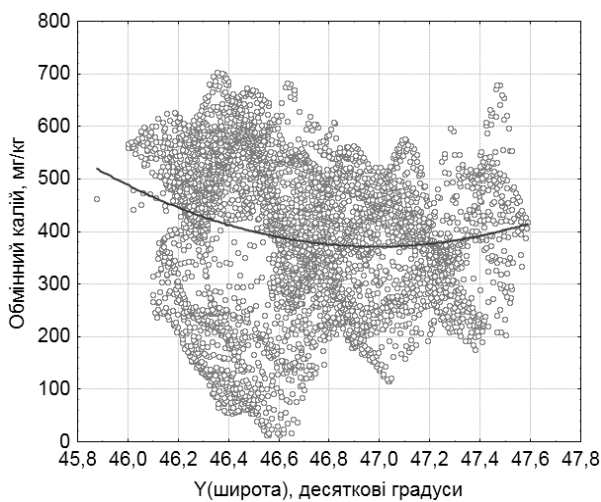
де,  $x$  – довгота, десяткові градуси,  $y$  – широта, десяткові градуси.



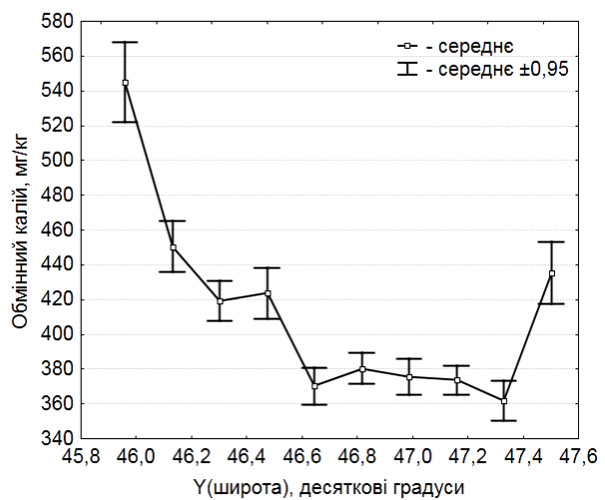
$$y = 17,079x^2 - 1035,5x + 15885; R = 0,56$$



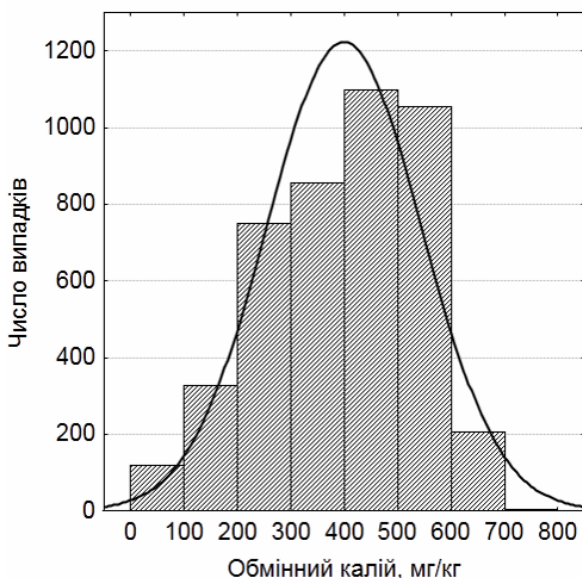
а)



$$y = 120,09x^2 - 11285x + 265508; R = 0,18$$



б)



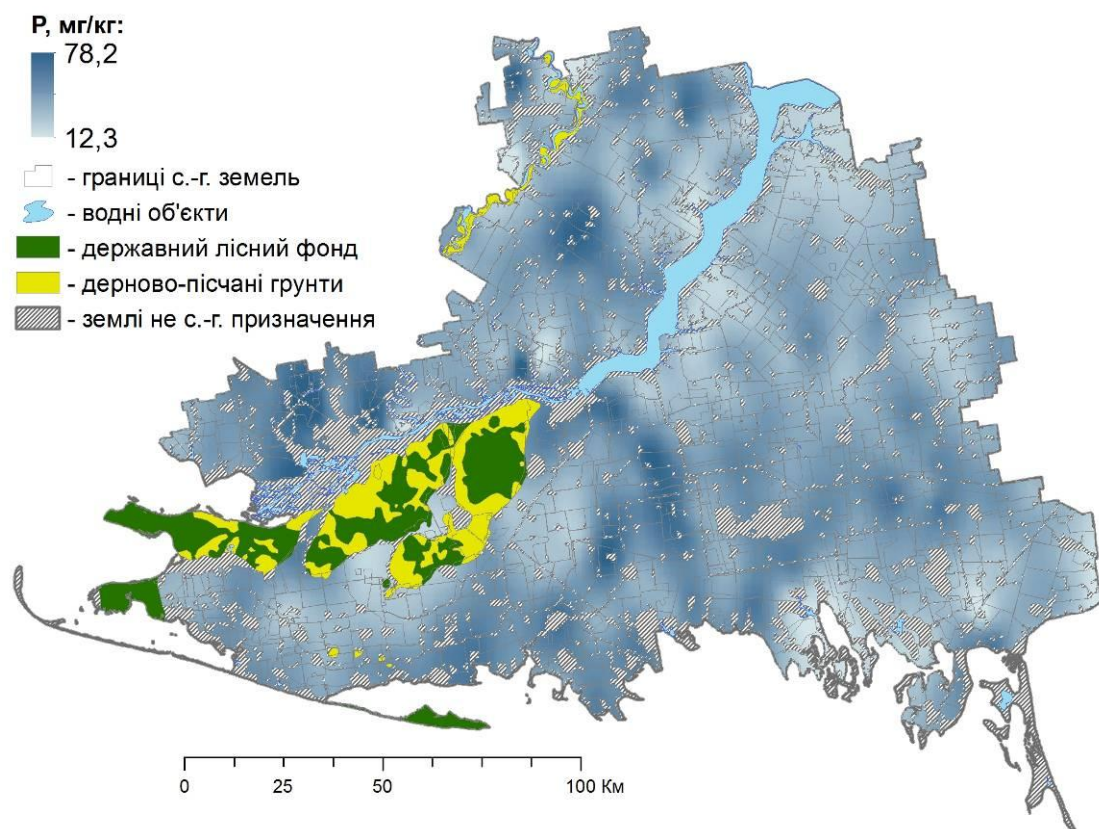
Загальне число випадків	4450
Середнє значення	396,78
Довірчий інтервал середнього	4,24
Медіана	414,94
Мода	
М мінімум	23
Максимум	703,18
Процентиль 10,0	199,63
Процентиль 90,0	572,48
Рівень варіації, %	36,23
Дисперсія	20669,97
Стандартне відхилення	143,77
Стандартна похибка середнього	2,16
Асиметрія	-0,37
Експес	-0,64

в)

**Рис. 9. Просторова неоднорідність розподілу обмінного калію в ґрунтах області: а) захід → схід; б) південь → північ; в) статистичні характеристики**

*Забезпеченість фосфором.* Фосфор є одним з важливих елементів в живленні рослин. Після органічної речовини і азоту, фосфор часто буває найдефіцитнішим елементом при вирощуванні сільськогосподарських культур. Він входить до складу нуклеопротеїдів, сахарофосфатів, фосфатидів і інших з'єднань, бере активну участь в процесах обміну речовин і синтезу білка, визначає енергетику клітини, впливає на ріст рослин. Фосфор міститься в ґрунті в різних формах: органічної і неорганічної, рухомої і нерухомої. Вміст рухомого фосфору у ґрунті – одна з найважливіших характеристик її родючості. За даними моніторингу в період 1970 – 2012 рр. на території області часові закономірності зміни вмісту рухомого фосфору в ґрунтах (шарі 0...40 см) має негативне тренд-формування:  $T = -10,59 \cdot \ln(t) + 62,31; R^2 = 0,98$ . Його вміст зменшився в середньому на 34,17 % (з 62,0 мг/кг до 40,8 мг/кг).

В результаті геомодельювання отримана просторова модель розподілу рухомого фосфору в ґрунтах Херсонської області (рис. 10).



**Рис. 10. Картограма просторового розподілу рухомого фосфору в ґрунтах Херсонської області**

Вміст рухомого фосфору в ґрунтах (табл. 4), яке відповідає якісним градаціям від підвищеного до дуже високого вмісту ( $> 31,0$  мг/кг), характеризує 87,3 % площі сільськогосподарських земель. Переважна частина території області (56,2 %) із високим і дуже високим вмістом рухомого фосфору в ґрунті визначена в буферних зонах зрошуваних земель.

#### 4. Розподіл вмісту рухомого фосфору в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Вміст рухомого фосфору, мг/кг		Розподіл с.-г. земель	
		тис. га	%
середній	16,0 – 30,0	250,0	12,7
підвищений	31,0 – 45,0	1064,4	54,0
високий	46,0 – 60,0	599,7	30,4
дуже високий	$>60,0$	56,9	2,9
Всього		1971,0	100,0

Графічні та статистичні характеристики особливостей просторової неоднорідності розподілу фосфору (рис. 11) вивчені, використовуючи створену нами просторову растрову модель розподілу фосфору, за результатами вибірки даних в 4450 точках на території області.

Функція забезпеченості ґрунтів області рухомим фосфором:

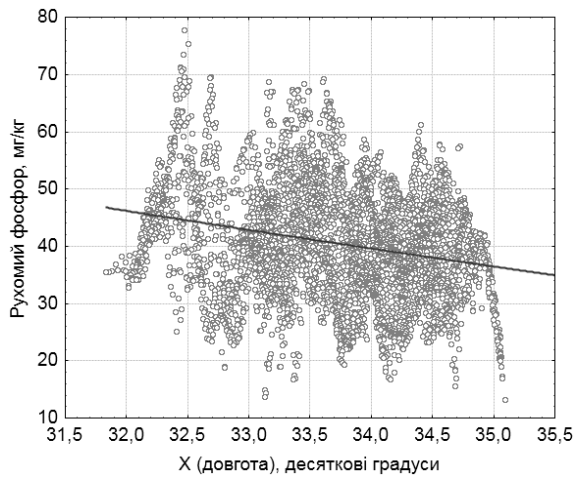
$$f(P_2O_5) = 281,4 \cdot \sin(0,006052 x + 2,682) + 60,87 \cdot \sin(0,03122 x + 4,653) + 7,576 \cdot \sin(0,06488 x + 6,113) \\ r = 0,996 \quad (3)$$

В результаті автокореляційних досліджень просторової типовості формування рухомого фосфору визначені мінімальний ( $r = 0,340$ ) і максимальний ( $r = 0,180$ ) радіус типовості формування фосфору, який дорівнює 2,5 км і 12,5 км.

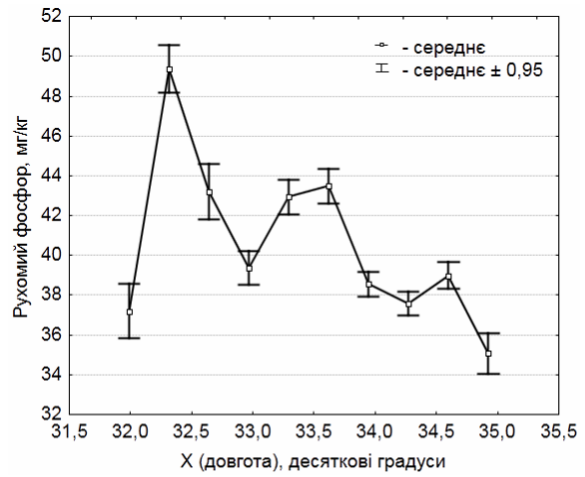
Просторова функція розподілу рухомого фосфору має вид:

$$f(P_2O_5) = 378,54 \cdot x + 1103,71 \cdot y - 1,92 \cdot x^2 - 5,43 \cdot x \cdot y - 9,90 \cdot y^2 - 31949,82 ; R = 0,38 \quad (4)$$

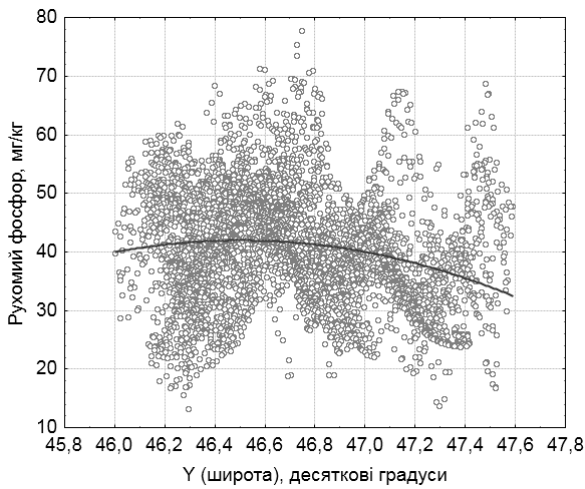
де,  $x$  – довгота, десяткові градуси,  $y$  – широта, десяткові градуси.



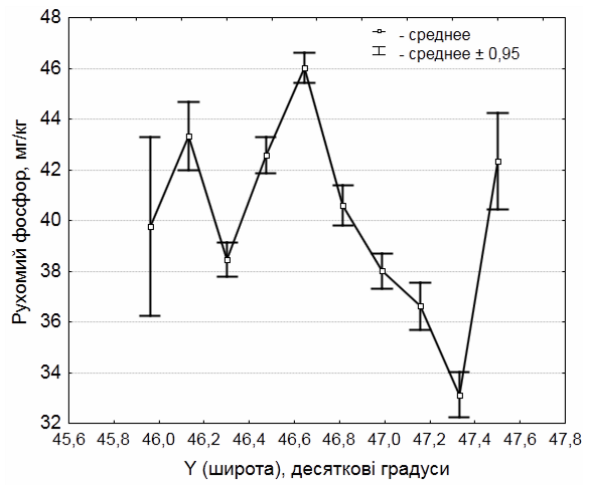
$$y = -108,04\ln(x) + 420,6; R = 0,24$$



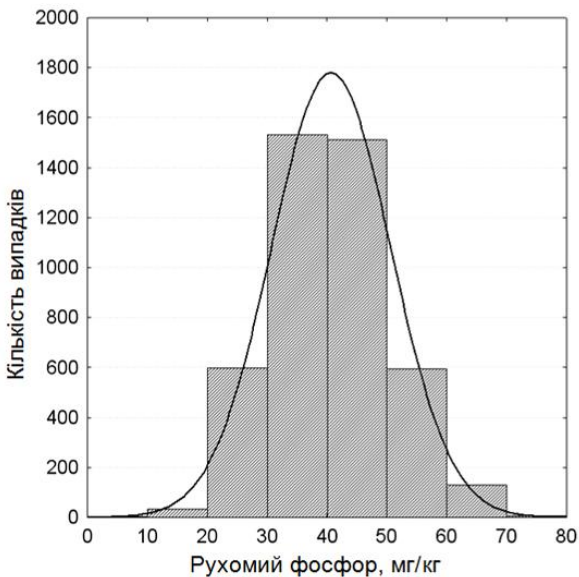
а)



$$y = -7,9263x^2 + 737,2x - 17099; R = 0,20$$



б)



Загальне число випадків	4450
Середнє значення	40,55
Довірчий інтервал середнього	0,57
Медіана	40,21
Мода	-
Мінімум	13,25
Максимум	77,82
Процентиль 10,0	27,71
Процентиль 90,0	52,93
Рівень варіації, %	24,02
Дисперсія	94,79
Стандартне відхилення	9,74
Стандартна похибка середнього	0,15
Асиметрія	0,25
Екссес	0,07

в)

**Рис. 11. Просторова неоднорідність розподілу рухомого фосфору в ґрунтах тестової території: а) захід → схід; б) південь → північ; в) статистичні характеристики**

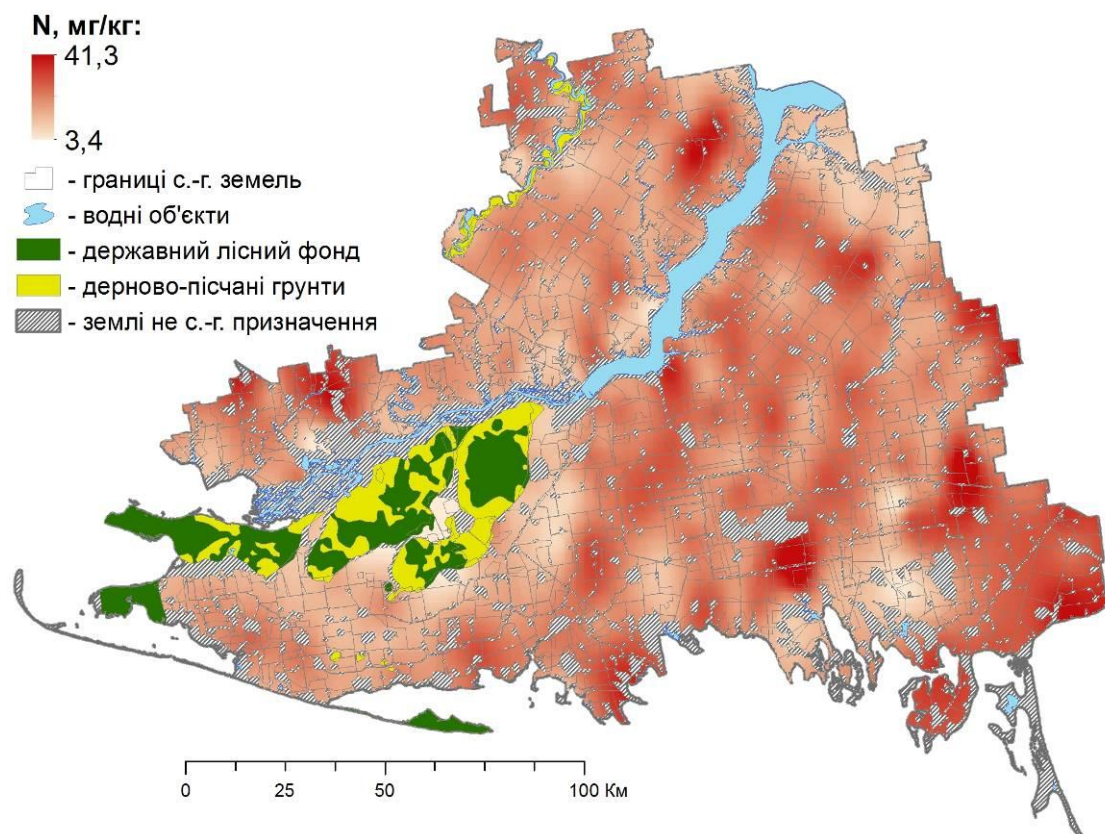
Визначена просторова закономірність зменшення вмісту рухомого фосфору в орному шарі в напрямку із південного заходу на північний схід.

*Забезпеченість нітрифікаційним азотом.* Азоту належить провідна роль в підвищенні врожаю сільськогосподарських культур. Він є важливим біологічним елементом і грає виняткову роль в житті рослин. Особливо важливий азот в першій половині вегетації, коли йде інтенсивний ріст рослин. Тому режим азотного живлення рослин в ґрунтах є важливою характеристикою ґрунтової родючості. Найбільше значення для поповнення доступного рослинам ґрунтового азоту мають процеси амоніфікації, за якої азот органічної речовини перетворюється в аміак, і нітрифікації, за якої аміак переходить в азотисту, а потім в азотну кислоту і її солі. Розвитку цих процесів сприяють оптимальна температура (20-30 °С) і вологість ґрунту (60-70 % повної вологоємності), аерація ґрунту, сприятлива реакція середовища.

За даними моніторингу в період 1998 – 2012 рр. на території області закономірності зміни вмісту нітрифікаційного азоту в орному шарі (0 ... 40 см) ґрунтів має негативне тренд-формування:  $NO_3 = -0,053t^2 + 0,966t + 16,74; R^2 = 0,24$ . Вміст азоту за 8-10-й тури обстежень по всій території області зменшився в середньому на 17,0 % (з 23,0 мг/кг до 19,1 мг/кг).

В результаті геомодельювання отримана просторова модель розподілу нітрифікаційного азоту в ґрунтах Херсонської області (рис. 12). Вміст азоту в ґрунтах (табл. 5), яке відповідає якісним градаціям від середнього до підвищеного вмісту (> 21,0 мг/кг), характеризує 47,4 % площі сільськогосподарських земель. Найбільшу питому вагу сільськогосподарських земель із середнім – підвищеним вмістом азоту з нітрифікаційною здатністю відзначено в центральній і східній частинах області.

Графічні та статистичні характеристики особливостей просторової неоднорідності розподілу азоту (рис. 13) вивчені, використовуючи створену нами просторову растрову модель розподілу азоту, за результатами вибірки даних в 4450 точках на території області.



**Рис. 12. Картограма просторового розподілу нітрифікаційного азоту в ґрунтах Херсонської області**

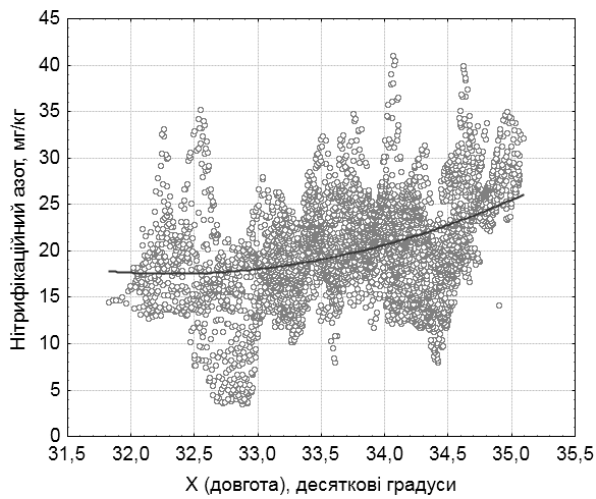
### 5. Розподіл умісту нітрифікаційного азоту в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Вміст нітрифікаційного азоту, мг/кг		Розподіл с.-г. земель	
		<i>тис. га</i>	<i>%</i>
дуже низький	< 10,0	64,0	3,2
низький	11,0 – 20,0	972,1	49,3
середній	21,0 – 30,0	881,5	44,7
підвищений	31,0 – 45,0	53,4	2,7
Всього		1971,0	100

Функція забезпеченості ґрунтів області нітрифікаційним азотом:

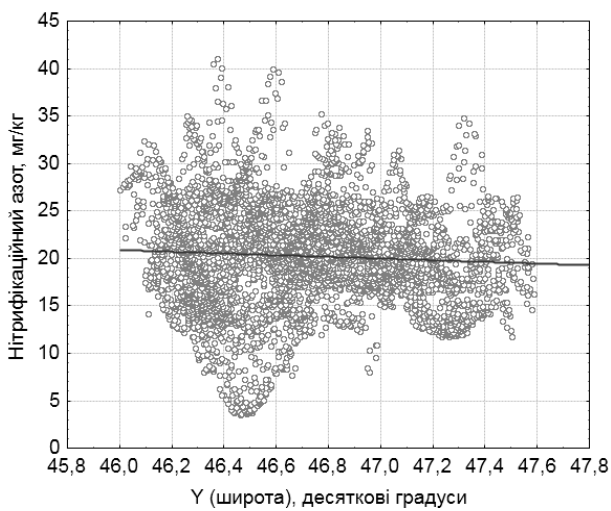
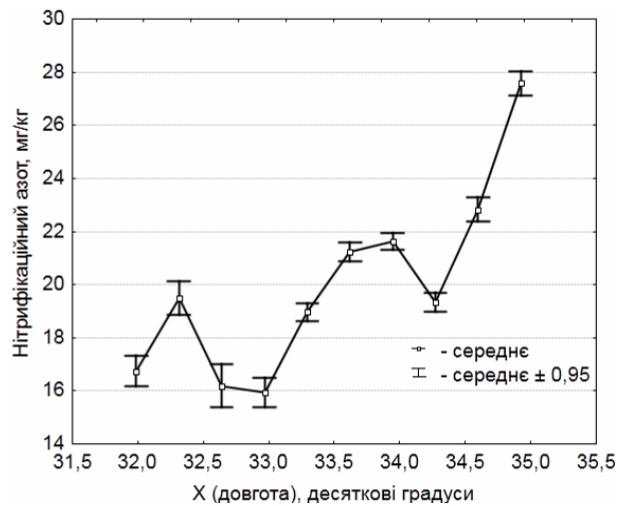
$$f(NO_3) = 298,6 \cdot \sin(0,0219x + 1,888) + 306,2 \cdot \sin(0,0319x + 4,588) + 74,66 \cdot \sin(0,04581x + 7,087)$$

$$r = 0,988 \quad (5)$$



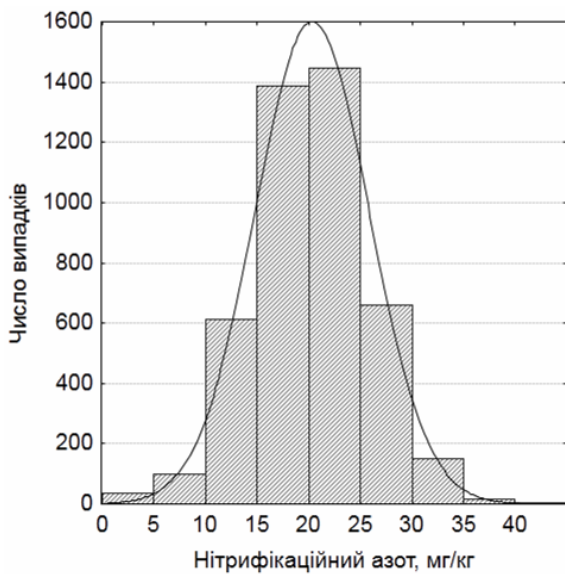
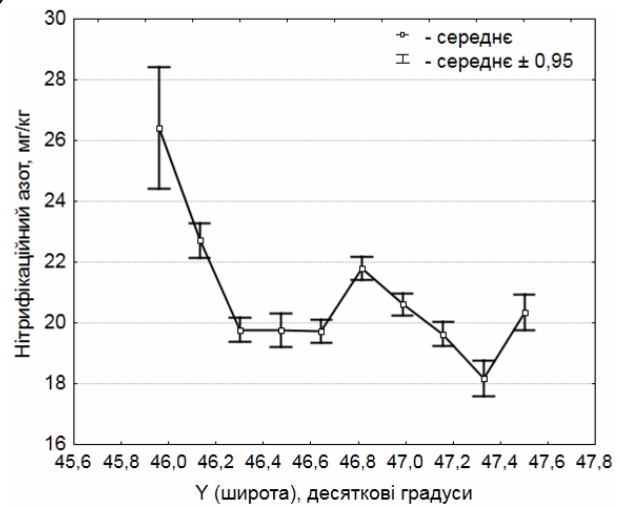
$$y = 1,111x^2 - 71,83x + 1178,5; R = 0,38$$

а)



$$y = -41,956\ln(x) + 181,52; R = 0,06$$

б)



Общее число случаев	4450
Среднее значение	20,25
Доверительный интервал среднего	0,16
Медиана	20,2
Мода	-
Минимум	3,53
Максимум	41,1
Процентиль 10,0	13,61
Процентиль 90,0	26,94
Уровень вариации	27,01
Дисперсия	29,96
Стандартное отклонение	5,47
Стандартная ошибка среднего	0,08
Асимметрия	0,03
Экссесс	0,44

в)

**Рис. 13. Просторова неоднорідність розподілу азоту (за нітрифікаційною здатністю) в ґрунтах тестової території: а) захід → схід; б) південь → північ; в) статистичні характеристики**

В результаті автокореляційних досліджень просторової типовості формування азоту визначено мінімальний ( $r = 0,095$ ) і максимальний ( $r = 0,044$ ) радіус типовості формування азоту, який дорівнює 2,5 км і 5,0 км.

Просторова функція розподілу азоту має вид:

$$f(NO_3) = 155,52 \cdot x + 149,83 \cdot y + 1,07 \cdot x^2 - 4,83 \cdot x \cdot y + 0,13 \cdot y^2 - 6129,06; R = 0,43 \quad (6)$$

де,  $x$  – довгота, десяткові градуси,  $y$  – широта, десяткові градуси.

Підвищення вмісту нітрифікаційного азоту в орному шарі відбувається в напрямку із північного заходу на південний схід.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Представлені результати системного використання статистичних і геоінформаційних методів аналізу та просторово-часового моделювання неоднорідності зміни агрохімічних властивостей в ґрунтах Херсонської області. В результаті моделювання визначена загальна закономірність погіршення агрохімічного стану ґрунтів в шарі 0...40 см за 42 роки. Відсутність регулярного, рівномірного і необхідної кількості надходження мінеральних добрив, прояв вітрової та водної ерозії, включаючи іригаційну, і дефляції ґрунтів, а також тривале зрошення призвело до зменшення вмісту гумусу в середньому на 0,36 %, обмінного калію на 18 %, рухомого фосфору на 34,17 %, нітрифікаційного азоту на 17,0 %. Представлені підходи, методи і результати просторово-часового моделювання дають можливість комплексно підійти до питання детального вивчення неоднорідності формування агрохімічного стану та ефективності використання сільськогосподарських земель з метою подальших розробок і впровадження науково – обґрунтованих меліоративних заходів та проектних рішень підвищення ефективності природокористування в степовій зоні. Отримані результати визначають територіальні пріоритети регіональної політики, дозволяючи застосовувати диференційовану ефективність ґрунтозахисного блоку систем землеробства.

## Список літератури

1. Пичура В. И. Пространственно-временное прогнозирование изменений параметров агрохимических показателей мелиорируемых почв с использованием ГИС и нейротехнологий / В. И. Пичура // *Агрохімія і ґрунтознавство*. – 2012. – № 78. – С. 87–95.
2. Содержание гумуса, азота и фосфора в агрегатах чернозема типичного в прецизионном земледелии / Е. В. Дубовик // *Достижения науки и техники АПК*. – 2013. – № 10. – С. 14–16.
3. Медведев В. В. Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины / В. В. Медведев, И. В. Плиско. – Харьков: Изд. «13 типография», 2006. – 386 с.
4. Булыгин С. Ю. Использование интегрального анализа данных дистанционного зондирования и цифровых моделей рельефа при картографировании почвенного покрова черноземной зоны / С. Ю. Булыгин, А. Б. Ачасов, Ф. Н. Лисецкий // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. – 2012. – Т. 21. – № 21 (140). – С. 143–153.
5. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 2. Результаты исследований / Под редакцией В. В. Медведева. – Харьков: КП «Городская типография». – 2009. – 260 с.
6. Ефективне використання ґрунтів із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій / С. А. Балюк, І. В. Пліско, С. Р. Трускавецький [та ін.]; За наук. ред. С. А. Балюка. – К.: Аграрна наука, 2011. – 72 с.
7. Pichura V. I. Spatial assessment of the suitability of agricultural lands for growing and design of grain harvest using GIS technologies / V. I. Pichura, O. V. Larchenko, E. A. Domaratsky, D. S. Breus // *Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки*. – 2013. – № 3. – С. 357-362.
8. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В. В. Медведев. – Харьков: ПФ «Антиква», 2002. – 428с.
9. Лисецкий Ф. Н. Эталонные почвы в системе особо охраняемых природных территорий / Ф. Н. Лисецкий, М. Е. Замураева, В. В. Половинко, М. А. Данильченко // *Проблемы региональной экологии*, 2009, № 1. – С. 104-110.
10. Ушкаренко В. О. Геоінформаційні системи для управління зрошуваними землями: навч. посіб. // В. О. Ушкаренко, В. В. Морозов, В. В. Колесніков [та ін.] – Херсон: «ЛТ-Офіс», 2010. – 378 с.
11. Jackson L.E., Santos-Martin F., Hollander A.D., Horwath W.R., Howitt R.E., Kramer J.B., O'Geen A.T., Orlove B.S., Six J.W., Sokolow S.K., Sumner D.A., Tomich T.P., Wheeler S.M. Potential for adaptation to climate change in an agricultural landscape in the central valley of California // *California Climate Change Center*, 2009 – P. 165.
12. Torbert H.A., Kruege E., Kurtener D. Soil quality assessment using fuzzy modeling // *Int. Agrophysics*. – 2008. – 22. – 365-370.

13. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Breus D.S. Use of Geoinformation and Neurotechnology to Assess and to Forecast the Humus Content Variations in the Step Soils // Russian Agricultural Sciences. – 2017. № 2 (43). P. 151-155.

14. Lisetskii F.N., Pichura V.I. Assessment and forecast of soil formation under irrigation in the steppe zone of Ukraine // Russian Agricultural Sciences. – 2016. – № 2. – P. 154-158.

15. Пічура В. І. Кліматична обумовленість ґрунтоутворення на території транскордонного басейну Дніпра / Пічура В. І. // Біоресурси і природокористування. – 2016. – Том 8, №5-6. – С. 26-38.

16. Медведев В.В. Гранулометрический состав почв Украины (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В. В. Медведев, Т. Н. Лактионова – Харьков: Апостроф, 2011. – 292с.

17. Христенюк А. А. Оценка химических методов определения содержания подвижного калия в почвах / А. А. Христенюк // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2007 – Вип. 67. – С. 90-98.

18. Pichura V.I. Basin approach to spatial-temporal modeling and neuroprediction of potassium content in dry steppe soils / V.I. Pichura // Biogeosystem Techniqu. – 2015. – № 2 (4). – С. 172-184.

### References

1. Pichura V.I. (2012). Prostranstvenno-vremennoe prognozirovaniye izmeneniy parametrov agrokhimicheskikh pokazateley melioriruemyykh pochv s ispol'zovaniem GIS i neyrotekhnologiy [The space-time forecasting of changes in the parameters of agrochemical indicators of reclaimed soils using GIS and neurotechnologies]. Agrochemicals and soil science, 78, 87–95. (in Russian)

2. Dubovik E.V. (2013). Soderzhanie gumusa, azota i fosfora v agregatakh chernozema tipichnogo v pretsizionnom zemledelii [The content of humus, nitrogen and phosphorus in the aggregates of typical chernozem in precision agriculture]. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex, 10, 14-16. (in Russian)

3. Medvedev V.V., Plisko I.V. (2006). Bonitirovka i kachestvennaya otsenka pakhotnykh zemel' Ukrainy (Bonitation and Qualitative Assessment of Arable Lands in Ukraine), Kharkov: Izd. «13 tipografiya», 386. (in Russian)

4. Bulygin S.Yu., Achasov A.B., Lisetskii F.N. (2012). Ispol'zovanie integral'nogo analiza dannykh distantsionnogo zondirovaniya i tsifrovyykh modeley rel'efa pri kartografirovaniy pochvennogo pokrova chernozemnoy zony [Use of integral analysis of remote sensing data and digital terrain models for mapping the soil cover of the chernozem region]. Scientific bulletins of the Belgorod State University. Series: Natural Sciences, 21, 21 (140), 143-153. (in Russian)

5. Neodnorodnost' pochv i tochnoe zemledelie. (2006) Chast' 2. Rezul'taty issledovaniy [Heterogeneity of Soils and Accurate Farming. Part 2. Results of Research], Medvedev, V.V, Ed., Kharkov: KP «Gorodskaya tipografiya», 260. (in Russian)

6. Balyuk S.A., Plisko I.V., Truskavets'kii S.R. (2011). Efektivne vikoristannya gruntiv iz zastosuvannyam suchasnykh geoinformatsiynykh tekhnologiy

[Efficient Use of Soils Using Modern GIS Technology], Balyuk, S.A., Eds., Kiev: Agrarna nauka, 72. (in Russian)

7. Pichura V.I., Larchenko O.V., Domaratsky E.A., Breus D.S. (2013). Spatial assessment of the suitability of agricultural lands for growing and design of grain harvest using GIS technologies. Scientific notes of Orel State University. Series: Natural, technical and medical sciences, 3, 357-362.

8. Medvedev V.V. (2002). Monitoring pochv Ukrainy. Kontseptsiya, predvaritel'nye rezul'taty, zadachi [Monitoring of soils in Ukraine. Concept, preliminary results, tasks]. Kharkov: PF Antikva, 428 p. (in Russian)

9. Lisetskiy F.N., Zamuraeva M.E., Polovinko V.V., Danilchenko M.A. (2009). Etalonnnye pochvy v sisteme osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy [Reference soils in the system of specially protected natural territories]. Problems of regional ecology, 1, 104-110.

10. Ushkarenko V.O., Morozov V.V., Kolesnikov V.V., et al. (2010). Geoinformacijni systemy dlja upravlinnja zroshuvanymy zemljamy: navch. posib. [Geographic information system for managing irrigated lands: textbook]. Kherson, LT-Office publishing house, 378 p. (in Ukrainian)

11. Jackson L.E., Santos-Martin F., Hollander A.D., Horwath W.R., Howitt R.E., Kramer J.B., O'Geen A.T., Orlove B.S., Six J.W., Sokolow S.K., Sumner D.A., Tomich T.P., Wheeler S.M. (2009). Potential for adaptation to climate change in an agricultural landscape in the central valley of California. California Climate Change Center, 165.

12. Torbert H.A., Kruege E., Kurtener D. (2008). Soil quality assessment using fuzzy modeling. Int. Agrophysics, 22, 365-370.

13. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Breus D.S. (2017). Use of Geoinformation and Neurotechnology to Assess and to Forecast the Humus Content Variations in the Step Soils. Russian Agricultural Sciences, 2, 43, 151-155.

14. Lisetskii F.N., Pichura V.I. (2016). Assessment and forecast of soil formation under irrigation in the steppe zone of Ukraine. Russian Agricultural Sciences, 2, 154-158.

15. Pichura V.I. (2016). Klimatychna obumovlenist' g'runtoutvorennya na terytorii' transkordonnogo basejnu Dnipra [Climatic conditionality of soil formation on the territory of the transboundary Dnieper river basin]. Biological Resources and Nature Management, 8, 5-6, 26-38.

16. Medvedev V.V., Laktionova T.N. (2011). Granulometricheskiy sostav pochv Ukrainy (geneticheskij, ekologicheskij i agronomicheskij aspekty) [Granulometric composition of soils in Ukraine (genetic, ecological and agronomic aspects)]. Kharkov: Apostrof, 292. (in Russian)

17. Kristenok A.A. (2007). Otsenka khimicheskikh metodov opredeleniya sodержaniya podvizhnogo kaliya v pochvakh [Evaluation of chemical methods for determining the content of mobile potassium in soils]. Agrochemistry and soil science, 67, 90-98.

18. Pichura V.I. (2015). Basin approach to spatial-temporal modeling and neyroprediction of potassium content in dry steppe soils. Biogeosystem Techniqu, 2, 4, 172-184.

# ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В ЗОНЕ СУХОЙ СТЕПИ

В. И. Пичура, Н. В. Безницкая

*Аннотация.* Анализ динамики агрохимических показателей в пространстве и времени можно рассматривать как одну из важнейших и объективных процедур определения эффективности систем земледелия, особенно в его почвозащитных аспекте и программировании урожая сельскохозяйственных культур. Исследование изменений агрохимических свойств почв на орошаемых и неорошаемых землях сухой степи (на примере Херсонской области Украины) проведено в слое 0...40 см за 42 года (1970-2012 гг.). Пространственно-временное моделирование неоднородности распределения исследуемых показателей осуществлено с применением ГИС-технологий и многомерной статистики. Представлены серии тематических карт, графические и статистические характеристики временных тенденций и пространственных изменений агрохимических свойств почв по результатам выборки данных в 4450 точках на территории области. Определена общая закономерность ухудшения агрохимического состояния почв. Отсутствие регулярного, равномерного и необходимого количества поступления минеральных удобрений, проявление ветровой и водной эрозии, включая ирригационную, и дефляции почв, а также длительное орошение привело к уменьшению содержания гумуса в среднем на 0,36%, обменного калия на 18%, подвижного фосфора на 34,17%, нитрификационного азота на 17,0%. Представленные подходы, методы и результаты пространственно-временного моделирования дают возможность комплексно подойти к вопросу детального изучения неоднородности формирования агрохимического состояния и эффективности использования сельскохозяйственных земель с целью дальнейших разработок и внедрения научно-обоснованных мелиоративных мероприятий и проектных решений повышения эффективности природопользования в степной зоне. Полученные результаты определяют территориальные приоритеты региональной политики, позволяя применять дифференцированную эффективность почвозащитного блока систем земледелия.

**Ключевые слова:** почвы, агрохимические показатели, пространственно-временная трансформация, моделирование, ГИС-технологии, многомерная статистика

## SPATIAL-TEMPORAL TRANSFORMATION OF THE AGROCHEMICAL CONDITION OF SOILS IN DRY STEPPE ZONE

V. I. Pichura, N. V. Beznitskaya

**Abstract.** The analysis of the dynamics of agro-chemical parameters in space and time can be regarded as one of the most important and objective procedures for determining the efficiency of systems of agriculture, especially in its soil-protective aspect and yield programming. Our research on the changes in agrochemical

*properties of soils on irrigated and non-irrigated lands in dry steppe (the Kherson region of Ukraine as an example) in the 0...40 cm layer covered a period of 42 years (1970-2012). Spatial-temporal modeling of heterogeneity in the distribution of the studied parameters was performed using GIS technology and multivariate statistics. The study presents a series of thematic maps, graphic and statistical characteristics of temporal trends and spatial changes in the agrochemical properties of soils by the results of sampling data on 4450 points on the territory of the region. It determines a general pattern of the deterioration of the agrochemical condition of soils. The absence of regular, uniform mineral fertilization in required amounts, effects of wind and water erosion (including irrigation-caused), soil deflation, as well as prolonged irrigation led to a decrease in the humus content by an average of 0.36%, in exchangeable potassium by 18%, in mobile phosphorus by 34.17%, in nitrification nitrogen by 17.0%. The approaches, methods and results of special and temporal modeling presented make it possible to take a comprehensive approach to the issue of a detailed study of heterogeneity in the formation of the agrochemical status and efficiency of using agricultural lands for the purpose of further development and implementation of evidence-based reclamation practices and project solutions to improve the efficiency of nature management in the steppe zone. The results obtained determine territorial priorities of the regional policy allowing us to use a differentiated effectiveness of the soil protection block of the farming systems.*

**Keywords:** *soils, agrochemical indicators, spatial-temporal transformation, modeling, GIS technology, multivariate statistics*

УДК 631.811.98-022.532:581.132:633.15

**ВПЛИВ Nb-ВМІСТНИХ НАНОКОМПЗИТИВ НА ОСНОВІ  
САПОНІТУ НА ІНДУКЦІЮ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ  
ХЛОРОФІЛУ У ЛИСТКАХ КУКУРУДЗИ**

**М. В. САВЧУК**, молодший науковий співробітник,

*E-mail:* Taranmaruna@gmail.com

**М. Ф. СТАРОДУБ**, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри  
молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail:* nikstarodub@yahoo.com

***Анотація.** На сьогодні нанотехнології відкривають великі можливості в галузі сільського господарства. Наночастинки використовують для передпосівної обробки насіння рослин, в результаті покращується якість матеріалу, підвищується стійкість до фітопатогенів та збільшується урожайність сільськогосподарських культур. Метою цієї роботи було дослідити вплив новосинтезованих Nb-вмісних наноконпозитів на показники індукції флуоресценції хлорофілу у рослин кукурудзи гібриду Харківський 340 МВ. Виміри проводилися за допомогою портативного флуориметра «Флора-тест», що забезпечує експрес-діагностику стану рослин на ранніх стадіях їх розвитку. Проаналізовано криві Каутського та ряд показників індукції флуорисценції хлорофілу у рослин, пророщених на наноконпозитах, та без них (контроль). За результатами досліджень встановлено, що новосинтезовані наноконпозити сприяють підвищенню стану ІФХ. Так, показник  $F_0$  у оброблених наноконпозитами рослин кукурудзи, був вищий порівняно з контролем, що свідчить про збільшення антенних хлорофілів у досліджуваних зразках внаслідок структурної зміни пігментного комплексу. За дії наноматеріалів Saponite(H), Nb-Saponite(Cl) та Nb-Saponite(Et) на рослини показник  $d F_{pl}$  зростає відповідно на 20,8 %, 29,2 % та 25 % порівняно з контролем. Це вказує на збільшення величини наростання флуоресценції від  $F_0$  до  $F_{pl}$  в рослин за дії наноматеріалів. Показник  $F_v/F_{max}$  у контрольних і дослідних рослин знаходився в межах 0,75-0,77 у.о., що характеризує нормальне проходження фотосинтезу як у контрольних так і в дослідних рослин.*

***Ключові слова:** наноконпозит, фотосинтез, індукція флуоресценції хлорофіла, кукурудза, крива Каутського*

**Актуальність.** Останнім часом в Україні спостерігається підвищений інтерес до застосування нанотехнологій. Наноматеріали у сільському

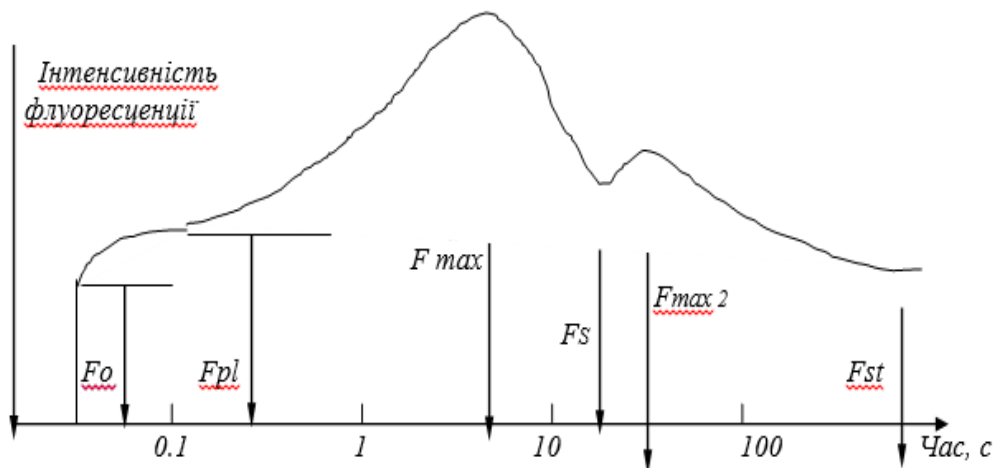
господарстві використовують в якості біостимуляторів та мікродобрив, оскільки вони мають ряд переваг порівняно з традиційними засобами: не розшаровуються під впливом тепла і світла, забезпечують повне змочування поверхні рослин, цілком поглинаються рослинами, не змиваються дощем, приготовлений робочий розчин може зберігатися роками, залишаючись водночас активним [1, с. 48-51].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Наночастки впливають на біологічні об'єкти на клітинному рівні, підвищуючи ефективність протікання біохімічних процесів у рослинах, а також, беручи участь у формуванні мікроелементного балансу, тобто є біоактивними. Дослідження багатьох вчених говорить про те, що використання наночасток металів у сільськогосподарському виробництві для передпосівної обробки насіння рослин дозволяє покращити якість посівного матеріалу, підвищити стійкість до фітопатогенів, збільшити урожайність та отримати екологічно чисту продукцію [2, с. 28-34; 3, с. 9-22].

**Мета** дослідження – вивчити вплив новосинтезованих Nb-вмісних нанокompatитів на параметри індукції флуоресценції хлорофілу у рослин кукурудзи.

**Матеріали і методи дослідження.** Ключовими об'єктами були 3 види новосинтезованих нанокompatитів: 1) Saponite; 2) Nb-Sap(EtO); 3) Nb-Sap(Cl). Новостворені наноматеріали було надано в рамках НАТО проекту № NUKR.SFP 984481 науково-дослідним інститутом молекулярних технологій м. Мілану, Італії. Досліджували вплив нанокompatитів на проходження індукції флуоресценції хлорофіла у листках кукурудзи гібриду Харківський 340 МВ. Аналіз стану рослин кукурудзи за дії наноматеріалів здійснювали за допомогою портативного приладу «Флора-тест», розробленого державним науково-інженерним центром мікроелектроніки Інституту кібернетики ім. В. М. Глушкова. Вимірювання індукції флуоресценції хлорофілу здійснювали на рослинах кукурудзи на стадії трьох листків. Для цього листок кукурудзи розміщували в оптичному блоці пристрою та проводили темнову адаптацію

упродовж 5 хв. Зміну флуоресценції хлорофілу реєстрували упродовж 3 хв. Оцінювання фізіологічного стану листків кукурудзи за дії нанокмполітів проводили за основними параметрами індукційної кривої (рис. 1) [4, с. 159-178].



**Рис. 1. Типова індукційна крива Каутського**

$F_0$  – “фоновий” рівень флуоресценції залежить від втрат енергії збудження під час міграції по пігментній матриці, а також вмісту молекул хлорофілу, які не мають функціонального зв’язку з реакційними центрами ;

$F_{pl}$  – рівень флуоресценції на час досягнення тимчасового сповільнення зростання сигналу (плато);

$F_{max}$  – максимальне значення флуоресценції [5, с. 413-418];

$F_{st}$  – стаціонарний рівень, який відзначається динамічною рівновагою між процесами, які обумовлюють збільшення флуоресценції та процесами, які спричиняють її зменшення [6, с. 1-15; 4, с. 159-178].

У кінетиці індукційних переходів флуоресценції хлорофілу значну роль відіграють світлова і темнова фази фотосинтезу. Для оцінки стану фотосинтетичного апарату використовують комплекс параметрів, серед яких основними є [6, с.1-15]:  $F_v = F_{max} - F_0$  – варіабельна флуоресценція;  $d$   $F_{pl} = F_{pl} - F_0$  – показник наростання флуоресценції;  $F_v/F_{max}$  – ефективність фотохімічних реакцій ФС2;  $dF_{pl} / F_v$  – якщо інтенсивність діючого світла

достатня для досягнення стану максимальної відновленості  $Q_A$ , у момент досягнення рівня  $F_p$ , тоді параметр  $(F_{pl}-F_o)/F_v$  відповідає відносній кількості QВ-невідновлюючих комплексів ФС<sub>2</sub>, які не беруть участі у лінійному транспорті електронів;  $(F_{max}-F_{st})/F_{st}$  – величина гасіння флуоресценції, на яку впливають фотохімічні (фіксація CO<sub>2</sub>) і нефотохімічні процеси (теплова дисипація енергії збудженого стану молекул хлорофілу);  $(F_{max_2}-F_{st})/F_{st}$  – відповідає кореляції з інтенсивністю темної фіксації вуглекислого газу [6, с. 1-15; 4, с. 159-178; 7, с. 28-30].

Параметри контрольної і дослідної груп рослин порівнювали на основі побудованих кривих ІФХ з використанням програмного засобу Microsoft Office Excel 2007.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Процес функціонування фотосинтетичного апарату є одним із найуразливіших до стресових чинників, тому вагому інформацію про стан фотосинтетичного апарату рослин за дії на неї різних препаратів можна дослідити методом флуоресценційного аналізу. Під час аналізу кривих Каутського було визначено ряд показників ІФХ (табл.1.)

Індукцію флуорисценції хлорофілу вимірювали в рослин кукурудзи у фазі 3-ох листків на ідентичних ярусах, за контроль використовували рослини вирощені у фітокамері на воді, дослідними зразками слугували рослини які пророщувалися на нанокompозитах у концентраціях 300 мг/л.

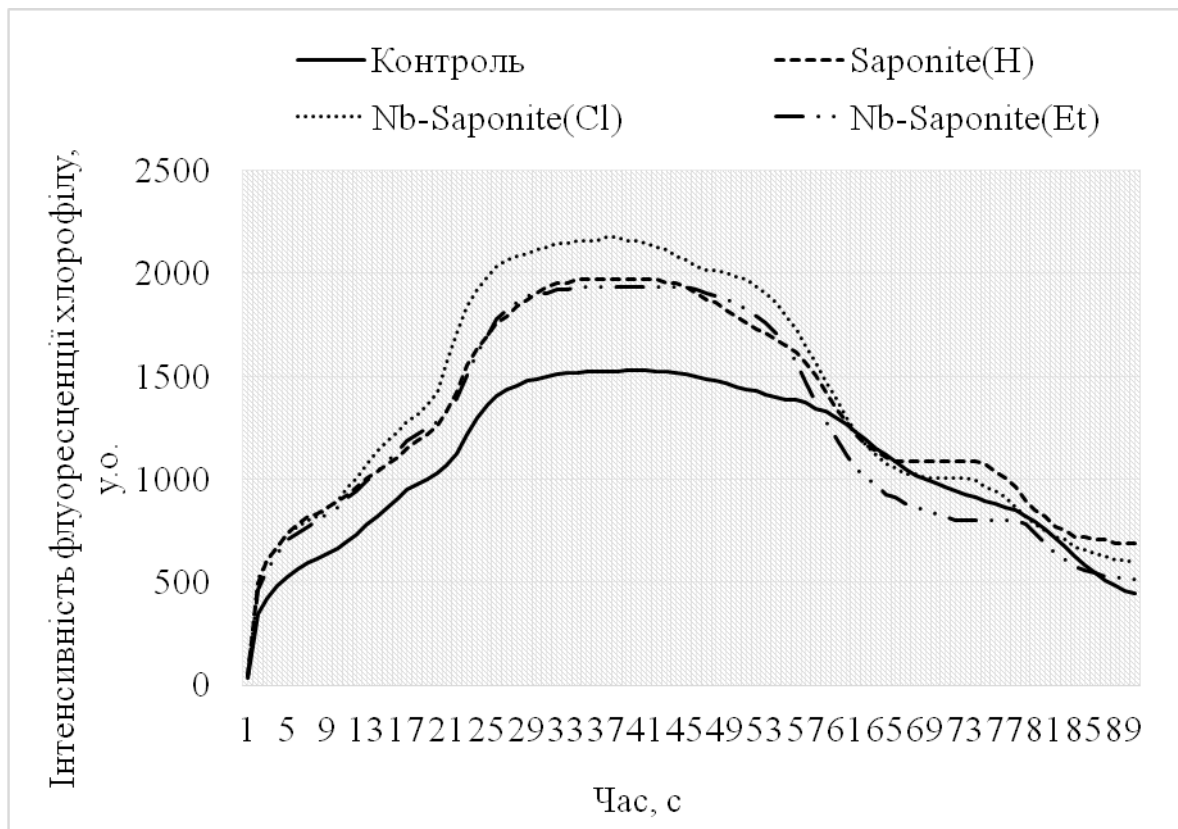
Показник фонові флуоресценції ( $F_0$ ) – характеризує кількість неактивного хлорофілу, які не мають функціонального зв'язку з реакційними центрами, тобто виступає початковим рівнем ІФХ. Він залежить від втрат енергії збудження під час міграції по пігментній матриці. Показник  $F_0$  рослин кукурудзи, які були оброблені нанокompозитами знаходилися у межах від 464 у.о. до 512 у.о. і були вищими від показника у контрольних рослинах, який становив 347 у.о. (Табл.1.). Це свідчить про більшу кількість антенних хлорофілів у досліджуваних зразках порівняно з контролем, що можна пояснити структурною зміною пігментного комплексу рослин кукурудзи за дії нанокompозитів.

За дії нанокompозитів Saponite(H), Nb-Saponite(Cl) та Nb-Saponite(Et) на рослини показник  $dF_{pl}$  відповідно зростає на 20,8 %, 29,2 % та 25 % порівняно з контролем. Це свідчить про збільшення величини наростання флуоресценції від  $F_0$  до  $F_{pl}$  у рослин за дії наноматеріалів.

### **1. Вплив нанокompозитів на показники індукції флуоресценції хлорофілу у рослин кукурудзи**

Показник	Варіанти			
	Контроль	Нанокompозит Saponite(H)	Нанокompозит Nb-Saponite(Cl)	Нанокompозит Nb-Saponite(Et)
$F_0$	347,00	496,00	512,00	464,00
$F_{pl}$	731,00	960,00	1008,00	944,00
$dF_{pl}$	384,00	464,00	496,00	480,00
$F_{max}$	1531,00	1968,00	2176,00	1936,00
$F_{st}$	442,67	688,00	592,00	512,00
$F_v$	1184,00	1472,00	1664,00	1472,00
$F_v/F_{max}$	0,77	0,75	0,76	0,76
$(F_{max}-F_{st})/F_{st}$	2,46	1,86	2,68	2,78

Параметер  $F_{max}$  вказує на найвищий рівень флуоресценції, який реєструється на індукційній кривій у вигляді максимуму. Найвище значення  $F_{max}$  було у рослин, які оброблялися нанокompозитом Nb-Saponite(Cl), воно становило 2176 у.о. (рис. 2.).



**Рис. 2. Індукційні криві флуоресценції хлорофілу рослин кукурудзи за дії нанокompatитів**

Стаціонарний рівень флуоресценції характеризується динамічною рівновагою між процесами, які обумовлюють збільшення флуоресценції та процесами, які призводять до її зменшення [6, с. 1-15; 8, с. 1-4]. У рослин, які вирощувалися за дії нанокompatитів показник Fst в середньому був вищий порівняно з контролем на 35 %.

Варіабельність флуоресценції (Fv) розраховується як різниця показників Fmax та Fo і є фізіологічним показником, який віддзеркалює дію екологічних та експериментальних чинників на рослину. Даний показник у рослин, які вирощувалися за дії нанокompatитів Saponite(H), Nb-Saponite(Cl) та Nb-Saponite(Et) становив 1472 у.о., 1664 у.о. та 1472 у.о., тоді як у контролі він мав значення 1184 у.о.. Такі дані демонструють вплив наноматеріалів на фізіологічний стан рослин.

Показник Fv/Fmax залежать від ефективності фотохімічних реакцій ФС2 [6, с. 1-15]. Він у темно-адаптованих рослин відображує потенційну квантову ефективність ФС II. Цей показник використовують як індикатор

продуктивності фотосинтезу. Його оптимальне значення для більшості видів рослин за умов насичуючої інтенсивності збуджуючого світла не перевищує значення 0,83 [9, с. 87-92]. За даними досліджень показник  $F_v/F_{max}$  у контрольних і дослідних рослин знаходився в межах 0,75-0,77 у.о., що говорить про нормальне проходження фотосинтезу як у контрольних так і в дослідних рослин.

Ефективність фотохімічного перетворення енергії в ФС II розраховували за формулою  $(F_{max} - F_{st}) / F_{st}$ , яка характеризує швидкість лінійного транспорту електронів і є інтегрованим показником процесу фотосинтезу. Цей показник у досліджуваних рослин змінювався від 1,86 до 2,78 у.о. За величиною гасіння флуоресценції їх можна розташувати у такому порядку відносно обробки нанокompозитами та контролю: Nb-Saponite(Et) > Nb-Saponite(Cl) > Контроль > Saponite(H).

### **Висновки**

Отже, за результатами досліджень встановлено, що новосинтезовані нанокompозити сприяють підвищенню ряду значень показників ІФХ. Так, показник  $F_0$  у оброблених нанокompозитами рослин кукурудзи, був вищий порівняно з контрольними рослинами, що свідчить про збільшення антенних хлорофілів у досліджуваних зразках порівняно з контролем. Це пояснюється структурною зміною пігментного комплексу рослин кукурудзи за дії нанокompозитів. Під впливом Saponite(H), Nb-Saponite(Cl) та Nb-Saponite(Et) на рослини показник  $d F_{pl}$  зростає порівняно з контролем відповідно на 20,8 %, 29,2 % та 25 %. Ці дані свідчать про збільшення величини наростання флуоресценції від  $F_0$  до  $F_{pl}$  у рослин за дії нанокompозитів. Показник  $F_v/F_{max}$  у контрольних і дослідних рослин знаходився в межах 0,75-0,77 у.о., що вказує на нормальне проходження фотосинтезу як у контрольних, так і у дослідних рослин.

### **Список літератури**

1. Панюта, О. Вплив передпосівної обробки насіння наночастками металів на захистні реакції проростків пшениці, інфікованих збудником церкоспорельозу / О. Панюта, В. Белавя, С. Фомаїді, О. Калініченко, Н. Таран //

Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2014. – № 17. – С. 48-51.

2. Райкова А. П. Исследование влияния ультрадисперсных порошков металлов, полученных различными способами, на рост и развитие растений : 2006 Материалы Международной научно-практической конференции / А. П. Райкова, Л. А. Паничкин, Н. Н. Райкова // Нанотехнологии и информационные технологии – технологии XXI века. – Москва, 2006. – С. 143.

3. Masarovičová, E. Metal nanoparticles and plants. / E. Masarovičová, K. Kráľová // ECOL CHEM ENG S. – 2013. – 20(1). – P. 9-22.

4. Корнеев Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофила / Д. Ю. Корнеев. – К.: Альтерпрес, 2002. – 188 с.

5. Москвин, О. В. Индукция флуоресценции хлорофилла в листьях клевера, выращенного при различном азотном питании и различных интенсивностях света / О. В. Москвин, Н. С. Новичкова, Б. Н. Иванов // Физиология растений. – 1998. – Т.45, № 3. – С.413-418.

6. Брайон О. В. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу / Брайон О. В., Корнеев Д. Ю., Снегур О. О., Китаєв О. І. // Методичні вказівки для студентів біологічного факультету – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000.– 15 с.

7. Физиологические и биохимические методы анализа растений: Практикум / Калинингр.ун-т; Авт.-сост. Г. Н. Чупахина. – Калининград, 2000. – С. 28–30.

8. Шерер В. О. Спосіб визначення фізіологічного стану рослин методом індукції флуоресценції хлорофілу. Патент України на корисну модель МПК G01N21/64 [Текст] / В. О. Шерер, Є. В. Сарахан. – № 24908; заявл. 24.11.2006; опубл. 25.07.2007, Бюл. № 11.

9. Genty, B. The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence / B. Genty, J.-M. Briantais, N.R. Baker // Biochimica et Biophysica Acta. – 1989. – 990, Issue 1. – P. 87–92.

### References

1. Panyuta, A., Belava, V., Fomayidi, S., Kalinichenko, A., Taran N. (2014). Vpliv peredposivnoi obrobki nasinnya nanochastinkami metaliv na zahistni reakcii prorostkiv pshenici, inficovanih zbudnikom cercosporelozu [The effect of pre-sowing seed treatment with nanoparticles of metals in protective reactions of wheat seedlings infected with the pathogen cercosporella]. Journal of Taras Shevchenko National University of Kyiv - №17. – С. 48-51.

2. Raikova, A.P., Panychkyn, L.A., Raikova, N.N. (2006). Issledovanie vliyania ultradispersnih poroshkov metalov, polucheni razlichnimi sposobami, na rost i rozvitie rasteniy [Study of the effect of ultrafine metal powders obtained in various ways, the growth and development of plants]. Materials of International scientific-practical conference: Nanotechnology and information technologies – technologies of the XXI century, Moscow - P. 143.

3. Masarcovichova, E., Kralova, K. (2013). Metal nanoparticles and plants. *ECOL CHEM ENG S.* 20(1):P. 9-22.

4. Korneev, D. Yu. (2002). Informacionnie vosmozhnosti metoda indukcii fluoriscencii hlorofila [The information possibilities of the method of induction of chlorophyll fluorescence] – Kyiv.: Alterpres – 188.

5. Moskvina, O.V., Novichkova, N.S., Ivanov, B.N. (1998). Indukcia fluorescencii hlorofila v listah klevera, virashenogo pri razlichnom azotnom pitanii i razlichnih intensivnostyah sveta [Induction of chlorophyll fluorescence in the leaves of the clover grown under different nitrogen nutrition and different intensities of light]. *The physiology of plants.* Vol. 45, 3, 413-418.

6. Brayon, A.V., Korneev, D.Y., Snegur, A.A., Kitaev, O.I. (2000). Instrumentalne vivchennya fotosintetichnogo aparatu za dopomogoy indukcii fluoriscencii hlorofilu [Instrumental study of the photosynthetic apparatus by induction of chlorophyll fluorescence]. *Methodical instructions for students of the biological faculty of Kyiv: Publishing and printing center "Kiev University" - P.15.*

7. Chupahina, G.N. (2000). Fiziologicheskie i biohimicheskie metodi analiza rosteniy: Pracktikum [Physiological and biochemical methods of plant analysis: Workshop]. Kaliningrad, 28–30.

8. Sherer, V.O., Sarahan, E.V. (2007). The method of determining the physiological state of plant chlorophyll fluorescence induction method. Patent of Ukraine for useful model. G01N21/64. № 24908; declared 24.11.2006; published 25.07.2007, № 11.

9. Genty, B., Briantais, J.-M., Baker N.R. (1989). The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta.* Issue 1, 87–92.

## **ВЛИЯНИЕ Nb-СОДЕРЖАЩИХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ САПОНИТА НА ИНДУКЦИЮ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЯХ КУКУРУЗЫ**

**М.В. Савчук, М.Ф. Стародуб**

*Аннотация.* На данное время нанотехнологии открывают большие возможности в области сельского хозяйства. Наночастицы используют для предпосевной обработки семян растений, в результате улучшается качество посевного материала, повышается устойчивость к фитопатогенам и увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур. Целью настоящей работы было исследовать влияние новосинтезированных Nb-содержащих наноконпозитов на параметры индукции флуоресценции хлорофилла у растений кукурузы гибрида Харьковский 340 МВ. Измерения проводились с помощью портативного флуориметра «Флора-тест», обеспечивающий экспресс-диагностику состояния растений на ранних стадиях развития. Проанализированы кривые Каутского и ряд показателей индукции флуорисценции хлорофилла у растений, пророщенных на наноконпозитах и без них (контроль). По результатам исследований установлено, что

нанокомпозиты способствуют повышению ряда значений показателей ИФХ. Так, показатель  $F_0$  в обработанных нанокомпозитами растений кукурузы, был выше по сравнению с контролем. Это свидетельствует об увеличении антенных хлорофиллов в исследуемых образцах по сравнению с контролем, что объясняется структурными изменениями пигментного комплекса растений кукурузы за действия нанокомпозитов. За действия наноматериалов Saponite(H), Nb-Saponite(Cl) и Nb-Saponite(Et) на растения показатель  $d F_{pl}$  возрастает по сравнению с контролем соответственно на 20,8 %, 29,2 % и 25 %. Эти данные указывают на увеличение величины нарастания флуоресценции от  $F_0$  до  $F_{pl}$  у растений при действии наноматериалов. Показатель  $F_v/F$  в контрольных и опытных растений находился в пределах 0,75-0,77 у.а., что характеризует нормальное прохождение фотосинтеза как в контрольных так и в экспериментальных растений.

**Ключевые слова:** нанокомпозит, фотосинтез, индукция флуоресценции хлорофила, кукуруза, кривая Каутского

## THE EFFECT OF Nb-CONTAINING NANOCOMPOSITES BASED ON SAPONITE ON THE INDUCTION OF CHLOROPHYLL FLUORESCENCE IN LEAVES OF CORN

M. V. Savchuk, M. F. Starodub

**Abstract.** Today, nanotechnology opens up great opportunities in agriculture. Nanoparticles are used for presowing treatment of seeds of plants, resulting in its improved quality, increased resistance to phytopathogens and increase the yield of agricultural crops. The aim of this work was to investigate the influence of new Nb-containing nanocomposites on the parameters of induction of chlorophyll fluorescence in plants of maize (hybrid of Kharkiv 340 MV). The measurements were carried out by a portable fluorimeter "Flora-test" for express-diagnostics of plant state in the early stages of development. Kautsky curves were analyzed and the number of indicators of the induction of chlorophyll fluorescence in plants which were germinated in the presence of nanocomposites and without them (control). According to the results of investigations it was established that nanocomposites had effect on a number of values of IFH. The value of  $F_0$  increased in the processed nanocomposites of maize plants and it was higher compared with the control plants. This indicates an increase of the antenna chlorophylls in the studied samples compared with control as a result of structural changes of the pigment complex of plants of maize for the actions of the nanocomposites. For the actions of Saponite(H), Nb-Saponite(Cl) and Nb-Saponite(Et) on plants value of  $d F_{pl}$  increases compared to the control by 20.8%, 29.2% and 25% respectively. These data indicate an increase in the magnitude of increase of fluorescence from  $F_0$  to  $F_{pl}$  in plants by the action of nanomaterials. The value of  $F_v/F$  in control and experimental plants was in the range 0,75-0,77 relative units that indicates on the normal passage of photosynthesis in the control and in the research of plants.

**Keywords:** nanocomposite, photosynthesis chlorophyll fluorescence induction, corn, Kautsky curve

УДК 577.3 + 615.9

**ВПЛИВ БІОМАСИ *PHAFFIA RHODOZYMA* Й АНТИОКСИДАНТІВ НА  
ЕНЗИМИ СИСТЕМИ ГЛУТАТІОНУ У ТКАНИНАХ БІЛИХ ЩУРІВ ЗА  
ДІЇ АФЛАТОКСИНУ В1**

**Н. К. ГОЙВАНОВИЧ**, викладач кафедри біології та хімії

*Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка*

*E-mail: natahoivan@gmail.com*

**Г. Л. АНТОНЯК**, доктор біологічних наук, професор кафедри екології

*Львівський національний університет імені Івана Франка*

*E-mail: halyna\_antonyak@yahoo.com*

**Анотація.** Актуальною науковою проблемою є пошук коригувальних чинників, здатних протидіяти метаболічним розладам в організмі тварин, які зазнають впливу афлатоксину В1 (AFB1) – одного з найнебезпечніших мікотоксинів. У статті наведено дані про вплив біомаси дріжджів *Phaffia rhodozyma*, вітаміну Е та препарату «Е-Селен» на активність ензимів системи глутатіону у тканинах печінки, головного мозку і нирок білих щурів за щодобового введення AFB1 (0,025 мг/кг маси тіла, 14 діб). Встановлено, що введення AFB1 призводить до пригнічення глутатіонпероксидазної й глутатіонредуктазної активності, зменшення вмісту відновленого глутатіону (GSH) у досліджуваних тканинах щурів на 7 і 14 добу експерименту. Застосування біомаси *Phaffia rhodozyma* (1,5 г/кг маси тіла щодоби) на тлі інтоксикації тварин AFB1 зумовлює нормалізацію активності ензимів і концентрації GSH у тканинах печінки, головного мозку та нирок щурів на 14 добу досліджень. За внутрішньом'язової ін'єкції препарату «Е-Селен» (0,05 мл/кг маси тіла) і внутрішньошлункового введення вітаміну Е (100 мг/кг маси тіла) відбувається підвищення активності глутатіонредуктази, глутатіонпероксидази, вмісту відновленого глутатіону на 7 добу порівняно з показниками у тварин, яким вводили лише AFB1. Проте на 14 добу інтоксикації AFB1 позитивний ефект застосування антиоксидантів щодо системи глутатіону в тканинах щурів не виявляється. Отже, щодобове застосування біомаси дріжджів *Phaffia rhodozyma* (1,5 г/кг маси тіла) виявляє ефективнішу захисну дію, ніж одноразове введення вітаміну Е та препарату «Е-Селен» в організмі тварин, які зазнають впливу AFB1.

**Ключові слова:** афлатоксин В1, антиоксидантна система, глутатіон, дріжджі *Phaffia rhodozyma*, Е-Селен, вітамін Е, печінка, головний мозок, нирки.

Забруднення кормів мікроскопічними грибами та продуктами їхнього метаболізму – мікотоксинами – становить значний ризик здоров'ю тварин і зменшення ефективності аграрної галузі. Особливо небезпечне розповсюдження афлатоксинів, яке завдає господарствам значних економічних збитків через втрати кормів, зниження їхньої кормової цінності, погіршення здоров'я сільськогосподарських тварин [5]. Тому профілактика і подолання наслідків потрапляння афлатоксинів у кормову сировину має важливе значення для збереження ефективності агропромислового комплексу України. Встановлені в наших дослідженнях та експериментальних роботах інших авторів шкідливі ефекти афлатоксину В1 (AFB1) на здоров'я тварин [1-3, 6] стимулюють пошук ефективних способів запобігання і профілактики афлатоксикозів. Використання антиоксидантів, пробіотичних препаратів та сорбентів може бути одним із методів зниження токсичної дії AFB1, сприятиме запобіганню розвитку афлатоксикозів в організмі тварин [5, 16].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У науковій літературі наявні дані щодо використання препаратів на основі дріжджів (головним чином, *Saccharomyces cerevisiae*) та дріжджоподібних грибів *Phaffia rhodozyma* з метою зменшення метаболічних порушень в організмі тварин за експериментальних мікотоксикозів [10, 14, 15]. У механізмах коригувальної дії таких препаратів важливу роль відіграє адсорбція деяких мікотоксинів компонентами клітинної стінки дріжджів, що відбувається у травному тракті тварин. Окрім того, з метою зменшення шкідливого впливу мікотоксинів на організм часто застосовують антиоксидантні чинники. Ефективними природними антиоксидантами, здатними підтримувати рівновагу окисно-відновних реакцій в організмі тварин, є вітамін Е та мікроелемент Селен [7, 11]. Однак з метою коригування окисдаивних порушень у клітинному метаболізмі, зумовлених надходженням афлатоксину В1, зазначені чинники дотепер не застосовували.

**Мета досліджень** – з'ясувати особливості захисної дії біомаси дріжджів *Phaffia rhodozyma* та антиоксидантів (вітамін Е, Селен) на стан глутатіонової

ланки антиоксидантної системи у тканинах білих щурів за умов щодобового надходження афлатоксину В1.

**Матеріали та методика досліджень.** Досліди проводили на дорослих білих безпородних щурах-самцях з масою тіла 180-200г. Щурів поділили на контрольну (К) і 8 дослідних груп (Д1–Д8). Афлатоксин В1, розведений у кип'яченій оливковій олії, вводили внутрішньошлунково щодоби дозою 0,025 мг/кг маси тіла щурам дослідних груп Д1, Д3, Д5, Д7 упродовж 7 діб, а тваринам груп Д2, Д4, Д6 і Д8 – упродовж 14 діб. Щурам груп Д3 і Д4 крім АFB1 щодоби вводили внутрішньошлунково препарат культивованих дріжджів *Phaffia rhodozyma* дозою 1,5 г/кг маси тіла. Тваринам груп Д5 і Д6 вводили внутрішньошлунково вітамін Е дозою 100 мг/кг маси тіла за 1 год до першого введення афлатоксину В1. Тваринам груп Д7 і Д8 одноразово вводили препарат «Е-Селен» внутрішньом'язовою ін'єкцією дозою 0,05 мл/кг маси тіла за 1 год до першого введення афлатоксину В1. Евтаназію щурів груп Д1–Д8 і відбір матеріалу для досліджень здійснювали через 24 год після останнього введення афлатоксину В1.

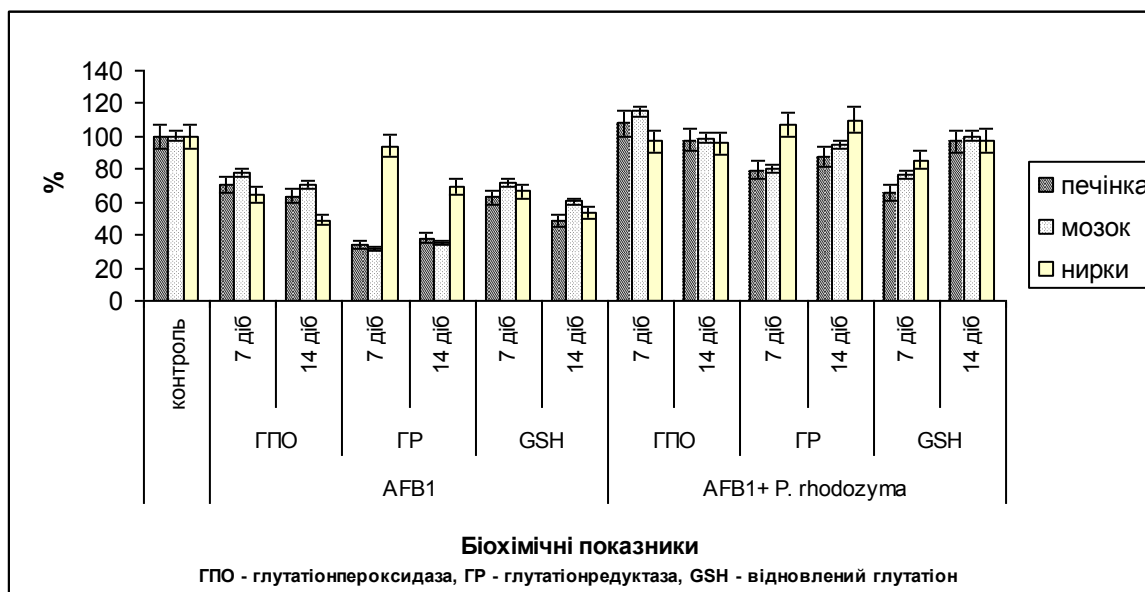
У гомогенатах тканин (печінка, головний мозок, нирки) визначали активність ензимів: глутатіонредуктази (ГР) за швидкістю відновлення глутатіону за наявності NADPH [9] і глутатіонпероксидази (ГПО) за рівнем накопичення окисненого глутатіону [4]. Вміст відновленого глутатіону визначали за реакцією з 5,5-дитіобіс-2-нітробензойною кислотою [12]. Результати досліджень опрацьовували методами варіаційної статистики.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Для збереження антиоксидантного гомеостазу у клітинах тварин необхідна узгоджена дія компонентів антиоксидантної системи. Вагоме значення у захисних механізмах мають ензими системи глутатіону (глутатіонпероксидаза, глутатіонредуктаза), активність яких визначає вміст відновленого глутатіону (GSH) – важливого антиоксиданта у розчинній фазі клітин [13].

Результати проведених досліджень свідчать, що за умов щодобового введення афлатоксину В1, відбувається пригнічення функціональної активності

зазначених ензимів антиоксидантної системи у тканинах печінки, головного мозку і нирок щурів упродовж 14-добового дослідного періоду (рис. 1-3).

За умов щодобового введення інтоксикованим AFB1 щурам біомаси *Phaffia rhodozyma* активність глутатіонредуктази, глутатіонпероксидази та вміст відновленого глутатіону нормалізуються у тканинах нирок, печінки і головного мозку на 14 добу експерименту (рис. 1).



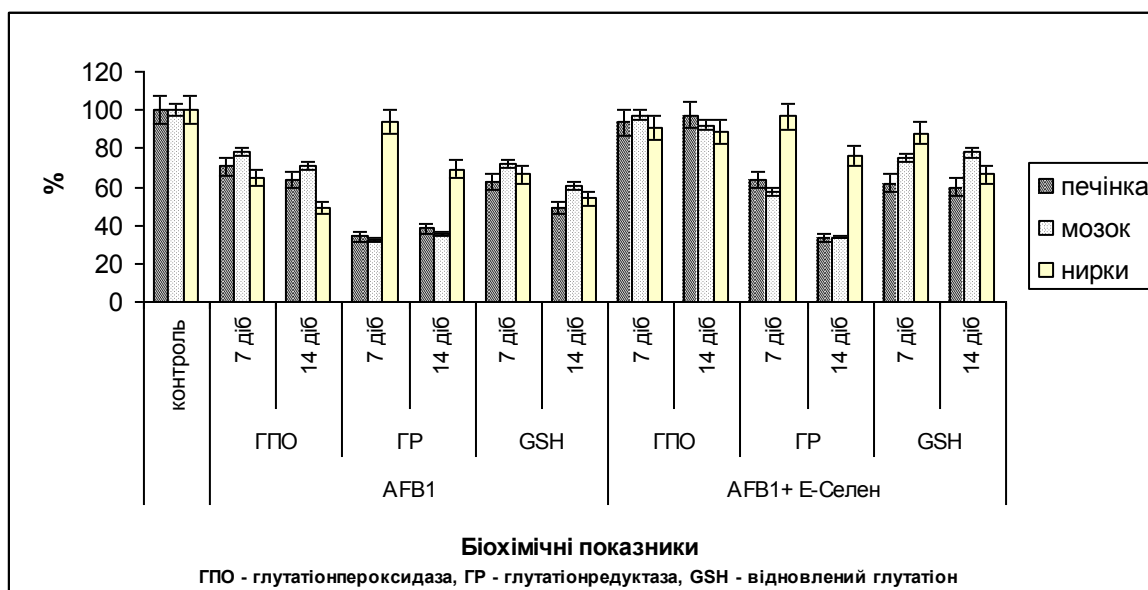
**Рис. 1. Вплив AFB1 і *Phaffia rhodozyma* на стан глутатіонової ланки антиоксидантної системи у тканинах щурів**

Ефективність дії біомаси дріжджів *Phaffia rhodozyma* може зумовлюватися такими особливостями: клітинна стінка *P. rhodozyma* діє як адсорбент мікотоксинів; як клітинний метаболіт продукується антиоксидант астаксантин і його дія виявляється у місці всмоктування афлатоксинів – кишково-шлунковому тракті. З метою отримання стійкого позитивного ефекту у застосуванні *P. rhodozyma* важливим є щодобове введення біомаси дріжджів *P. rhodozyma*, адже при такому застосуванні відбувається зменшення ризику розвитку метаболічних порушень у тварин, інтоксикованих афлатоксином В1 та профілактика розвитку афлатоксикозу.

Результати досліджень свідчать, що у тканинах печінки, нирок та головного мозку щурів, яким вводили препарат «Е-Селен», активність глутатіонпероксидази знижувалась значно менше порівняно з дослідною

групою тварин, що зазнавали впливу AFB1 (рис. 2). Зокрема, за введення препарату «Е-Селен» інтоксикованим AFB1 щурам активність ензиму в тканинах печінки знижувалась на 13,6 %, головного мозку – на 13,7 %, нирок – на 12,2 % на 14 добу дослідження порівняно з контролем. Натомість, у тканинах печінки, головного мозку і нирок щурів, яким вводили лише AFB1, активність глутатіонпероксидази знижувалась відповідно на 41 %, 26,9 % і 53 % порівняно з контролем. Коригувальний вплив препарату «Е-Селен» на активність ГПО зумовлюється тим, що глутатіонпероксидаза – селен-залежний фермент [8].

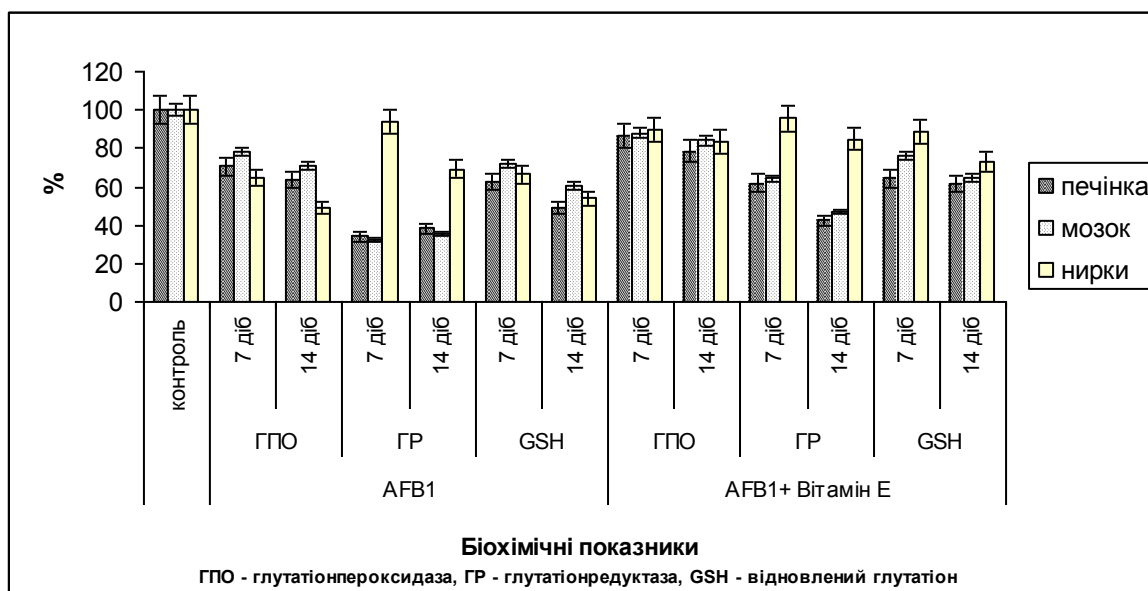
Введення препарату «Е-Селен» на тлі інтоксикації AFB1 позитивно впливає й на активність глутатіонредуктази і вміст відновленого глутатіону у тканинах щурів, порівняно з тваринами, яким вводили лише AFB1. Однак коригувальний ефект виявляється лише на 7 добу дослідження (рис. 2). На 14 добу експерименту активність ГР і вміст GSH у щурів, яким вводили AFB1 і препарат «Е-Селен», істотно не відрізняється від показників, установлених у тварин, інтоксикованих введенням AFB1. Зокрема, вміст GSH у тканинах печінки на 14 добу за введення AFB1 зменшується на 37,8 % порівняно з контрольним значенням, а за умов введення препарату «Е-Селен» на тлі інтоксикації афлатоксином B1 – на 30,5 % порівняно з контролем.



**Рис. 2. Вплив AFB1 і препарату «Е-Селен» на стан глутатіонової ланки антиоксидантної системи у тканинах щурів**

Під час досліджень впливу вітаміну Е на стан глутатіонової системи в тканинах щурів установлено, що глутатіонпероксидазна активність за введення вітаміну Е за щодобового ураження AFB1 знижується на 7 добу у тканинах печінки на 25,8 %, головного мозку – на 22,8 %, нирок – на 17,8 %. Водночас у групі щурів, інтоксикованих введенням AFB1, активність ензиму знижувалась на 7 добу у цих тканинах відповідно на 30,5 %, 20,6 % і 34,7 % порівняно з контролем. На 14 добу активність ГПО у тканинах знижувалася порівняно з контрольними значеннями і у щурів, яким вводили лише AFB1, і у тварин, яким вводили вітамін Е на тлі інтоксикації афлатоксином В1 (рис. 3).

Аналіз активності ензимів антиоксидантної системи у печінці, головному мозку і нирках щурів за одночасної дії AFB1 та вітаміну Е свідчить про зниження глутатіонредуктазної активності на 7 та 14 доби досліджу. У тканинах печінки на 14 добу активність ГР знижувалась на 61,4 %, головного мозку – на 40,3 %, нирок – на 16,0 % за введення вітаміну Е інтоксикованим щурам, а у тканинах тварин, яким вводили лише AFB1, активність ензиму знижувалась відповідно на 61,7 %, 64,8 % і 37,1 %.



**Рис. 3. Вплив AFB1 і вітаміну Е на стан глутатіонової ланки антиоксидантної системи у тканинах щурів**

Результати досліджень свідчать, що за умов введення вітаміну Е на тлі інтоксикації щурів AFB1 не відбувається істотних змін у концентрації

відновленого глутатіону порівняно з групою тварин, яким вводили лише AFB1. У тканинах тварин обох цих груп виявляється вірогідне зниження вмісту GSH порівняно з контролем. Зокрема, на 7 добу досліду у тварин, яким вводили вітамін Е та AFB1, вміст GSH у тканинах печінки знижується на 37,0 %, головного мозку – на 22,7 %, нирок – на 10,9 % порівняно з контрольними значеннями.

Отже, результати досліджень свідчать, що одноразове введення вітаміну Е і препарату «Е-Селен» на тлі інтоксикації AFB1 підвищує активність ензимів глутатіонової ланки антиоксидантної системи у тканинах печінки, головного мозку та нирок білих щурів порівняно зі значеннями, установленими в тканинах тварин, які зазнавали щодобового надходження AFB1, на 7 добу експерименту. Проте на 14 добу експерименту сприятливий ефект антиоксидантів втрачається, і значення досліджуваних показників залишаються меншими порівняно з контролем.

**Висновки.** Щодобове внутрішньошлункове введення біомаси дріжджів *Phaffia rhodozyma* щурам, інтоксикованим введенням афлатоксину В1, сприяє нормалізації активності ензимів глутатіонової ланки антиоксидантної системи (глутатіонпероксидаза, глутатіонредуктаза) та вмісту відновленого глутатіону в тканинах печінки, головного мозку та нирок тварин. Відповідно, за таких умов зменшуються наслідки токсичного впливу афлатоксину В1 на організм.

Одноразове введення антиоксидантів (вітамін Е, препарат «Е-Селен») підвищує активність ензимів антиоксидантної системи порівняно з рівнем, виявленим у щурів, яким вводили лише AFB1, впродовж перших 7-ми діб експерименту. Однак у подальший період досліджень (14-та доба) коригувальний ефект цих чинників не виявляється і втрачається тенденція до нормалізації активності ензимів антиоксидантної системи. Отже, недоліком цих препаратів є їхня недовготривала дія за умов щодобового надходження AFB1 в організм тварин. Водночас, порівнюючи вплив вітаміну Е та препарату «Е-Селен», варто відмітити, що «Е-Селен» є ефективнішим чинником у зменшенні метаболічних наслідків надходження AFB1 в організм тварин, ніж

сам вітамін Е. Більша ефективність препарату зумовлюється тим, що він поєднує дію вітаміну Е та мікроелемента Селену, який безпосередньо сприяє синтезу ферменту глутатіонпероксидази у клітинах тварин.

**Перспективи подальших досліджень.** Отримані результати можуть бути основою для практичного використання біомаси дріжджів *Phaffia rhodozyma* як добавки до раціону з метою зменшення метаболічних наслідків афлатоксикозів у тварин.

### Список літератури

1. Антоняк Г. Л. Афлатоксини: біологічні ефекти та механізми впливу на організм тварин і людини / Г. Л. Антоняк, Н. О. Бабич, О. М. Стефанишин, Н. К. Коваль, Р. О. Федяков // Біологія тварин. – 2009. – Т.11, № 1-2. – С. 16-26.

2. Антоняк Г. Л. Вплив афлатоксину В1 на процеси пероксидного окиснення ліпідів та антиоксидантну систему еритроцитів і гепатоцитів щурів / Г. Л. Антоняк, Н. К. Коваль, Р. О. Федяков // Вісник Одеського національного університету. Серія Біологія. – 2011. – Т.16, Вип. 6. – С. 5-11.

3. Антоняк Г. Л. Вплив афлатоксину В1 на стан антиоксидантної системи в клітинах органів та еритроцитах крові білих щурів / Г. Л. Антоняк, Н. К. Коваль, М. Р. Досвядчинська, Х. М. Головчак // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. – Серія № 20. Біологія. – 2013. – Випуск 5. – С. 112-117.

4. Горячковский А. М. Клиническая биохимия / А. М. Горячковский – Одесса: Астропринт, 1998. – 608 с.

5. Котик А. Н. Мікотоксикози птиці: етіологія, діагностика, профілактичні засоби і методи [Текст] / А. М. Котик, В. О. Труфанова. – Харків : НТМТ, 2005. – 124 с.

6. Antonyak H. Effects of aflatoxin B1 on lipid peroxidation and activities of antioxidant enzymes in rat organs and erythrocytes / H. Antonyak, Cl. Olijnyk, N. Koval et.al. // Visnyk of Lviv University. Biological series. – 2015. – Vol. 69. – P. 41–48.

7. Alpsy L. Key roles of vitamins A, C, and E in aflatoxin B1-induced oxidative stress / L. Alpsy, ME. Yalvac // Vitam Horm. – 2011. – Vol. 86. – P. 287–305.

8. Boosalis M.G. The role of selenium in chronic disease / M.G. Boosalis // Nutr. Clin. Pract. – 2008. – Vol. 23, № 2. – P.152–160.

9. Carlberg I. Purification and characterization of the flavoenzyme glutathione reductase from rat liver / I. Carlberg, B. Mannervik // J. Biol. Chem. – 1975. – Vol. 250. – P. 5475–5480.

10. Dogi C. A. *Saccharomyces cerevisiae* strains retain their viability and aflatoxin B1 binding ability under gastrointestinal conditions and improve ruminal fermentation / C. A. Dogi, R. Armando, R. Ludueña, [et al.] // Food Addit.

Contam. Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. – 2011. – Vol.28. – N12. – P.1705–1711.

11. Ellis E.M. Protection against aflatoxin B<sub>1</sub> in rat – a new look at the link between toxicity, carcinogenicity, and metabolism / E.M. Ellis // *Toxicol Sci.* – 2009. – 109(1). – P. 1–3.

12. Ellman G. L. Tissue sulfhydryl groups / G. L. Ellman // *Arch. Biochem. Biophys.* – 1959. – Vol. 82. – P. 70–77.

13. Farombi E. The effect of modulation of glutathione levels on markers for aflatoxin B<sub>1</sub>-induced cell damage / E. O. Farombi, J. O. Nwankwo, G. O. Emerole // *Afr. J. Med. Med. Sci.* – 2005. – Vol. 34. – N1. – P. 37–43.

14. Fasullo M. Activation of aflatoxin B<sub>1</sub> by expression of human CYP1A2 polymorphisms in *Saccharomyces cerevisiae* / M. Fasullo, A. Smith, P. Egner, C. Cera // *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* – 2014. – 761. – P. 18–26.

15. Firmin S. Modification of aflatoxin B<sub>1</sub> and ochratoxin A toxicokinetics in rats administered a yeast cell wall preparation / S. Firmin, P. Gandia, D. P. Morgavi [et al.] // *Dairy Sci.* – 2011. – Vol. 94. – N 11. – P. 5611–5619.

16. Gallo A. Effect of the inclusion of adsorbents on aflatoxin B<sub>1</sub> quantification in animal feedstuffs / A. Gallo, F. Masoero, T. Bertuzzi // *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* – 2010. – Vol.27. – N1. – P.54–63.

17. Kensler T.W. Aflatoxin: A 50-Year Odyssey of Mechanistic and Translational Toxicology / T. W. Kensler, B. D. Roebuck, G. N. Wogan, J. D. Groopman // *Toxicological sciences.* – 2011. – Vol. 120 (S1). – P. S28 – S48.

## References

1. Antonyak H. L., Babych N. O., Stefanyshyn O. M., Koval' N. K., Fedyakov R.O. (2009). Aflatoksyny: biolohichni efekty ta mekhanizmy vplyvu na orhanizm tvaryn i lyudyny [Aflatoxins: biological effects and mechanisms of influence on organism of animals and human]. *Biolohiya tvaryn*, 11, 1–2, 16–26.

2. Antonyak H. L., Koval' N. K., Fedyakov R. O. (2011). Vplyv aflatoksynu B<sub>1</sub> na protsesy peroksydnoho okysnennya lipidiv ta antyoksydantnu systemu erytrotsytyv i hepatotsytyv shchuriv [Effects of aflatoxin B<sub>1</sub> on lipid peroxidation and antioxidatal system on rats erythrocytes and hepatocytes]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu*, seriya Biolohiya, 16, 6, 5–11.

3. Antonyak H. L., Koval' N. K., Dosvyadchynska M. R., Holovchak Kh. M. (2013). Vplyv aflatoksynu B<sub>1</sub> na stan antyoksydantnoyi systemy v klitynakh orhaniv ta erytrotsytykh krovi bilykh shchuriv [Effects of aflatoxin B<sub>1</sub> on antioxidant system in cells of organs and erythrocytes of blood of white rats]. *Naukovyy chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova*, seriya 20. *Biolohiya*, 5, 112–117.

4. Horyachkovskyy A. M. (1998). *Klynycheskaya byokhymyya* [Clinical biochemistry]. Odessa: Astroprynt, 608.

5. Kotyk A. N., Trufanova V. O. (2005). Mikotoksykozy ptytsi: etiolohiya, diahnostyka, profilaktychni zasoby i metody [Bird mycotoxicosis: etiology, diagnostics, preventives and methods]. *Kharkiv : NTMT*, 124.

6. Antonyak H., Olijnyk Cl., Koval N. et.al. (2015) Effects of aflatoxin B1 on lipid peroxidation and activities of antioxidant enzymes in rat organs and erythrocytes. *Visnyk of Lviv University. Biological series*, 69, 41–48.
7. Alpsoy L., Yalvac M. E. (2011). Key roles of vitamins A, C, and E in aflatoxin B1-induced oxidative stress. *Vitam Horm.*, 86, 287–305.
8. Boosalis M.G. (2008). The role of selenium in chronic disease. *Nutr. Clin. Pract.*, 23, 2, 152–160.
9. Carlberg I., Mannervik B. (1975). Purification and characterization of the flavoenzyme glutathione reductase from rat liver. *J. Biol. Chem.*, 250, 5475–5480.
10. Dogi C. A. R. Armando, R. Ludueña, [et al.] (2011). *Saccharomyces cerevisiae* strains retain their viability and aflatoxin B1 binding ability under gastrointestinal conditions and improve ruminal fermentation. *Food Addit. Contam. Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 28, 12, 1705–1711.
11. Ellis E.M. (2009). Protection against aflatoxin B1 in rat – a new look at the link between toxicity, carcinogenicity, and metabolism. *Toxicol Sci.*, 109 (1), 1–3.
12. Ellman G. L. (1959). Tissue sulfhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.*, 82, 70–77.
13. Farombi E., Nwankwo J., Emerole G. (2005). The effect of modulation of glutathione levels on markers for aflatoxin B1-induced cell damage. *Afr. J. Med. Med. Sci.*, 34, 1, 37–43.
14. Fasullo M., Smith A., Egner P., Cera C. (2014). Activation of aflatoxin B<sub>1</sub> by expression of human CYP1A2 polymorphisms in *Saccharomyces cerevisiae*. *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.*, 761, 18–26.
15. Firmin S., Gandia P., Morgavi D. P. [et al.] (2011). Modification of aflatoxin B1 and ochratoxin A toxicokinetics in rats administered a yeast cell wall preparation. *Dairy Sci.*, 94, 11, 5611–5619.
16. Gallo A., Masoero F., Bertuzzi T. (2010). Effect of the inclusion of adsorbents on aflatoxin B1 quantification in animal feedstuffs. *Food Addit Contam. Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 27, 1, 54–63.
17. Kensler T. W., Roebuck B. D., Wogan G. N., Groopman J. D. (2011). Aflatoxin: a 50-Year odyssey of mechanistic and translational toxicology. *Toxicological sciences*, 120 (S1), S28 – S48.

## **ВЛИЯНИЕ БИОМАССЫ PHAFFIA RHODOZYMA И АНТИОКСИДАНТОВ НА ЭНЗИМЫ СИСТЕМЫ ГЛУТАТИОНА В ТКАНЯХ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ АФЛАТОКСИНА В1**

**Н. К. Гойванович, Г. Л. Антоняк**

*Аннотация.* Актуальной научной проблемой является разработка корректирующих факторов, способных противодействовать метаболическим нарушениям в организме животных под воздействием афлатоксина В1 (AFB1), – одного из самых опасных микотоксинов. В статье представлены данные о влиянии биомассы дрожжей *Rhaffia rhodozyma*, витамина Е и препарата «Е-Селен» на активность ферментов системы глутатиона в тканях печени, головного мозга и почек белых крыс в условиях ежесуточной интоксикации

*AFB1 (0,025 мг/кг массы тела, 14 суток). Установлено, что введение AFB1 обуславливает снижение активности глутатионпероксидазы и глутатионредуктазы, уменьшение содержания восстановленного глутатиона (GSH) в исследуемых тканях крыс на 7 и 14 сутки эксперимента. Применение биомассы Phaffia rhodozyma (1,5 г/кг массы тела ежесуточно) на фоне интоксикации животных AFB1 нормализует активность ферментов и концентрацию GSH в тканях печени, головного мозга и почек крыс на 14-тые сутки исследований. При внутримышечной инъекции препарата «Е-селен» (0,05 мл/кг массы тела) и внутрижелудочного введения витамина Е (100 мг/кг массы тела) происходит повышение активности глутатионредуктазы, глутатионпероксидазы, содержания восстановленного глутатиона на 7-е сутки по сравнению со значениями, установленными у животных, которым вводили AFB1. Однако на 14-е сутки интоксикации AFB1 позитивный эффект применения антиоксидантов не сохраняется. Следовательно, ежесуточное введение в рацион крыс биомассы дрожжей Phaffia rhodozyma (1,5 г/кг массы тела) проявляет более эффективное защитное действие, чем однократное введение витамина Е и препарата «Е-Селен» в организме животных, которые испытывают влияние AFB1.*

**Ключевые слова:** афлатоксин B1, антиоксидантная система, глутатион, дрожжи Phaffia rhodozyma, Е-Селен, витамин Е, печень, головной мозг, почки

## **EFFECT OF PHAFFIA RHODOZYMA BIOMASS AND ANTIOXIDANTS ON THE ENZYMES OF GLUTATHIONE SYSTEM IN THE TISSUES OF ALBINO RATS UNDER AFLATOXIN B1 INFLUENCE**

**N. K. Hoivanovych, H. L. Antonyak**

**Abstract.** *Prevention of aflatoxin B1 (AFB1) poisoning in animals is one of important problems in animal husbandry and veterinary medicine. The results presented in this article show the influence of yeasts Phaffia rhodozyma biomass, vitamin E and "E-Selenium" preparations on the enzymes of glutathione system and content of reduced glutathione (GSH) in the liver, brain and kidney tissues of albino rats in conditions of daily administration of AFB1 (0.025 mg/kg, for 14 days). The introduction of AFB1 leads to inhibition of glutathione peroxidase and glutathione reductase activities, and decreases GSH concentration in studied tissues. The use of Phaffia rhodozyma biomass (1.5 g/kg body weight daily) against AFB1 toxicity causes normalization of enzyme activities and GSH concentration in rats' liver, brain and kidney tissues on the 14th day of experiment. Intramuscular injection of "E-Selenium" (0.05 ml/kg body weight) or intragastric E vitamin administration (100 mg/kg body weight) to the rats exposed to AFB1 caused an increase in the activities of glutathione reductase and glutathione peroxidase, and GSH content in rat tissues on the 7th day compared to those indices in animals treated only with AFB1. However, positive effect of antioxidants in the conditions of AFB1 toxicity was not apparent on the 14th day of experiment. Thus, the daily introduction of yeasts Phaffia rhodozyma biomass as additive to the diet of rats (1.5 g/kg body weight daily) can*

*exert more effective protective effect in comparison to single application of vitamin E or "E-Selenium" preparations in animals exposed to AFB1.*

**Keywords:** *aflatoxin B1, antioxidant system, glutathione, yeast Phaffia rhodozyma, "E-Selenium", vitamin E, liver, kidney, brain*

**ВПЛИВ ПРОСТОРОВОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ  
АГРОЛАНДШАФТІВ НА ЇХ ПРОДУКТИВНІСТЬ**

**В.М.СТАРОДУБЦЕВ**, доктор біологічних наук, професор,

**І. С.ВЛАСЕНКО**, аспірант\*

**Д. С.КОМАРЧУК**, кандидат технічних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: vmstarodubtsev@ukr.net*

***Анотація.** Розглянуто явище просторової неоднорідності водного режиму ґрунтів Правобережного Лісостепу, його вплив на агроекологічний стан ґрунтів та закономірності формування врожаю сільськогосподарських культур за умов існування мікрозападин. Для досліджень використовувались дані картографічного сервісу GoogleEarth, технічні засоби – високоточний GPS-приймач та знімки КА Сентіinel-2А. Було встановлено, що нерівномірний розподіл вологи в агроландшафтах призводить до формування різних ґрунтових відмін та значно впливає на формування врожаю та вегетаційний період культур. Результати досліджень можна використовувати в точному землеробстві та під час складання детальних ґрунтових карт.*

***Ключові слова:** водний режим, агроландшафт, ґрунтовий покрив, просторова неоднорідність, квадрокоптер, космічний знімок, GPS-приймач*

**Актуальність.** На землях сільськогосподарського призначення, що знаходяться на рівнинних територіях, спостерігається різна вологість ґрунтового покриву на різних елементах мікрорельєфу. Спостерігається перерозподіл ґрунтової вологиз її акумуляцією в западинах. Таке явище чітко прослідковується на території сучасного Правобережного Лісостепу України [3]. Наявність мікрозападин обумовлює неоднорідність водного режиму ґрунтів. Їх формування має досить складну геологічну природу. Мікропониження (або мікрозападини) рельєфу раніше не розглядались як суттєвий фактор впливу на агроекологічні умови ґрунтів.

Ця тема набула актуальності нещодавно і сучасними науковцями (геологами, ґрунтознавцями, агрономами) розглядається питання формування та функціонування мікрозападин. Результати наших досліджень показують, що

---

\*Науковий керівник – професор В. М. Стародубцев

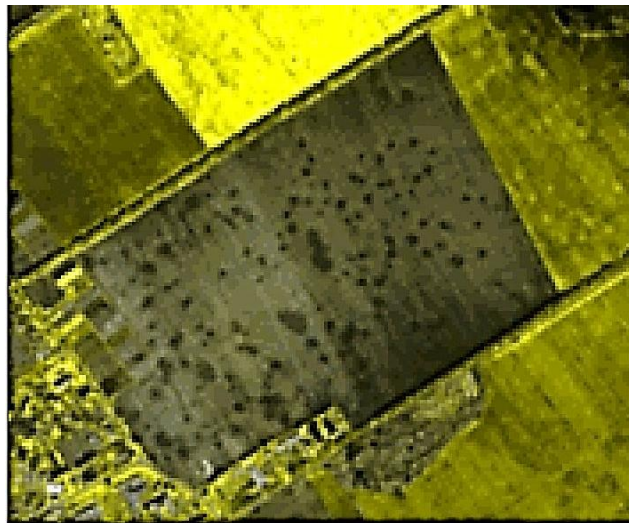
неоднорідність ґрунтового покриву має суттєве наукове і практичне значення. Адже, на цих територіях у зв'язку з нерівномірним перерозподілом вологи ґрунти западин та їх схилів суттєво відрізняються від рівнинних ділянок за водним режимом, фізико-хімічними та агрохімічними властивостями [2,5]. Неоднорідність (плямистість) ґрунтового покриву утворюється гомогенними ґрунтовими комплексами. Відмінності в будові ґрунтів, які утворюють плямистість, головним чином діагностуються глибиною залягання карбонатів, яка визначається за глибиною скипання ґрунту чи породи [7]. На землях сільськогосподарського призначення наявність мікрозападин повинна враховуватись під час прогнозування продуктивності земель, в «точному землеробстві» та під час складання точних ґрунтових карт.

**Матеріали і методи досліджень.** Для виявлення просторової неоднорідності водного режиму агроландшафтів НДГ «Велико-Снітинське» Фастівського району Київської області було проведено наземні дослідження, що полягали в закладанні ґрунтових розрізів на типових ділянках і опис морфологічних ознак профілю ґрунту (з використанням методів класичної картографії). Для визначення глибини промивання карбонатів, як діагностичного фактора формування неоднорідності ґрунтів, було проведено додаткове буріння мережею свердловин орієнтовно 50 x 50 м (з використанням GPS-приймача). Для картографічного відображення результатів дослідження із застосуванням інтерполяції методом «кригінга» було складено двохмірну та трьохмірну карту ґрунтів. 1 квітня 2016 року для дослідження явища неоднорідності було використано квадрокоптер (рис.1). Результати зйомки дали змогу зафіксувати локалізацію вологих ділянок на полях, де було проведено передпосівний обробіток ґрунту [6].



**Рис.1. Просторова неоднорідність вологості ґрунту дослідного поля в НДГ «Велико-Снітинське» 1 квітня 2016 року**

Додатковим методом діагностування просторової неоднорідності водного режиму ґрунтів є використання даних космічних знімків (супутник Sentinel-2A) (рис.2).



**Рис.2. Зображення мікрозападин із підвищеною вологістю на космічному знімку Sentinel-2A (18.04.2016 р.)**

Використання всіх перерахованих методів у комплексі дає можливість слідкувати за станом посівів та робити прогноз продуктивності полів сільськогосподарського призначення. Адже використання квадрокоптера у

поєднанні з наземними польовими дослідженнями дає чітку картину динаміки водного режиму дослідної території [2].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Саме таким чином нам вдалось прослідкувати посезонну динаміку стану посівів залежно від неоднорідності водного режиму. На початку весни 2017 року (1 березня) були оцінені особливості перерозподілу талої води рельєфом полів, засіяних озимою пшеницею(рис.3). У період танення снігу було зафіксовано різну тривалість затоплення мікрозападин на території НДГ «Велико-Снітинське».

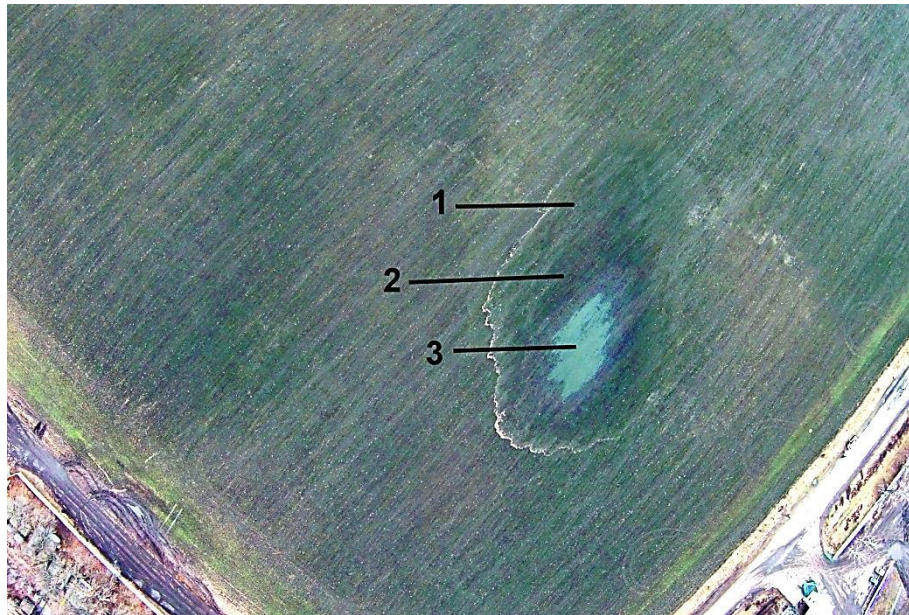


**Рис.3. Перерозподіл талої води поверхнею поля 1 березня 2017 року.**

Повторну зйомку було проведено 20 березня 2017 року і зафіксовано надзвичайну строкатість стану посівів пшениці через перезволоження ґрунту. Тривалість затоплення становила 1-3 тижні і суттєво вплинула на стан рослин: перший тиждень затоплення призвів до слабого пригнічення пшениці, другий – до помірного пригнічення, а після третього рослини вимокають майже повністю (рис.4)

На схилах мікрозападин були виявлені контрастні, майже концентричні кола, діаметр і вологість яких залежить від тривалості затоплення даної ділянки.

Отже, водний режим ґрунтів на полях із мікрозападинами буде суттєво впливати на урожай озимої пшениці уже з самого періоду сніготанення. Суттєве погіршення стану посівів, аж до повного їх вимокання, безперечно спричинене заповненням западин талою водою на тривалий період (тривалість залежить від запасів води у снігу, темпів підвищення температур, інтенсивності опадів тощо).



**Рис.4. Залежність стану озимої пшениці від тривалості затоплення у дослідній мікрозападині, НДГ «Велико-Снітинське», 20 березня 2017 р.**

Неоднорідність майбутнього врожаю пшениці певною мірою «програмується» уже із цього часу (рис. 5). Є можливість дещо послабити вплив зволоження на стан посівів засобами агротехніки та хімізації, але наскільки великою ця можливість може бути, залежить від подальшого водного режиму западин уже в весняно-літній період.



**Рис.5. Неоднорідність стану озимини на дослідному полі в НДГ «Велико-Снітинське» через три тижні після сніготанення (20.04.2017 р.)**

**Висновки.** Комплексне використання нових технічних засобів (квадрокоптери), даних космічних знімків (знімки КА Сентініел-2А) та наземних польових досліджень дають змогу не тільки зафіксувати наявність просторової неоднорідності водного режиму ґрунтів, але й дають змогу слідкувати за динамікою процесів, що з цим пов'язані. Отже, набуло важливості питання моніторингу водного режиму плоских рівнин Правобережного Лісостепу із мікрозападами як безпосередньо на території НДГ «Велико-Снітинське», так і на аналогічних виробничих об'єктах. Дані дослідження є важливими для прогнозування та програмування продуктивності сільськогосподарських полів.

### **Список літератури**

1. . Азімов О. Т. Геодинамічні процеси та їх відображення у ландшафтах [Текст] / О. Т.Азімов, В. М. Бублясь, М. В. Бублясь//Сучасні напрямки української геологічної науки. Збірник праць ІГН НАН України. – Київ. – 2006. – С.13-20.
2. Стародубцев В. М. Новий погляд на картування й оцінку неоднорідності ґрунтового покриву рівнинного Лісостепу [Текст] / В. М.Стародубцев, В. А. Богданець В.А.// СборникнаучныхтрудовSWorld. – №1(38), – 2015. – С.89-94.
3. Стародубцев В. М. Підтоплені ґрунтимікрозападин Лісостепу, їх особливості та агроекологічна роль [Текст] / В. М. Стародубцев, М. М.Ладика, Г.К. Чернявська //IV Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія-2013). Збірник наукових статей. - Вінниця: ВНТУ. – 2013. - С.420-422.

4. Стародубцев В. М. Особливості ґрунтового покриву і водного режиму ґрунтів на рівнинах Правобережного Лісостепу [Текст] / В. М. Стародубцев, Л. В., Аніскевич, І. С. Власенко// XV конф. «Развитие науки в XXI в.», Часть 1. - Харьков: НИЦ «Знание». – 2016. – С. 152-156.

5. Стародубцев В. М. Весняні озера в Лісостепу [Електронний ресурс] /В. М. Стародубцев, І. С. Власенко.– Режим доступу:<http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/vesnyani-ozera-v-lisostepu>. 2017.

6. Стародубцев В. М. Водний режим мікрозападин як фактор неоднорідності ґрунтового покриву правобережного Лісостепу [Текст]/ В. М. Стародубцев, В. Є. Розстальний, С. В. Яценко, О. О. Бордусь// Науковий вісник НУБіП. –2010. – №149.– С.117-121.

7. Фридланд, В. М. Структура почвенного покрова [Текст] /В. М. Фридланд. –Москва:Мысль,1972. – 394 с.

### References

1. Azimov, O. T., Bublyas, V. M., Bublyas, M. V. (2006). Neodynamichni protsesy ta yikh vidobrazhennya u landshaftakh [Geodynamics processes and their reflection in landscapes]. Suchasni napryamky ukrayinskoyiheolohichnoy nauky. Zbirnyk prats IHN NAN Ukrayiny. Kyiv. S.13-20.

2. Starodubtsev, V. M., Bohdanets, V. A. (2015). Novyy pohlyad na kartuvannya i otsinkuneodnorodnostigruntovohopokryvurivnynnoho Lisostepu [New vision on mapping and estimation of soil cover heterogeneity in plain Forest-Steppe]. Sbornyk nauchnykh trudov SWorld, №1(38), 89-94.

3. Starodubtsev, V.M., Ladyka M.M., Chernyavska, H.K. (2013). Pidtoplenih runty mikrozapadyn Lisostepu, yikh osoblyvosti ta ahroekolohichnaro [Submerged soils of microdepressions in Forest-Steppe, their peculiarities and ecological function ]. IV Vseukrayinskyy zyzid ekolohiv z mizhnarodnoyu uchastyu (Ekolohiya-2013). Zbirnyk naukovykh statey. Vinnytsya: VNTU, 420-422.

4. Starodubtsev, V.M., Aniskevych, L.V., Vlasenko, I.S. (2016). Osoblyvosti ґрунтового покриву i vodnohorezhymu ґрунтів на рівнинах Правобережного Лісостепу [Features of soil cover and water regime of soils on plains of Right-Bank Forest-Steppe] / XV конф. «Razvytye nauky v XXI veke», part 1, Kharkov: NIC «Znanye», 152-156.

5. Starodubtsev, V.M., Vlasenko, I.S. Vesnyani ozera v Lisostepu. Available at: <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/vesnyani-ozera-v-lisostepu>. 2017.

6. Starodubtsev, V.M., Rozstalnyy, V.Ye., Yatsenko, S.V., Bordus, O.O. (2010). Vodnyy rezhym mikrozapadynyak faktorneodnorodnostigruntovohopokryvupravoberezhnoho Lisostepu [Water regime of microdepressions as a factor of soil cover heterogeneity in Right-Bank Forest-Steppe]. Naukovyy visnyk NUBiP, 149, 117-121.

7. Fridland, V.M. (1972). Strukturapochvennogopokrova [Structure of soil cover]. Moskva: Mysl', 394.

# ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА АГРОЛАНДШАФТОВ НА ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ

В. М. Стародубцев, И. С. Власенко, Д. С. Комарчук

*Аннотация.* Рассмотрено явление пространственной неоднородности водного режима почв Правобережной Лесостепи, его влияние на агроэкологическое состояние почв и закономерности формирования урожая сельскохозяйственных культур в условиях существования микропонижений. Для исследований использовались данные картографического сервиса GoogleEarth, технические средства – высокоточный GPS-приемник и снимки КА Сентинел-2А. Было установлено, что неравномерное распределение влаги в агроландшафтах приводит к формированию различных почвенных разностей и оказывает значительное влияние на формирование урожая. Результаты исследований можно использовать в точном земледелии и при составлении детальных почвенных карт.

**Ключевые слова:** водный режим, агроландшафт, почвенный покров, пространственная неоднородность, квадрокоптер, космический снимок, GPS-приемник

## IMPACT OF THE SPATIAL HETEROGENEITY OF WATER REGIME OF AGROLANDSCAPES ON IT'S PRODUCTIVITY

V. M. Starodubtsev , I. S. Vlasenko , D.S. Komarchuk

*Abstract.* Considered the phenomenon of spatial heterogeneity of water regime of soils in the Forest-Steppe of Ukraine, its impact on agro-ecological state of soil and regularities of yields formation on the territories with microdepressions. For the research we used the data of Google Earth cartographic service and technical means - a high-precision GPS receiver and Sentinel-2A satellite images. It was found that the uneven distribution of moisture in the agrolandscapes leads to the formation of various soil differences and has a significant effect on the formation of the crop. The results of research can be used in precision farming and in the preparation of detailed soil maps.

**Keywords:** water regime, agrolandscape, soil cover, spatial heterogeneity, kvadrokopter, satellite imagery, GPS-receiver

**ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ БАКТЕРІОФАГІВ НА ПРОЦЕС  
БІОПЛІВКОУТВОРЕННЯ ШТАМІВ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS***

**Є. С. ВОРОБЄЙ**, провідний інженер НДЛ молекулярної біології  
мікроорганізмів та мікробної біотехнології НДІ біології

**О. С. ВОРОНКОВА**, кандидат біологічних наук, доцент;

**А. І. ВІННИКОВ**, доктор біологічних наук, професор

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

***Анотація.** Висока резистентність бактерій у складі біоплівки до антибіотиків зумовлює актуальність питання про пошук додаткових засобів для лікування інфекцій, викликаних плівкоутворюючими бактеріями, в якості яких можуть виступати бактеріофаги.*

*Найбільша ефективність пригнічення плівкового росту визначалася при використанні піобактеріофагу полівалентного. Найбільш вагомі зміни спостерігали при його внесенні на добову біоплівку. Відмічали зниження кількості КУО у планктоні у 115,00 ± 5,44 рази, кількості КУО у біоплівці у 63,90 ± 2,10 рази, сухої ваги біоплівки – на 34,47 ± 5,29 %, умісту матричного білка – на 41,77 ± 7,14 %, а оптичної густини біоплівки – на 47,27 ± 10,24 % у порівнянні з контролем двохдобової біоплівки. Найменша ефективність визначалася для бактеріофагу стафілококового рідкого. Максимальний вплив він здійснював при внесенні на двохдобову біоплівку. Визначали зниження кількості КУО у планктоні у 83,17 ± 3,55 рази, показника кількості КУО у біоплівці у 62,20 ± 3,04 рази, сухої ваги біоплівки – на 32,67 ± 5,75 %, вмісту матричного білка – на 37,17 ± 3,53 %, а оптичної густини біоплівки – на 42,67 ± 7,47 % у порівнянні із трьохдобовою біоплівкою.*

*Отримані результати дозволяють дійти висновку, що бактеріофаги можуть мати велике значення для медицини та у сільському господарстві для скорочення обсягів використання антибіотиків.*

***Ключові слова:** антибіотикорезистентність, стафілокок, біоплівка, бактеріофаги*

**Актуальність.** Значна кількість експериментальних даних свідчить про те, що існування бактерій у навколишньому середовищі, у тому числі організмі людини та тварин, відбувається у складі структурно організованих мікробних біоплівки. Для більшості бактерій стан біоплівки є основним, який склався протягом мільйонів років під впливом природного відбору в мінливих

екологічних умовах, що надає певні переваги порівняно з планктонними культурами [10].

Здатність до утворення біоплівок – одна з основних стратегій виживання бактерій не лише у зовнішньому середовищі, але і в умовах макроорганізму [8]. Зараз вважається, що більше 65 % всіх інфекційних уражень обумовлені мікроорганізмами, існуючими у формі біоплівок [3, 5], і в цьому сенсі найбільш відомими є стафілококи [2].

Стафілококи активно формують біоплівки в організмі людини та сільсько-господарських тварин. Це, насамперед, стосується *S. aureus* [6, 15]. Відомо, що від 67 % до 78 % клінічних ізолятів *S. aureus* можуть формувати біоплівки [17]. Ця остання характеристика є найважливішим фактором колонізації стафілококів, що сприяє розвитку хронічної форми інфекційних захворювань [18].

Значний масив даних свідчить про особливі властивості бактерій, що перебувають у складі біоплівок, найбільш актуальною з яких є підвищена здатність до виживання у несприятливих умовах. Така підвищена стійкість стафілококових біоплівок до несприятливих факторів зовнішнього середовища, у тому числі до впливу різних антимікробних агентів [12], а також до дії імунної системи організму-господаря виявлена у багатьох штамів. Так, штами *S. aureus* у біоплівках у 100-1000 разів менш чутливі до антибіотиків, ніж аналогічні бактеріальні популяції з поодиноких (планктонних) клітин [11].

Поширення серед стафілококів стійкості до антибіотиків ускладнює проведення етіотропної терапії. На жаль, стандартні методи антибактеріального лікування з використанням нешкідливих для організму людини доз антибіотиків спрямовані на окремо існуючі планктонні клітини, тоді як бактерії всередині біоплівки розмножуються і знову дисемінують після завершення курсу лікування, нерідко формуючи вогнища хронічної персистуючої інфекції, що сприяє рецидиву захворювання [16]. Натепер у клінічній практиці препарати у безпечній для макроорганізму дозі для лікування захворювань, пов'язаних з утворенням біоплівок, відсутні.

Крім того, зараз велика кількість антибіотиків використовується не тільки у медицині для лікування інфекцій людини, а й у сільському господарстві для профілактики захворювань у стадах тварин, лікування хворої худоби та покращення травлення та засвоєння кормів, що призводить до посилення набору ваги. Це може сприяти зниженню ефективності антибіотиків для лікування інфекцій у людини через створення антибіотикостійких штамів різних бактерій. Тобто, вони можуть не бути прямою загрозою для здоров'я людини, але сприяють поширенню генів стійкості до антибіотиків серед інших бактерій, у тому числі патогенних для людини [1].

Антибіотикорезистентність бактерій у складі біоплівки, можливість розвитку непереносимості і досить великий спектр протипоказань до застосування антибіотиків як у медицині так і у сільському господарстві сприяють тому, що актуальним є питання про пошук додаткових, крім антибіотиків, засобів для боротьби з бактеріальними біоплівками, в якості яких можуть виступати бактеріофаги.

Відомо, що антибактеріальний ефект препаратів бактеріофагів обумовлений проникненням генома фага в бактеріальну клітину з наступним його розмноженням і лізисом інфікованої клітини. Здатність вірулентних фагів при взаємодії з бактеріями інтегрувати власну геномну ДНК і експоненційно реплікуватися призводить до знищення патогенних бактерій, що обумовлює їх важливу роль у боротьбі з інфекційними захворюваннями, у тому числі і лікуванні інфекцій, зумовлених розвитком біоплівки [4, 14]. Важливо, що фагова інфекція викликає порушення структури біоплівки та робить клітини у її складі доступними для імунної системи.

**Мета дослідження** – вивчення можливості впливу препаратів бактеріофагів на процес плівкоутворення та на вже сформовану біоплівку штамів золотистого стафілококу.

**Матеріали і методи дослідження.** Для реалізації мети роботи вивчали особливості впливу бактеріофагів на культури 7 плівкоутворюючих штамів

*S. aureus* із колекції культур кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара.

Для характеристики параметрів росту біоплівок на різних етапах формування та їх зміни під впливом лікувальних препаратів бактеріофагів визначали оптичну густину елюйованого біоплівкою барвника кристалічного фіолетового, кількість клітин в біоплівці та оточуючому її планктоні, вміст клітинного білка біоплівкових та планктонних форм, вміст матричного білка, суху вагу клітин біоплівки та планктону, суху вагу цілої біоплівки. Використовували лікувальні препарати: бактеріофаг стафілококовий рідкий, піобактеріофаг полівалентний та інтесті-бактеріофаг рідкий (НПО «Микроген», РФ).

Для визначення оптичної густини суспензію добової культури досліджуваного штаму ( $1 \times 10^9$  КУО/мл) вносили у лунки 96-лункового планшета з МПБ. Планшети інкубували у термостаті 24, 48, 72 та 96 год за температури 37 °С. Оптичну густину стафілококових біоплівок визначали нефелометричним методом. Для цього з лунок видаляли залишки поживного середовища, тричі промивали дистильованою водою, фіксували 96° етиловим спиртом та фарбували розчином кристалічного фіолетового. Потім барвник видаляли, лунки промивали дистильованою водою. Далі у лунки вносили етиловий спирт та залишали на 20-30 хв, періодично струшуючи. У якості контролей використовували контролі стерильності МПБ, ізотонічного розчину NaCl (0,5 %) та повітря. Лунки з ними оброблялися аналогічним чином. Активність зміни оптичної густини оцінювали за зміною показників рівня адсорбції барвника етанолом, вимірюного в одиницях оптичної густини на мікропланшетному фотометрі SUNRISE (Tecan, Австрія), у режимі вимірювання «Поглинання», режимі зчитування «Нормальний» та довжині хвилі 620 нм з використанням програмного забезпечення Magellan.

Для визначення інших параметрів росту досліджувану культуру засівали у 6-лункові планшети. Для цього суспензію культури ( $1 \times 10^4$  КУО/мл) засівали у МПБ. Планшети з дослідними зразками інкубували 24, 48, 72 та 96 год за

температури 37 °С.

Для визначення кількісних показників для клітин у планктоні після інкубації у лунках планшету надбіоплівкову рідину обережно піпетували та відбирали. Кількість КУО/мл визначали за методом Коха. Інкубували 24 год за температури 37 °С. Для визначення вмісту білка клітин планктону та сухої ваги клітин планктону проби центрифугували при 1500 об/хв упродовж 5 хв для осадження клітин. Надосадову рідину відбирали та додавали дистильовану воду. Вміст білка у пробах визначали за методом Бредфорда, з попереднім проведенням кислотного гідролізу клітин. Суху вагу отриманих клітин визначали шляхом зважування висушеного у сухожаровій шафі вмісту пробірок у кюветах з фольги. Зважування проводили до внесення суспензії у кювету і після висушування на електронних вагах з точністю до 0,00001 г.

Для визначення кількісних характеристик клітин у біоплівці з лунок планшету видаляли залишки поживного середовища. Вміст лунок промивали тричі ізотонічним розчином NaCl (0,5 %). Потім у лунки вносили розчин натрію додецилсульфату (0,004 моль/дм<sup>3</sup>) для руйнування міжклітинних зв'язків та зв'язку біоплівки з поверхнею пластика. Вміст лунок відбирали та вносили у стерильні пластикові пробірки та тричі центрифугували протягом 5 хв за 1500 об/хв, кожен раз відбираючи рідку фазу та вносячи ізотонічний розчин. Кількість КУО/мл визначали за методом Коха. Інкубацію проводили 24 год за температури 37 °С. Вміст білка у пробах визначали за методом Бредфорда з попереднім проведенням кислотного гідролізу. Суху вагу отриманих клітин визначали шляхом зважування висушеного у сухожаровій шафі вмісту пробірок у кюветах з фольги до внесення суспензії у кювету і після висушування.

Для визначення матричного білка стафілококових біоплівок та їх сухої ваги також спочатку відмивали залишки планктонної культури та проводили руйнування міжклітинних зв'язків та зв'язку біоплівки з поверхнею пластика. Вміст лунок переносили у стерильні пробірки. Вміст матричного білка визначали також за методом Бредфорда без проведення кислотного гідролізу.

Сушу вагу отриманих біоплівки визначали шляхом зважування висушеного у сухожаровій шафі вмісту пробірок у кюветах з фольги до внесення суспензії у кювету і після висушування.

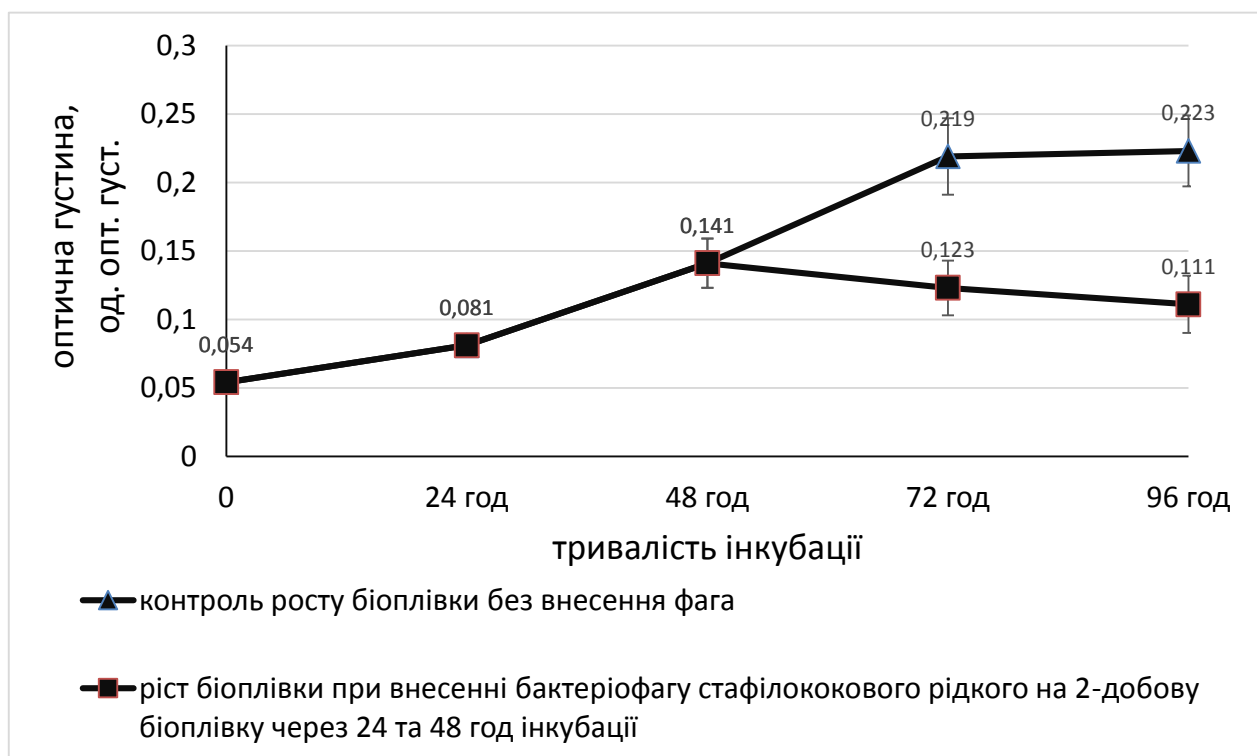
Для визначення можливості впливу лікувальних препаратів бактеріофагів на біоплівки штамів золотистого стафілококу використовувалися препарати бактеріофагу стафілококового рідкого, інтесті-бактеріофагу рідкого та піобактеріофагу полівалентного. Вивчали чутливість біоплівок лише до тих препаратів, які мали вплив на планктонні форми ізоляту. Для визначення зміни під дією препаратів бактеріофагів у засіяні досліджуваною культурою лунки 96-лункових планшетів додатково вносили 50 мкл стандартного препарату бактеріофагу. При вивченні змін сухої ваги, кількості білка та КУО до засіяних лунок 6-лункових планшетів вносили 1 мл стандартного препарату. Фаги додавали на різних стадіях інкубації культур, здатних до біоплівкоутворення: при засіванні, через 24, 48, 72 год. Ефективність впливу фагів оцінювали через 24 та 48 год інкубації біоплівок у присутності бактеріофагів. Отримані результати порівнювали з контролем чистої біоплівки та контролем стерильності МПБ.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали, розраховуючи середнє значення та стандартну похибку з використанням програми Origin Lab Pro 7.0. Достовірними вважали відмінності за  $P < 0,05$ .

**Результати дослідження та їх обговорення.** Показано, що фагові препарати призводили до зниження досліджених показників при внесенні на всіх етапах інкубації біоплівок. Кількість клітинного білка та суха вага клітин обраховувалися математично в залежності від кількості клітин через неможливість використаних методик визначити ці показники у таких малих концентраціях. Далі у тексті наведені дані лише за зміною кількості клітин, тому що зміна кількості клітинного білка та сухої ваги клітин під дією препаратів бактеріофагів відбувалася пропорційно до зміни кількості КУО.

Так, за внесення бактеріофагу стафілококового рідкого під час засіву ізолятів через 24 год інкубації визначали зниження кількості КУО у планктоні у

37,70 ± 1,98 рази, КУО у біоплівці у 84,43 ± 3,25 рази, сухої ваги біоплівок – на 16,55 ± 3,33 %, вмісту матричного білка – на 17,43 ± 2,93 %, а оптичної густини біоплівки – на 18,98 ± 4,12 % у порівнянні з добовою біоплівкою. За внесення препарату на добову біоплівку визначали зниження кількості КУО у планктоні у 101,35 ± 5,09 рази, показника кількості КУО у біоплівці у 41,65 ± 2,79 рази, сухої ваги біоплівок – на 34,72 ± 6,08 %, вмісту матричного білка – на 34,08 ± 3,12 %, а оптичної густини біоплівки – на 40,12 ± 5,54 % у порівнянні з контролем двохдодової біоплівки. За внесення препарату на двохдодову біоплівку визначали зниження кількості КУО у планктоні у 83,17 ± 3,55 рази, показника кількості КУО у біоплівці у 62,20 ± 3,04 рази, сухої ваги біоплівок – на 32,67 ± 5,75 %, вмісту матричного білка – на 37,17 ± 3,53 %, а оптичної густини біоплівки – на 42,67 ± 7,47 % у порівнянні із трьохдодовою біоплівкою (рис. 1).

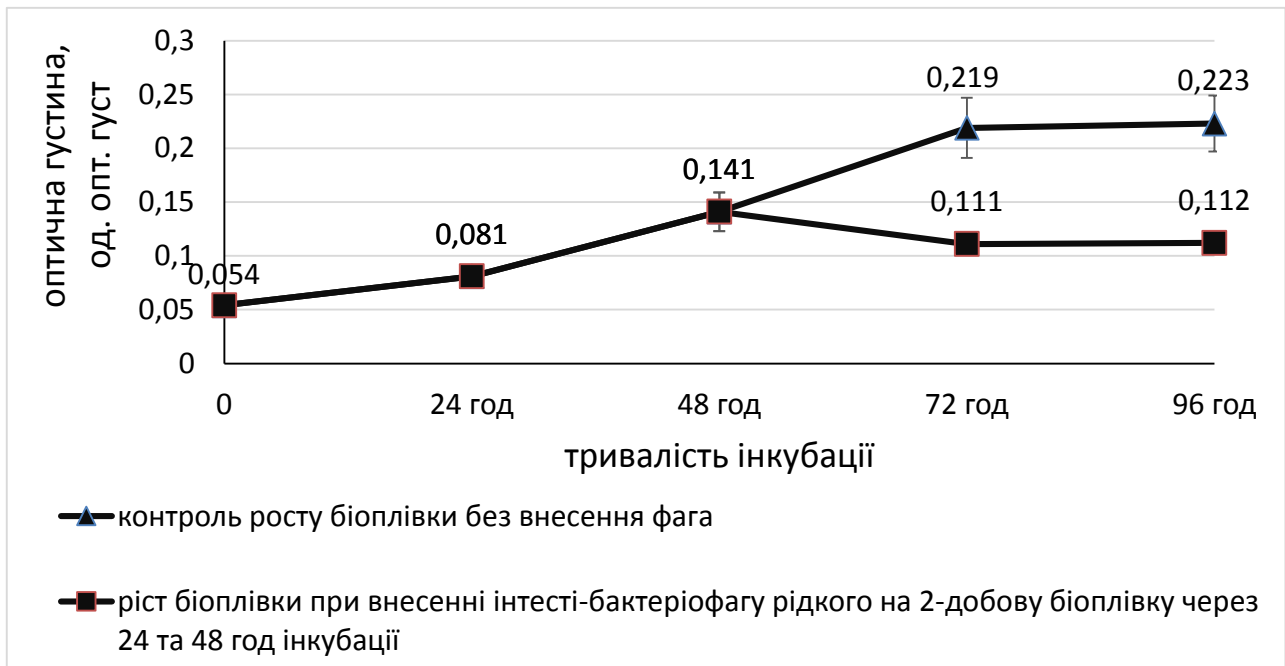


**Рис. 1** Зміна показника оптичної густини під впливом бактеріофагу стафілококового рідкого за внесення на двохдодову біоплівку через 24 та 48 год інкубації із фагом

За внесення препарату на трьохдодову біоплівку визначали зниження

кількості КУО у планктоні у  $45,83 \pm 1,99$  рази, показника кількості КУО у біоплівці у  $51,17 \pm 3,02$  рази, сухої ваги біоплівок – на  $25,85 \pm 5,94$  %, вмісту матричного білка – на  $32,00 \pm 4,21$  %, а оптичної густини біоплівки – на  $30,23 \pm 6,17$  % у порівнянні з чотирьохдобовою біоплівкою. Тобто, максимальний вплив бактеріофаг стафілоковий рідкий здійснював за внесення на двохдобову біоплівку.

За внесення інтесті-бактеріофагу рідкого під час засіву ізолятів через 24 год інкубації визначали зниження кількості КУО у планктоні у  $37,44 \pm 2,75$  рази, показника кількості КУО у біоплівці у  $82,62 \pm 3,62$  рази, сухої ваги біоплівок – на  $17,40 \pm 3,78$  %, вмісту матричного білка – на  $16,88 \pm 2,72$  %, а оптичної густини біоплівки – на  $17,88 \pm 1,43$  % у порівнянні з контролем добової біоплівки. За внесення препарату на добову біоплівку визначали зниження кількості КУО у планктоні у  $103,22 \pm 5,24$  рази, показника кількості КУО у біоплівці у  $42,92 \pm 2,84$  рази, сухої ваги біоплівок – на  $35,62 \pm 3,70$  %, вмісту матричного білка – на  $36,94 \pm 4,48$  %, а оптичної густини біоплівки – на  $44,22 \pm 3,91$  % у порівнянні з контролем двохдобової біоплівки. За внесення препарату на двохдобову біоплівку визначали зниження кількості КУО у планктоні у  $84,68 \pm 4,01$  рази, показника кількості КУО у біоплівці у  $65,28 \pm 3,42$  рази, сухої ваги біоплівок – на  $36,52 \pm 7,14$  %, вмісту матричного білка – на  $37,06 \pm 4,54$  %, а оптичної густини біоплівки – на  $49,20 \pm 3,75$  % у порівнянні з контролем трьохдобової біоплівки (рис. 2).

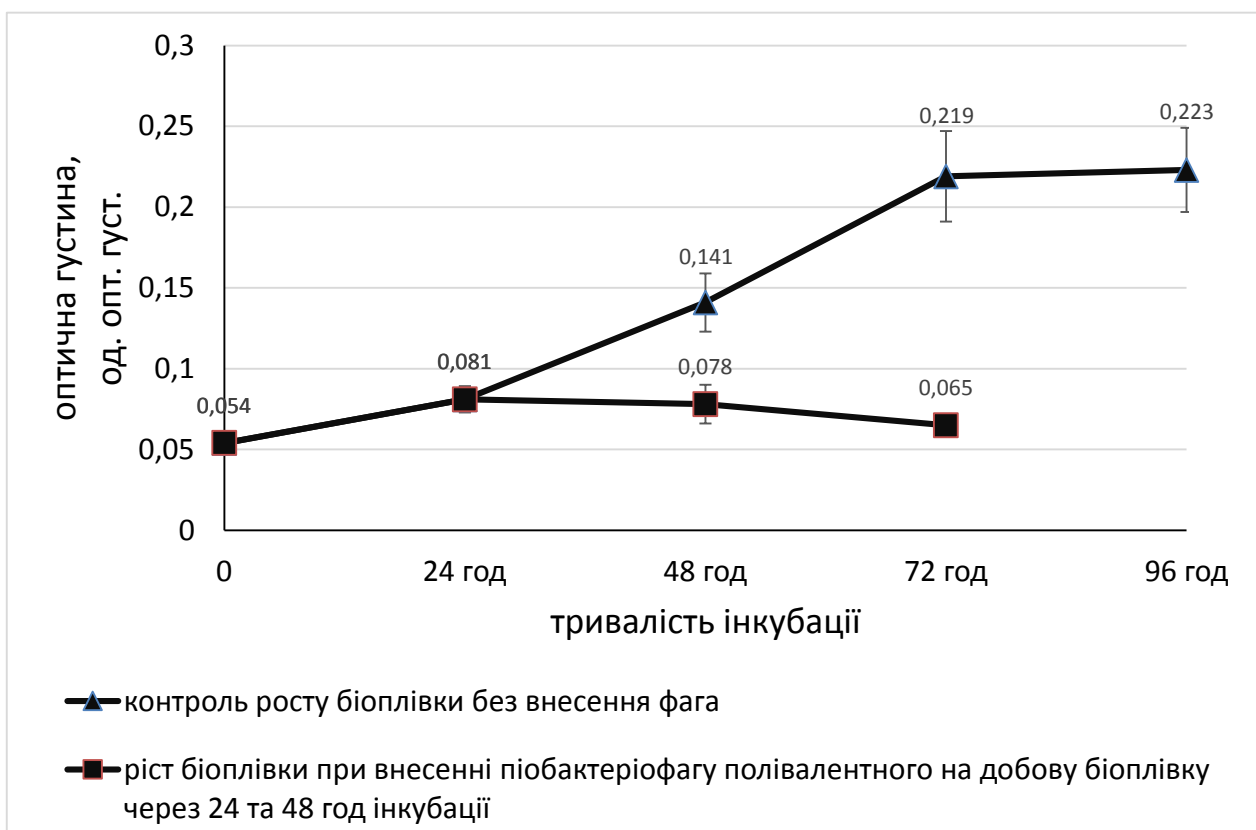


**Рис. 2. Зміна показника оптичної густини під впливом інтесті-бактеріофагу рідкого за внесення на двохдобову біоплівку через 24 та 48 год інкубації із фагом**

За внесення препарату на трьохдобову біоплівку визначали зниження кількості КУО у планктоні у  $47,06 \pm 4,05$  рази, показника кількості КУО у біоплівці у  $53,18 \pm 2,76$  рази, сухої ваги біоплівок – на  $34,66 \pm 4,17$  %, вмісту матричного білка – на  $35,02 \pm 4,12$  %, а оптичної густини біоплівки – на  $46,84 \pm 2,11$  % у порівнянні з контролем чотирьохдобової біоплівки. Водночас слід зазначити, що найбільші зміни спостерігалися за внесення інтесті-бактеріофагу рідкого на двохдобову біоплівку.

За внесення піобактеріофагу полівалентного під час засіву ізолятів через 24 год інкубації визначали зниження кількості КУО у планктоні у  $37,13 \pm 3,10$  рази, показника кількості КУО у біоплівці у  $84,13 \pm 2,58$  рази, сухої ваги біоплівок – на  $15,47 \pm 1,92$  %, вмісту матричного білка – на  $19,47 \pm 3,80$  %, а оптичної густини біоплівки – на  $23,27 \pm 5,02$  % у порівнянні з контролем добової біоплівки. За внесення препарату на добову біоплівку визначали зниження кількості КУО у планктоні у  $115,00 \pm 5,44$  рази, показника кількості КУО у біоплівці у  $63,90 \pm 2,10$  рази, сухої ваги біоплівок – на  $34,47 \pm 5,29$  %, вмісту матричного білка – на  $41,77 \pm 7,14$  %, а оптичної густини біоплівки – на

47,27 ± 10,24 % у порівнянні з контролем двохдобової біоплівки (рис. 3). За внесення препарату на двохдобову біоплівку визначали зниження кількості КУО у планктоні у 84,43 ± 3,30 рази, показника кількості КУО у біоплівці у 74,23 ± 1,53 рази, сухої ваги біоплівок – на 34,97 ± 4,34 %, вмісту матричного білка – на 36,77 ± 3,11 %, а оптичної густини біоплівки – на 42,37 ± 6,76 % у порівнянні з контролем трьохдобової біоплівки. За внесення препарату на трьохдобову біоплівку визначали зниження кількості КУО у планктоні у 59,40 ± 3,22 рази, показника кількості КУО у біоплівці у 55,33 ± 3,48 рази, сухої ваги біоплівок – на 21,07 ± 3,57 %, вмісту матричного білка – на 29,63 ± 2,06 %, а оптичної густини біоплівки – на 35,47 ± 5,65 % у порівнянні з контролем чотирьохдобової біоплівки. Водночас слід зазначити, що найбільші зміни спостерігалися за внесення піобактеріофагу полівалентного на добову біоплівку.



**Рис. 3. Зміна показника оптичної густини під впливом піобактеріофагу полівалентного за внесення на добову біоплівку через 24 та 48 год інкубації із фагом**

Привертає увагу той факт, що показник оптичної густини біоплівок мав

близькі за значенням тенденції до зниження поряд з сухою вагою та вмістом матричного білка у біоплівці, що пов'язано з домінуючим положенням позаклітинного екзополімерного матриксу у складі біоплівки.

Тобто, за внесення усіх використаних лікувальних препаратів бактеріофагів було визначено їх суттєвий вплив на процес формування стафілококових біоплівок при внесенні на різних етапах інкубації, що також підтверджувалося даними [9], згідно з якими фаг Phi 80 у моделі катетер-асоційованої стафілококової інфекції зменшив оптичну густина 24-годинної біоплівки на 79,4 %.

Крім того, дослідниками Alves D.R. et al. [7] був виділений новий фаг DRA88, що широко циркулює серед штамів *S. aureus*. Була приготовлена з цього бактеріофага і фага К композиція, яка продемонструвала виражену літичну активність щодо значної кількості штамів *S. aureus*, що були здатні утворювати біоплівку. Авторами було відзначено зменшення біомаси біоплівки штамів *S. aureus* через 48 год після обробки сумішшю фагів більш ніж у 2 рази, а біоплівки окремих штамів були повністю знищені. Також вони відмітили, що літичний потенціал суміші фагів DRA88 і К збільшився на 74 % у порівнянні з дією фагів окремо один від одного.

У своїх дослідженнях Lungren M.P. et al. [13] визначали, модливість бактеріофагу К знизити бактеріальну колонізацію і утворення біоплівки *S. aureus* на матеріалі центрального венозного катетера. Було визначено, що кількість КУО зменшилося у  $9,4 \times 10^3$  разів в експериментальній групі ( $6,7 \times 10$  КУО/мл) у порівнянні з контрольною групою ( $6,3 \times 10^5$  КУО/мл) через 24 год після обробки фагом.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Найбільшу ефективність впливу фіксували за використання піобактеріофагу полівалентного, який за внесення на різних етапах процесу плівкоутворення давав максимальне зменшення кількісних показників плівкового росту. Найменша ж ефективність визначалася для бактеріофагу стафілококового

рідкого, вплив якого на різних етапах внесення був меншим, ніж у інших використаних препаратів бактеріофагів. Так, максимальний ефект за внесення піобактеріофагу на добову біоплівку дав зниження оптичної густини біоплівок на  $47,27 \pm 10,24$  %, тоді як максимальний ефект від застосування стафілококового бактеріофагу за цим же показником – зниження на  $40,12 \pm 5,54$  %. Але, слід зазначити, що кількість чутливих по піобактеріофагу досліджених плівкоутворюючих штамів була меншою у порівнянні з інтесті-бактеріофагом та стафілококовим бактеріофагом.

Отже, бактеріофаги можуть мати велике значення для вирішення проблеми біоплівкоутворення, у тому числі і у сенсі скорочення обсягів використання антибіотиків.

### Список літератури

1. Бактериофаги: биология и практическое применение [Текст] / под ред. Э. Каттер, А. Сулаквелидзе. – М.: Научный мир, 2012. – 640 с.
2. Гостев, В. В. Бактериальные биопленки и инфекции [Текст] / В. В. Гостев, С. В. Сидоренко // Журнал инфектологии. – 2010. – 2 (3). – С. 4–15. doi:<http://dx.doi.org/10.22625/2072-6732-2010-2-3-4-15>
3. Лямин, А. В. Проблемы в медицине, связанные с бактериальными пленками / А. В. Лямин, Е. А. Боткин, А. В. Жестков [Текст] // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2012. – 14 (4). – С. 268–275.
4. Новахова, Ж. Д. Современные возможности селективной антибактериальной терапии в акушерстве и гинекологии [Текст] // Ж. Д. Новахова, П. В. Буданов, А. Н. Стрижаков, А. А. Чурганова // Трудный пациент. – 2014. – 12 (12). – С. 36–38.
5. Смирнова, Т. А. Структурно-функциональная характеристика бактериальных биопленок [Текст] / Т. А. Смирнова, Л. В. Диденко, Р. Р. Азизбеян, Ю. М. Романова // Микробиология. – 2010. – 79 (4). – С. 435–446.
6. Agarwal, A. Medical significance and management of staphylococcal biofilm [Text] / A. Agarwal, K.P. Singh, A. Jain // FEMS Immunology & Medical Microbiology. – 2010. – Vol. 58, Issue 2. – P. 147–160. doi:[10.1111/j.1574-695X.2009.00601.x](https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2009.00601.x)
7. Alves, D.R. Combined use of bacteriophage K and a novel bacteriophage to reduce Staphylococcus aureus biofilm formation [Text] / D. R. Alves, A. Gaudion, J. E. Bean, P. Perez Esteban, T. C. Arnot, D. R. Harper, W. Kot, L. H. Hansen, M. C. Enright, A. T. Jenkins // Applied and Environmental Microbiology. – 2014. – Vol. 80, Issue 21. – P. 6694–6703. doi:[10.1128/AEM.01789-14](https://doi.org/10.1128/AEM.01789-14)
8. Bryers, J. D. Medical biofilms [Text] / J. D. Bryers // Biotechnology and

Bioengineering. – 2008. – Vol. 100, Issue 1. – P. 1–18. doi:10.1002/bit.21838

9. Del Pozo J. L. Biotechnological war against biofilms. Could phages mean the end of device-related infections? / J. L. Del Pozo, M. Alonso, C. R. Arciola, R. Gonzalez, J. Leiva, I. Lasa, J. Penades // *The International Journal of Artificial Organs*. – 2007. – Vol. 30, Issue 9. – P. 805–812.

10. Garrett, T. R. Bacterial adhesion and biofilms on surfaces [Text] / T. R. Garrett, M. Bhakoo, Z. Zhang // *Progress in Natural Science*. – 2008. – Vol. 18, Issue 9. – P. 1049–1056. doi:10.1016/j.pnsc.2008.04.001

11. Gilbert, P. Biofilms in vitro and in vivo: do singular mechanisms imply cross-resistance? [Text] / P. Gilbert, D. G. Allison, A. J. McBain // *Journal of Applied Microbiology*. – 2002. – Vol. 92, Issue s1. – P. 98S–110S. doi:10.1046/j.1365-2672.92.5s1.5.x

12. Hoiby, N. Antibiotic resistance of bacterial biofilms [Text] / N. Hoiby, T. Bjarnsholt, M. Givskov, S. Molin, O. Ciofu // *International Journal of Antimicrobial Agents*. – 2010. – Vol. 35, Issue 4. – P. 322–332. doi:10.1016/j.ijantimicag.2009.12.011

13. Lungren, M. P. Bacteriophage K for reduction of *Staphylococcus aureus* biofilm on central venous catheter material / M. P. Lungren, D. Christensen, R. Kankotia, I. Falk, B. E., Paxton, C. Y. Kim, // *Bacteriophage*. – 2013. – Vol. 3, Issue 4, e26825. doi:10.4161/bact.26825

14. O'Flaherty, S. Bacteriophage and their lysins for elimination of infectious bacteria [Text] / S. O'Flaherty, R. P. Ross, A. Coffey // *FEMS Microbiology Reviews*. – 2009. – Vol. 33, Issue 4. – P. 801–819. doi:10.1111/j.1574-6976.2009.00176.x

15. Otto, M. Staphylococcal biofilms [Text] / M. Otto // *Current Topics in Microbiology and Immunology*. – 2008. – Vol. 322. – P. 207–228. doi:10.1007/978-3-540-75418-3\_10

16. Römling, U. Biofilm infections, their resilience to therapy and innovative treatment strategies [Text] / U. Römling, C. Balsalobre // *Journal of Internal Medicine*. – 2012. – Vol. 272, Issue 6. – P. 541–561. doi:10.1111/joim.12004

17. Taj, Y. Study on biofilm-forming properties of clinical isolates of *Staphylococcus aureus* [Text] / Y. Taj, F. Essa, F. Aziz, S. U. Kazmi // *The Journal of Infection in Developing Countries*. – 2012. – Vol. 6, Issue 5. – P. 403–409. doi:https://doi.org/10.3855/jidc.1743

18. Wu, H. Strategies for combating bacterial biofilm infections [Text] / H. Wu, C. E. Moser, H.-Z. Wang, N. Hoiby, Z.-J. Song // *International Journal of Oral Science*. – 2015. – Vol. 7, Issue 1. – P. 1–7. doi:10.1038/ijos.2014.65

## Reference

1. Katter, Eh., Sulakvelidze A. ed. (2012). *Bakteriofagi: biologiya i prakticheskoe primeneniye* [Bacteriophages: Biology and Practical Applications]. Moscow: The scientific world, 640.

2. Gostev, V. V., Sidorenko V. V. (2010). Bakterial'nye bioplenki i infekcii [Bacterial biofilms and infections]. *Journal Infectology*, 2 (3), 4–15.

doi:<http://dx.doi.org/10.22625/2072-6732-2010-2-3-4-15>

3. Lyamin, A. V., Botkin, E. A., Zhestkov, A. V. (2012). Problemy v medicine, svyazannye s bakterial'nymi plenkami [Medical Problems Associated with Bacterial Biofilms]. *Clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy*, 14 (4), 268–275.
4. Novahova, Zh. D., Budanov, P. V., Strizhakov, A. N., Churganova, A. A. (2014). Sovremennye vozmozhnosti selektivnoj antibakterial'noj terapii v akusherstve i ginekologii [Modern Opportunities for Selective Antibiotic Treatment in Obstetrics and Gynecology]. *Difficult patient*, 12 (12), 36–38.
5. Smirnova, T. A. Didenko, L. V., Azizbekyan, R. R., Romanova, Yu. M. (2010). Strukturno-funkcional'naya harakteristika bakterial'nyh bioplenok [Structural and functional characteristics of bacterial biofilms]. *Microbiology*, 79 (4), 435–446.
6. Agarwal, A., Singh, K. P., Jain, A. (2010). Medical significance and management of staphylococcal biofilm. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 58 (2), 147–160. doi:10.1111/j.1574-695X.2009.00601.x
7. Alves, D. R., Perez Esteban, P., Arnot, T. C., Harper, D. R., Kot, W., Hansen, L. H., Enright, M. C., Jenkins, A. T. (2014). Combined use of bacteriophage K and a novel bacteriophage to reduce *Staphylococcus aureus* biofilm formation. *Applied and Environmental Microbiology*, 80 (21), 6694–6703. doi:10.1128/AEM.01789-14
8. Bryers, J. D. (2008). Medical biofilms. *Biotechnology and Bioengineering*, 100 (1), 1–18. doi:10.1002/bit.21838
9. Del Pozo, J. L., Alonso, M., Arciola, C. R., Gonzalez, R., Leiva, J., Lasa, I., Penades, J. (2007). Biotechnological war against biofilms. Could phages mean the end of device-related infections? *The International Journal of Artificial Organs*, 30 (9), 805–812.
10. Garrett, T. R., Bhakoo, M., Zhang, Z. (2008). Bacterial adhesion and biofilms on surfaces. *Progress in Natural Science*, 18 (9), 1049–1056. doi:10.1016/j.pnsc.2008.04.001
11. Gilbert, P., Allison, D. G., McBain A. J. (2002). Biofilms in vitro and in vivo: do singular mechanisms imply cross-resistance? *Journal of Applied Microbiology*, 92 (s1), 98S–110S. doi:10.1046/j.1365-2672.92.5s1.5.x
12. Hoiby, N., Bjarnsholt, T., Givskov, M., Molin, S., Ciofu, O. (2010). Antibiotic resistance of bacterial biofilms. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 35, (4), 322–332. doi:10.1016/j.ijantimicag.2009.12.011
13. Lungren, M. P., Christensen, D., Kankotia, R., Falk, I., Paxton, B. E., Kim, C. Y. (2013). Bacteriophage K for reduction of *Staphylococcus aureus* biofilm on central venous catheter material. *Bacteriophage*, 3 (4), e26825. doi:10.4161/bact.26825
14. O'Flaherty, S., Ross, R. P., Coffey, A. (2009). Bacteriophage and their lysins for elimination of infectious bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, 33 (4), 801–819. doi:10.1111/j.1574-6976.2009.00176.x
15. Otto, M. (2008). Staphylococcal biofilms. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 322, 207–228. doi:10.1007/978-3-540-75418-3\_10
16. Römling, U., Balsalobre, C. (2012). Biofilm infections, their resilience to

therapy and innovative treatment strategies. Journal of Internal Medicine, 272 (6), 541–561. doi:10.1111/joim.12004

17. Taj, Y., Essa, F., Aziz, F., Kazmi, S. U. (2012). Study on biofilm-forming properties of clinical isolates of Staphylococcus aureus. The Journal of Infection in Developing Countries, 6 (5), 403–409. doi:https://doi.org/10.3855/jidc.1743

18. Wu, H., Moser, C., Wang H.-Z., Hoiby N., Song Z.-J. (2015). Strategies for combating bacterial biofilm infections. International Journal of Oral Science, 7 (1), 1–7. doi:10.1038/ijos.2014.65

## **ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ БАКТЕРИОФАГОВ НА ПРОЦЕСС БИОПЛЕНКООБРАЗОВАНИЯ ШТАММОВ STAPHYLOCOCCUS AUREUS**

**Е. С. Воробей, О. С. Воронкова, А. И. Винников**

*Аннотация.* Высокая резистентность бактерий в составе биопленок к антибиотикам обуславливает актуальность вопроса о поиске дополнительных средств для лечения инфекций, вызванных пленкообразующими бактериями, в качестве которой могут выступить бактериофаги.

Наибольшая эффективность угнетения пленочного роста определялась при использовании пибактериофага поливалентного. Наиболее весомые изменения наблюдались при его внесении на суточную биопленку. Отмечали снижение количества КОЕ в планктоне в  $115,00 \pm 5,44$  раза, количества КОЕ в биопленке в  $63,90 \pm 2,10$  раза, сухого веса биопленок – на  $34,47 \pm 5,29$  %, содержания матричного белка – на  $41,77 \pm 7,14$  %, а оптической плотности биопленки – на  $47,27 \pm 10,24$  % по сравнению с контролем двухсуточной биопленки. Наименьшая эффективность определялась для бактериофага стафилококкового жидкого. Максимальное влияние он оказывал при внесении на двухсуточную биопленку. Определяли снижение количества КОЕ в планктоне в  $83,17 \pm 3,55$  раза, количества КОЕ в биопленке в  $62,20 \pm 3,04$  раза, сухого веса биопленок – на  $32,67 \pm 5,75$  %, содержания матричного белка – на  $37,17 \pm 3,53$  %, а оптической плотности биопленки – на  $42,67 \pm 7,47$  % по сравнению с трехсуточной биопленкой.

Полученные результаты позволяют прийти к выводу, что бактериофаги могут иметь большое значение для медицины и в сельском хозяйстве для сокращения объемов использования антибиотиков.

**Ключевые слова:** антибиотикорезистентность, стафилококк, биопленка, бактериофаги

## **INFLUENCE OF BACTERIOPHAGE DRUGS ON THE PROCESS FILMFORMATION STAPHYLOCOCCUS AUREUS STRAINS**

**E. S. Vorobey, O. S. Voronkova, A. I. Vinnikov**

*Abstract.* High level of resistance to antibiotics of bacteria in biofilms causes an actuality of finding of additional preparates for treatment of infections caused by

*film-forming bacteria. As one of the same preparations are bacteriophages.*

*Maximal efficacy of inhibition of film growth was during use of piobactariophage polyvalent. Significant changes were fixed during its use on daily biofilm. It was shown that decrease of: amount of CFU in plankton in  $115.00 \pm 5.44$  times, amount of CFU in biofilm – in  $63.90 \pm 2.10$  times, dry weight of biofilms – on  $34.47 \pm 5.29\%$ , content of matrix protein – on  $41.77 \pm 7.14\%$ , and optical density of biofilms – on  $47.27 \pm 10.24\%$  compared to control of 2 day biofilm. Minimal efficacy took place during bacteriophage staphylococcal liquid action. Its maximal effect took place during addition of this preparation on 2 day biofilm. It was shown a decrease of planktonic CFU in  $83.17 \pm 3.55$  times, CFU in biofilm in  $62.20 \pm 3.04$  times, dry weight of biofilms – on  $32.67 \pm 5.75\%$ , content of matrix protein – on  $37.17 \pm 3.53\%$ , and optical density of biofilms – on  $42.67 \pm 7.47\%$  compared to 3 day biofilm.*

*Given data can make a conclusion the bacteriophages may have great place for medicine and agriculture for reduce of use of antibiotics.*

**Keywords:** *antibiotic resistance, staphylococcus, biofilm, bacteriophages*

УДК 632.4:633.15:632.952

**РОЗВИТОК ФУЗАРІОЗУ ПОЧАТКІВ КУКУРУДЗИ НА ГІБРИДАХ РІЗНИХ  
ГРУП СТИГЛОСТІ ТА ЙОГО ШКІДЛИВІСТЬ В УМОВАХ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**В. Я. ОМЕНИЮК**, аспірант\*

**О. Ф. АНТОНЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, професор  
*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

*E-mail:* v\_omenyuk@ukr.net

**Анотація.** У статті наведені результати польових експериментальних досліджень (2015 – 2016 рр.) щодо оцінки розвитку фузаріозу на гібридах кукурудзи різних груп стиглості в умовах природного інфекційного фону. Вивчено вплив метеорологічних умов на розвиток фузаріозу початків. Встановлено, що найбільший розвиток фузаріозу спостерігався на середньопізніх гібридах кукурудзи, поширення хвороби на яких складало від 20 до 27 %, а розвиток до 5 % і вище. Втрати врожаю в залежності від ступеня ураження складали від 0,3 до 0,5 т/га.

**Ключові слова:** гібриди кукурудзи, фузаріоз початків, природний інфекційний фон, поширення і розвиток хвороби, урожайність, метеорологічні умови

**Актуальність.** До найбільш поширених хвороб початків кукурудзи в більшості регіонів вирощування України слід віднести фузаріоз (домінуючий збудник – гриб *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. [3, 5].

Фузаріоз може завдавати серйозної шкоди початкам усіх типів та груп стиглості кукурудзи, в залежності від метеорологічних умов. Крім того поширення хвороби у високій ступені залежить від наявності прямих пошкоджень рослин кукурудзяним стебловим метеликом (*Ostrinia nubilalis*). Основною шкодою від хвороби є прямі втрати зерна у початках, а також приховані, що негативно впливають на урожай і якість продукції. У сприятливі для розвитку фузаріозу роки втрати врожаю можуть сягати від 30,0 % і більше [5, 8].

---

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор О. Ф. Антоненко

Крім того, розвиваючись на початках на період їх зберігання (вологість яких перевищує 18 %), збудник фузаріозу, продукує різноманітні мікотоксини, які викликають отруєння як людини, так і тварин [5, 6, 9].

**Мета дослідження** – дослідити вплив різних строків дозрівання гібридів кукурудзи на розвиток фузаріозу початків та вивчити шкідливість хвороби в умовах Правобережного Лісостепу України

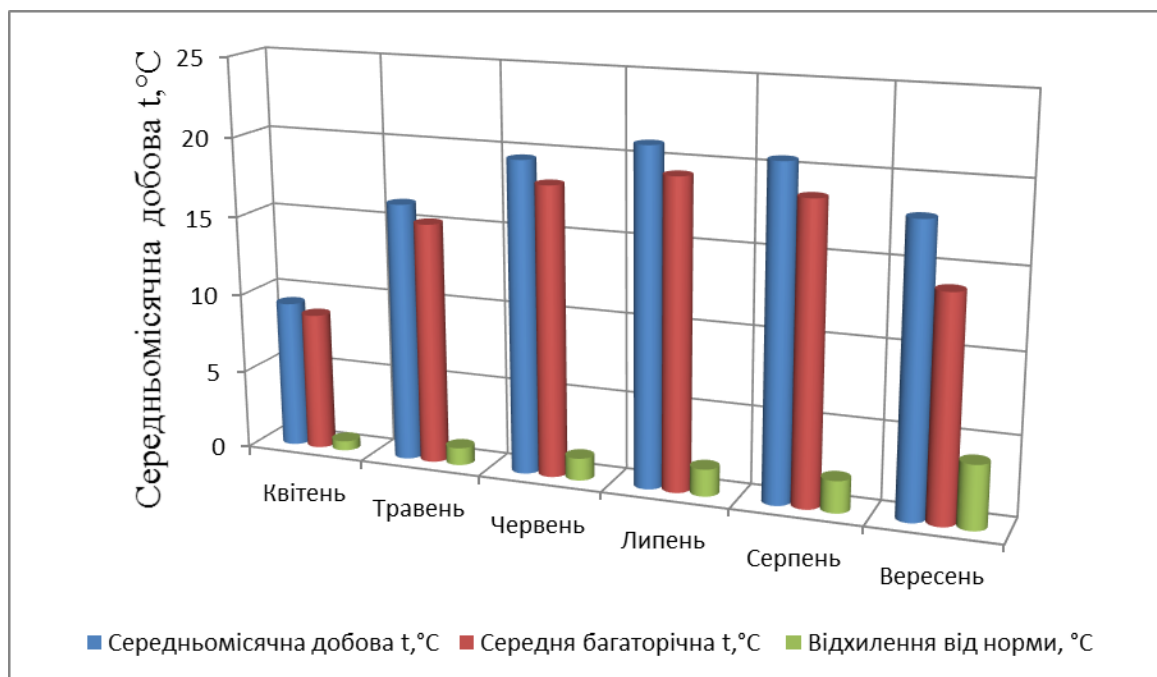
**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили на дослідному полі фітопатологічної ділянки «Агрономічна дослідна станція» ВП НУБіП України у 2015 – 2016 рр. Підготовку дослідних ділянок під посів кукурудзи проводили згідно загальноприйнятої методики для даної зони вирощування. Розмір облікової ділянки – 4,2 м<sup>2</sup> у трьохразовій повторності [7]. Для забезпечення достатнього інфекційного навантаження фузаріозу, кукурудзу висівали декілька років підряд, не змінюючи дослідної ділянки. Матеріалом монокультури були гібриди кукурудзи різної стиглості. Експериментальні дані статистично опрацьовані методом дисперсійного аналізу [2, 7].

Упродовж вегетації відмічали основні фенологічні стадії розвитку кукурудзи (код ВВСН) [1]:

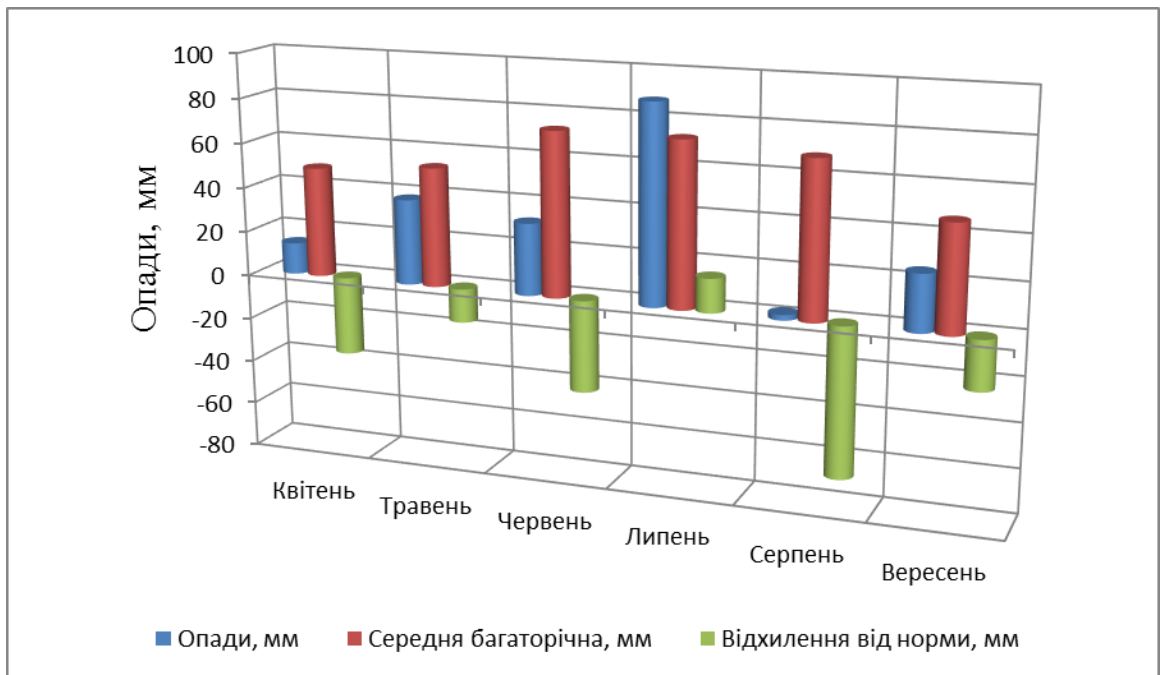
1. початок викидання волоті, волоть добре помітна усередині верхніх листків;
2. кінець цвітіння;
3. початок утворення зерна, консистенція водяниста, в зерні близько 16 % сухих речовин;
4. рання воскова стиглість, зерно воскове, в зерні близько 45 % сухих речовин;
5. воскова (силосна) стиглість, зерно жовтувате або жовте (залежно від гібриду, сорту), консистенція воскова, в зерні близько 55 % сухих речовин;
6. повна стиглість, зерно тверде й блискуче, в зерні близько 65 % СР.

Для оцінки стійкості гібридів до фузаріозу початків та обліку ураженості насіння у стадії воскової стиглості зерна використовували п'ятибальну шкалу В.Г. Иващенко, Е.Ф. Сотченко [3, 4].

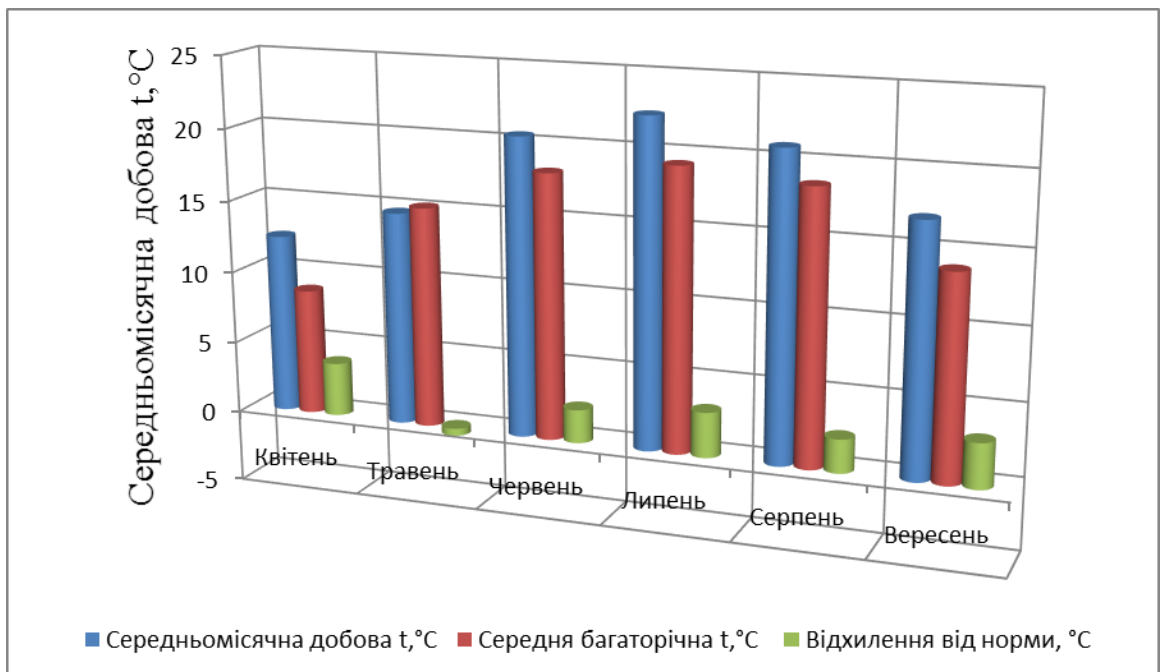
**Результати досліджень та їх обговорення.** Фітопатологічний моніторинг посівів дослідних ділянок кукурудзи з різною групою стиглості показав, що гібриди чотирьох строків дозрівання уражувались фузаріозом початків у різному ступені. На розвиток фузаріозу початків значний вплив мали погодні умови у період утворення початків – висока температура повітря, що перевищувала 23 °С, та достатня кількість опадів більше 40 мм, за винятком 2015 року. (рис. 1-4) Тоді як у 2015 році на цей період спостерігалось зниження кількості опадів відповідно на 60 мм і ураження хворобою було нижчим на 3-5 %.



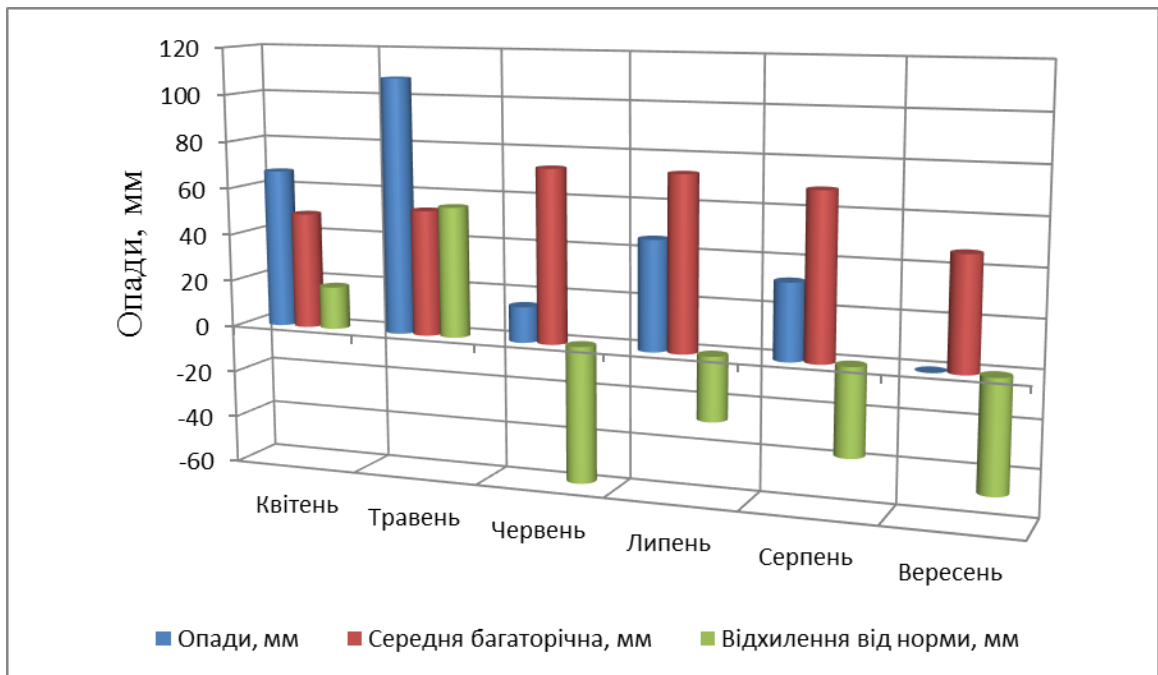
**Рис. 1. Температурний режим у період вегетації кукурудзи, 2015 р.**



**Рис. 2. Динаміка опадів у період вегетації кукурудзи, 2015 р.**



**Рис. 3. Температурний режим у період вегетації кукурудзи, 2016 р.**



**Рис. 4. Динаміка опадів у період вегетації кукурудзи, 2016 р.**

Крім того, посів дослідних ділянок кукурудзи на ізольованих лісосмугах у монокультурі (4-5 років) сприяв накопиченню інфекції фузаріозу у зв'язку з первинним пошкодженням гусеницями кукурудзяного стеблового метелика.

Згідно наведених даних на цих дослідних ділянках зростало поширення фузаріозу. Так, на гібридах середньоранньої групи стиглості поширення хвороби складало 28,3 % у 2015 році, 30,1 % – у 2016, та на середньопізніх гібридах відповідно 27,0 % і 30,3 %. Розвиток хвороби складав 2,9 і 5,0 % на середньоранніх гібридах та відповідно 3,2 і 10,0 % на середньопізніх гібридах (табл. 1).

В середньому за два роки поширення фузаріозу на цих варіантах складало 29,2 і 28,7 %, а розвиток – 3,1 та 7,5 %. Решта гібридів інших груп стиглості займали проміжне місце. Відповідно й урожайність гібридів змінювалася в залежності від ступеня ураження фузаріозом та гусеницями кукурудзяного стеблового метелика. Так, середня урожайність на середньоранніх гібридах складала 7,05 т/га, а середньопізніх – 6,05 т/га. (табл. 2)

**1. Розвиток фузаріозу на різних за стиглістю гібридах кукурудзи в умовах дослідного поля фітопатологічної ділянки «Агрономічна дослідна станція» у 2015 – 2016 рр. (за даними візуальної діагностики)**

Гібриди (діб від появи сходів до повної стиглості зерна)	2015		2016		Середнє за 2015-2016 рр.	
	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
Ранньостиглі (81-90)	21,6	2,6	22,0	3,0	21,8	2,8
Середньоранні (91-100)	28,3	2,9	30,1	3,2	29,2	3,1
Середньостиглі (101-110)	17,3	3,2	20,2	4,4	18,8	3,8
Середньопізні (111-120)	27,0	5,0	30,3	10,0	28,7	7,5

Примітка: P – поширення хвороби, %; R – ступінь ураження хворобою, %

**2. Урожайність гібридів кукурудзи в залежності від ураження їх шкідниками та поширенням фузаріозу в умовах дослідного поля фітопатологічної ділянки «Агрономічна дослідна станція» (середні дані за 2015 – 2016 рр.)**

Гібриди (діб від появи сходів до повної стиглості зерна)	Уражено початків гусеницями шкідників, %	Поширення фузаріозу початків, %	Урожайність, т/га
Ранньостиглі (81-90)	41,25	21,8	7,35
Середньоранні (91-100)	44,0	24,25	7,05
Середньостиглі (101-110)	42,4	23,7	7,4
Середньопізні (111-120)	45,7	28,65	6,05

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** За даними експериментальних досліджень у 2015 – 2016 рр. домінуючу роль серед хвороб початків займав фузаріоз (збудник – гриб *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg).

Найбільш сприятливими метеорологічними умовами для розвитку фузаріозу були у 2016 році.

Серед досліджуваних гібридів кукурудзи імунних проти фузаріозу початків не виявлено. Відмічено значні відмінності в ураженні гібридів. Встановлено, що найбільший розвиток фузаріозу спостерігався на середньопізніх гібридах кукурудзи, поширення хвороби на яких складало від 20 до 27 %, а розвиток до 5 % і вище.

Встановлено вплив ураження початків гусеницями кукурудзяного стеблового метелика на поширення фузаріозу початків. Між ними встановлено сильний прямий кореляційний зв'язок ( $r = 0,952$ ).

### Список літератури

1. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование / Д. Шпаар К. Гинапп, Д. Дрегер. – К.: Издательский дом “Зерно”, 2012. – 464 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с., ил.
3. Иващенко В. Г. Совершенствование системы оценок кукурузы на устойчивость к засухе и фузариозу початков / В. Г. Иващенко, Е. Ф. Сотченко, Ю. В. Сотченко // Вестник защиты растений. – 2006. – № 1. – С.16–20.
4. Грисенко Г.В. Методика фитопатологических исследований на кукурузе / Г.В. Грисенко, Е.Л. Дудка. – Днепропетровск, 1980. – 29с.
5. Марков І. Л. Довідник із захисту польових культур від хвороб та шкідників / І. Л. Марков, М. Б. Рубан. – К.: Юнівест Медіа, 2014. – 384 с.
6. Билай В.И., Пидопличко Н.М. Токсикообразующие микроскопические грибы и вызываемые ими заболевания человека и животных. – Киев: Наукова думка, 1970. – 292 с.
7. Методики випробування і застосування пестицидів // С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун, О. О. Иващенко [та ін.]; За ред. проф. С. О. Трибеля. – К.: Світ, 2001. – 448 с.
8. Munkvold, G.P. Reduced fusarium ear rot and symptomless infection in kernels of maize genetically engineered for European corn borer resistance / G.P. Munkvold, R.L. Helimich, W.B. Showers // *Phytopathology*. – 1997. – Vol. 87, Issue 10 – P. 1071–1077. doi: 10.1094/Phyto.1997.87.10.1071.
9. Lamprecht, S.C. Phytotoxicity of fumonisins and TA-Toxin to corn and tomato / S.C. Lamprecht, W.F.O. Marasas, J.F. Alberts, M.E. Cawood, W.C.A. Gelderblom, G.S. Shepard, P.G. Thiel, F.J. Calitz // *Phytopathology*. – 1994. Vol. 84, Issue 4 – P. 383–391. doi: 10.1094/Phyto-84-383.

### References

1. Shpaar D. (2012). Kukurudza. Vyroshchuvannya, zbyrannya, konservuvannya i vykorystannya [Corn: farming, harvesting, storage and using]. Publishing house “Zerno” Kyiv, Ukraine, 464. [in Ukrainian]
2. Dospikhov B. A. (1985). Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoy obrabotky rezultatov yssledovanyy) [Methods field experience (with the fundamentals of statistical processing of research’s results)]. Ahropromyzdat, 351. [in Russian]

3. Ivashchenko V.G., Sotchenko E.F., Sotchenko Y.V. (2006). Sovershenstvovanye systemy otsenok kukuruzy na ustoychivost k zasukhe y fuzaryozu pochatkov [Improvement of the scoring system for resistance of corn to drought stress and ear rot]. Vestnik zashchity rastenii. (1), 16–20. [in Russian]
4. Hrysenko H.V., Dudka E.L. (1980). Metody fytopatolohycheskykh yssledovanyu po kukuruze [Methods of phytopathology researches on maize]. Dnepropetrovsk, 63. [in Russian]
5. Markov I. L. Ruban M.B. (2014) Dovidnyk iz zakhystu polovykh kultur vid khvorob ta shkidnykiv [Handbook in protection of field crops against diseases and pests]. Univest Media, 384. [in Ukrainian]
6. Bylay V.Y. (1970). Toksynoobrazuyushchye mykroskopycheskiye hryby y vyzyvaemye ymy zbolepanya cheloveka y zhyvotnykh [Toxic microscopic fungi which cause human's and animal's diseases]. Naukova dumka, 294. [in Russian]
7. Trybel, S. O., Siharivova, D. D., Sekun, M. P., Ivashchenko, O. O., Bublyk L. I. [et al.]. (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Methods of testing and using of pesticides]. S. O. Trybel (Ed.). Kyiv, Ukraine: Svit, 448. [in Ukrainian]
8. Munkvold, G.P., Helimich, R.L., Showers, W.B. (1997). Reduced fusarium ear rot and symptomless infection in kernels of maize genetically engineered for European corn borer resistance. Phytopathology, 87 (10), 1071–1077. doi: 10.1094/Phyto.1997.87.10.1071. [in English]
9. Lamprecht, S.C., Marasas, W.F.O., Alberts, J.F., Cawood, M.E., Gelderblom W.C.A., Shepard, G.S., Thiel, P.G., Calitz, F.J. (1994) Phytotoxicity of Fumonisin and TA Toxin to corn and tomato. Phytopathology, 84 (4), 383–391. doi: 10.1094/Phyto-84-383. [in English]

## **РАЗВИТИЕ ФУЗАРИОЗА ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ НА ГИБРИДАХ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ И ЕГО ВРЕДОНОСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

**В. Я. Оменюк, О. Ф. Антоненко**

***Аннотация.** В статье приведены результаты полевых экспериментальных исследований по оценке развития фузариоза на гибридах кукурузы различных групп спелости в условиях естественного инфекционного фона. Изучено влияние метеорологических условий на развитие фузариоза початков кукурузы. Установлено, что наибольшее развитие фузариоза наблюдалось на среднепоздних гибридах кукурузы, распространение болезни на которых составляло от 20 до 27 %, а развитие до 5 % и выше. Потери урожая, в зависимости от степени поражения, составляли от 0,3 до 0,5 т/га.*

***Ключевые слова:** гибриды кукурузы, фузариоз початков, естественный инфекционный фон, распространение и развитие болезни, урожайность, метеорологические условия*

**FUSARIUM EAR ROT SEVERITY ON DIFFERENT MAIZE MATURITY  
HYBRIDS AND ITS HARMFULNESS IN THE RIGHTBANK  
FORRESTSTEPPE OF UKRAINE**  
**V. Y. Omeniuk, O. F. Antonenko**

***Abstract.** The article presents the results of experimental field studies (2015 – 2016 years) on the evaluation of fusarium severity on maize hybrids of different maturity groups in natural infectious background. Researched the effect of weather conditions on fusarium ear rot severity. Established that the highest level of fusarium ear rot intensity was observed on average-late maize hybrids: disease incidence – from 20 to 27%, and severity – from 5% and higher. Yield losses depending on the disease intensity varied from 0.3 to 0.5 t/ha.*

***Keywords:** maize hybrids, fusarium ear rot, natural infection background, disease incidence and severity, yield, weather conditions*

**ВПЛИВ ГУСТОТИ РОСЛИН НА РІСТ І УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДУ  
ОГІРКА КІБРІЯ F1**

**В. П. СЄВІДОВ, аспірант, \***

*Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва*

*E-mail: vladimirsevidov@mail.ru*

***Анотація.** Важливим елементом технології вирощування сільськогосподарських рослин є раціональні схеми розміщення та густина рослин, які визначають характер розміщення рослин, площі їх живлення, рівень технологічності у процесі догляду за посівами та під час збирання врожаю. В статті представлені результати дослідження впливу густоти рослин на врожайність гібриду огірка в умовах Лівобережного Лісостепу України, дослідження проводилося впродовж двох років.*

*Завданням є продемонструвати результати практичних дослідів впливу різної густоти рослин на ріст, розвиток і врожайність гібриду огірка Кібрія F1, зробити висновки і надати пропозиції щодо оптимальної густоти рослин.*

*Показники параметрів рослин свідчать про те, що одержані, як у фазу масового цвітіння так і масового плодоношення огірків дані різняться між собою. За результатами досліджень, біометричні показники рослин огірка у фазу масового цвітіння значно відрізнялися в залежності від густоти рослин. Показники маси рослини, довжини центрального стебла і кількості бічних пагонів нівелюються у фазу масового плодоношення. Оптимальною густиною за умови вирощування огірка у весняно-літній культурозміні в неконтрольованих умовах за беззмінного використання ґрунтів у плівковій теплиці, виявилися густина 3 росл./м<sup>2</sup>.*

***Ключові слова:** огірок, захищений ґрунт, густина рослин, гібрид, урожайність*

**Актуальність.** Огірок – одна із провідних культур, яку вирощують як у відкритому, так і в захищеному ґрунті. В Україні огірок вирощують у відкритому ґрунті на 12-15 %, а у захищеному – на 40-65 % від загальної площі зайнятої овочевими культурами [1, 2]. Огірки користуються великою популярністю давно і не випадково. Вони містять 3-6 % сухих речовин, 0,33 – 0,78 % клітковини, 1,27-2,54 % цукру, 0,56-1,1 % азотистих і 0,24 % пектинових речовин, а також вітаміни: нікотинову, пантотенову, аскорбінову кислоти, біотин, тіамін, каротин, рибофлавін [3, 4].

---

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Г. І. Яровий Г.І.

Існує класифікація, яка стала базовою і взята за основу великою кількістю овочівників. Ця класифікація побудована на трьох основних господарсько-біологічних ознаках:

- відношення до освітлення (зимові та літні огірки);
- наявність партенокарпії (партенокарпічні та бджолозапилювані гібриди);
- характер розгалуження (активне, обмежене, слабе).

Позицію лідера в сортовому рейтингу огірка займають пучкові корнішони. Вони можуть бути і партенокарпічними, і бджолозапилювальними. Їх основні переваги: багато зав'язі та зеленцю, невеликі плоди-корнішони високих засолювальних якостей та висока урожайність [5]. У вузлах пучкових корнішонів формується в середньому від 2-3 до 5-8 і більше зав'язей. На одній рослині можуть вирости до 400-500 і більше зав'язей.

Огірок був і буде однією з головних культур захищеного ґрунту. Порівняно з іншими культурами вони дають ранній і високий урожай. Сьогодні нам пропонують таку велику кількість гібридів, що можуть розгубитися навіть досвідчені овочівники. Для того, щоб вибрати дійсно той гібрид, який максимально підходить для індивідуальних умов вирощування, необхідно систематизувати умови вирощування огірка, зокрема густоту рослин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливим елементом технології вирощування сільськогосподарських рослин є раціональні схеми розміщення та густота рослин, які визначають характер розміщення рослин, площі їх живлення, рівень технологічності у процесі догляду за посівами та при збиранні урожаю. Забезпечення оптимальної густоти рослин на кожному метрі посіву, особливо в умовах захищеного ґрунту, є однією з важливих умов збільшення урожаю овочевих рослин при високій якості продуктових органів. У технології вирощування огіроків важливе місце відводиться підбору сортів, формуванню густоти рослин і іншим елементам інтенсивного догляду за рослинами [6].

Слід пам'ятати, що загушення рослин огірка в захищеному ґрунті негативно впливає на урожайність, тому вивчення реакції культури огірка на загушення є дуже актуальним питанням захищеного ґрунту.

**Мета дослідження** – встановити оптимальну густоту рослин гібриду Кібрія F1 (компанії Rijk Zwaan – Нідерланди). Суперранній самозапильний гібрид із високою віддачею раннього врожаю. Період вегетації 39-41 діб. Плоди темно-зелені, гарної форми, крупнобугорчасті, співвідношення довжина-діаметр 3,2 : 1. Мають відмінні смакові якості і внутрішню структуру. Рослина генеративного типу з потужною силою росту. Витримує значне завантаження плодами, водночас не зупиняє ріст і не втрачає зав'язь[7].

Завдання досліджень – продемонструвати результати практичних дослідів впливу різної густоти рослин на ріст, розвиток і врожайність гібриду огірка Кібрія F1, зробити висновки і надати пропозиції щодо оптимальної густоти рослин, виходячи з проведених досліджень.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили впродовж 2015 – 2016 рр. у плівкових теплицях весняно – літньої культурозміни Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва, який знаходиться в східній частині Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводили згідно «Методики дослідної справи в овочівництві та баштанництві». [8]

Виробники насіння партенокарпічних гібридів рекомендують різні густоти огірка для умов вирощування у плівкових теплицях – від 1 до 3,5 рослини на м<sup>2</sup>. Тому нашими дослідженнями заплановано визначити оптимальну густоту рослин огірка партенокарпічних гібридів для плівкових теплиць без обігріву на прикладі голландського гібриду Кібрія F1.

Насіння гібриду огірка висівали у горщики об'ємом 400 см<sup>3</sup>, розсаду у віці 3-5 справжніх листка висаджували на дослідну ділянку.

Варіанти густоти садіння розсади:

- 1,5 росл./ м<sup>2</sup> (10 рослин на ділянці);
- 2 росл./ м<sup>2</sup> (14 рослин на ділянці);
- 2,5 росл./ м<sup>2</sup> (18 рослин на ділянці) - контроль;
- 3,0 росл./ м<sup>2</sup> (21 рослин на ділянці).

Площа облікової ділянки 7 м<sup>2</sup>. Загальна площа облікової ділянки 112 м<sup>2</sup>: довжина 32,0 м; ширина 3,5 м; повторність досліду 4-кратна. Загальна кількість рослин 256 шт.

Кібрія F1 – партенокарпічний універсальний гібрид надраннього терміну дозрівання. Може вирощуватися як у відкритому ґрунті, так і у плівкових і скляних теплицях. Рослина генеративного типу має найбільшу урожайність серед усіх існуючих гібридів: до 50 кг/м<sup>2</sup>. Темно-зелені крупнобугорчасті плоди мають співвідношення довжини до діаметру 3,2 : 1. Характерною особливістю гібрида є величезна сила росту, для якої необхідна оптимальна система живлення. Рослина спокійно витримує навантаження плодами, не зупиняючи ріст і не втрачаючи зав'язі. Рекомендується для споживання у свіжому вигляді, консервування, переробки і свіжих ринкових продажів.

Посів насіння проводили 17 березня та 8 квітня. З моменту висіву до появи проростків на поверхні ґрунт минуло 3-4 доби.

У гібриду Кібрія F1 перший справжній листок з'явився на 8-9 добу після появи сходів. На 35 та 36 добу розвиваються одиничні бокові пагони, а через 3 доби на рослинах огірка з'являються загальні бокові пагони. Початок цвітіння у рослин огірка відмічено через 40 та 46 діб після масових сходів.

Перший збір плодів розпочався 28 та 22 травня – на 66 та 50 добу після сходів. Останній збір відбувся 11 серпня та 3 вересня. Період плодоношення тривав 98 та 82 доби.

Створюючи найбільш сприятливі умови освітлення, температури, живлення, водоспоживання можна значно прискорити темпи росту і розвитку рослин і продовжити вегетаційний період.

**Результати досліджень.** Аналіз фенологічних досліджень за рослинами показав, що густоти рослин зовсім не вплинули на строки и темпи проходження етапів органогенезу у рослин огірка гібриду Кібрія F1: на всіх густотах фази розвитку у рослин розпочиналися одночасно.

Показники параметрів рослин свідчать про те, що одержані, як у фазу масового цвітіння так і масового плодоношення огірків дані різняться між собою.

Різниця в біометричних параметрах простежується залежно від густоти рослин гібриду Кібрія F1(табл. 1).

**1. Вплив густоти рослин на біометричні показники гібриду огірка Кібрія F1 у фазу масового цвітіння, 2015 – 2016рр.**

Густота рослин на м <sup>2</sup>	Маса рослини, г	Довжина центрального стебла, см	Кількість бічних пагонів, шт.	Площа листової поверхні, см <sup>2</sup> /роsl.
1,5	686,0	191,0	9	6322
2	687,0	183,0	9	6481
2,5(контроль)	700,0	173,0	10	5975
3	654,8	167,5	10	5987

За результатами досліджень, біометричні показники рослин огірка у фазу масового цвітіння значно відрізнялися в залежності від густоти рослин. За контрольної густоти 2,5 росл./м<sup>2</sup> огірок Кібрія F1 мав середню масу рослини на рівні 700 г. Збільшення густоти до 3 росл./м<sup>2</sup> призвело до суттєвого зменшення середньої маси рослини до 654,8 г. Зменшення густоти до 1,5 і 2 росл./м<sup>2</sup> не призводить до суттєвої зміни середньої маси рослини. У фазу масового плодоношення цей показник мав таку ж саму тенденцію до зменшення біометричних параметрів за густоти 3 росл./м<sup>2</sup> порівняно з контролем, але розрідження до 1,5 росл./м<sup>2</sup> призводить до збільшення маси рослини на 104,3 г порівняно з контролем.

Довжина центрального стебла не має суттєво вираженої тенденції до зменшення або збільшення. Найбільшу довжину стебла 191 см зафіксовано у гібриду Кібрія F<sub>1</sub> у фазу масового цвітіння за густоти 1,5 росл./м<sup>2</sup>. За іншої густоти цей показник був в межах: 167-183 см, що на рівні контролю. За результатами досліджень встановлено, що за кількістю бічних пагонів, у фазу масового цвітіння, всі густоти на рівні контролю.

Показники маси рослини, довжини центрального стебла і кількості бічних пагонів нівелюються у фазу масового плодоношення (табл.2).

## 2. Вплив густоти рослин на біометричні показники гібриду огірка Кібрія F1 у фазу масового плодоношення, 2015 – 2016 рр.

Густота рослин на м <sup>2</sup>	Маса рослини, г	Довжина центрального стебла, см	Кількість бічних пагонів, шт.	Площа листкової поверхні, см <sup>2</sup> /росл.
1,5	1048,3	216,0	31	16453
2	907,8	212,5	23	13834
2,5(контроль)	944,0	222,5	26	14367
3	886,3	211,5	23	11537

За площею листкової поверхні контроль за густоти 2,5 росл./м<sup>2</sup> у фазу масового цвітіння і масового плодоношення переважає густоти 2,0 росл./м<sup>2</sup> і 1,5 росл./м<sup>2</sup> відповідно на 506 см<sup>2</sup>/росл. і 2086 см<sup>2</sup>/росл.

Отже, проведені дослідження дають підставу зробити висновок, що у плівковій теплиці за біометричними показниками найкраще розвивається гібрид Кібрія F1 за густоти 1,5 і 2,5 росл./ м<sup>2</sup>: рослини огірка мають найкращі показники біомаси, довжини центрального стебла, кількості бічних пагонів і площі листкової поверхні.

В досліді облік урожаю розпочали за появи перших товарних зеленців: з 28 травня до 3 вересня (2015 рік) та з 22 травня до 11 серпня (2016 рік), збір проводили через день. За контроль було взято густоту рослин 2,5 росл./м<sup>2</sup>. Урожайність гібриду Кібрія F1 за різної густоти представлена на рисунку 1.

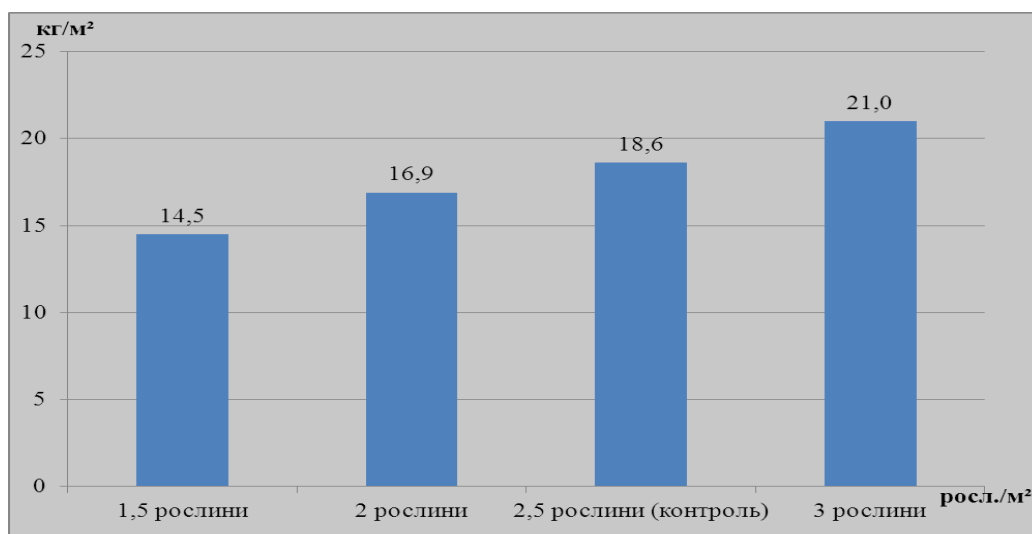


Рис. 1 Вплив густоти рослин на урожайність огірка Кібрія F1, 2015 – 2016

рр.

За густоти 1,5 і 2 росл./м<sup>2</sup> відбувається зниження урожайності рослин на 4,1 і 1,7 кг/м<sup>2</sup> порівняно з контрольною густотою. За густоти 1,5 росл./м<sup>2</sup> зниження на 22 % є суттєвим зниженням.

За контрольної густоти 2,5 росл./м<sup>2</sup> отримали урожайність плодів – 18,6 кг/м<sup>2</sup>. Найбільшу урожайність 21,0 кг/м<sup>2</sup> отримали на густоті 3 росл./м<sup>2</sup>, що на 2,4 кг/м<sup>2</sup> або 11,5 % більше контрольного варіанту.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** В умовах Лівобережного Лісостепу України оптимальною густотою, за умови вирощування огірка у весняно-літній культурозміні в неконтрольованих умовах за беззмінного використання ґрунтів у плівковій теплиці, виявилися густота 3 росл./м<sup>2</sup>, яка забезпечила урожайність огірка досліджуваного гібриду на рівні 21,0 кг/м<sup>2</sup>, що є найвищим результатом серед досліджуваних.

За інтенсивних технологій вирощування сучасних гібридів огірка рекомендується менша густота на рівні 1,5-2,0 росл./м<sup>2</sup>, що позитивно впливає на скоростиглість плодів, скорочення міжфазних періодів розвитку, збільшення площі листків, загальної урожайності товарних плодів, зростання середньої маси плоду, виходу товарної продукції та сприяє покращанню якості урожаю.

### Список літератури

1. Болотских А. С. Энциклопедия овощевода / А. С. Болотских. – Харьков: Фолио, 2005. – С. 346-375.
2. Кравченко В. А. Огірок: селекція, насінництво, технології / В. А. Кравченко. – К.: ЕКМО, 2008. – 176 с.
3. Золотарев В. Огурцы / В. Золотарев // Московский рабочий. – М., 1963. – 80 с.
4. Мурри И. К. Биохимия огурца / И. К. Мурри // Биохимия овощных культур. – М. Сельхозгиз, 1961. – С.173-205.
5. Горовский В. Ф. Новые партенокарпические гибриды огурца универсального типа / В. Ф. Горовский, Е. А. Шуляк, А. Ю. Обручков // Матеріали міжнар. наук. конф. “Створення генофонду овочевих і баштанних культур з високим адаптивним потенціалом та виробництво екологічно чистої продукції”. – Вінниця. – 2014. – С. 10-12.
6. Барабаш О. Ю. Біологічні основи овочівництва : навч. посіб. / О. Ю. Барабаш, Л. К. Тараненко, З. Д. Сич ; за ред. О. Ю. Барабаша. – К.: Арістей, 2005. – 348 с.

7. Овощеводство. Новые подходы – реальная прибыль. Практическое пособие. / Ю. И. Сологуб, И. М. Стрелюк, А. С. Максимюк. – К.: ООО «Полиграф плюс». – 2012. – 200 с.

8. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. – Харків: Основа, 2001 – 369 с.

### References

1. Barabash O.Ju., Baranenko, L.K. & Sych, Z.D. (2005). *Biologichni osnovy ovochivnyctva* [Biological basis of vegetables]. Barabash O.Ju. (Ed.). Kyiv: Aristej [in Ukrainian].

2. Bolotskikh, A.S. (2005) *Entsiklopediya ovoshchevoda* [Encyclopedia of vegetable grower]. Kharkov: Folio [in Russian].

3. Bondarenko, Gh.L. & Jakovenko, K.I. (2009). *Metodyka doslidnoji spravy v ovochivnyctvi i bashtannyctvi* [Methods of research affairs in vegetable growing and melon]. Kharkiv: Osнова [in Ukrainian].

4. Gorovskiy, V.F., Obruchkov, A.Yu. & Shulyak, Ye.A. (2014). *Novye partenokarpicheskie gibridy ogurtsa universalnogo tipa* [New parthenocarpic hybrids of a cucumber of the universal type]. *Materialy mizhnar. nauk. konf. "Stvorennja ghenofondu ovochevykh i bashtannykh kuljtur z vysokym adaptyvnyym potencialom ta vyrobnyctvo ekologichno chystoji produkciji"* - *Materials Intern. Science. Conf. "Creating the gene pool of vegetables and melons with high adaptive capacity and production of environmentally friendly products"*. Vinnitsa, pp. 10-12 [in Russian].

5. Kravchenko, V.A. (2008). *Oghirok: selekcija, nasynnyctvo, tekhnologhiji* [Cucumber: selection, seed production, technologies]. Kyiv: EKMO [in Ukrainian].

6. Murri, I.K. (1961). *Biokhimiya ogurtsa* [Biochemistry of cucumber]. *Biokhimiya ovoshchnykh kultur - Biochemistry of vegetables*. Moscow: Selkhozgiz, pp. 173-205 [in Russian].

7. Sologub, Yu.I., Strelyuk, I.M. & Maksimyuk, A.S. (2012). *Ovoshchevodstvo. Novye podkhody – realnaya pribyl* [Vegetable growing. New approaches - real profit]. Kiev: ООО «Poligraf plyus» [in Russian].

8. Zolotarev V. (1963). *Ogurtsy* [Cucumbers]. *Moskovskiy rabochiy - Moscow worker*. Moscow [in Russian].

## ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ РАСТЕНИЙ НА РОСТ И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДА ОГУРЦА КИБРИЯ F1

В. П. Севидов

**Аннотация.** Важным элементом технологии выращивания сельскохозяйственных растений являются рациональные схемы размещения и густота растений, которые определяют характер размещения растений, площади их питания, уровень технологичности в процессе ухода за посевами и при уборке урожая. В статье представлены результаты исследования влияния густоты растений на урожайность гибрида огурца в условиях Левобережной Лесостепи Украины, исследование проводилось в течение двух лет.

Задачей является продемонстрировать результаты практических опытов влияния различной густоты растений на рост, развитие и урожайность гибрида огурца Кибрия F1, сделать выводы и дать предложения по оптимальной густоте растений.

Показатели параметров растений свидетельствуют о том, что полученные, как в фазу массового цветения, так и массового плодоношения огурцов данные разнятся между собой. По результатам исследований, биометрические показатели растений огурца в фазу массового цветения значительно отличались в зависимости от густоты растений. Показатели массы растения, длины центрального стебля и количества боковых побегов нивелируются в фазу массового плодоношения. Оптимальной густотой при выращивании огурца в весенне-летнем севообороте в неконтролируемых условиях с бессменным использованием грунта в пленочной теплице, оказались плотность 3 раст./м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** огурец, защищенный грунт, густота растений, гибрид, урожайность

## **THE INFLUENCE OF CROP DENSITY ON THE GROWTH AND YIELD OF KYBRIA F1 CUCUMBER HYBRID**

**V. P. Sevidov**

**Abstract.** *Important elements of crop growing technology are rational layout and density of plants that determine the character of crop placement, their feed area, the level of manufacturability during the care of crops and during harvest. In article the results of research on the influence of crop density on the productivity of a cucumber hybrid in the conditions of the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine, the research was conducted for two years.*

*The task of study: to demonstrate the results of practical research of the impact of different crop density on growth, development and yield of cucumber Kybria F1 hybrid, to draw conclusions and to put forward suggestions about the optimal crop density based on conducted research.*

*The indices of plants' parameters indicate that data received during the mass flowering phase and mass fruiting phase of cucumber differs. According to the results of the research, biometric indices of cucumber crops during mass flowering phase differ considerably depending on crop density. The indices of plant mass, central stem length and the number of side shoots are leveled during the mass fruiting phase. 3 plants per sq m appeared to be the optimal density under the condition of growing cucumber during spring and winter crop rotation with unchanging used soil in film hothouse.*

**Keywords:** *cucumber, sheltered ground, crop density, hybrid, yield capacity*

УДК 633.62:631.5

**ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ  
ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ СОРГО ЦУКРОВОГО**

**Л. А. ГЕРАСИМЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник відділу технологій вирощування  
біоенергетичних культур

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*

*E-mail: bioplant\_@ukr.net*

**Ю. В. ФЕДОРУК**, кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин

*Білоцерківський національний аграрний університет*

*E-mail: fedoruky@mail.ru*

***Анотація.** У майбутньому все більше уваги приділятиметься пошуку шляхів використання енергоресурсів поновлюваної енергії, накопиченої рослинами завдяки фотосинтезу – біопаливу. За рахунок продуктів фотосинтезу найближчим часом орієнтовно може покриватися до 10 % всіх енерговитрат.*

*У статті експериментально встановлено, що максимальна площа асиміляційної поверхні була за сівби із шириною міжрядь 30 см і становила 48,7–57,8 тис м<sup>2</sup>/га у сорту Силосне 42, та 58,0–66,1 тис м<sup>2</sup>/га у гібрида Медовий. За густоти стояння рослин – 300 тис шт./га та ширини міжрядь 30 см чиста продуктивність фотосинтезу складала 3,26–3,70 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Силосне 42 та 3,51–3,96 г/м<sup>2</sup> за добу у гібрида Медовий.*

***Ключові слова:** сорго цукрове, сорт, гібрид, густина стояння рослин, продуктивність фотосинтезу*

**Актуальність.** Україна належить до країн, які лише частково забезпечують себе традиційними видами енергоресурсів і змушена імпортувати близько 65% енергоносіїв [1, с. 82-83]. Переважна більшість імпорту припадає на природній газ (79 %) та нафтопродукти (66 %), частка яких у структурі загальних обсягів імпорту за 2010 р. становила відповідно 15,5 і 6,9 %. Таким чином, сучасна енергетична політика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини, ціна на яку постійно зростає, і ця тенденція

буде посилюватися з року в рік, оскільки видобуток викопних джерел енергії скорочується, а в найближчій перспективі запаси цих енергоносіїв будуть вичерпані. Тому для України актуальним є пошук альтернативних джерел енергії з постійним зменшенням частки викопних видів палива [5, с. 62-64; 8, с. 70-75].

Згідно з енергетичною стратегією України на період до 2030 року (затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р) очікується, що енергетичне використання всіх видів біомаси здатне щорічно забезпечити заміщення 9,2 млн т умовного палива (у.п.) викопних палив, у тому числі за рахунок енергетичного використання залишків сільськогосподарських культур, зокрема, соломи – 2,9 млн т у.п., дров та відходів деревини – 1,6 млн т у.п., торфу – 0,6 млн у.п., твердих побутових відходів – 1,1 млн т у.п., одержання та використання біогазу – 1,3 млн т у.п., виробництва паливного етанолу та біодизеля – 1,8 млн т у.п. [3]. Тому біомаса є вагомим складовим відновлюваним джерелом енергії. Сировиною для виробництва різних видів біопалива здебільшого є відходи сільськогосподарства (рослинництва та тваринництва) та енергетичні культури, вирощування яких у промислових масштабах активно розвивається в країні останніми роками [1, с. 82-83].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відповідно, постає завдання і актуальним є розробка елементів технології вирощування біоенергетичних культур, що забезпечить максимальне накопичення енергетично корисних речовин (глюкоза, крохмаль, целюлоза, жирні кислоти) в результаті їхньої фотосинтетичної діяльності.

Дослідження розвитку і використання альтернативних джерел енергії з біомаси висвітлено у працях багатьох науковців: О. Гауфе, Г. Гелетухи, В. Долинського, В. Дубровіна, Г. Калетніка, М. Калінчика, М. Корчемного, Х. Лінса, Ю. Матвєєва, М. Мхітаряна, Д. Шпара, О. Шпичака, Г. Штрюбеля, Х. Шульца та інших учених [6, 515 с.; 7, 310 с.; 9, 464 с.].

Перспективною біологічною сировиною для одержання біоетанолу та

біогазу є сорго цукрове (*Sorghum saccharatum*). Стебла сорго цукрового після віджимання соку є цінною сировиною для виробництва висококалорійного твердого біопалива у вигляді гранул та брикетів, а також для виробництва біогазу [2, с. 33; 13, с. 16-17].

**Мета досліджень** – встановити оптимальну густоту стояння рослин сорго цукрового сорту Силосне 42 та гібрида Медовий, обґрунтувати їх вплив на фотосинтетичну продуктивність агрофітоценозів в умовах Центральної частини Лісостепу України.

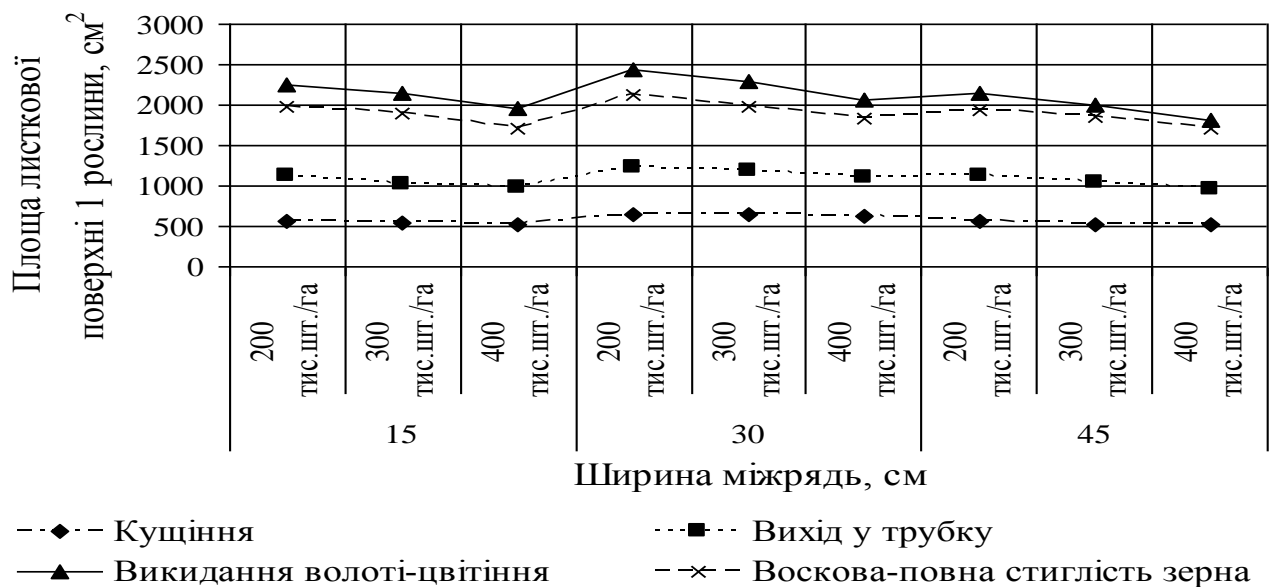
**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводились у 2010 – 2012 рр. у зоні нестійкого зволоження в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, за методом систематичних повторювань: в кожному повторенні варіанти досліду розміщуються по ділянках послідовно. Повторність досліду – чотириразова. В досліді вивчались наступні фактори: сортові особливості (сорт Силосне 42 та гібрид Медовий), ширина міжрядь (15 см, 30 см, 45 см), густота стояння рослин (200, 300, 400 тис шт./га). Площа посівної ділянки – 50 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Площу листової поверхні визначали за методикою А.А. Ничипоровича [15, 137 с.].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Сорго – це культура, що має ефективний механізм фотосинтезу С<sub>4</sub>, може активно здійснювати процеси засвоєння та трансформації світлової енергії за температури повітря 35 °С і навіть за 40 °С, тоді як інші культури за цих умов практично припиняють асиміляційні процеси і перебувають у стані депресії (пшениця, ячмінь тощо) [4, с. 39-41]. Відомо, що врожайність залежить від площі листя та продуктивності фотосинтезу і більшою вона може бути за умови, коли площа листової поверхні рослин буде оптимальною, що в свою чергу сприятиме процесу фотосинтезу. Як відомо, на величину площі листової поверхні впливає багато факторів. Одним з них є густота стояння рослин, регулювання якої дає можливість покращити фотосинтетичну діяльність сорго [11, с. 38-41; 14, 190 с.].

Ряд авторів [10, с. 24-26; 16, 232 с.; 18, с. 24] стверджують, що за різної густоти стояння рослин у посівах створюються неоднакові умови температури і освітлення, надходження вуглекислоти та інших факторів життя, що впливають на поглинання фізіологічно активної радіації, інтенсивність процесів фотосинтезу і дихання рослин. У загущених посівах спостерігається підвищення відносної і абсолютної вологості повітря, що пов'язано з погіршенням повітряного обміну.

Вимірювання площі листової поверхні рослин, залежно від густоти стояння сорго цукрового, здійснювали в основні фази розвитку: кущіння, вихід у трубку, викидання волоті-цвітіння, воскова-повна стиглість зерна.

Дані досліджень показали, що площа листової поверхні наростала від фази кущіння до фази повного цвітіння, формуючи максимум. Надалі вона починала зменшуватися, за рахунок відмирання нижніх листків, до фази повної стиглості зерна (рис. 1).

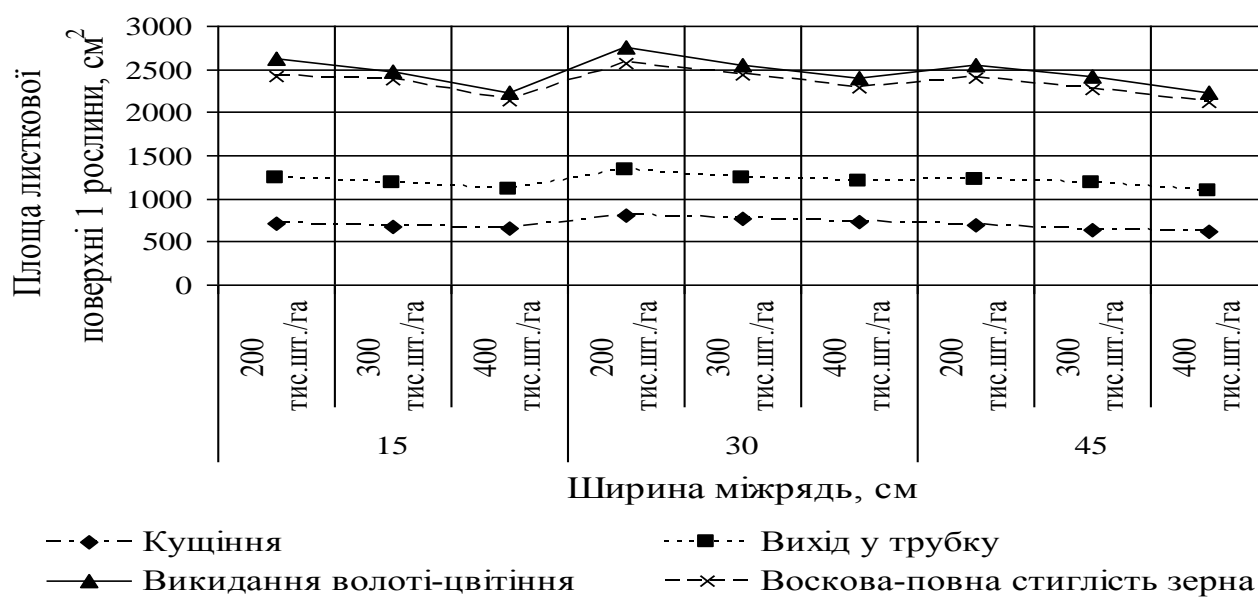


**Рис. 1.** Площа листової поверхні однієї рослини (см<sup>2</sup>) сорго цукрового сорту Силосне 42 залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2010 – 2012 рр.)

Найбільша площа листової поверхні однієї рослини спостерігалась за найменшої густоти стояння у всіх досліджуваних варіантах. У сорту

Силосне 42 за густоти стояння рослин сорго цукрового 200 тис шт./га вона була максимальною у фазу «викидання волоті-цвітіння» і складала 2248, 2433 та 2156 см<sup>2</sup> за сівби насіння з шириною міжрядь відповідно 15, 30 та 45 см. Із загущенням посівів площа листкової поверхні однієї рослини зменшувалась і становила за густоти 300 тис шт./га 2140, 2290 та 1993 см<sup>2</sup>; за густоти 400 тис шт./га – 1954, 2072 та 1804 см<sup>2</sup> відповідно до ширини міжрядь рослин 15, 30 та 45 см.

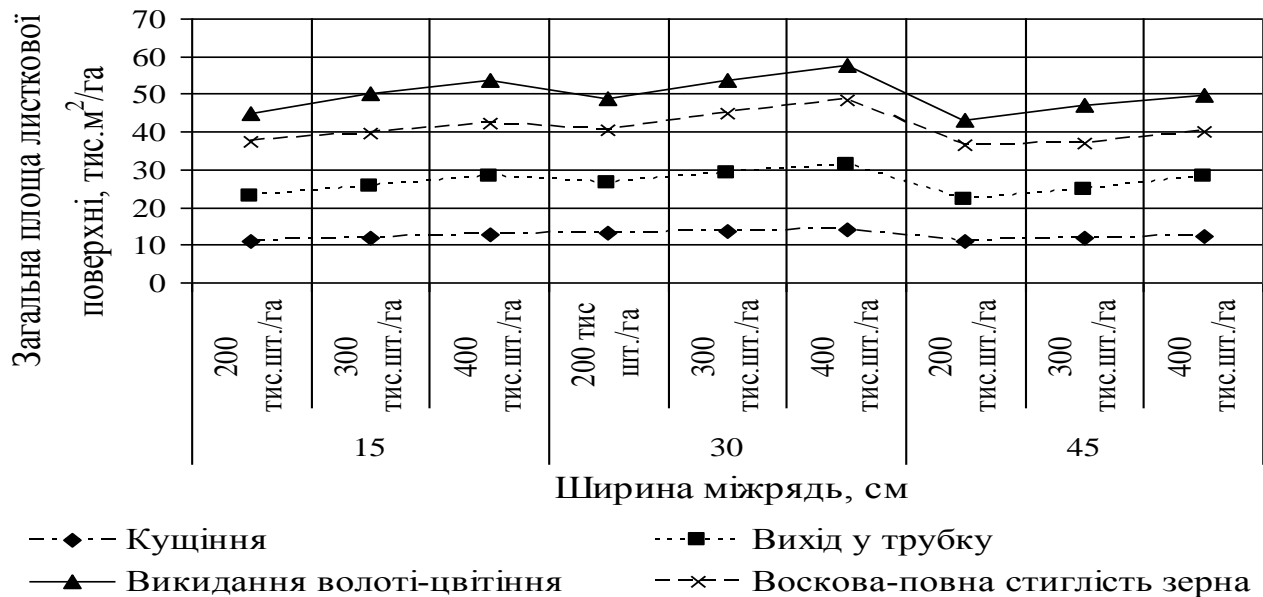
Аналогічна тенденція спостерігалася і у гібрида Медовий (рис. 2).



**Рис. 2.** Площа листкової поверхні однієї рослини (см<sup>2</sup>) сорго цукрового гібрида Медовий залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2010 – 2012 рр.).

За збільшення густоти стояння рослин площа листкової поверхні однієї рослини зменшувалась, проте максимальною вона була на період «викидання волоті-цвітіння». За вирощування рослин сорго цукрового з шириною міжрядь 15 см вона становила 2621 см<sup>2</sup> за густоти стояння 200 тис шт./га, 2480 см<sup>2</sup> за густоти 300 тис шт./га та 2237 см<sup>2</sup> за густоти 400 тис шт./га. За сівби з шириною міжрядь 30 см – відповідно 2755, 2548 та 2409 см<sup>2</sup>. За ширини міжрядь 45 см площа листкової поверхні однієї рослини дорівнювала 2548, 2428 та 2227 см<sup>2</sup> відповідно до площі живлення (див. рис. 2).

Площа листкової поверхні на 1 га змінювалась під впливом густоти стояння рослин як у сорту Силосне 42, так і у гібрида Медовий (рис. 3, 4). Збільшувалась вона із збільшенням густоти стояння рослин від 200 до 400 тис шт./га, а із збільшенням ширини міжрядь від 15 до 45 см – зменшувалась.



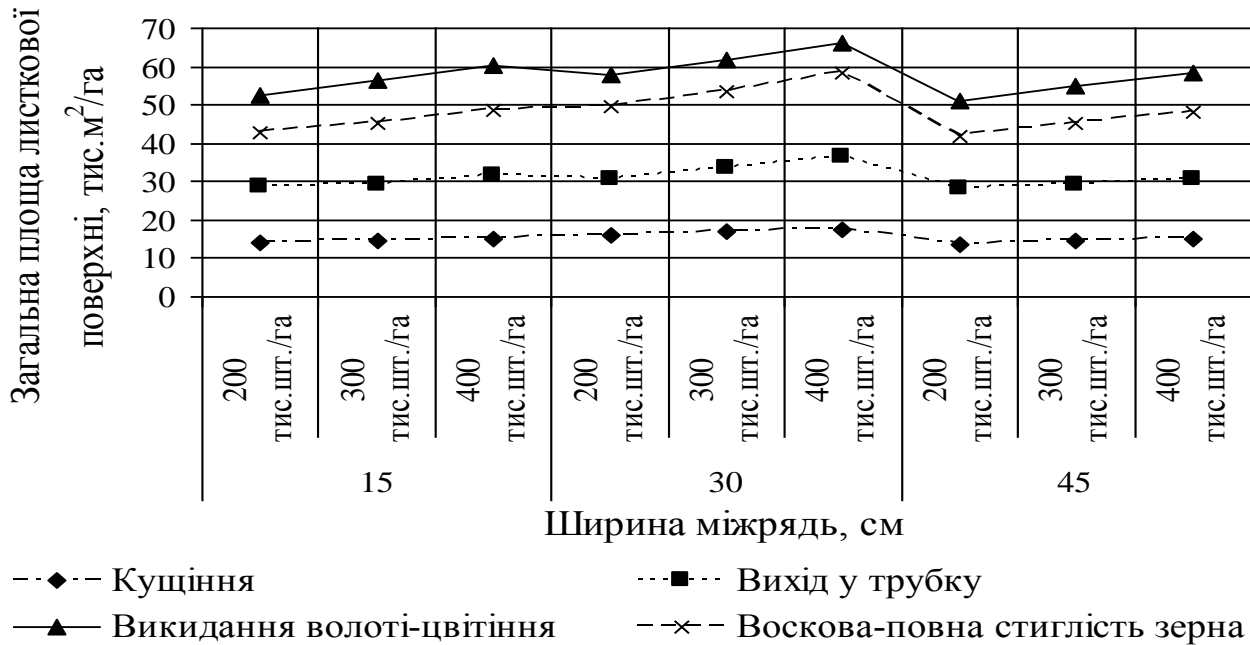
**Рис. 3. Загальна площа листкової поверхні (тис м<sup>2</sup>/га) сорго цукрового сорту Силосне 42 залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2010 – 2012 рр.).**

Максимальною площею асиміляційної поверхні була за сівби з шириною міжрядь 30 см і становила 48,7 – 57,8 тис м<sup>2</sup>/га у сорту Силосне 42; та 58,0 – 66,1 тис м<sup>2</sup>/га у гібрида Медовий.

Причиною зниження площі асиміляційної поверхні в широкорядних посівах є деформація площі живлення рослин внаслідок збільшення ширини міжрядь і кількості рослин на одиниці довжини рядка, відповідно підвищення конкуренції рослин у посівах упродовж всього періоду росту і розвитку.

Інтенсивність радіації на рівні середніх і особливо нижніх листків порівняно з верхніми сильно знижується. Зі збільшенням густоти стояння рослин, зниження значніше. Погіршення факторів життя із збільшенням густоти стеблостою у рослин стосується лише нижніх листків, тому нерідко спостерігається їх відмирання, які за слабого освітлення практично втратили

свою роль органів асиміляції.



**Рис. 4.** Загальна площа листкової поверхні (тис м<sup>2</sup>/га) сорго цукрового гібрида Медовий залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2010 – 2012 рр.).

Важливою умовою для забезпечення врожайності є тривалість функціонування сформованої площі листкової поверхні посівів, що виражається показником фотосинтетичного потенціалу (ФП), який дає сумарну характеристику фотосинтетичної діяльності рослин за період вегетації. Він може варіювати в широких межах, залежно від ґрунтово-кліматичної зони та умов вирощування даної культури [12, с. 80-84; 17, с. 37-69].

За даними наших досліджень цей показник був досить високим (табл. 1), що пов'язано із тим, що сорго цукрове в зоні Центрального Лісостепу України за рахунок сприятливих ґрунтово-кліматичних умов активно вегетувало впродовж всього періоду свого росту і розвитку.

Залежно від розміру асиміляційної поверхні в період вегетації змінювався і фотосинтетичний потенціал. Найвищим він був за сівби насіння з шириною міжрядь 30 см і становив 4,27–5,08 млн м<sup>2</sup>×днів /га у сорту Силосне 42 та 4,69–5,35 млн м<sup>2</sup>×днів /га у гібрида Медовий. За сівби з шириною міжрядь 15 см цей показник становив 4,04–4,83 млн м<sup>2</sup>×днів /га у сорту та 4,42–5,03 млн м<sup>2</sup>×днів

/га у гібрида. За сівби насіння сорго цукрового з шириною міжрядь 45 см фотосинтетичний потенціал становив 4,11–4,75 млн м<sup>2</sup>×днів /га у сорту та 4,41–5,10 млн м<sup>2</sup>×днів /га у гібрида.

Із наведених за результатами досліджень даних, бачимо, що чим більша площа листкової поверхні і тривалість вегетації, тим вище фотосинтетичний потенціал і створюються кращі умови для отримання високого врожаю.

**1. Фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу рослин сорго цукрового сорту Силосне 42 та гібрида Медовий залежно від густоти стояння рослин, (середнє за 2010 – 2012 рр.)**

Сорт та гібрид (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Густота стояння, тис. шт./га (фактор С)	Фотосинтетичний потенціал, (млн.м <sup>2</sup> /га)×днів	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за добу
Силосне 42	15	200	4,04	3,60
		300	4,52	3,50
		400	4,83	3,12
	30	200	4,27	3,70
		300	4,72	3,56
		400	5,08	3,26
	45	200	4,11	3,67
		300	4,51	3,48
		400	4,75	3,10
Медовий	15	200	4,42	3,91
		300	4,72	3,86
		400	5,03	3,51
	30	200	4,69	3,96
		300	4,97	3,91
		400	5,35	3,51
	45	200	4,41	3,92
		300	4,78	3,82
		400	5,10	3,47
НІР <sub>05</sub> (площа листкової поверхні): А–1,77; В–2,17; С–2,17; АВС – 5,33; АВ–3,07; АС–3,07; ВС–3,76				
НІР <sub>05</sub> (ФП): А–0,13; В–0,16; С–0,16; АВС – 0,39; АВ–0,22; АС–0,22; ВС–0,27				
НІР <sub>05</sub> (ЧПФ): А–0,10; В–0,12; С–0,12; АВС – 0,31; АВ–0,17; АС–0,17; ВС–0,22				

Збільшення густоти стояння рослин з 200 до 400 тис шт./га як сорту, так і гібрида сорго цукрового сприяло підвищенню не тільки асиміляційної листкової поверхні, а й фотосинтетичного потенціалу. Збільшення його створює сприятливі умови для формування високої продуктивності посіву, але площа фотосинтетичного апарату не відображає частки впливу на величину

врожаю за певний час вегетації.

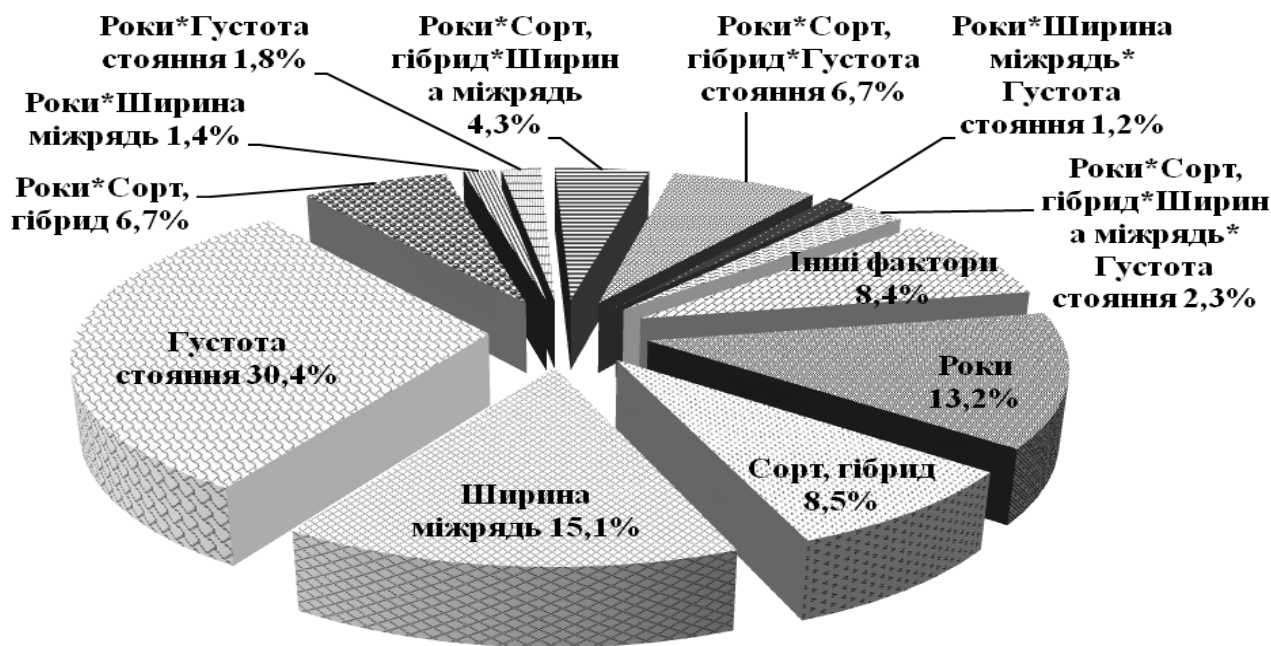
Одним із найвагоміших показників ФП рослинного організму є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), яка відображає інтенсивність роботи листкового апарату на різних етапах розвитку рослин сорго цукрового, тобто показує відношення добового приросту сухої речовини до площі листків.

Продуктивність площі посіву і фотосинтезу досягає максимуму в один і той же день, але продуктивність площі посіву з різною кількістю рослин на площі є зворотньою величиною до продуктивності фотосинтезу рослини. Продуктивність фотосинтезу протягом вегетації може змінюватись від 2 до 25 г/м<sup>2</sup> за добу. На початку вегетації рослин спостерігається поступове наростання продуктивності фотосинтезу досягаючи максимуму (приблизно на 65-70 день після появи сходів), потім відбувається досить швидко її зниження. Слід зазначити, що за досягнення максимуму фотосинтезу відбувається найбільший приріст сухої маси рослин [15, 137 с.; 17, с. 37-69].

Результати досліджень свідчать, що із збільшенням густоти стояння рослин сорго цукрового чиста продуктивність фотосинтезу зменшувалась. Найбільшою чиста продуктивність фотосинтезу була за сівби насіння з шириною міжрядь 30 см. У подальшому розвитку рослин сорго цукрового відбувається зниження темпів наростання листкової площі за рахунок всихання листків нижніх ярусів. У цей період відбувається перерозподіл і відтік пластичних речовин вегетативних органів у генеративні.

Також визначали частку впливу досліджуваних факторів на чисту продуктивність фотосинтезу (рис. 5).

З отриманих результатів досліджень спостерігаємо значну частку впливу густоти стояння рослин на чисту продуктивність фотосинтезу і становить вона 30,4 %, дещо менший вплив має ширина міжрядь – 15,1 %, сорт та гібрид – 8,5 %. Тобто сума прямої дії досліджуваних факторів склала 54,0 %.



**Рис. 5. Частка впливу досліджуваних факторів на чисту продуктивність фотосинтезу, (2010 – 2012 рр.)**

Фактор року займає – 13,2 %. Вплив взаємодії факторів у сумі на чисту продуктивність фотосинтезу склав 24,4 %. Інші фактори впливу склали 8,4 %.

### **Висновки**

На основі детального аналізу та узагальнення отриманих результатів досліджень можна зробити такі висновки.

Відомо, що від темпів накопичення біомаси рослин сорго цукрового у всі періоди вегетації напряду залежить чиста продуктивність фотосинтезу. Використання фотосинтетичної активної радіації сприяє формуванню більшої вегетативної маси, яка досягає максимуму під час викидання волоті-цвітіння рослин і поступово знижується у наступні фази росту і розвитку.

Доведено, що максимальна площа асиміляційної поверхні була за сівби із шириною міжрядь 30 см і становила 48,7–57,8 тис м<sup>2</sup>/га у сорту Силосне 42, та 58,0–66,1 тис м<sup>2</sup>/га у гібрида Медовий.

Встановлено, що починаючи з періоду цвітіння наростання площі листкової поверхні поступово зменшується за рахунок усихання нижніх листків, хоча біомаса інтенсивно наростає за рахунок наливу зерна досягаючи максимальної величини.

Відмічено, що за густоти стояння рослин – 300 тис шт./га та ширини міжрядь 30 см відмічається найбільша фотосинтетична продуктивність сорго 3,26–3,70 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Силосне 42 та 3,51–3,96 г/м<sup>2</sup> за добу у гібрида Медовий.

Перспективним напрямом дослідження є проведення польових дослідів з використанням нових невчених елементів технології вирощування сорго цукрового.

### Список літератури

1. Архипенко Ф. М. Сорго – перспективи вирощування / Ф. М. Архипенко, С. М. Слюсар // Агроном. – 2006. – № 4. – С. 82–83.
2. Гринюк І. Сорго – ще одна сировина для біопалива / І. Гринюк // Агросектор. – 2007. – №4. – С. 33.
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. [Електронний ресурс] / Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>
4. Іващенко О. О. Перспективи вирощування кукурудзи та сорго / О. О. Іващенко, О. І. Рудник-Іващенко // Хімія, агрономія, сервіс. – 2011. – № 12. – С.39–41.
5. Калетнік Г.М. Біопаливна галузь і енергетична та продовольча безпека України / Г. М. Калетнік // Вісн. аграр. науки. – 2009. – № 8. – С. 62–64.
6. Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія. / Г. М. Калетнік. – К. : Хай-Тек Прес, 2010. – 515 с.
7. Калетнік Г.М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України : навч. посіб. / Г. М. Калетнік, В. М. Пришляк. – К. : Хай-Тек Прес, 2011. – 310 с.
8. Калетнік Г.М. Оцінка енергетичних культур як сировини у біопаливній промисловості України / Г. М. Калетнік // Вісн. аграр. науки. – 2008. – № 6. – С. 70–75.
9. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні: монографія. /Г. М.Калетнік ; рец. М. Й. Малік, О. М. Шпичак, С. Т. Олійнічук. – [наук.вид.]. – К. : Аграр. наука, 2008. – 464 с.
10. Карпенко А. П. Оптимальная густота стояния растений / А. П. Карпенко // Кукуруза и сорго. – 1986. – № 3. – С. 24–26.
11. Курило В. Л. Залежність фотосинтетичної здатності сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* Pers.) від його сортових особливостей та норм мінерального живлення / В. Л. Курило, Н. О. Григоренко, О. О. Марчук // Сортовивчення та сортознавство. – 2012. – № 2. – С. 38–41.
12. Метлин В. В. Показатели фотосинтетической деятельности сортов и гибридов сорго и кукурузы / В. В. Метлин. – Зерноград, 1986. – С. 80–84. – (Сб.

науч. трудов: Интенсивная технология возделывания и использование сорго).

13. Мороз О. В. Сорго цукрове – як фітоенергетична культура / [О. В. Мороз, В. М. Смірних, Г. М. Шопша і ін.] // Цукрові буряки. – 2010. – № 5. – С. 16–17.

14. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений / А. А. Ничипорович // Проблемы фотосинтеза. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 190 с.

15. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, М. П. Власова. – М.: АН СССР, 1961. – 137 с.

16. Синягин И. И. Площади питания растений / И. И. Синягин. – М.: Россельхозиздат, 1970. – 232 с.

17. Устенко Г. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев / Г. П. Устенко // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: АН СССР. – 1963. – С. 37–69.

18. Хромяк В. М. Оптимальная густота стояния растений / В. М. Хромяк // Кукуруза и сорго. – 1986. – № 1. – С. 24.

### References

1. Arkhypenko, F. M., Slyusar, S. M. (2004). Sorho – perspektyvy vyroshchuvannya [Sorghum - growing prospects]. *Agronomist*, 4, 82–83.

2. Hrynyuk, I. (2014). Sorho – shche odna syrovyna dlya biopalyva [Sorghum - another raw material for biofuels] *Agrosector*, 4, 33.

3. Enerhetychna stratehiya Ukrainy na period do 2030 r. [Energy Strategy of Ukraine till 2030]. Approved by Cabinet of Ministers of Ukraine of 15 March 2006. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>

4. Ivashchenko, O. O., Rudnyk-Ivashchenko, O.I. (2011) Perspektyvy vyroshchuvannya kukurudzy ta sorho [Prospects for growing corn and sorghum]. *Chemistry, Agronomy, Service*, 12, 39-41.

5. Kaletnik, H.M. (2009). Biopalyvna haluz' i enerhetychna ta prodovol'cha bezpeka Ukrainy [Biofuel industry and energy and food security of Ukraine]. *Journal of Agricultural Science*, 8, 62-64.

6. Kaletnik, H. M. (2010) Biopalyvo. Prodovol'cha, enerhetychna ta ekolohichna bezpeka Ukrainy [Food, energy and environmental security of Ukraine]. Kyiv: Hi-Tech Press, 515.

7. Kaletnik, H. M., Pryshlyak V. M. (2011) Biopalyvo: efektyvnist' yoho vyrobnytstva ta spozhyvannya v APK Ukrainy [Biofuels: the efficiency of its production and consumption in agriculture of Ukraine]. Kyiv: Hi-Tech Press, 310.

8. Kaletnik, H. M. (2008) Otsinka enerhetychnykh kul'tur yak syrovyny u biopalyvniy promyslovosti Ukrainy [Evaluation of energy crops as feedstock in biofuel industry in Ukraine]. *Journal of Agricultural Science*, 6, 70-75.

9. Kaletnik, H. M. (2008) Rozvytok rynku biopalyv v Ukraini [The development of the biofuels market in Ukraine]. Kyiv: Ahrar. nauka, 464.

10. Karpenko, A. P. (1986) Optymal'naya hustota stoyanyya rastenyu [Optymalnaya density stoyanyya plants]. *Corn and sorghum*, 3, 24-26.

11. Kurylo, V. L., Hryhorenko, N. O., Marchuk O.O. (2012) Zalezhnist' fotosyntetychnoyi zdatnosti sorho tsukrovoho (*Sorghum saccharatum* Pers.) vid yoho sortovykh osoblyvostey ta norm mineral'noho zhyvlennya [The dependence of photosynthetic ability of sugar sorghum (*Sorghum saccharatum* Pers.) From its varietal characteristics and mineral nutrition standards]. Studying and sortoznavstvo, 2, 38-41.
12. Metlyn, V. V. (1986) Pokazately fotosyntetycheskoy deyatel'nosti sortov y hybrydov sorho y kukuruzy [Photosynthetic activity indicators and hybrid varieties of sorghum and corn]. Zernograd, 80-84.
13. Moroz, O. V., Smirnykh, V. M., Shopsha, H. M. (2010) Sorho tsukrove – yak fitoenerhetychna kul'tura [Sorghum sugar - as fitoenerhetychna]. Sugar beet culture, 5, 16-17.
14. Nychyporovych, A. A. (1956) Fotosyntezy y voprosy povyshennya produktyvnosti rastenyy [Photosynthesis and questions Increase productivity of plants]. USSR Academy of Sciences, 190.
15. Nychyporovych, A. A., Strohanova, L. E., Vlasova. M. P. (1961) Fotosyntetycheskaya deyatel'nost' rastenyy v posevakh [Activities Fotosyntetycheskaya plants in posevah]. USSR Academy of Sciences, 137.
16. Synyahyn, Y. Y. (1970) Ploshchady pytannya rastenyy [POWER plants Square]. Rosselhozyzdat, 232.
17. Ustenko, H. P. (1963) Fotosyntetycheskaya deyatel'nost' rastenyy v posevakh kak osnova formyrovannya vysokykh urozhaev [Activities Fotosyntetycheskaya plants posevah As a basis urozhaev]. Formation High Photosynthesis questions and productivity of plants. USSR Academy of Sciences, 37-69.
18. Khromyak, V. M. (1986) Optymal'naya hustota stoyannya rastenyy [Optymal'naya density stoyannya plants]. Corn and sorghum, 1, 24.

## **ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ СОРГО САХАРНОГО**

**Л. А. Герасименко, Ю. В. Федорук**

*Аннотация.* В будущем все больше внимания будет уделяться поиску путей использования энергоресурсов возобновляемой энергии, накопленной растениями благодаря фотосинтезу - биотопливу. За счет продуктов фотосинтеза в ближайшее время ориентировочно может покрываться до 10 % всех энергозатрат.

*В статье экспериментально установлено, что максимальная площадь ассимиляционной поверхности была при посеве с шириной междурядий 30 см и составила 48,7-57,8 тыс м<sup>2</sup>/га у сорта Силосное 42, и 58,0-66,1 тыс м<sup>2</sup>/га у гибрида Медовый. По густоты стояния растений – 300 тыс шт./га и ширины междурядий 30 см чистая продуктивность фотосинтеза составляла 3,26-3,70 г/м<sup>2</sup> в сутки в сорта силосное 42 и 3,51-3,96 г/м<sup>2</sup> в сутки у гибрида Медовый.*

**Ключевые слова:** сорго сахарное, сорт, гибрид, густота стояния

*растений, продуктивность фотосинтеза*

## **PLANTS DENSITY EFFECTS ON PHOTOSYNTHESIS PERFORMANCE OF SUGAR SORGO AGROPHYTOCENOSES**

**L.A. Herasymenko, Y.V. Fedoruk**

**Abstract.** *In the future, more and more attention will be paid to finding ways to use biofuels – renewable energy stored by plants through photosynthesis. We can cover approximately 10% of all the energy with the photosynthesis products in the near future.*

*The article presents the maximum assimilation surface area was obtained under sowing with row spacing of 30 cm and made 48.7-57.8 thousand  $m^2$  in Sylosne 42 variety and 58.0-66.1 thousand.  $m^2$  in Medoviy hybrid. For crops density of 300 thousand pcs. per hectare and rows spacing of 30 cm, the net productivity of photosynthesis was 3.26-3.70 g /  $m^2$  per day in Sylosne 42 variety and 3.51-3.96 g /  $m^2$  per day Medoviy hybrid.*

**Keywords:** *sugar sorghum, variety, hybrid, crops density, photosynthesis performance*

УДК: 635.342:631.81

**ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ В ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ КАПУСТИ ГОЛОВЧАСТОЇ**

**О. В КУЦ**, кандидат сільськогосподарських наук,

**Т. В. ПАРАМОНОВА**, кандидат сільськогосподарських наук, старший  
науковий співробітник,

**О. Ф МОЗГОВСКИЙ**, кандидат сільськогосподарських наук,

**В. І. МИХАЙЛИН**, науковий співробітник

*Інститут овочівництва і багтанництва НААН*

*E-mail: ovoch.iob@gmail.com*

***Анотація.** Проаналізовано вплив позакореневих підживлень різних комплексних добрив на урожайність капусти біло- та червоноголової, вміст в продукції біологічно активних речовин. За рахунок позакореневих підживлень, по фоні внесення врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$ , комплексними добривами «Нутривант плюс олійний», «Мікрокат (Ca+V і Zn+Mn)», «Амінокат», «Разормін» та «Флороне» урожайність товарної продукції капусти головчастої зростає на 10,5-16,3 %. Підживлення «Нутривантом плюс олійний» забезпечує істотне підвищення в головках капусти червоноголової вмісту каротину та фолієвої кислоти.*

***Ключові слова:** капуста біло- та червоноголова, комплексні добрива, позакореневі підживлення, урожайність та якість продукції*

**Актуальність.** Ефективна система оптимізації живлення сільськогосподарських культур включає забезпечення рослин необхідними макро- та мікроелементами впродовж всього вегетаційного періоду. Часто лімітуючим фактором рівня урожайності виступає нестача одного або декількох елементів живлення в критичні періоди росту та розвитку рослин. Слід врахувати також і те, що сучасні високопродуктивні сорти мають більш інтенсивний обмін речовин, який потребує підвищеного рівня елементів живлення. Диференційоване внесення комплексних добрив з макро- та мікроелементами забезпечує рослину необхідними поживними речовинами впродовж всього вегетаційного періоду.

Ефективність використання підживлень мікродобривами за вирощування капусти головчастої по фоні оптимальних доз мінеральних туків відмічено в роботах В. А. Борисова [1], Л. В. Мамонової [2], Ю. В. Саніна, В. А. Саніна [5],

V. Fernandez, T. Sotiropoulos, P. Brown [7] та ряду інших дослідників. Науковці відмічають не тільки позитивний вплив позакореневих підживлень комплексними добривами, а й покращення якості продукції: підвищення вмісту сухої речовини, аскорбінової кислоти, цукру, зменшення нітратів [3, 4, 6].

**Мета дослідження** – встановити ефективність використання комплексних добрив з макро- та мікроелементами в системі оптимізації живлення капусти головчастої в умовах Лівобережного Лісостепу України.

**Матеріали і методи досліджень.** Наукові дослідження проводили в лабораторії агрохімічних досліджень і якості продукції Інституту овочівництва і баштанництва НААН впродовж 2008-2012 років. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий: вміст гумусу – 3,9 %, рухомого фосфору – 113-269 мг/кг; обмінного калію – 90-163; азоту, який гідролізується – 126-146 мг/кг ґрунту; вміст в ацетатному буфері pH = 4,5; мікроелементів: цинку – 2,2 мг/кг ґрунту (низька забезпеченість), марганцю – 39,0, міді – 0,5 (середня забезпеченість), кобальту – 1,4 мг/кг ґрунту (висока забезпеченість).

Схеми дослідів включали проведення позакореневих підживлень комплексними добривами на різних фонах мінерального живлення: для капусти білоголової – врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  та локально  $N_{60}P_{60}K_{45}$ , для капусти червоноголової – врозкид  $N_{90}P_{90}K_{60}$  та локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$ . В якості комплексних добрив використовували: «Нутривант Плюс олійний» (містить у %:  $20P_2O_5-33K_2O-1MgO-7,5S-1,5B-0,5Mn-0,02Zn-0,001Mo$ ); добрива групи «Райкат» з комплексом амінокислот, полісахаридів, цитокінінів, вітамінів: «Райкат старт» ( $4N-8P_2O_5-3K_2O-0,1Fe-0,02Zn-0,03B$ ), «Райкат ріст» ( $6N-4P_2O_5-3K_2O-0,1Fe-0,07Mn-0,02Zn-0,03B-0,01Cu$ ) та «Райкат фінал» ( $3N-6K_2O-0,1Fe-0,07Mn-0,029Zn-0,01Mo$ ); «Кристалон коричневий» ( $3N-11P_2O_5-38K_2O-4Mg-11S-0,07Fe-0,04Mn-0,025B-0,01Cu-0,004Mo$ ); рідке добриво-антистресант «Амінокат» ( $3N-1P_2O_5-1K_2O$ ), добрива групи «Мікрокат»: «Мікрокат Ca+B» ( $6,5N-2,8B-5,6Ca$ ) та «Мікрокат Zn+Mn» ( $6,5N-2,1Zn-1Mn$ ), «Разормін» ( $4N-$

$3P_2O_5-3K_2O-0,1-0,4Fe-0,1Mn-0,085Zn-0,02Cu-0,01Mo$ ), «Флороне» ( $1N-10P_2O_5-10K_2O-0,25B-0,1-0,2Mo$ ). Позакореневі підживлення проводили в три строки: у фазу 4-6 листків, 10-12 листків, на початку формування головки капусти.

Загальна площа ділянки 29,4 м<sup>2</sup>, облікова – 21,0 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова, розміщення ділянок систематичне в один ярус.

Технологія вирощування капусти загальноприйнята для зони Лівобережного Лісостепу України (зрошення способом дощування, схема садіння 70 x 35 см, сорти капусти білоголової – Леся та Харківська зимова, сорт капусти червоноголової – Палетта).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Використання комплексних добрив з макро- та мікроелементами забезпечує позитивний вплив на урожайність капусти білоголової пізньостиглої (табл. 1-3).

Проведення позакореневих підживлень комплексним добривом «Нутривант плюс олійний» в різних дозах забезпечує збільшення урожайності товарної продукції капусти білоголової на 7,7-10,9 т/га або 13,8-19,5%, при урожайності товарної продукції на фоновому варіанті 56,0 т/га (див. табл. 1). Потрібно відмітити, що збільшення дози «Нутривант плюс олійний» до 3 кг/га і проведення додатково підживлень у фази 10-12 листків та утворення головки забезпечує тенденцію зростання урожайності товарної продукції капусти білоголової.

Використання «Мікрокатів (Ca+B і Zn+Mn)» та «Амінокату» по фоні внесення  $N_{120}P_{120}K_{90}$  збільшує урожайність товарної продукції капусти білоголової на 5,9-8,5 т/га. При цьому найбільш ефективним є застосування «Амінокату» у фазу 4-6 листків та «Мікрокатів Ca+B і Zn+Mn» у фазу формування головки капусти. Спільне застосування Мікрокатів (Ca+B і Zn+Mn) та «Амінокату» з «Нутривант плюс олійний» забезпечує синергізм дії, обумовлюючи отримання урожайності товарної продукції на рівні 69,2 т/га. Товарність продукції знаходилась в межах 96-98 % і від внесення комплексних добрив істотно не змінювалась.

Проведення позакореневих підживлень комплексними добривами «Нутривант плюс олійний», «Мікрокатів» та «Амінокату» не впливали на вміст

сухої речовини в головках капусти білоголової. В середньому за використання зазначених добрив кількість сухої речовини становила 8,53-9,77%.

**1. Урожайність капусти білоголової залежно від внесення комплексних добрив, сорт Харківська зимова (середнє за 2008 – 2010 рр.)**

Система оптимізації живлення (позакореневі підживлення)	Урожайність товарної продукції, т/га	Товарність, %	Вміст у головках			
			сухої речовини, %	загального цукру, %	аскорбінової кислоти, мг/100 г	нітрагів, мг/кг
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> врозкид (фон)	56,0	97	9,19	4,92	29,4	354
Фон + 2 кг/га «Нутривант плюс олійний» у фазу 4-6 листків	63,7	98	8,80	4,80	33,2	419
Фон + 3 кг/га «Нутривант плюс олійний» у фазу 4-6 листків	63,9	97	8,93	4,75	34,1	411
Фон + 2 кг/га «Нутривант плюс олійний» у фазу 4-6 листків та у фазі 10-12 листків	65,0	96	8,88	4,74	35,1	456
Фон + 3 кг/га «Нутривант плюс олійний» у фазу 4-6 листків та у фазі 10-12 листків	66,1	98	9,77	4,75	32,6	445
Фон + 2 кг/га «Нутривант плюс олійний» в три строки	65,1	98	8,98	4,98	34,7	487
Фон + 3 кг/га «Нутривант плюс олійний» в три строки	66,9	97	8,53	4,74	30,7	405
Фон + «Амінокат» в фазу 4-6 листків + «Мікрокат Са+В» та «Мікрокат Zn+Mn» в фазу формування головки	61,9	97	9,12	4,98	33,2	347
Фон + «Мікрокат Са+В» та «Мікрокат Zn+Mn» в фазу формування головки	64,5	98	8,64	5,23	25,9	386
Фон + 2 кг/га «Нутривант плюс олійний» в дві фази + «Амінокат» в фазу 4-6 листків + «Мікрокат Са+В» та «Мікрокат Zn+Mn» в фазу формування головки	69,2	98	9,51	4,75	34,5	386
Фон + 2 кг/га «Нутривант плюс олійний» в дві фази + «Мікрокат Са+В» та «Мікрокат Zn+Mn» в фазу формування головки	66,3	98	9,27	5,11	31,5	442
НІР <sub>0,95</sub>	2008р.	5,7	0,74	0,19	2,30	34
	2009 р.	6,0	0,82	0,21	2,56	41
	2010 р.	6,5	0,78	0,19	2,22	38

Суттєве збільшення вмісту загального цукру в головках капусти відмічається за використання «Мікрокату Са+В» та «Мікрокату Zn+Mn» у фазу формування головки (як по фону мінеральних добрив, так і разом з

«Нутривант плюс олійний»). За вказаними варіантами даний показник становить 5,11-5,23 %, тоді як на варіанті внесення  $N_{120}P_{120}K_{90}$  – 4,92%.

Зазначено, що застосування «Нутривант плюс олійний» позитивно впливає на збільшення вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти. Від внесення даного комплексного добрива, а також «Амінокату» та «Мікрокатів» (окрім варіанту використання «Нутриванта плюс олійний» 3 кг/га в три строки та варіантів внесення тільки «Мікрокатів») вміст аскорбінової кислоти істотно зростає відносно еталону до рівня 32,6-35,1 мг/100 г.

За проведення позакоренових підживлень комплексними добривами відмічається збільшення вмісту нітратів в головках капусти (411-487 мг/кг), але їх вміст при цьому знаходиться нижче максимального допустимого рівня капусти білоголової (МДР - 500 мг/кг). Зазначено, що зменшенню вмісту нітратів в продукції капусти сприяє використання «Амінокату» та «Мікрокатів», як на фоні внесення тільки мінеральних добрив, так і разом з «Нутривантом Плюс олійний» (347-386 мг/кг сирої маси).

Дослідженнями 2010-2012 років доведено неефективність позакоренових підживлень капусти комплексними добривами «Кристалон коричневий» в дозах 2-4 кг/га (див. табл. 2). Так, за використання зазначених доз «Кристалону коричневого» в три строки відмічається тенденція до зростання урожайності товарної продукції відносно фонового внесення мінеральних добрив врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  та локально  $N_{60}P_{60}K_{45}$ . Товарність продукції капусти білоголової за варіантами досліду знаходилася в межах 84-88 %.

Доцільним заходом підвищення урожайності капусти білоголової є внесення  $N_{120}P_{120}K_{90}$  (врозкид) або  $N_{60}P_{60}K_{45}$  (локально) у поєднанні з позакореновими підживленнями Кристалоном коричневим у дозі 3 кг/га у три строки (фази формування: 5-6 листків, розетки листків і головки).

Не виявлено також позитивного впливу позакоренових підживлень «Кристалоном коричневим» на якісні показники капусти білоголової. Відмічається позитивна тенденція зростання вмісту загального цукру за підживлення «Кристалоном коричневим» в різних дозах по фоні внесення

вроскид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  (4,70-4,84 %). Вміст нітратів в головках капусти білоголової варіантів досліду знаходився в межах 196 мг/кг-309 мг/кг, що не перевищує МДР.

## 2. Вплив комплексного добрива «Кристалон коричневий» на урожайність та якість капусти білоголової, сорт Леся (середнє за 2010 – 2012 рр.)

Система оптимізації живлення (позакореневі підживлення в три строки)	Урожайність товарної продукції, т/га	Приріст до контролю, %	Товарність, %	Вміст у головках			
				сухої речовини, %	загального цукру, %	аскорбінової кислоти, мг/100 г	нітратів, мг/кг
Без добрив (контроль)	38,8	-	87	8,71	4,62	25,97	236
$N_{120}P_{120}K_{90}$ (вроскид)	48,4	24,7	88	8,63	4,49	26,09	309
$N_{120}P_{120}K_{90}$ + «Кристалон коричневий» 2 кг/га	47,9	23,5	82	9,10	4,70	25,29	307
$N_{120}P_{120}K_{90}$ + «Кристалон коричневий» 3 кг/га	49,4	27,3	84	9,19	4,79	26,78	309
$N_{120}P_{120}K_{90}$ + «Кристалон коричневий» 4 кг/га	48,0	23,7	82	8,90	4,84	27,52	262
$N_{60}P_{60}K_{45}$ (локально)	47,5	22,4	86	9,07	4,76	26,28	201
$N_{60}P_{60}K_{45}$ + «Кристалон коричневий» 2 кг/га	48,1	24,0	83	8,65	4,71	26,46	297
$N_{60}P_{60}K_{45}$ + «Кристалон коричневий» 3 кг/га	49,5	27,6	84	9,21	4,95	24,54	196
$N_{60}P_{60}K_{45}$ + «Кристалон коричневий» 4 кг/га	47,0	21,1	84	8,55	4,65	24,58	252
$NP_{0,95}$	2010 р.	3,7		0,56	0,53	3,20	36
	2011 р.	3,9		0,93	0,33	1,61	25
	2012 р.	3,2		0,74	0,43	3,28	21

В дослідженнях, проведених в 2011 – 2013 рр., використання комплексних добрив «Райкат», «Флороне» і «Разормін» сприяє суттєвому збільшенню урожайності капусти білоголової (табл. 3). Урожайність товарної продукції капусти білоголової за використання вказаних комплексних добрив зростала відносно фонового варіанту на 5,4-8,6 т/га або на 10,8-17,3 %. Найкращі результати отримали при підживленні в 3 строки добривами «Разормін» + «Флороне», «Райкат» + «Флороне» на фоні локального внесення  $N_{60}P_{60}K_{45}$ : прирости товарної урожайності становили відповідно 8,6 і 8,1 т/га.

Товарність урожаю капусти коливалася в межах 92-94 % і від внесення комплексних добрив істотно не змінювалась.

### 3. Вплив комплексних добрива на урожайність капусти білоголової, сорт Леся (середнє за 2011 – 2013 рр.)

Система оптимізації живлення (позакореневі підживлення)	Урожайність товарної продукції, т/га	Приріст до фону, %	Товарність, %	Вміст в головках			
				сухої речовини, %	загального цукру, %	аскорбінової кислоти, мг/100 г	нітратів, мг/кг
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub> локально (фон)	49,8	-	93	8,00	4,46	18,28	322
Фон + «Разормін» по 500 мл/га в три строки	55,2	10,8	93	8,53	4,20	19,49	317
Фон + «Разормін» 500 мл/га + «Флороне» 200 мл/га в три строки	58,4	17,3	92	9,43	4,32	18,14	328
Фон + «Райкат Старт» 500 мл/га у фазі 4-6 листків + «Райкат Ріст» 500 мл/га у фазі 10-12 листків + «Райкат Фінал» 500 мл/га на початку формування головки	55,5	11,4	94	8,20	3,73	18,48	320
Фон + «Райкат Старт» 500 мл/га + «Флороне» 200 мл/га у фазі 4-6 листків, «Райкат Ріст» 500 мл/га + «Флороне» 200 мл/га у фазі 10-12 листків, «Райкат Фінал» 500 мл/га + «Флороне» 200 мл/га на початку формування головки	57,9	16,3	92	8,15	3,83	18,41	319
НІР <sub>0,95</sub>	2011 р.	4,86		0,86	0,39	1,86	24
	2012 р.	4,80		0,91	0,41	1,92	28
	2013 р.	5,25		0,62	0,33	1,45	22

Вміст сухої речовини в головках капусти білоголової за проведення підживлень комплексними добривами істотно зростав до 9,43 % лише за спільного внесення «Разорміну» + «Флороне». В інших варіантах підвищення вмісту сухої речовини мало тенденційний характер. Не зазначено суттєвого впливу комплексних добрив на вміст загального цукру, аскорбінової кислоти і нітратів в головках капусти. Позакореневе підживлення «Разорміном» на фоні мінеральних добрив забезпечує тенденцію до зростання вмісту аскорбінової кислоти до 19,49 мг/100г. Вміст нітратів коливається в межах 317-328 мг/кг сирової маси, що не перевищує параметри МДР.

У вітчизняному виробництві капуста червоноголова займає невеликі площі, через відсутність вітчизняних сортів, недосконалість технології вирощування, невисоку врожайність. Огляд наукової літератури свідчить, що

питання збільшення її виробництва в Україні вивчено недостатньо. Ширше впровадження цієї культури дозволить збільшити виробництво овочевої продукції, розширити її асортимент, збагатити раціон харчування людини.

Зважаючи на вищезазначене, актуальним є встановлення ефективності використання комплексних добрив з макро- та мікроелементами в системі оптимізації живлення капусти червоноголової в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Проведення позакореневих підживлень капусти червоноголової сорту Палетта комплексними добривами «Нутривант плюс олійний» та добривами групи «Райкат» на фоні локального внесення мінеральних добрив ( $N_{45}P_{45}K_{30}$ ) забезпечує достовірні прирости урожайності товарної продукції порівняно з внесенням мінеральних добрив, як врозкид ( $N_{90}P_{90}K_{60}$ ), так і локально ( $N_{45}P_{45}K_{30}$ ).

#### 4. Вплив комплексних добрив на урожайність та якість капусти червоноголової, сорт Палетта (середнє за 2009 – 2011 рр.)

Система оптимізації живлення (позакореневі підживлення в три строки)	Урожайність товарної продукції, т/га	Приріст до контролю, %	Товарність, %	Вміст у головках					
				сухої речовини, %	загального цукру, %	аскорбінової кислоти, мг/100 г	каротину, мг/кг	фолієвої кислоти, мкг/кг	нітратів, мг/кг
Без добрив (контроль)	26,4	-	92	9,69	4,66	36,53	0,279	3,21	264
$N_{90}P_{90}K_{60}$ (врозкид) еталон	32,6	23,5	94	9,47	4,91	34,10	0,299	3,28	350
$N_{45}P_{45}K_{30}$ (локально) (фон)	32,2	22,0	93	10,26	4,66	39,83	0,230	3,58	350
$N_{45}P_{45}K_{30}$ (локально) + «Нутривант плюс олійний» 2 кг/га	33,8	28,0	94	9,61	4,58	38,82	0,299	5,60	332
$N_{45}P_{45}K_{30}$ (локально) + по 500 мл/га «Райкат Старт» у фазі 4-6 листків, «Райкат Ріст» у фазі 10-12 листків, «Райкат Фінал» на початку формування головки	30,9	17,0	93	10,29	4,46	39,06	0,222	3,73	315
$NP_{0,95}$	2009 р.	2,7		0,70	0,09	1,28	0,020	0,32	48
	2010 р.	6,4		0,63	0,25	2,01	0,032	0,61	46
	2011 р.	3,4		0,42	0,12	0,63	0,054	0,68	42

Встановлено позитивний вплив комплексного добрива «Нутривант плюс олійний» на вміст деяких вітамінів в головках капусти червоноголової, що пов'язано з формуванням оптимальних умов живлення для утворення біологічно активних речовин. Відмічено істотне збільшення вмісту каротину з 0,230 мг/кг за фонового внесення локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  до рівня 0,299 мг/кг; фолієвої кислоти – з 3,58 мкг/кг до 5,60 мкг/кг продукції. Також відмічено позитивну тенденцію зниження вмісту нітратів в головках капусти червоноголової за використання підживлень комплексними добривами (315-332 мг/кг сирової маси).

### Висновки

1. Суттєве зростання урожайності капусти білоголової на 10,5-15,2 % забезпечує оптимізація живлення рослин за рахунок проведення по фоні  $N_{120}P_{120}K_{90}$  (врозкид) позакореневих підживлень комплексними добривами «Нутривант плюс олійний» в дозі 2 кг/га, «Мікрокат (Ca+B і Zn+Mn)» та «Амінокат». Високий рівень загальної урожайності капусти (69,2 т/га) забезпечує спільне внесення «Нутриванта плюс олійний», «Амінокату», «Мікрокату Ca+B» та «Мікрокату Zn+Mn», що також сприяє підвищенню вмісту в головках сухої речовини до 9,51 % та аскорбінової кислоти до 34,5 мг/100 г, зменшенню вмісту нітратів до 386 мг/кг.

2. За локального внесення  $N_{60}P_{60}K_{45}$  ефективним є проведення позакореневих підживлень комплексними добривами «Разормін» та «Флороне», а також використання добрив групи «Райкат», що забезпечує отримання урожайності капусти білоголової на рівні 57,9-58,4 т/га.

3. Позакореневі підживлення комплексним добривом «Кристалон коричневий» за вирощування капусти білоголової та підживлення «Нутривант плюс олійний» та добрив групи «Райкат» за вирощування капусти червоноголової сприяє істотному підвищенню урожайності товарної продукції в порівнянні з абсолютним контролем (без добрив) і на рівні традиційних мінеральних добрив, внесених, як врозкид, так і локально.

4. Підживлення «Нутривантом плюс олійний» забезпечує підвищення в головках капусти червоноголової вмісту каротину до рівня 0,299 мг/кг, фолієвої кислоти – до 5,60 мкг/кг продукції.

### Список літератури

1. Борисов В. А. Удобрения овощных культур / В. А. Борисов. – М.: Колос, 1978. – 207 с.
2. Мамонова Л. В. Применение комплексонов и комплексонатов под белокочанную капусту и столовые корнеплоды на дерново-подзолистой почве: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук / Л. В. Мамонова – М., 1992. – 26 с.
3. Мікроелементи в сільському господарстві / [за ред. А.І.Фатєєва та С.Ю. Булигіна]. – Харків, 2001. – 63 с.
4. Панасин В. И. Микроэлементы и урожай / В. И. Панасин. – Калининград: ОГУП Калининградское кн. изд-во, 2000. – 276 с.
5. Санін Ю. В. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами / Ю. В. Санін, В. А. Санін // Агробізнес сьогодні. – 2012. – № 6(229). – С. 45-47.
6. Столяров А. И. Влияние микроэлементов на урожай и качество овощных культур / А. И. Столяров // Химия в сельском хозяйстве. – 1971. – № 3. – С. 23.
7. Fernandez V. Foliar Fertilization / V. Fernandez, T. Sotiropoulos, P. Brown // Scientific Principles and Field Practices. – Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2013. – 144 pp.

### References

1. Borisov V.A. (1978) Udobreneia ovoshcnyh culture [Fertilizers of vegetable crops]. Moscow, Kolos, 207
2. Mamonova L.V. (1992) Primenenie kompleksonov I kompleksonатов pod kapustu belokochannuju I stolovyje korneplody na dernovo-podzolistoj pochve. [The use of complexons and complexonates for white cabbage and table root crops on sod-podzolic soil] Moscow, 26.
3. Fateev A.I., Bulygin S.U. ed. (2001) Mikroelementy v silskomu gospodarstvi [Micronutrients in Agriculture] Kharkiv, 63
4. Panasin V.I. (2000) Mikroelementy I urogaj [Microelements and crops] Kaliningrad, 276
5. Sanin U.V., Sanin V.A. (2012) Osoblyvosti pozakoreneevogo pidgyvlennja silsko-gospodarskih culture mikroelementamy [Features foliar feeding crops micronutrients] Agribusiness today № 6 (229), 45-47
6. Stoljarov A.I. (1971) Vlijanie mikroelementov na urogaj I kachestvo ovoshcnyh kultur [Influence of microelements on crop and quality of vegetable crops] Chemistry in agriculture № 3, 23

7. Fernandez V., Sotiropoulos T., Brown P. (2013) Foliar Fertilization/ Scientific Principles and Field Practices. – Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 144.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В  
ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАПУСТЫ КОЧАННОЙ  
А. В. Куц, Т. В. Парамонова, А. Ф. Мозговский, В. И. Михайлин**

*Аннотация.* Проанализировано влияние внекорневых подкормок различных комплексных удобрений на урожайность капусты белокочанной и краснокочанной, содержание в продукции биологически активных веществ. За счет внекорневых подкормок по фону внесения вразброс  $N_{120}P_{120}K_{90}$  комплексными удобрениями «Нутривант плюс масляный», «Микрокаты (Ca + V и Zn + Mn)» и «Аммиакаты», «Разормин» и «Флороне» урожайность товарной продукции капусты белокочанной растет на 10,5-16,3%. Подпитки «Нутривант плюс масляный» обеспечивает существенное повышение в головках капусты краснокочанной содержанию каротина и фолиевой кислоты.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная и краснокочанная, комплексные удобрения, урожайность и качество продукции

**EFFECTIVENESS OF COMPLEX FERTILIZERS TECHNOLOGY  
GROWING CABBAGE**

**A.V. Kutz, T. V. Paramonova, O. F. Mozgovskyy, V. I. Mykhailyn**

*Abstract.* Research the influence of foliar fertilizing different complex fertilizers on the yield of white and red cabbage content in the production of biologically active substances. Yield marketable products cabbage grows by 10 5-16,3% by foliar fertilizing complex fertilizers "Nutrivant plus oil", "Mikrokats (Ca + V and Zn + Mn)" and "Ammoniate", "Razormin" and "Florone" in the background making  $N_{120}P_{120}K_{90}$ .

Use "Nutrivant oil plus" provides a significant increase in the content of red cabbage carotene and folic acid.

**Keywords:** white and red cabbage, complex fertilizer, yield, quality

**КОНТРОЛЮВАННЯ БУР'ЯНІВ МЕХАНІЧНИМ СПОСОБОМ У  
АГРОФІТОЦЕНОЗАХ МІСКАНТУСУ ГІГАНСЬКОГО**

**Я. П. МАКУХ, С. О. РЕМЕНЮК, С. В. МОШКІВСЬКА,**

кандидати сільськогосподарських наук,

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*

*E-mail: herbolohiya@ukr.net*

**Анотація.** Використання для посадок міскантусу гігантського як біоенергетичної культури маргінальних земель не завжди дозволяє використовувати для успішного захисту від бур'янів можливості гербіцидів. Такі посіви можуть бути розміщені на селітебних територіях, близько до водойм тощо, де застосування гербіцидів обмежене або повністю заборонене.

З метою зменшення негативного антропоного тиску на довкілля у процесі вирощування посадок біоенергетичних культур, у тому числі і міскантусу гігантського, у 2010 – 2016рр була проведена система польових досліджень можливостей використання механічних прийомів захисту посадок першого року вегетації від бур'янів.

**Ключові слова:** міскантус гігантський, бур'яни, механічний обробіток, маргінальні землі

**Актуальність.** Серед біоенергетичних культур одною із пріоритетних для помірного кліматичного поясу є міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*), багаторічна трав'яниста рослина, що належить до ботанічної родини Тонконогові – *Poaceae*, (Злакові – *Gramineae*) [1].

Розмноження рослин міскантусу гігантського за допомогою кореневищ має як свої переваги, так і недоліки. Перевагами є той факт, що кореневища є спеціалізованими для розмноження пагонами, що несуть на собі бруньки, додаткові корені містять запаси пластичних речовин і енергії яких достатньо для забезпечення процесів росту і розвитку майбутніх нових рослин міскантусу гігантського на новому місці. Такий спосіб розмноження менше залежить від коливань погоди, наявності вологи у верхньому шарі ґрунту, впливу рослин сусідів на новому місця вегетації [2, 3].

Недоліком є той факт, що цілеспрямоване розмноження рослин міскантусу гігантського за допомогою кореневищ вимагає істотно більше затрат часу, коштів і праці порівняно із проведенням сівби насінням.

Сучасні технології вирощування посадок міскантусу як біоенергетичної культури передбачають проведення посадки кореневищ культури у підготовлений ґрунт і догляд за молодими рослинами. На посадках міскантусу гігантського першого року вегетації після посадки кореневищ одною з головних проблем є успішний захист від бур'янів [4].

**Мета дослідження** – визначити реакцію рослин міскантусу гігантського на дію механічних факторів впливу і науково обґрунтувати прийоми ефективної системи захисту його від бур'янів.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили упродовж 2010 – 2016 рр. в дослідному полі ДПДГ «Саливонкіське» с. Ксаверівка. Досліди польові дрібно ділянкові. Площа посівної ділянки 36 м<sup>2</sup>, площа облікової – 25 м<sup>2</sup>, Повторність варіантів чотирьохразова, розміщення ділянок із посівами міскантусу гігантського регулярне у чотири яруси. Для проведення міжрядних культиваций використовували культиватор КРН-4,2. Глибина міжрядних культиваций 6-8 см. У навісної сітчастої борони частину ґрунтообробних елементів демонтували для забезпечення збереження захисних зон рядків посадок міскантусу гігантського. Наявні ґрунтообробні елементи навісної сітчастої борони працювали лише у міжряддях посадок.

Обліки і спостереження за динамікою процесів забур'янення посадок міскантусу гігантського першого року вегетації і ефективність проведення захисних прийомів здійснювали згідно вимог Методики проведення випробувань і застосування пестицидів. (за ред. проф. Трибель С. О., 2001р. м. Київ) [5, 6]. В дослідях була передбачена закладка варіантів посадок міскантусу гігантського і здійснення їх захисту від бур'янів **за такою схемою:** 1. Посадки міскантусу гігантського вегетують протягом всього теплого періоду без проведення заходів захисту від бур'янів; 2. У посадках міскантусу гігантського у міжряддях проводять три послідовні міжрядні культиваций з інтервалом між

ними 15 діб; 3. У посадках міскантусу гігантського у міжряддях проводять три послідовні міжрядні боронування сітчастими навісними боронами з інтервалом між ними 15 діб; 4. У посадках міскантусу гігантського у міжряддях вручну проводять три послідовні зрізування сходів бур'янів з інтервалом між зрізуваннями 15 діб.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Процеси забур'янення посадок міскантусу гігантського першого року вегетації у роки проведення досліджень відбувались досить інтенсивно. Про їх інтенсивність говорять результати обліків кількості сходів бур'янів на ділянках контролю (варіант 1). Від першої декади травня до кінця другої декади червня кількість сходів бур'янів зростала в середньому від 53,2 до 123,6 шт/м<sup>2</sup>, або у 2,3 рази. У структурі бур'янів найбільшу питому частку мали такі види бур'янів: мишій сизий – *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv. – 18,9 шт/м<sup>2</sup>, або 15,3 %, щиріця загнута (звичайна) – *Amaranthus retroflexus* L. – 7,4 шт/м<sup>2</sup>, або 5,9 %, просо півняче – *Echinochloa crusgalli* (L.) Pal. Beauv. – 6,6 шт/м<sup>2</sup> або 5,3 %, лобода біла *Chenopodium album* L. – 6,1 шт/м<sup>2</sup>, або 4,9 %, паслін чорний – *Solanum nigrum* L. – 5,6 шт/м<sup>2</sup>, або 4,5 %, та інші види (табл. 1).

Для здійснення захисту посадок міскантусу гігантського (кореневища висаджені рядками з міжряддями шириною 70см.) від бур'янів згідно схеми проведення досліджень було передбачено проведення системи послідовних обробітків міжрядь ґрунтобробними знаряддями: лапами культиватора, сітчастими боронами, проведенням зрізування сходів бур'янів біля поверхні ґрунту вручну. Обробітки міжрядь проводили послідовно три рази з інтервалами 15 діб. Перший обробіток виконували на початку другої декади травня, коли сходи більшості видів бур'янів формували від сім'ядоль до 4-х листків і мали висоту від 1 до 5см. Необхідність проведення системи послідовних обробітків була визначена специфікою динаміки появи масових сходів бур'янів у першій половині вегетаційного періоду. Величина захисних зон рядка була встановлена з урахуванням специфіки біології рослин культури і

становила по 12 см з кожного боку осі рядка. Загальна ширина захисної зони рядків становила 24см або 17% площі поля.

### 1. Ефективність застосування систем механічного захисту посадок міскантусу гігантського від бур'янів у 2010 – 2016 рр.

Види бур'янів	Варіанти досліджу											
	1			2			3			4		
	до обробітку, шт./м <sup>2</sup>	після обробітку, шт./м <sup>2</sup>	% забегелі	до обробітку, шт./м <sup>2</sup>	після обробітку, шт./м <sup>2</sup>	% забегелі	до обробітку, шт./м <sup>2</sup>	після обробітку, шт./м <sup>2</sup>	% забегелі	до обробітку, шт./м <sup>2</sup>	після обробітку, шт./м <sup>2</sup>	% забегелі
Лобода біла	5,2	6,1	-	4,6	0,8	83	6,1	0,8	87	5,3	0,3	94
Щириця звичайна	3,8	7,4	-	4,1	0,6	85	2,9	0,3	89	6,1	0,3	95
Півняче просо	5,3	6,6	-	6,3	1,8	78	5,0	0,9	81	4,6	0,5	89
Мишій сизий	4,2	18,9	-	3,1	0,7	76	4,2	0,8	79	3,9	0,6	85
Гірчак березковид.	3,1	6,2	-	4,6	0,9	80	3,0	0,5	89	2,7	0,4	86
Гірчак почечуйний	4,5	7,3	-	5,0	0,9	82	4,2	0,6	85	4,8	0,5	89
Талабан польовий	3,8	4,1	-	2,2	0,3	85	3,5	0,5	86	4,3	0,4	91
Фіалка польова	1,1	3,8	-	1,3	0,2	88	0,8	0,1	88	1,4	0,1	92
Рутка лікарська	3,2	4,7	-	3,5	0,7	81	3,3	0,6	83	2,6	0,4	84
Підмаренник чіпкий	2,1	3,1	-	1,9	0,2	87	2,8	0,4	85	2,0	0,2	88
Гірчиця польова	3,4	5,9	-	4,3	0,8	82	2,7	0,5	83	4,0	0,6	85
Паслін чорний	1,3	5,6	-	2,4	0,5	80	1,8	0,1	84	0,9	0,1	84
Спориш звичайний	1,2	5,1	-	1,1	0,2	82	2,1	0,4	83	1,6	0,2	86
Куколиця біла	1,1	2,2	-	0,7	0,2	75	1,3	0,3	74	1,4	0,3	79
Осот жовтий	1,5	3,6	-	1,1	0,5	83	2,0	1,0	48	0,8	0,4	55
Осот рожевий	2,2	4,4	-	0,9	0,4	49	1,6	0,9	43	1,2	0,6	62
Інші види	6,6	8,1	-	4,2	0,8	80	5,3	1,1	79	5,6	0,9	84
Всього	53,2	123,6	-	51,3	10,5	79,5	52,5	4,8	81,5	53,2	7,4	86,1

Прохід культиваторних лап (навісний культиватор КРН-4,2) у міжряддях (глибина роботи лапи 6-8см.) забезпечував інтенсивне переміщення часток ґрунту і його перемішування. Механічна дія стріловидних лап здійснювала часткове зрізування, часткове виривання молодих рослин бур'янів у міжряддях. Обліки рівня ефективності захисної дії в результаті проведення міжрядних культивацій посадок міскантусу гігантського (обліки чисельності бур'янів здійснювали перед початком проведення міжрядних обробітків і після

виконання останнього проходу) виявили виску результативність такого агротехнічного прийому. Зниження кількості бур'янів з урахуванням появи нових їх сходів упродовж періоду культивацій становило в середньому за роки проведення досліджень 79,5 %. Серед видів бур'янів, що були присутні на посадках культури, найбільший рівень зниження чисельності був зафіксований: у рослин фіалки польової – 88 %, підмаренника чіпкого – 87 %, талабану польового – 85 %, щиріці загнутої – 85 %, лободи білої – 83 %, гірчиці польової – 82 % та інших видів.

Застосування системи міжрядних культивацій у посадках міскантусу гігантського крім вагомих достоїнств у питаннях захисту посадок від бур'янів виявило і певні негативні якості. Прохід лап культиватора, особливо під час виконання останніх обробітків ґрунту, призводить до часткового пошкодження нових придаткових коренів рослин культури. Такі пошкодження як правило не були критичними для виживання молодих рослин культури, проте, індукували у них певної глибини небажані дис-стреси, що проявлялись у затримці процесів росту і розвитку надземних частин у порівнянні з посівами де таких обробітків не проводили. Для повної реабілітації рослин від механічних пошкоджень необхідно було від 6-7 до 12-14 діб вегетації. Наступним негативним ефектом виконання міжрядних культивацій у посадках міскантусу гігантського за умов нормального зволоження верхнього шару ґрунту було сприяння появі нової хвилі сходів бур'янів у результаті виносу на поверхню більш глибоких шарів ґрунту з насінням. Якщо після виконання перших двох послідовних міжрядних культивацій нові сходи бур'янів попадали під наступні механічні обробітки верхнього шару ґрунту і були знищені, то більш пізні їх сходи (після третього міжрядного обробітку) залишались успішно вегетувати до кінця теплого періоду року.

На посадках першого року вегетації міскантусу гігантського (на ділянках варіанту 3) захист від бур'янів здійснювали за допомогою навісних сітчастих борін (гнучкі гряділі сітчастих борін є наборними і їх можна попередньо формувати з урахуванням ширини міжрядь посадок). Як відомо, гнучкі, з

набірних елементів гряділі сітчастих борін дозволяють найбільш повно копіювати мікрорельєф поверхні поля, а ґрунтообробні елементи дуже якісно розпушують, переміщують і прочісують частки ґрунту з мінімальним їх вертикальним перемішуванням. Сітчасті борони найбільш ефективно діють на рослини бур'янів від фази їх проростків до формування 4 листків. Рослини, що вийшли з ювенільного етапу онтогенезу в іматурний набувають істотної стійкості до дії ґрунтообробних елементів сітчастих борін.

Середній рівень ефективності дії після трьох послідовних боронувань міжрядь сітчастими боронами був стабільно високим. Зниження чисельності бур'янів за роки досліджень досягало в середньому 81,5 %, або проявляло тенденцію перевищення рівня роботи культиватора на 2,0 %. Найбільш чутливими до впливу ґрунтообробних елементів сітчастих борін у міжряддях виявились сходи: шириці загнутої (звичайної), зниження їх чисельності було 89 %, гірчаку березкоподібного – 89 %, фіалки польової – 88 %, лободи білої – 87 %, талабану польового – 86 %, гірчаку почечуйного – 85 % та інших.

Застосування системи механічного захисту посадок міскантусу гігантського першого року вегетації від бур'янів без переміщення часток поверхневого шару ґрунту проводили шляхом ручного зрізування надземних частин сходів дикої рослинності вручну (на жаль, вітчизняна машинобудівна промисловість так і не освоїла випуск відповідних машин). Зрізування сходів бур'янів здійснювали у ті ж самі терміни, що і виконання інших механічних обробітків міжрядь. В результаті виконання трьох послідовних зрізувань рослин бур'янів у фазах 2 – 4-х листків сумарне зниження їх чисельності у роки проведення досліджень досягало 86,1%. Серед систем механічного захисту посадок від бур'янів система послідовних зрізувань (можливо і зривань) без перемішування поверхневого шару ґрунту і стимулювання появи нових сходів виявилась найбільш ефективною.

Проведення системи послідовних обробітків міжрядь у посадках міскантусу гігантського забезпечувало надійний захист від бур'янів протягом тривалого періоду (від першої декади травня до другої декади червня). В

наступні періоди вегетації на посадках залишалось достатньо не освоєних рослинами культури вільних екологічних ніш які займали нові сходи бур'янів. Інтенсивність появи нових сходів бур'янів у міжряддях за роками проведення досліджень істотно коливалась і залежала у першу чергу від наявності вологи у верхньому шарі ґрунту та інтенсивності перемішування верхнього шару ґрунту під час проведення систем попередніх міжрядних обробітків.

Недоліком всіх систем механічного захисту посадок міскантусу гігантського від бур'янів є неможливість забезпечення контролювання небажаних сходів у зоні рядків. Вибрана для проведення досліджень ширина захисної зони у практичній роботі не може бути зменшена через небезпеку реального пошкодження молодих рослин культури. Сходи бур'янів у захисній зоні рядків, що становить близько 17 % площі посадок практично залишаються неконтрольовані. На сходи бур'янів, у першу чергу, однорічних ярих видів: лободи білої, щириці загнутої ( звичайної), проса півнячого, мишію сизого, гірчаку березкоподібного та інших вже на ювенільному етапі їх онтогенезу починають проявляти вплив рослини – сусіди, у першу чергу міскантусу гігантського. Навіть на початку першого року вегетації, після посадки кореневищ культури такі рослини мають ряд переваг перед рослинами однорічних видів бур'янів. Процеси росту і розвитку рослин міскантусу гігантського, як багаторічного виду, базуються на наявності на старті вегетації істотних запасів пластичних речовин, системи бруньок на багаторічних кореневищах, які здатні швидко рости і розвиватись у придаткові корені, надземні пагони і потужні листки. Такі рослини швидко і надійно освоюють життєвий простір на полі і заповнюють наявні вільні екологічні ніші, у першу чергу безпосередньо біля себе, тобто у захисній зоні рядків. Сходи названих попередньо однорічних типових бур'янів різних видів здатні до інтенсивного росту і розвитку, проте успішно конкурувати за фактори життя з багаторічними формами трав'янистих рослин їм складно. На початку вегетації ювенільні рослини бур'янів ще не мають значних запасів пластичних речовин (запаси ендосперму насінини використані на формування первинних коренів і перших

листоків), тому ростові процеси на ювенільному та іматурному етапах онтогенезу у них поступаються за інтенсивністю рослинам багаторічникам. Відповідно навіть молоді рослини культури, що розвиваються і з посаджених кореневищ, є потужним конкурентами для однорічних видів бур'янів у захисних зонах рядків.

**Висновки.** Застосування механічних прийомів контролювання сходів бур'янів у посадках міскантусу гігантського першого року вегетації за своєчасного і системного їх застосування є достатньо ефективним. З урахуванням збереження сходів бур'янів у захисних зонах рядків, зниження чисельності дикої рослинності становило від 79,6 % (система послідовних міжрядних культивацій), до 86,1 % (система послідовних міжрядних зрізувань).

### Список літератури

1. Зинченко В. Энергия мискантус / В. Зинченко, М. Яшин // ЛесПромИнформ. – 2011. – № 6 (80). – С. 61–68.
2. Lewandowski I. Delayed harvest of miscanthus – influences on biomass quantity and quality and environmental impacts of energy production / I. Lewandowski, A. Heinz // European Journal of Agronomy. – 2003. – Vol. 19 (1). – P. 45–63.
3. Influence of plant density and N / N.G. Danalatos, S.V. Archontoulis : Fertilisation on the growth and biomass productivity of Miscanthus Sinensis under Central Greek conditions. Proc. of Second World Biomass Conference, (10–14 May 2004). – Rome, Italy. –2004. – Vol. 1. – P. 327–330.
4. Christian D.G. Growth, yield and mineral content of Miscanthus×giganteus grown as a biofuel for 14 successive harvests // D.G. Christian, A.B. Riche, N.E. Yates // Industrial crops and products. – 2008. – Vol. 28 (3). – P. 320–327.
5. Бур'яни України визначник-довідник. – К.: Наукова думка, 1970.
6. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун[та ін.]; за ред. проф. С. О. Трибеля. – К.: Світ, 2001. – 448 с.

### References

1. V. Zinchenko, M. Yashin (2011) Energijas Miscanthus [Energy miscanthus] LesPromYnform, 61-68
2. I. Lewandowski, A. Heinz (2003) Delayed harvest of miscanthus – influences on biomass quantity and quality and environmental impacts of energy production European Journal of Agronomy. Vol. 19 (1). – P. 45–63.
3. N.G. Danalatos, S.V. Archontoulis (2004) Influence of plant density and N : Fertilisation on the growth and biomass productivity of Miscanthus Sinensis under

Central Greek conditions. Proc. of Second World Biomass Conference, (10–14 May 2004). – Rome, Italy. Vol. 1. – P. 327–330.

4. D.G. Christian, A.B. Riche, N.E. Yates (2008). Growth, yield and mineral content of *Miscanthus×giganteus* grown as a biofuel for 14 successive harvests // // Industrial crops and products. Vol. 28 (3). – P. 320–327.

5. (1970). Bur'yany Ukrainy vyznachnyk – dovidnyk [Weeds of Ukraine determinant-the directory]. Naukova dumka, 354.

6. Trybel' S.O., Sihar'ova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. ta in.; za red. prof. S.O. Trybelya (2006) Metodyka vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Methods of testing and use of pesticides] Svit, 448.

## КОНТРОЛЬ СОРНЯКОВ МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ МИСКАНТУСА ГИГАНТСКОГО

Я. П. Макух, С. А. Ременюк, С. В. Мошковская

*Аннотация.* Использование для посадок мискантуса гигантского как биоэнергетической культуры маргинальных земель не всегда позволяет использовать для успешной защиты от сорняков возможности гербицидов. Такие посевы могут быть размещены на селитебных территориях, близко к водоемам и т.д., где применение гербицидов ограничено или полностью запрещено.

С целью уменьшения негативного антропоного давления на окружающую среду в процессе выращивания посадок биоэнергетических культур, в том числе и мискантуса гигантского, в 2010 – 2016 гг. была проведена система полевых исследований возможности использования механических приемов защиты посадок первого года вегетации от сорняков.

**Ключевые слова:** мискантус гигантский, сорняки, механическая обработка, маргинальные земли

## CONTROLLING WEEDS MECHANICALLY IN AGROPHYTOCENOSES MISCANTHUS HUGE

Y. Makuch, S. Remenyuk, S Moshkivska

*Abstract.* Using giant miscanthus crops for bioenergy crops as marginal land is not always possible to use for successful defense against weeds possibilities of herbicides. Such crops can be placed in residential areas close to the water, etc. where the use of herbicides is limited or completely forbidden.

In order to reduce the negative anthropic pressure on the environment in the process of growing crops bioenergy crops including miscanthus and giant in 2010-2016rr system was conducted field research the possibilities of using mechanical methods of protecting crops the first year of growth of weeds.

**Keywords:** giant miscanthus, weeds, mechanical cultivation of marginal lands

УДК: 635.25: 631.8: 635.154

## ВРОЖАЙНІСТЬ ЦИБУЛІ ОЗИМОЇ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ІЗ СІЯНКИ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ САДІННЯ ТА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

**С. І. КОРНІЄНКО**, доктор сільськогосподарських наук,

**А. В. НОВІКОВА**, молодший науковий співробітник

*Інститут овочівництва і багтанництва НААН*

***Анотація.** В публікації наведено результати досліджень визначення ефективності строків садіння та систем удобрення за вирощування цибулі ріпчастої в озимій культурі в богарних умовах північно-східного Лісостепу України. Встановлено, що оптимальним строком садіння сіянки для сортів Ткаченківська і Маяк є III декада серпня, для гібриду Вольф F<sub>1</sub> – I декада вересня. Оптимальною системою живлення рослин є внесення N<sub>82</sub>P<sub>75</sub>K<sub>110</sub>. За цих умов формуються найбільші цибулини, спостерігається зростання зимостійкості рослин, що забезпечує найвищу товарну врожайність.*

***Ключові слова:** цибуля ріпчаста, озимий спосіб вирощування, система удобрення, строк садіння*

**Актуальність.** Цибуля ріпчаста одна з найбільш поширених овочевих рослин в Україні. Її посіви займають близько 10 % від загальної площі овочів або 64,8 тис га. Проте як і всі овочі в нашій країні споживання цибулі ріпчастої безпосередньо з поля триває незначний період часу. Тому, для забезпечення населення свіжою продукцією значну частку врожаю закладають на зберігання. Проте із-за браку високотехнологічних сховищ з регульованими умовами до 30 % цибулі втрачається під час зберігання. Значні втрати призводять до того, що досить часто у травні – червні на ринку свіжої продукції цибулі відмічається її нестача, що відображається у виникненні дефіциту товару та зростанні цін на нього. Для покриття дефіциту країна вимушена експортувати цибулю ріпчасту. Одним з шляхів рішення даної проблеми є отримання надраннього врожаю продукції. У світовій практиці для отримання надраннього врожаю продукції використовують озимий спосіб вирощування цибулі ріпчастої. Дана технологія вирощування дозволяє отримати врожай раніше за розсадну культуру та на 3-4 тижні раніше, ніж цибулі із сіянки. Потрібно зазначити, що рослини цибулі

ріпчастої добре переносять низькі температури: без снігового покриву – до мінус 15 °С, а за наявності снігового покриву хоча б в декілька сантиметрів -25 °С.

Слід відмітити, що основним стримуючим фактором широкого розповсюдження вирощування озимої цибулі в Україні є відсутність технологій, що адаптовані для конкретних ґрунтово-кліматичних умов, важливим елементами яких є підбір сортів та гібридів, визначення оптимального строку посіву та ефективна система оптимізації живлення рослин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Строк сівби насіння або висаджування сіянки є важливим фактором, який сприяє підвищенню зимостійкості. Зазначають, що в кожній ґрунтово-кліматичній зоні оптимальний строк сівби різниться, але головним їх критерієм є формування в передзимовий період рослини з певними параметрами. Так, в степових умовах Кубані краще вдаються посіви у серпні – вересні, коли рослини зимують у фазі 3-4 листків [1]. Такі ж параметри рослин виявилися оптимальними і в умовах Придністров'я [2]. Однак цибуля ранніх строків сівби, формує в осінній період велику вегетативну масу листя, що збільшує вірогідність проходження яровизації, обумовлюючи послідує стрілкування рослин та зменшення їх товарності [3]. В умовах Угорщини краще переносяли перезимівлю більш розвинені рослини цибулі раннього строку сівби, з діаметром стебла 6-8 мм [4]. В умовах південних районів Великобританії для отримання надранньої продукції цибулі ріпчастої (травень) сівбу насіння проводять у середині серпня короткоденними сортами японської селекції, що забезпечують урожайність за такого способу вирощування на рівні 40-42 т/га [5].

За даними З. Д. Сича для озимих посівів цибулі підходять майже всі аргокліматичні зони України, крім Полісся, де існує ризик вимокання рослин під час осінніх дощів. А кращими строками сівби є для отримання товарного врожаю «цибулі-підсніжника» є липень – серпень [6].

**Мета дослідження** – визначити оптимальний строк садіння та систему удобрення за озимого способу вирощування цибулі ріпчастої в богарних умовах північно-східного Лісостепу України.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводились на полях зерно-овочевої сівозміни Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН упродовж 2012 – 2015 рр. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний слабовилугуваний крупно-пилувато-середньосуглинковий на лесі.

Під час проведення польових дослідів площа посівної ділянки складала 21 м<sup>2</sup>, облікової – 11,2 м<sup>2</sup>; повторність – шестиразова. Схема досліджень включала чотири строки садіння насіння (II декада серпня (контроль), III декада серпня, I та II декади вересня) та три системи удобрення (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (еталон для традиційної технології вирощування), N<sub>82</sub>P<sub>72</sub>K<sub>110</sub> (розрахункова на рівень урожайності 30 т/га), обробка стерні та соломи попередника Біодеструктором 1 л/га + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + передпосівна обробка садивного матеріалу біорегулятором росту Емістим С (10 мл/кг сіянки).

У дослідах використовували сорти цибулі ріпчастої Ткаченківська, Маяк та гібрид Вольф F<sub>1</sub>, попередник – горох на зерно. В якості основної обробки ґрунту використовували дискування на глибину 10-12 см. Використання дискування ґрунту сприяє збереженню запасів доступної вологи, що за богарних умов вирощування є актуальним питанням. Для висаджування використовували цибулю сіянку діаметром 1,1 -1,4 см. Норма садіння 680-735 кг/га, густина рослин 650-670 тис шт. /га.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Залежно від досліджуваних факторів (строки садіння, системи удобрення) визначали середню масу цибулини, зимостійкість та кількість застрілкуваних рослин (табл. 1). Згідно отриманих результатів встановлено, що найбільша середня маса цибулини у досліджуваних сортів Ткаченківська та Маяк спостерігалася за другого строку сівби (III декада серпня) і складала відповідно 40,6-42,0 г та 34,5-36,5 г, що вище відносно контрольного строку сівби (II декада серпня) на 4,5-11,2 %. У гібриду Вольф F<sub>1</sub> найвища маса цибулин спостерігалася за садіння у I декаді вересня – 34,5-35,1 г, що вище відносно контролю на 15,2-18,1 %.

**1. Біометричні показники рослин цибулі за озимого способу вирощування залежно від строків садіння та систем удобрення, 2013 – 2015 рр.**

Строк садіння (фактор А)	Система удобрення (фактор В)	Сорт Ткаченківська			Сорт Маяк			Гібрид Вольф F <sub>1</sub>		
		середня маса цибулини, г	зимостійкість рослин, %	застрілкував їх рослин, %	середня маса цибулини, г	зимостійкість рослин, %	застрілкував їх рослин, %	середня маса цибулини, г	зимостійкість рослин, %	застрілкував їх рослин, %
II декада серпня (контроль)	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (ет.)	36,5	75,1	25,5	31,7	75,1	27,6	29,2	85,0	10,6
	N <sub>82</sub> P <sub>75</sub> K <sub>110</sub>	40,2	78,0	22,9	33,7	78,6	25,5	30,0	89,0	8,7
	Біодеструктор + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Емістим С	39,2	78,2	22,1	33,1	78,4	25,4	30,1	88,4	8,8
III декада серпня	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (ет.)	40,6	75,6	21,6	34,5	74,5	26,5	32,0	84,7	10,1
	N <sub>82</sub> P <sub>75</sub> K <sub>110</sub>	42,0	78,8	18,8	36,5	78,0	24,1	32,5	88,2	9,0
	Біодеструктор + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Емістим С	41,7	78,5	18,6	36,3	78,3	23,8	33,3	88,2	8,9
I декада вересня	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (ет.)	36,5	75,6	17,6	32,7	74,8	24,5	34,5	85,4	9,1
	N <sub>82</sub> P <sub>75</sub> K <sub>110</sub>	39,9	78,6	17,0	34,6	78,3	22,7	35,1	88,5	8,0
	Біодеструктор + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Емістим С	38,8	78,9	15,9	34,1	78,1	22,6	34,7	88,3	7,9
II декада вересня	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (ет.)	33,9	75,3	17,0	30,5	74,6	22,1	33,0	84,6	8,5
	N <sub>82</sub> P <sub>75</sub> K <sub>110</sub>	34,2	79,0	17,1	31,7	78,4	19,9	33,1	88,7	7,4
	Біодеструктор + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Емістим С	34,1	78,7	16,1	31,7	78,4	20,4	33,0	88,6	7,4

Середня маса цибулин змінювалася і під впливом системи удобрення. Як у досліджуваних сортів, так і у гібриду за використання розрахункової дози добрив N<sub>82</sub>P<sub>75</sub>K<sub>110</sub> та застосування Біодеструктор + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + Емістим С середня маса цибулини відносно еталону зростає на 0,6-10,1 %. Між тим слід зауважити, що за більш пізніх строків садіння різниця зменшується.

Зимостійкість рослин також залежала від досліджуваних факторів. Проте значно вищій вплив на даний показник мала система удобрення. Відносно еталонну (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) за використання N<sub>82</sub>P<sub>75</sub>K<sub>110</sub> та застосування Біодеструктор +

$N_{60}P_{60}K_{60}$  + Емістим С зимостійкість зростає на 2,9-4,1 %. Збільшенню зимостійкості при застосуванні досліджуваних доз добрив сприяє підвищений вміст у ґрунті обмінних форм калію. А як відомо покращення калійного живлення рослин сприяє накопиченню більшої кількості цукрів, у результаті чого підвищується концентрація клітинного соку та, як наслідок, зимостійкість рослин. Зимостійкість також залежала і від сортових особливостей. Найкраще зберігалися рослини у гібриду Вольф F<sub>1</sub>, зимостійкість рослин складала 84,6-89,0 %.

Від сортових особливостей також залежало і стрілкування рослин. Найбільше проявлялося дане негативне явище на досліджуваних сортах – кількість застрілкуваних рослин складала 16,1-27,6 %. Значно менше застрілкуваних рослин відмічалось у гібриду Вольф F<sub>1</sub> – 7,4-10,6 %. За більш пізніх строків садіння кількість застрілкуваних рослин істотно зменшувалася. На нашу думку на кількість застрілкуваних рослин впливає тривалість вегетації рослин цибулі восени. За ранніх строків садіння більша частка рослин цибулі встигає пройти стадійні зміни у наслідок чого навесні спостерігається стрілкування.

Окрім біометричних спостережень під впливом досліджуваних факторів змінювалася і товарна врожайність. Найвища товарна врожайність цибулі сорту Ткаченківська серед досліджуваних строків сівби отримана за садіння у III декаді серпня – 16,5 т/га, що на 1,2 т/га більше відносно контролю (II декада серпня) (табл. 2). За садіння у I декаді вересня урожайність була на рівні контролю і складала 15,4 т/га. Більш пізній строк висаджування цибулин істотно знижував урожайність до 13,6 т/га. Вивчення впливу застосування добрив на урожайність цибулі при вирощуванні з сівки встановило, що за внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , еталон, товарна урожайність склала – 14,1 т/га. Використання розрахункової дози  $N_{82}P_{75}K_{110}$  забезпечило підвищення врожайності на 1,8 т/га. Застосування обробки стерні і соломи Біодеструктору, внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та обробка садивного матеріалу Емістимом С забезпечила урожайність на рівні 15,6 т/га. Під час аналізу власних значень встановлено, що найвищу товарну врожайність отримано за сівки у III декаді серпня на фоні  $N_{82}P_{75}K_{110}$  – 17,2 т/га. Близьку за значенням

врожайність за цього строку сівби отримано і за внесення Біодеструктор + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + Емістим С – 16,9 т/га.

## 2. Товарна врожайність цибулі ріпчастої сорту Ткаченківська залежно від строків сівби і норм внесення добрив за вирощування із сіянки (2013 – 2015 рр.)

Строк сівби (фактор А)	Система удобрення			Середнє за фактором А
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (еталон)	N <sub>82</sub> P <sub>75</sub> K <sub>110</sub>	Біодеструктор + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Емістим С	
II декада серпня (контроль)	13,8	16,2	15,8	15,3
III декада серпня	15,5	17,2	16,9	16,5
I декада вересня	14,1	16,3	15,9	15,4
II декада вересня	13	14	13,9	13,6
Середнє за фактором В	14,1	15,9	15,6	

Збільшення товарної врожайності відбувається у результаті збільшення середньої маси цибулини (табл. 3), підвищення кількості перезимувавши рослин. На це вказують зв'язки між цими показниками, що були виявлені у результаті кореляційного аналізу. Зокрема між товарною урожайністю цибулі і середньою масою цибулини він складає  $r = 0,95$ , між товарною урожайністю і відсотком перезимувавши рослин –  $r = 0,56$ .

За вирощування цибулі сорту Маяк із сіянки показники товарної врожайності цибулин були нижчими порівняно із сортом Ткаченківська (табл. 3). Серед досліджуваних строків сівби найефективнішим виявився другий строк – III декаді серпня, за якого товарна врожайність відносно контролю (II декада серпня) зростала на 9 %. За висаджування цибулин у I та II декаді вересня урожайність була на рівні контрольного варіанту і складала відповідно 12,9-12,0 т/га. Серед досліджуваних систем удобрення найефективнішим виявилось застосування N<sub>82</sub>P<sub>75</sub>K<sub>110</sub> та використання Біодеструктор + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + Емістим С. У разі їх використання товарна врожайність відносно еталону підвищилася відповідно на 1,6 та 1,5 т/га.

Найвищу врожайність товарних цибулин забезпечило садіння у III декаді серпня за внесення  $N_{82}P_{75}K_{110}$  та застосування Біодеструктор +  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Емістим С – 14,1 т/га. Як і у сорту Ткаченківська у сорту Маяк збільшення товарної урожайності відбувається у наслідок підвищення відсотку рослин, що перезимували ( $r = 0,75$ ), та середньої маси цибулини ( $r = 0,88$ )

### 3. Товарна врожайність цибулі ріпчастої сорту Маяк залежно від строків сівби і норм внесення добрив за вирощування із сiянки (2013 – 2015 рр.)

Строк сiвби (фактор А)	Система удобрення			Середнє за фактором А
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ (еталон)	$N_{82}P_{75}K_{110}$	Біодеструктор + $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Емістим С	
II декада серпня (контроль)	11,4	13,0	12,9	12,4
III декада серпня	12,4	14,1	14,1	13,5
I декада вересня	11,8	13,5	13,3	12,9
II декада вересня	11,1	12,5	12,5	12,0
Середнє за фактором В	11,7	13,3	13,2	

У разі вирощування із сiянки гiбриду Вольф  $F_1$  в озимій культурі були отримані найвищі показники врожайності порівняно із досліджуваними сортами (табл. 4). Серед досліджуваних строків найефективнішим виявилось садіння у I декаді вересня – 19,0 т/га, приріст відносно контролю склав 15,8 %. Як і у досліджуваних сортів у гiбриду Вольф  $F_1$  відмічено збільшення товарної врожайності відносно еталону за внесення  $N_{82}P_{75}K_{110}$  та використання Біодеструктор +  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Емістиму С на 9,5 – 15,8 %. Найбільшу товарну врожайність забезпечило садіння сiянки у I декаді вересня на фоні внесення  $N_{82}P_{75}K_{110}$  – 19,6 т/га, що вище відносно контролю (II декада серпня,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) на 28,1 %.

**4. Товарна врожайність цибулі ріпчастої гібриду Вольф F<sub>1</sub> залежно від строків сівби і норм внесення добрив при вирощуванні з сіянки (2013 – 2015 рр.)**

Строк сівби (фактор А)	Система удобрення			Середнє за фактором А
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (еталон)	N <sub>82</sub> P <sub>75</sub> K <sub>110</sub>	Біодеструктор + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Емістим С	
II декада серпня (контроль)	15,3	16,9	16,9	16,4
III декада серпня	16,4	18,4	19,0	17,9
I декада вересня	17,8	19,6	19,5	19,0
II декада вересня	15,7	17,5	17,8	17,0
Середнє за фактором В	16,3	18,1	18,3	

Зростання товарної урожайності відбувається внаслідок збільшення середньої маси цибулини ( $r = 0,73$ ) і відсотку рослин, що перезимували ( $r = 0,64$ ). Також у гібриду Вольф F<sub>1</sub> відмічається середній зворотній зв'язок між товарною урожайністю і кількістю рослин, що застрілювали ( $r = -0,54$ ).

**Висновки.** Товарна урожайність цибулі за озимого способу вирощування залежить від середньої маси цибулини та зимостійкості рослин, на що вказують виявлені на основі кореляційного аналізу зв'язки між цими показниками їх рівень залежно від сорту складав – товарна урожайність – середня маса цибулини –  $r = 0,73-0,95$ , товарна урожайність – зимостійкість –  $r = 0,56-0,75$ . Оптимальним строком садіння сортів цибулі Ткаченківська та Маяк є III декада серпня по фоні внесення N<sub>82</sub>P<sub>75</sub>K<sub>110</sub>. За таких умов товарна врожайність складає відповідно 16,4 та 13,5 т/га. Для гібриду Вольф F<sub>1</sub> оптимальний строк сівби – I декада вересня, система удобрення - N<sub>82</sub>P<sub>75</sub>K<sub>110</sub> товарна урожайність – 19,6 т/га.

**Список літератури**

1. Благородова Е. Н. Озимая культура лука репчатого на Северном Кавказе / Е. Н. Благородова // Проблемы научного обеспечения овощеводства юга России. — Краснодар, 2004. – С. 50-53.

2. Крецул Н. Ф. Ранний репчатый лук из семян / Н. Ф. Крецул // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству к 110-летию со дня рождения Б.В. Квасникова. – М., 2009. – С. 239-242.

3. Лазько В. Э. Особенности семеноводства лука репчатого озимого сорта Эллан в условиях Западного Предкавказья: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук / В. Э. Лазько. – Краснодар, 2005. – 23 с.

4. Tuza S. Vissza a kisuzembe / S. Tuza, A. Feher // Kerteszeti es szoleszeti. – 1984. – V. 33. – S. 4-5.

5. Rumsey G. Earlier harvesting boots overwintered onion qualitiv / G. Rumsey // Arable Farmg. – 1978. – V. 5. – P. 35.

6. Сыч З. Д. Подзимние и зимние посевы – дополнительный путь получения ранних овощей / З. Д. Сыч // Овощеводство. – 2007. – №11. – С.26-29.

## УРОЖАЙНОСТЬ ЛУКА ОЗИМОГО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ С СЕЯНКИ ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ ПОСАДКИ И СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ

С. И. Корниенко, А. В. Новикова

*Аннотация.* В публикации приведены результаты исследований определения эффективности сроков посадки и систем удобрения при выращивании лука репчатого в озимой культуре в богарных условиях северо-восточной Лесостепи Украины. Установлено, что оптимальным сроком посадки севка для сортов Ткаченкивська и Маяк является III декада августа, для гибрида Вольф F<sub>1</sub> – II декада сентября. Оптимальной системой питания растений является внесение N<sub>82</sub>P<sub>75</sub>K<sub>110</sub>. В этих условиях формируются наибольшие луковицы, наблюдается повышение зимостойкости растений, что обеспечивает самую высокую товарную урожайность.

**Ключевые слова:** лук репчатый, озимый способ выращивания, система удобрения, срок посадки

## HARVEST OF WINTER ONIONS WHEN GROWN FROM SEEDING FOR DIFFERENT PLANTING DATES AND FERTILIZER SYSTEMS.

S. I., Kornienko, A. V. Novikova

*Annotation.* The publication presents the results of studies to determine the effectiveness of planting dates and fertilizer systems when growing onions in winter crops in rainfed conditions in the northeastern forest-steppe of Ukraine. The optimal time to seed for the Tkachenkivska and Mayak varieties is the third decade of August, for the Wolf F<sub>1</sub> hybrid - the second decade of September. The optimal plant nutrition system is the application of N<sub>82</sub>P<sub>75</sub>K<sub>110</sub>. In these conditions, the largest bulbs are formed, an increase in the winter hardiness of plants is observed, which ensures the highest commodity yield.

**Keywords:** onion, winter method of cultivation, fertilizer system, planting dates

**ВПЛИВ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА  
ФОТОСИНТЕТИЧНУ АКТИВНІСТЬ РОСЛИН ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

**І. І. КОРОВКО, аспірант\***

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*

*E-mail: Innakorovko1990@gmail.com*

***Анотація.** У статті приведенні результати досліджень впливу окремих елементів технології вирощування цукрових буряків на фотосинтетичну активність рослин, а саме застосування гербіциду і мікродобрив. З літературних джерел і за власними дослідженнями встановлено, що гербіциди чинять невелику стресову дію на рослини цукрових буряків, особливо на фотосинтетичну діяльність. Ефективним засобом боротьби з таким стресом виявилось застосування мікродобрив в якості позакореневого підживлення, що підтверджується результатами обліку площі листкової поверхні, визначення чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ), фотосинтетичного потенціалу (ФП) та флуоресценції хлорофілу листя. Так, у фазу змикання міжрядь у гібрида 'Імпакт' найвищий показник площі листкової поверхні отримали на фоні Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га – 4009 см<sup>2</sup>, що на 17 % перевищує значення варіанту без обробки жодним з препаратів (3416 см<sup>2</sup>), а найнижчий (3310 см<sup>2</sup>) у варіанті із застосуванням Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1,4 л/га. ЧПФ була найвищою по досліді у гібрида 'Булава' на фоні застосування мікродобрива Альфа-Гроу-Екстра і склала 6,59 г/м<sup>2</sup>/доб, перевищивши контроль на 4 %.*

*Також було доведено чутливість індукції флуоресценції хлорофілу до хімічного стресу рослин цукрових буряків, завданім гербіцидом. При застосуванні найбільшої дози Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1,4 л/га, особливо у фазу змикання листків в міжряддях початкова флуоресценція (F<sub>0</sub>) була зависока, на рівні 3242 від.од. у гібрида 'Імпакт' і в межах 2245 від.од. у Булави, що свідчить про неефективне використання сонячної енергії листям рослин цукрових буряків. Мікродобривом вдалося зняти даний стрес і знизити показник F<sub>0</sub> до рівня близько 180 від. од. для гібрида 'Імпакт' у варіанті із застосуванням Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га і близько 114 від. од. для гібриду 'Булава' у варіанті Мікро-Мінераліс+ Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га.*

***Ключові слова:** цукрові буряки, хімічний стрес, гербіцид, комплексні мікродобрива, фотосинтетична активність*

---

\*Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник О. І. Присяжнюк

**Актуальність.** Цукрові буряки – досить вибаглива до умов вирощування сільськогосподарська культура. Окрім ґрунтово-кліматичних умов, що чинять значний вплив на продуктивність рослин, у сучасній технології вирощування рослин наявні елементи, що не однозначно впливають на ростові процеси культури. Застосування гербіцидів для захисту посівів від бур'янів має також і недоліки. Сучасна індустрія хімічних засобів захисту рослин від бур'янів пропонує до використання безліч гербіцидів, причому в багатьох випадках залишається нез'ясованим вплив діючих речовин цих препаратів на процеси фотосинтезу культурних рослин. Існує ризик виникнення хімічного стресу, який є не бажаним для рослин цукрових буряків. Даний стрес може проявлятися у затримці росту і розвитку культурних рослин, зниження ефективності фотосинтезу.[1, 2]

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження впливу гербіцидів на культурні рослини є досить актуальною проблематикою серед багатьох науковців [3]. Американські вчені встановили, що вплив гербіцидів на урожайність сільськогосподарських культур становить – 15-20 % [4]. За даними вітчизняних спеціалістів [5] деякі гербіциди та їх композиції чинять негативну дію на цукрові буряки. Можливе порушення протікання процесів мейозу і гаметогенезу, проходження ембріогенезу насінників цукрових буряків, що призводило до втрати життєздатності насіння, та морфологічних змін [6, 7]. Отже, як бачимо, дослідження впливу гербіцидів на ріст і розвиток рослин цукрових буряків залишається актуальною проблематикою до тепер [8].

**Мета дослідження** – виявлення впливу гербіцидів на цукрові буряки з метою більш раціонального їх використання в період інтенсивного росту та розвитку. А також дослідити прояв антистресової дії комплексних мікродобрив в хелатній формі на рослини цукрових буряків.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводились упродовж 2014 – 2016 рр. на дослідній ділянці ІБКіЦБ, с Ксаверівка. Досліди закладали у 4-х повторностях. Площа посівної ділянки – 50 м<sup>2</sup>, облікової – 35 м<sup>2</sup>. Дослід трьох факторний: фактор А – гібриди ('Імпакт', 'Булава'), фактор Б – дози гербіциду

(Бетанал Прогрес ОФ – 1 л/га, 1,2 л/га, 1,4 л/га), фактор В – мікродобрива (Мікро-Мінераліс (Буряки), Альфа-Гроу-Екстра у дозі 2,5 л/га). Обприскування проводили на початку фази змикання листків в рядках. Обліки та спостереження проводили за «Методикою проведення досліджень у буряківництві» [9].

Доречно проаналізувати погодні умови, що склались за період досліджень. Інтегрованим показником, що поєднує в собі температурний режим і кількість опадів є гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який вираховується як співвідношення суми температур, що перевищують 10° С за вегетаційний період та сумарної кількості опадів. Показники ГТК, розраховані для кожного місяця зведені в таблицю 1.

### **1. Гідротермічний коефіцієнт Селянінова за вегетаційні періоди 2014 – 2016 рр.**

Місяць	ГТК		
	2014	2015	2016
Квітень	2,2	0,8	2,2
Травень	2,6	0,8	0,9
Червень	1,5	0,6	0,5
Липень	1,4	1,0	0,4
Серпень	1,2	0,04	0,4
Вересень	1,6	0,6	0,1

За підрахункам гідротермічного коефіцієнту встановили, що 2014 рік був з достатньою кількістю опадів і навіть із надмірною – ГТК становив 1,2-2,6. В 2015 та 2016 роках спостерігали недостатню кількість вологи у період вегетації цукрових буряків, ГТК відповідав рівню недостатньої зволоженості і навіть посухи в окремі місяці, у серпні 2015 був найменший ГТК за роки досліджень – 0,04.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Найбільше накопичення (90-95 %) сухої маси коренеплодів відбувається за рахунок фотосинтезу в листках рослин цукрових буряків [10], тому одним із головних факторів, що впливає на величину врожаю рослин цукрових буряків, є розмір листової поверхні та продуктивність протікання фотосинтезу (чистої продуктивності фотосинтезу і фотосинтетичного потенціалу посіву). Однією з основних умов для максимально

ефективного використання енергії сонця є формування рослинами оптимальної листкової поверхні і ефективність використання асиміляційної поверхні.

Доцільно розглянути динаміку зміни площі листкової поверхні (див. табл. 1) і показників її продуктивності по фазам росту під впливом внесених речовин (табл. 2).

## 2. Динаміка зміни площі листкової поверхні досліджуваних гібридів (середнє 2014 – 2016 рр.)

Варіант	Фази росту			
	Змикання листків в рядках	Змикання листків в міжряддях	Розмикання міжрядь	Технічна стиглість
	Площа листкової поверхні рослини, см <sup>2</sup>			
‘Імпакт’				
Контроль	1966	3416	2662	2459
Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га	1852	3493	2413	2635
Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га	2126	3750	2743	2379
Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га	2087	3310	2742	3106
Мікро-Мінераліс	2186	3746	2597	2983
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	2057	3771	2776	3015
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	1894	3670	3045	2065
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	1874	3754	3146	2514
Альфа-Гроу-Екстра	1779	3700	3551	2584
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	1893	3767	3870	2787
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	1984	3752	3479	2729
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	2164	4009	3125	2733
‘Булава’				
Контроль	2155	4229	2970	2276
Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га	2181	4572	2971	2284
Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га	2143	4211	3114	2252
Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га	2242	4351	3027	2504
Мікро-Мінераліс	2108	4211	3504	3060
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	2010	4119	3601	2676
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	1856	4092	3935	2451
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	1987	4551	3657	2576
Альфа-Гроу-Екстра	1822	4105	3779	2695
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	1869	4261	4137	2654
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	2050	4143	3338	2916
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	2331	4403	3571	2732

Аналіз таблиці 2. показав, що у досліджуваних гібридів пік наростання площі асиміляційної поверхні припадає у фазу змикання листків в міжряддях і складає в середньому по досліді для гібрида 'Імпакт' 3678 см<sup>2</sup> і 4271 см<sup>2</sup> у Булави на рослину, що майже вдвічі менше ніж у фазу змикання листків в рядках і в 1,5 рази менше ніж на момент технічної стиглості.

Що стосується детального аналізу за варіантами, то варто зауважити, що у фазу змикання листя в рядках поодинокі внесення гербіциду в дозі 1 л/га призвело до зниження показника площі листової поверхні (1852 см<sup>2</sup>) рослини гібриду 'Імпакт' відносно контролю (1966 см<sup>2</sup>). На варіантах із застосуванням доз Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га і 1,4 л/га сформовані площі листової поверхні не значно, але перевищують показник контрольного варіанта і відповідно дорівнюють 2126 см<sup>2</sup> і 2087 см<sup>2</sup>. У фазу змикання міжрядь у гібрида 'Імпакт' найвищий показник отримали на фоні Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га – 4009 см<sup>2</sup>, що на 17 % перевищує значення варіанту без обробки жодним з препаратів (3416 см<sup>2</sup>), а найнижчий (3310 см<sup>2</sup>) у варіанті із застосуванням Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1,4 л/га .

Що до гібриду 'Булава', то за морфологічними особливостями він дещо відрізняється від 'Імпакт'у. Так у 'Імпакт'у тип розетки – напіврозлогий, листок короткий за довжиною, листовка пластинка коротка за довжиною, вузька за шириною, з сильною хвилястістю країв, сильно гофрована, а у Булави тип розетки – розлога, листок довгий, листовка пластинка середня за розміром, з помірною хвилястістю країв, слабко гофрована. Відповідно і значення площі листової поверхні мають бути більшими. У найбільш продуктивну фазу найкращім варіантом (4572 см<sup>2</sup>) був варіант із фоном Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1 л/га порівняно з контролем (4259 см<sup>2</sup>), на варіанті Мікро-Мінераліс+Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га, площа листової поверхні була найменшою на рівні (4092 см<sup>2</sup>).

Отже, як бачимо гібрид 'Імпакт' краще відреагував на обробку мікродобривом, як на захід для зняття стресу від дії гербіциду, сформувавши найбільшу площу листової поверхні у фазу змикання міжрядь.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю протягом доби в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> листової поверхні рослин. Задовільними є показники чистої продуктивності фотосинтезу, що мають значення в межах 3-4 г/м<sup>2</sup> за добу, хороші – 4-6, дуже хороші – понад 6 г сухої речовини на 1 м<sup>2</sup> площі листків за добу [11,12].

Також, щоб дати оцінку ефективності фотосинтетичної роботи посівів цукрових буряків, доцільно визначати показник фотосинтетичного потенціалу (ФП), який вимірюється у тисячах м<sup>2</sup> листової поверхні, яка фотосинтезувала протягом певної кількості днів на одному гектарі посіву (тис м<sup>2</sup> днів/га). Залежність між фотосинтетичним потенціалом і врожайністю прямо пропорційна. Фотосинтетичний потенціал посівів визначає показники агротехнічних прийомів, що використовуються під час вирощування культур та формуванні врожаю [13]. Отримані дані зведені в таблицю 3.

### 3. Динаміка зміни основних показники фотосинтетичної активності досліджуваних гібридів залежно від дози і найменування внесених препаратів (середнє за 2014 – 2016 рр.)

Варіант	Період дослідження					
	Змикання листків в рядках – змикання листків в міжряддях		Змикання листків в міжряддях – Розмикання міжрядь		Розмикання міжрядь – технічна стиглість	
	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> /доб	ФП, млн.м <sup>2</sup> /доб на га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> /доб	ФП, млн.м <sup>2</sup> /доб на га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> /доб	ФП, млн.м <sup>2</sup> /доб на га
‘Імпакт’						
Контроль	4,40	1,38	9,88	0,47	9,32	0,54
Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га	4,79	1,39	11,11	0,46	9,62	0,54
Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га	4,78	1,52	10,00	0,50	8,49	0,54
Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га	5,12	1,38	10,50	0,46	8,74	0,61
Мікро-Мінераліс	3,65	1,54	9,80	0,49	8,49	0,59
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	5,23	1,49	8,50	0,50	8,15	0,61
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	4,82	1,45	9,09	0,51	8,53	0,53
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	4,67	1,46	8,39	0,54	8,06	0,60
Альфа-Гроу-Екстра	5,36	1,41	7,37	0,54	7,64	0,64
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	5,32	1,47	7,84	0,58	8,97	0,70
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	4,56	1,49	9,27	0,55	8,06	0,65
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	4,84	1,59	8,27	0,55	10,05	0,61
‘Булава’						
Контроль	3,96	1,68	6,35	0,56	7,10	0,54
Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га	4,15	1,73	6,49	0,57	6,29	0,54

Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га	4,91	1,63	5,51	0,55	5,53	0,56
Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га	4,74	1,67	5,47	0,55	3,89	0,57
Мікро-Мінераліс	3,62	1,61	6,47	0,58	4,42	0,67
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	4,35	1,57	6,46	0,58	7,45	0,66
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	4,79	1,53	5,84	0,60	4,61	0,66
Мікро-Мінераліс, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	3,86	1,67	6,29	0,61	6,96	0,64
Альфа-Гроу-Екстра	5,31	1,51	6,59	0,58	4,69	0,66
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1л/га	5,56	1,56	5,46	0,61	5,31	0,69
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,2л/га	4,66	1,58	5,60	0,58	5,59	0,68
Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4л/га	3,62	1,71	6,37	0,59	7,15	0,64

Аналіз даних таблиці 3 показав, що найбільш ефективно рослини цукрових буряків використовують площу листової поверхні у період змикання листків в міжряддях – розмикання міжрядь, показники чистої продуктивності фотосинтезу на рівні  $9,17 \text{ г/м}^2/\text{доб}$  у гібрида ‘Імпакт’ і  $6,08 \text{ г/м}^2/\text{доб}$  для Булави були найвищими в порівнянні із значеннями інших досліджуваних періодів. На відміну від площі листової поверхні у найпродуктивніший період на варіанті з мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра отримали найнижчий показник ЧПФ у гібрида ‘Імпакт’ (7,34), а за застосування Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1 л/га, показник був найкращим по досліді і склав  $11,11 \text{ г/м}^2/\text{доб}$  відносно контролю ( $9,88 \text{ г/м}^2/\text{доб}$ ). Гібрид ‘Булава’ краще відреагував на поодинокі обробку мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра, показник ЧПФ цього варіанту перевищив контроль на 4 % і склав  $6,59 \text{ г/м}^2/\text{доб}$ .

На основі аналізу показника ФП посіву гібриду ‘Імпакт’ встановили, що найкращі значення у період змикання листків в рядках – змикання листків в міжряддях були на фоні Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га – на  $0,21 \text{ млн м}^2/\text{доб}$  на га більше за контрольний варіант ( $1,38 \text{ млн м}^2/\text{доб}$  на га). У періоди змикання листків в міжряддях – розмикання міжрядь і розмикання міжрядь – технічна стиглість найкращим виявився один і той самий варіант – Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га з відповідно на 0,11 і на  $0,16 \text{ млн м}^2/\text{доб}$  на га більші за контрольні варіанти ( $0,47$  і  $0,54 \text{ млн м}^2/\text{доб}$  на га).

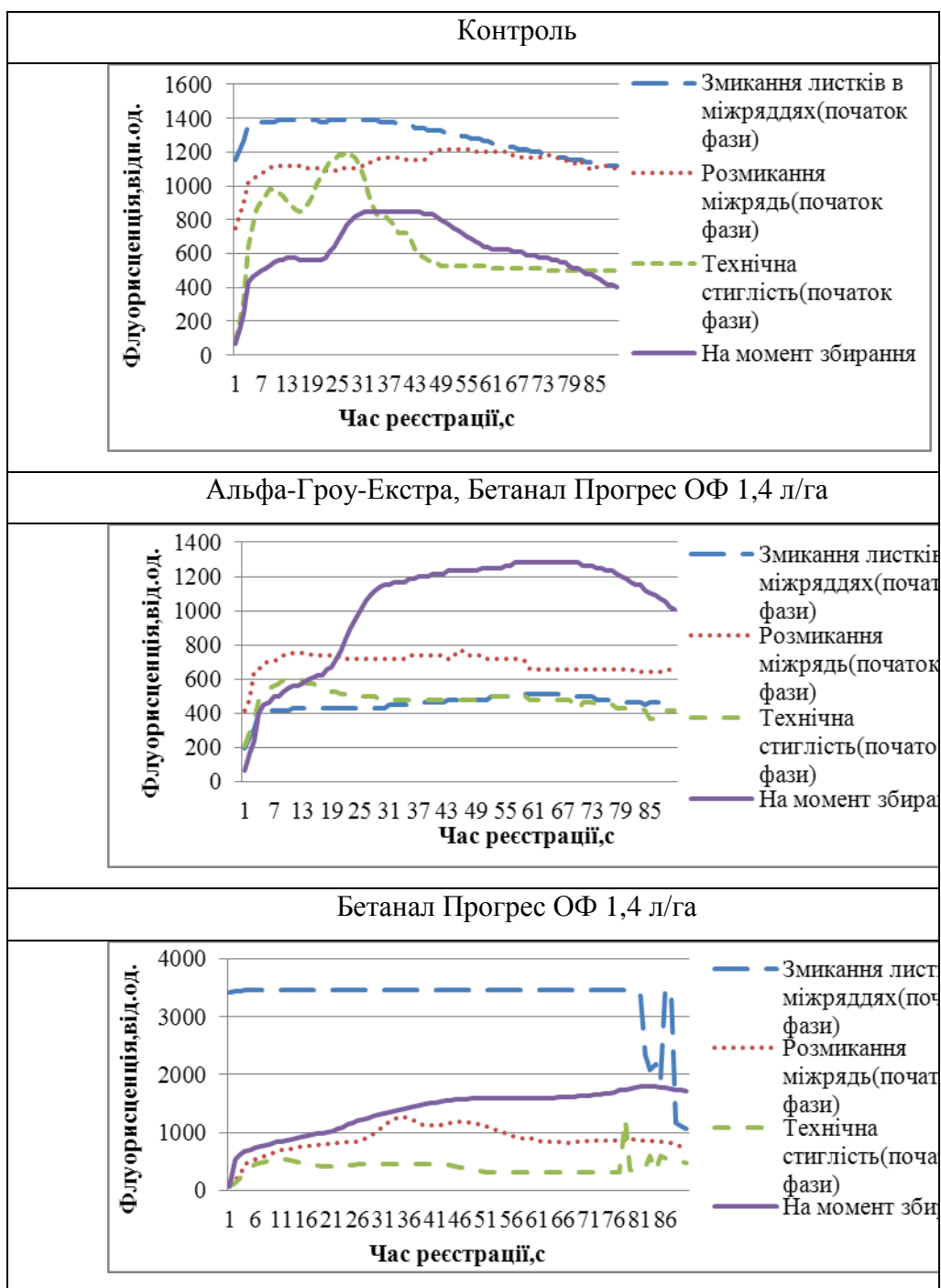
Щодо значень ФП посіву гібриду ‘Булава’, то вище за контроль ( $1,68 \text{ млн.м}^2/\text{доб}$  на га) на  $0,02 \text{ млн м}^2/\text{доб}$  на га у період змикання листків в рядках – змикання листків в міжряддях було значення ФП на варіанті Альфа-

Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га. У період змикання листків в міжряддях – розмикання міжрядь показники ФП на двох варіантах виявились не значно, але більшими за контроль, такі як Мікро-Мінераліс+Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га – 0,61 млн м<sup>2</sup>/доб на га і Альфа-Гроу-Екстра+Бетанал Прогрес ОФ 1л/га з таким самим значенням, тоді як на контрольному варіанті отримали значення – 0,56 млн м<sup>2</sup>/доб на га.

Окрім класичних облікових методів визначення ефективності проходження фотосинтезу, також застосовується експрес-метод визначення стану асиміляційного апарату рослин шляхом вимірювання флуоресценції хлорофілу [14, 15].

За нормального фізіологічного розвитку рослини не більше 3 % енергії електронного збудження хлорофілу переходить в енергію світла флуоресценції у вигляді так званої фонові флуоресценції ( $F_0$ ). Мале значення  $F_0$  свідчить про активне використання клітинами листя енергії поглиненого світла. У разі насичення реакційних центрів фотосистеми поглинена світлова енергія вже не використовується на фотосинтез і флуоресценція хлорофілу зростає, досягаючи максимального значення  $F_m$ . Насичення реакційних центрів може відбуватися за збільшення інтенсивності світлового потоку. Тому на інтенсивність спектральних ліній флуоресценції хлорофілу впливають не лише умови, в яких перебуває рослина, а й інтенсивність та тривалість світлового потоку збудження [16, 17].

Наглядно ілюструють ефективність використання площі листової поверхні криві індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) (рис. 1, 2). В таблиці 4 і 5 показано контрастні варіанти із застосуванням окремо гербіциду і мікродобрив у поєднанні з гербіцидом.



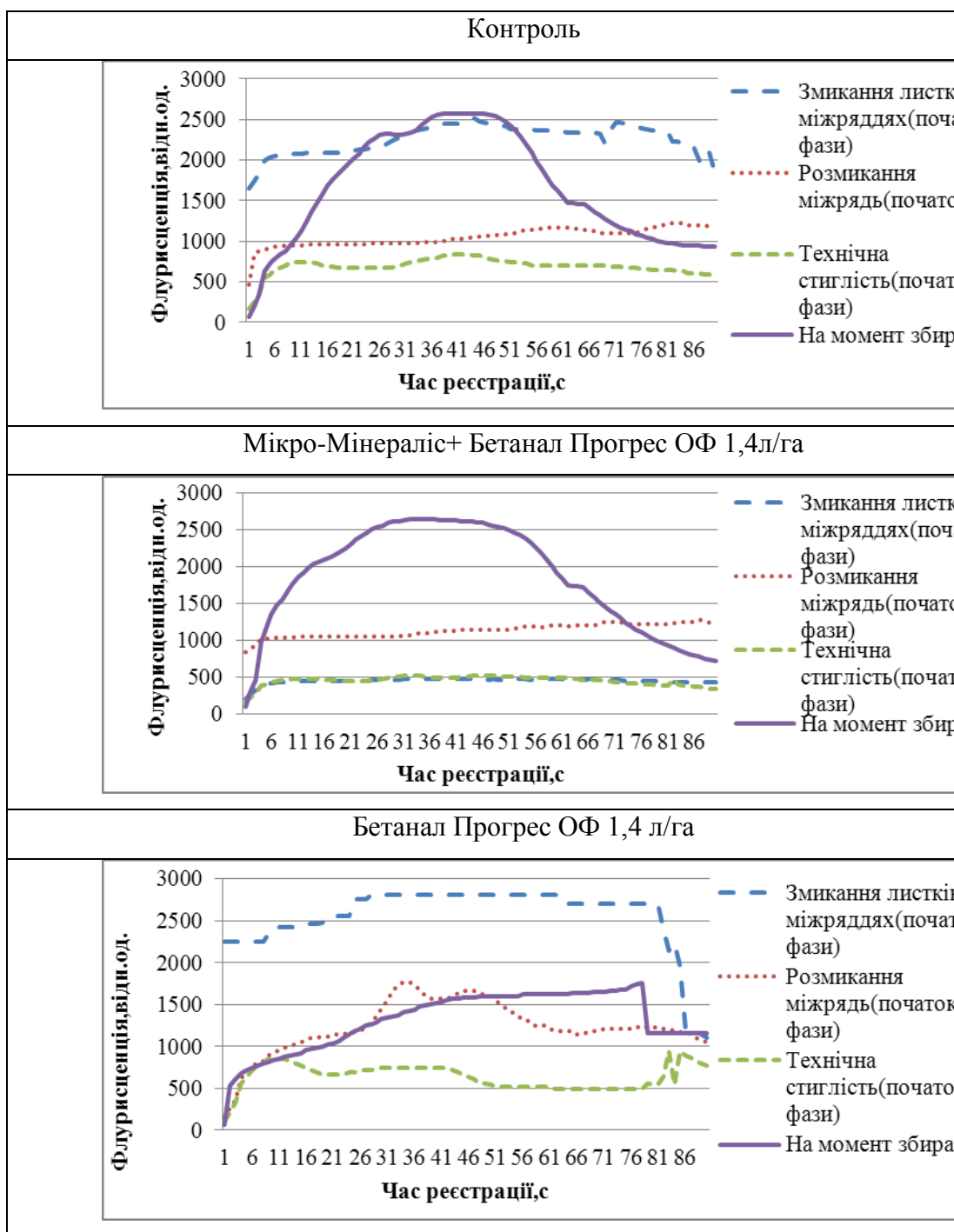
**Рис. 1. Криві ІФХ рослин гібриду 'Імпакт' у різні фази розвитку після внесення гербіцидів і мікродобрих (2014 – 2016 рр.)**

З таблиці 4 видно, що під впливом гербіциду (Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га) одразу після обробки у фазу змикання листків в міжряддях показник  $F_0$  склав 3242 від. од., значно перевищивши значення контрольного варіанту (1810 від. од.). Це свідчить про пасивне використання клітинами листка енергії поглиненого

світла, тобто листковий апарат рослини знаходиться у певному стресі, який впливає на проходження фотосинтезу.

При одночасному внесенні Альфа-Гроу-Екстра і Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га, зафіксовано тенденцію до часткового зменшення стресової дії гербіциду, площа листкової поверхні використовується з найбільшою ефективністю, значення флуоресценції  $F_0$  менші (на рівні 180 від. од. у фазу змикання міжрядь) і тільки на момент збирання спостерігаємо незначне підвищення початкової флуоресценції до 400 від. од., але даний випадок пояснюється скороченням світлового дня та фотосинтетичної активності рослин в кінці вегетації.

Схожу тенденцію розподілу початкової флуоресценції по фазам спостерігаємо і у гібриду 'Булава' (див. табл. 5.). Перші вимірювання після обробки показали, що на варіанті з найбільшою дозою гербіциду (Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га) значення початкової флуоресценції хлорофілу було на рівні 2245 від. од., тоді як на контрольному варіанті – 1600 від. од.. У фазу розмикання листків в рядках мінімальне значення спостерігали на варіанті Мікро-Мінераліс+Бетанал Прогрес ОФ 1 л/га – 114 від. од. Як бачимо застосування мікродобрива активувало роботу фотосинтетичного апарату рослини.



**Рис. 2. Криві ІФХ рослин гібриду 'Булава' у різні фази розвитку після внесення гербіцидів і мікродобрів (2014 – 2016 рр.)**

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати про доцільність використання даного методу для виявлення хімічного стресу листового апарату рослин цукрових буряків [18, 19].

## Висновки

1. Для послаблення дії гербіциду на рослини цукрових буряків доцільно використовувати комплексні мікродобрива в хелатній формі. Так, за найбільшої норми витрати Бетанал Прогрес ОФ – 1,4л/га і одночасного внесення мікродобрива Альфа-Гроу-Екстра, одержали найвищий показник площі листової поверхні гібриду ‘Імпакт’ – 4009 см<sup>2</sup>, що на 17 % перевищило значення контролю (3416 см<sup>2</sup>). Препарат Мікро-Мінераліс не виявився на стільки ж ефективним у подоланні стресу листового апарату рослин гібрида ‘Булава’, порівняно з контролем (4259 см<sup>2</sup>), на варіанті Мікро-Мінераліс+Бетанал Прогрес ОФ 1,2 л/га, площа листової поверхні була найменшою (4092 см<sup>2</sup>).

2. За показниками продуктивного використання площі листової поверхні, такими як чиста продуктивність фотосинтезу і фотосинтетичний потенціал визначили, що фази змикання листків в рядках, змикання листків у міжряддях найбільш ефективні з точки зору проходження фотосинтезу. У період змикання листків у міжряддях – розмикання міжрядь обидва гібрида мають найбільші значення ЧПФ на рівні 9,17 г/м<sup>2</sup>/доб у гібрида ‘Імпакт’ і 6,08 г/м<sup>2</sup>/доб для Булави (середні значення по досліді). ‘Булава’ краще реагує на обробку мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра, поодиноким застосуванням цього препарату дає прибавку 4 % відносно контрольного варіанту (6,35), а гібрид ‘Імпакт’ навпаки має найбільше значення (11,10) на фоні застосування Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1 л/га по відношенню до контролю, що складає 9,88 г/м<sup>2</sup>/доб.

3. Експрес-метод вимірювання флуоресценції хлорофілу листя рослин цукрових буряків дає можливість оцінити стан листового апарату безпосередньо в польових умовах і оперативно приймати технологічні рішення у разі виявлення відхилень протікання фотосинтезу. На прикладі застосування гербіциду було доведено чутливість індукції флуоресценції хлорофілу до хімічного стресу рослин цукрових буряків. На графіках, отриманих із приладу вітчизняного виробництва «Флоратест» видно, що у разі застосування найбільшої дози Бетанал Прогрес ОФ у кількості 1,4 л/га, особливо у фазу змикання листків у міжряддях початкова флуоресценція (F<sub>0</sub>) зависока на рівні 3242 від. од. у гібрида ‘Імпакт’ і в межах

2245 від. од. у Булави, що свідчить про неефективне використання сонячної енергії листям рослин цукрових буряків. Мікродобривом вдалося зняти даний стрес і знизити показник  $F_0$  до рівня близько 180 від. од. для гібрида 'Імпакт' у варіанті із застосуванням Альфа-Гроу-Екстра, Бетанал Прогрес ОФ 1,4 л/га і близько 114 від. од. для гібриду 'Булава' на варіанті Мікро-Мінераліс+ Бетанал Прогрес ОФ1,4л/га.

### Список літератури

1. Косаківська І. В. Стрес рослин: специфічні та неспецифічні реакції адаптаційного синдрому / І. В. Косаківська // Український ботанічний журнал. – 1998. – С.6.
2. Мордерер Є. Ю. Фізіологічні основи комплексного застосування гербіцидів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук: спец. 03.00.12 / Є.Ю. Мордерер; Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України. – К., 2002. – 38 с.
3. Спиридонов Ю. Я. Современные проблемы изучения гербицидов / Ю. Я. Спиридонов, С. Г. Жемчужин // Агрохимия. – 2010. – №7. – С. 73–91.
4. Патака В. П. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В. П. Патака, Н. А. Макаренко, Л. І. Моклячук. – Київ: Основа, – 2005.– 11с.
5. Ширяева Э. И. Влияние гербицидов на микроспорогенез и гаметогенез у сахарной свеклы. / Э. И. Ширяева, Г. И. Ярмолюк, Н. Е. Зайковская, А. В. Корниенко, А. М. Макогон // Цитология и генетика. – 1975, Т 3. – С.245–250.
6. Гизбуллин Н. Г. Продуктивность семенников при использовании гербицидов / Н. Г. Гизбуллин, А. В. Ещенко // Сахарная свекла. – 2001. – № 6. – С. 21–22.
7. Доронін В. А. Вплив гербіцидів на процеси клітинного поділу і якість насіння цукрових буряків / В. А. Доронін, А. О. Ковальчук // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 9. – С. 19 – 21.
8. Грицаєнко З. М. Гербіциди і врожай / З. М. Грицаєнко, О. В. Голодрига // Карантин і захист рослин. – 2004.– № 7. – С. 21.
9. Методики проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк, Н. Г. Гизбуллін, В. М. Сінченко, О. І. Присяжнюк [та ін.]/ під заг. ред. М.В. Роїка та Н.Г. Гизбулліна. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. – 374 с.
- а. Пащенко О. І. Формування асиміляційної листкової поверхні сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та рівня мінерального живлення / Бюлетень інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, – 2009. – №37.
10. Режим доступу: <http://www.institut-erna.com/library/pdf37/10.pdf>
11. Рослинництво. Практикум / За ред. О. І. Інченка. – Вінниця : Нова книга, 2008. – 536 с

12. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко [та ін.] ; за ред. О. І. Зінченка. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
13. Чекалин Е. И. Устойчивость гороха посевного и полевого к экстремальным факторам погоды / Е. И. Чекалин, И. В. Кондыков А. В. Амелин // Сб. научных материалов: Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве. – Орел, – 2011. – С.297 – 303
14. Булычѐв А. А., Алова А. В., Рубин А. Б. Изменения флуоресценции хлоропластов в клетках *Characorallina*, связанные с передачей фотоиндуцированного сигнала с потоком цитоплазмы // Физиология растений. – 2013. –Т. 60. – С. 38–46.
15. Олексійченко Н. О. Індукція флуоресценції хлорофілу листя липи серцелистої у вуличних насадженнях Києва / Н. О. Олексійченко, О. І. Китаєв, А. М. Лесюк // Наук. пр. ЛАН України : зб. наук. праць. Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 7. – С. 95–97.
16. Романов В. А. Портативный флуориметр и особенности его применения / В. А. Романов, И. Б. Галелюка, Е. В. Сахаран // Сенсорная электроника и микросистемные технологии. – 2010. – 1 (7). – № 3. – С. 146 – 152.
17. Совакова М. О. Оцінка функціонального стану листового апарату видів роду *Tilia* L. за допомогою фотоіндукованих змін флуоресценції хлорофілу / М. О. Совакова // Міжнар. наук.–прак. конф. «Ліс, довкілля, технології: наука та інновації» : тези доп. – К., 2012. – С. 237– 238
18. Кирик М. М. Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків / М. М. Кирик, Ю. М. Таранухо, М. П. Таранухо, О. І. Китаєв, В. А. Скряга, Д. М. Артеменко // Вісник аграрної науки : зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 10. – С. 26–28.
19. Магомедова М. Х.-М., Алиева М. Ю. Флуоресцентная реакция растений на различия в минеральном питании / М. Х.-М. Магомедова, М. Ю. Алиева // Известия ДГПУ Естественные и точные науки. – 2010, №3. – С. 60–65

## References

1. Kosakivska, (1998) Plant's stress: specific and nonspecific reactions of adaptation syndrome. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanic journal] ,6. [in Ukrainian]
2. Morderer Ye. Yu. (2002) *Fiziologichni osnovy kompleksnoho zastosuvannia herbicydiv* [Physiological basis of complex using of herbicides] (Extended Abstract of Dr. Biol. Sci. Diss.), Institute of Plant Physiology and Genetics, NAAS, Kiev, Ukraine. [in Ukrainian]
3. Spyrydonov Yu. Ya. (2010) Modern problems of studying herbicides, *Ahrokhymia* [Agrochemistry], 7, 73–91. [in Ukrainian]
4. Pataka V. P. (2005) *Ahroekologichna otsinka mineralnykh dobryv ta pestytsydiv* [Agroecological estimation of mineral fertilizers and pesticides] Kyiv: Osnova. [in Ukrainian]

5. Shiryayeva E. I. (1975) Effect of herbicides on microsporogenesis and gametogenesis of sugar beet *Tsitologiya i genetika* [Cytology and Genetics], 3, 245–250. [in Ukrainian]
6. Gizbullin N. G. (2001) Productivity of testes with using herbicides. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 6, 21–22. [in Russian]
7. Doronin V. A., Kovalchuk A. O. (2011) Influence of herbicides on the processes of cell division and the quality of sugar beet seeds. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Journal of Agricultural Science], 9, 19–21. [in Ukrainian]
8. Hrytsaienko Z. M., Holodryha O. V. (2004) Herbicides and yield. *Karantyn i zakhyst roslyn* [Quarantine and Plant Protection], 7, 21. [in Ukrainian]
9. Roik M. V., Hizbullin N. H., Sinchenko V. M., Prysiashniuk O. I. (2014). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi* [Methods of research in sugar beet cultivation]. Roik M. V & Hizbullina N. H. (Eds). Kiev:FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
10. Pashchenko O. I. (2009) Formation of assimilation leaf surface of soybeans depending on basic methods of cultivation and mineral nutrition *Biuletyn instytutu zernovoho hospodarstva UAAN* [Bulletin of the Institute of grain farming of UAAS], 37. Recived from (<http://www.institut-erna.com/library/pdf37/10.pdf>) [in Ukrainian]
11. Inchenko O. I. (Ed) (2008) *Roslynyntstvo. Praktykum* [Plant science] Vinnytsia : Nova knyha. [in Ukrainian]
12. Zinchenko O. I., Salatenko V. N., Bilonozhko M. A. (2001) *Roslynyntstvo: Pidruchnyk* [Plant science. Book] O. I. Zinchenko (Ed.), Kiev: Ahrarna osvita. [in Ukrainian]
13. Chekalin E. I, Kondykov I. V., Amelin A. V. (2011) Stability of pea to extreme weather factors. *Sb. nauchnykh materialov: Novye sorta sel'skokhozyaystvennykh kul'tur – sostavnaya chast' innovatsionnykh tekhnologiy v rasteniievodstve* [Collection of scientific materials: New varieties of agricultural crops - an integral part of innovative technologies in plant growing], Orel, 297 – 303. [in Russian]
14. Bulychev A. A., Alova A. V., Rubin A. B. (2013) Changes in the fluorescence of chloroplasts in Characorallina cells associated with the transfer of a photoinduced signal to the cytoplasmic stream. *Fiziologiya rasteniy* [Physiology of plant], 60, 38–46. [in Russian]
15. Oleksiichenko N. O. Kytaiev O. I., Lesiuk A. M. (2009) The induction of chlorophyll fluorescence linden cordata leaves at street stands of Kyiv *Nauk. pr. LAN Ukrainy : zb. nauk. prats. Lviv : RVV NLTU Ukrainy* [Scientific papers LAN Ukraine: Coll. Science. works. Lviv, Ukraine RIO NLTU], 7, 95–97. [in Ukrainian]
16. Romanov V. A., Haleliuka Y. B., Sakharan E. V. (2010) Portable fluorimeter and its application features. *Sensornaya elektronika i mikrosistemnye tekhnologii* [Sensory electronics and microsystem technologies],1 (7), 3, 146 – 152. [in Russian]
17. Sovakova M. O. (2012) Evaluation of functional state leaf apparatus of species of the genus *Tilia* L. via by photoinduced changes in chlorophyll fluorescence *Otsinka funktsionalnoho stanu lystkovoho aparatu vydiv rodu Tilia* L. za dopomohoiu fotoindukovanykh zmin fluorestsentsii khlorofilu *Mizhnar. nauk.–prak. konf. «Lis, dovkillia, tekhnolohii: nauka ta innovatsii»* Intern. scien. and practical. conf. "The

forest, environment, technology, science and innovation": Theses., March 29. 2012, Kiev. [in Ukrainian]

18. Kyryk M. M., Taranukho Yu. M., Taranukho M. P., Kytaiev O. I, Skriaha V. A, Artemenko D. M. (2011) Diagnosis of viral infection of black currants and raspberries by induction of leaves chlorophyll fluorescence method. *Visnyk ahrarnoi nauky : zb. nauk. prats.* [Journal of Agricultural Science: Coll. Science. works.],10, 26–28. [in Ukrainian]

19. Magomedova M. Kh.-M., Alieva M. Yu. (2010) Fluorescent reaction of plants to differences in mineral nutrition. *Izvestiya DGPU Estestvennye i tochnye nauki* [News of the DSPU Natural and exact sciences],3, 60-65 [in Russian]

## **ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

**И. И. Коровко**

*Аннотация.* В статье приведены результаты исследований влияния отдельных элементов технологии выращивания сахарной свеклы на фотосинтетическую активность растений, а именно применение гербицида и микроудобрений. Из литературных источников и по собственным исследованиям установлено, что гербициды оказывают небольшое стрессовое воздействие на растения сахарной свеклы, особенно на фотосинтетическую деятельность. Эффективным средством борьбы с таким стрессом оказалось применение микроудобрений в качестве внекорневой подкормки, что подтверждается результатами учета площади листовой поверхности, определения чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), фотосинтетического потенциала (ФП) и флуоресценции хлорофилла листьев.

Так, в фазу смыкания междурядий у гибрида 'Импакт' высокий показатель площади листовой поверхности получили на фоне использования Альфа-Гроу-Экстра + Бетанал Прогресс ОФ 1,4 л/га – 4009 см<sup>2</sup>, что на 17 % превышает значение варианта без всякой обработки (3416 см<sup>2</sup>), а низкий (3310 см<sup>2</sup>) в варианте с применением Бетанал Прогресс ОФ в количестве 1,4 л/га. ЧПФ была самой высокой по опыту у гибрида "Булава" на фоне применения микроудобрения Альфа-Гроу-Экстра и составила 6,59 г/м<sup>2</sup>/сут, превысив контроль на 4 %.

Также была доказана чувствительность индукции флуоресценции хлорофилла к химическому стрессу растений сахарной свеклы, нанесенному гербицидом. При применении дозы Бетанал Прогресс ОФ в количестве 1,4 л/га, особенно в фазу смыкания листьев в междурядьях наблюдали начальную флуоресценцию ( $F_0$ ) на уровне 3242 отн.ед. у гибрида Импакт и в пределах 2245 отн.ед. у 'Булавы', что свидетельствует о неэффективном использовании солнечной энергии листьями растений сахарной свеклы. Микроудобрениями удалось снять данный стресс и снизить показатель  $F_0$  до уровня около 180 отн.ед. для гибрида 'Импакт на варианте с применением Альфа-Гроу-

Экстра+ Бетанал Прогресс ОФ 1,4 л/га и около 114 отн.ед. для гибрида 'Булава' в варианте Микро-Минералис + Бетанал Прогресс ОФ 1,4 л/га.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, химический стресс, гербицид, комплексные микроудобрения, фотосинтетическая активность

## EFFECT OF SPECIFIC ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SUGAR BEET

I. Korovko

**Abstract.** *In the article the results of researches of influence of specific elements of technology of cultivation of a sugar beet on photosynthetic activity of plants, namely application of a herbicide and microfertilizers are resulted. From literature sources and from own research, it has been established that herbicides have negative effect on sugar beet plants, especially on photosynthetic activity. An effective method of combating such stress was applying of microfertilizers as foliar nutrient, which is confirmed by the results of taking into account the area of the leaf surface, the determination of the clean productivity of photosynthesis (CPP), the photosynthetic potential (FP) and the fluorescence of leaf chlorophyll.*

*Thus, during the interlocking phase in the hybrid 'Impact', a high leaf surface area was obtained against the background of the use of Alfa-Grou-Extra + Betanal Progress OF 1,4 l per ha flow was 4009 cm<sup>2</sup>, which is 17% higher than the value of the variant without any treatment (3416 cm<sup>2</sup>), and a low (3310 cm<sup>2</sup>) was in the version with the using of Betanal Progress of OF in the amount of 1,4 l per ha. Hybrid 'Bulava' has the highest CPP in the experiment against the use of microfertilizer Alfa-Grou-Extra and was 6,59g per m<sup>2</sup> per day, exceeding the control by 4 %.*

*The sensitivity of the induction of chlorophyll fluorescence to the chemical stress of sugar beet plants applied by a herbicide was also proved. When using the Betanal Progress OF in an amount of 1,4 l per ha, especially in the phase of interlocking the leaves in the rows, the initial fluorescence (F<sub>0</sub>) was observed at 3242 units. for the hybrid 'Impact' and within 2245 units for 'Bulava', which indicates the inefficient use of solar energy by the leaves of sugar beet plants. Microfertilizers managed to remove this stress and reduce the F<sub>0</sub> to a level of about 180 units. for the 'Impact' in the variant with Alfa-Grou-Extra + Betanal Progress OF in amount of 1,4 l per ha and about 114 units. for the hybrid "Bulava" in the version of Micro-Mineralis + Betanal Progress OF in amount of 1,4 l per ha.*

**Key words:** *sugar beet, chemical stress, herbicide, complex microfertilizers, photosynthetic activity*

**OXIDATIVE STRESS AND SEED GERMINATION OF WINTER WHEAT**  
**(*TRITICUM AESTIWUM L.*)**

**V. KALYTKA**, doctor of Science, Professor

**Yu. KLIPAKOVA**, assistant

*Tavria State Agrotechnological University*

*E-mail: klipakova86@mail.ru*

**Abstract.** *The intensity of lipid peroxidation of caryopsis, roots and sprouts of winter wheat and its effect on seed germination and seedling growth were studied. Two years of seed storage decrease its vitality, adversely affecting germination qualities. Sterilization of seeds causes an additional chemical stress, which can be regulated by plant growth regulators (PGR) with antioxidant properties. Anti-stress PGRs are able to reduce the negative impact of prolonged oxidative stress caused by protectants and chemicals during sterilization, especially during heterotrophic type of nutrition. Adaptation of primary roots and sprouts to the conditions of caryopsis germination proceeds differently. In roots it ends with transition to autotrophic nutrition, and sprouts - goes to the stage of formation of the first unfolded leaf regardless of the effect of investigated stress factors. In general, the intensity of oxidative stress in sprouts is double as that in the roots. A strong inverse correlation dependence ( $r = - 0.908 \div - 0.997$ ) was determined between malondialdehyde (MDA) and dry matter content in the roots, which should be considered when choosing a combination of protectants and PGR.*

**Key words:** *lipid peroxidation, caryopsis, roots, winter wheat sprouts, phytopathogens, protectants, growth regulators.*

**Introduction.** Intensive winter wheat varieties have high productivity potential, realization of which requires constant monitoring of the formation of the major structural elements of the crop. Sowing seed qualities and the impact of pathogens and chemicals that are used in the preparation of seeds for sowing are important for the formation of density of plants in the phase of germination. The most common in this sense are different protectants that provide protection of sprouts against diseases and pests in autumn growing season. The developers of these preparations certify a wide range of physiological activity and lack of phytotoxicity on germinating seeds.

**Analysis of recent researches and publications.** Seeds of most crops during storage are in cryptobiotic state where there is no vitality, but viability remains through enzyme conservation, membrane integrity, and coherence of potential exchange [4]. A necessary condition for seed germination is the water saturation of the tissues with active oxygen. Respiration rate increases immediately after seed imbibition. The presence of pathogens (biotic stress factors) or chemicals (chemical stress factor) stimulates the formation of reactive oxygen species (ROS), which on one side start the process of germination [10], and the other - inhibit it by enzyme deactivation, violation of membrane integrity and metabolism consistency as a result of lipid peroxidation processes. Intensification of the process of lipid peroxidation is prevented by some plant growth regulators (PGR) with antioxidant properties [12]. These PGRs control homeostasis of reactive oxygen species and secondary products of lipid peroxidation, provide support for prooxidant-antioxidant balance in seed biomembranes, which has a positive effect on the germination and growth of sprouts under the influence of biotic, abiotic and chemical stress factors.

Stress tends to temporarily delay seed germination [5]. Germination is inhibited by stress factors such as toxic substances (oil waste), herbicides, fatty acids, low molecular weight spirits, fungus disease pathogens (*Fusarium*). Heavy metals (copper) catalyze the formation of free hydroxide and peroxide radicals, accompanied by a significant increase in the content of malondialdehyde (MDA) in the roots of winter wheat sprouts in acidic environment (pH 4.7), compared to seedlings cultured at pH 6.2 [15].

A significant reduction in photosynthetic activity is noted in young (1st and 2nd) leaves of wheat under the influence of chemical (0.2-0.3 M NaCl) and abiotic (drought) stress factors [6].

The use of pesticides for seed treatment inhibits seed germination and growth of embryonic roots of wheat under the conditions of laboratory and field experiments [16, 18].

Other research indicates an increase in laboratory and field germination by 0.9 -3.6% [3, 20].

Our previous studies have established stimulating effect of protectants on growth of the primary roots and negative effect on growth of the stem, germination energy, and laboratory germination of one year seeds [9]. The impact share of protectants on laboratory germination reached 82%. Multidirectional impact of protectants on seed germination, root and sprout growth is probably associated with the effect of pesticide stress factor which confirmed a strong inverse correlation ( $r = -0.869 \div -0.992$ ) between dry matter content and MDA in the roots and strong direct correlation ( $r = 0.881 - 0.989$ ) between these parameters in sprouts [8].

The following additional stress factors such as soil pathogens and pests (exogenous biotic stress factors), unfavorable hydrothermal conditions (abiotic stress factor) affect germinating seeds and sprouts in the field. All these factors cause further intensification of lipid peroxidation processes and the uncontrolled development of oxidative stress.

The use of amistar trio fungicide for the treatment of vegetating plants reduced the rate of dry matter accumulation in the leaves in the first two weeks after treatment by reducing the intensity of photosynthesis and chlorophyll content [7].

Unlike gradual stress eruptions that delay germination, "shock" influences cause the opposite effect [1, 5].

The contribution of each of the examined stress factors in the development of oxidative stress is different, but research in this aspect is almost absent. The **purpose** of our research was to determine the effect of certain stress factors and their combined effect on the development of oxidative stress in germinating seeds, roots and sprouts and to justify the directions of sprout adaptation to adverse environmental conditions.

**Materials and methods.** Research was carried out in the "Laboratory of monitoring of soil and crop product quality" of the Research Institute of agricultural technologies and ecology of Tavria State Agrotechnological University in 2014-2015. Seeds of Antonovka winter wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivar (R<sub>1</sub>) were used for the research. Originator - "Selection and Genetics Institute - National Center of Seed and Cultivar Studies" (Ukraine). Variety is in the register cultivars of Ukraine since

2008, erythrosperum type. Plant height is 92-96 cm, has high productive bushiness, high winter hardiness and drought resistance, disease resistance. Weight of 1000 grains is 36.2-44.4 g, protein content - 12.5-13.8%, wet gluten - 28.4-33.6%. Recommended for cultivation in Steppe and Lisosteppe zones of the country.

Seeds taken for the experiment, were stored in insurance funds for two years and were infected by fungi. Part of the seeds was sequentially sterilized by 1% solution of potassium permanganate (3 min.), 96% solution of ethanol (2 min.), 0.1% solution of silver nitrate (1 min.) [11]. After each stage of sterilization seeds were washed with sterile distilled water.

Unsterilized and sterilized seeds were treated with the solution of Raksil Ultra protectant (0.25 l/t) [17] and plant growth regulator AKM (0.33 l/t) [19] before germination at the rate of 10 liters of working solution per 1 ton of seeds.

Four treatment variants were evaluated in an experiment with unsterilized seeds: V1 - water treatment (Control 1), V2 - AKM growth regulator treatment, V3 - Raksil Ultra protectant treatment, V4 - treatment with a mixture of AKM and Raksil Ultra. Treatment variants V5 (Control 2), V6, V7, V8 were used for sterilized seeds in the same sequence.

Seeds were germinated in Petri dishes (100 seeds each) on moist filter paper in the thermostat at  $20 \pm 2$  °C to BBCH 07 stage without light, then - with light. The experiment was carried out in four biological replications, three analytical in each.

Samples for analysis were taken at the same time of day for BBCH stages 00, 03, 05, 07, 09, 10, 11. The intensity of lipid peroxidation (LP) was evaluated by the content of malondialdehyde in weevil, roots and seedlings, which was determined by the spectrophotometric method (UNICO 2800 UV/VIS) by reaction with 2-thiobarbituric acid [13] and counted to dry matter (DM). The mass of dry matter was determined by gravimetric method, germination energy and laboratory germination – by conventional techniques [2].

In the work the original Raksil Ultra 120 FS preparation by "Bayer CropScience" company (Germany), ionol (China), dimethyl sulfoxide, PEG 400, PEG 1500 (Ukraine), *Pro Analyti* and *Purissimum* analytical reagents were used. The

results were evaluated by variational statistics method using MS Office 2010 and Agrostat New software. The differences between the variants were evaluated using LSD test with minimum significance level  $R \leq 0.05$ .

**Results and discussion.** Dry winter wheat seeds that were in cryptobiosis state for two years had a very low intensity of oxidative metabolism, and MDA content did not exceed 5.2 nmol / g DM (Table 1). It should be noted that the content in one-year dry seeds was three times higher (15.5 nmol / g DM) [8]. This indicates a reduction in seed viability during storage, which adversely affected its germination. Thus, germination energy declined by 3.0 pp, and laboratory germination by 5.0 pp (Table 2) relative to similar indices for one-year seeds.

### 1. MDA content in winter wheat weevil during germination and sprout growth, nmol/g DM

Variant	Stage of development, BBCH code						
	00	03	05	07	09	10	11
	<b>Unsterilized seeds</b>						
1(C1)	5.16	6.89	7.31	11.03	11.36	9.50	3.85
2	2.76	6.64	5.81	7.91	11.09	8.46	4.61
3	4.15	3.46	9.76	6.20	5.35	4.49	2.91
4	3.53	4.62	11.27	8.25	7.29	5.89	4.80
	<b>Sterilized seeds</b>						
5(C2)	5.82	7.43	10.07	11.73	13.60	10.56	3.78
6	6.54	4.51	6.86	7.31	5.26	4.11	4.77
7	7.81	10.94	12.37	8.10	10.76	7.24	4.05
8	6.65	8.05	13.52	5.42	9.41	6.28	4.84
LSD <sub>05</sub> A (sterilization)	0.13	0.15	0.14	0.15	0.20	0.18	0.24
B (protectant)	0.05	0.16	0.13	0.12	0.16	0.06	0.07
C (PGR)	0.13	0.09	0.09	0.16	0.16	0.15	0.10

When treating two-year seeds by protectant and PGR there was a tendency to reduce germination energy by 2.7-3.0 pp. Germination decreased by 2 pp under AKM action and increased by 6.0 and 3.7 pp - under Raksil Ultra and its mixture with AKM action. Thus, the trend in change of laboratory germination for two-year and one-year seeds is kept, especially under the influence of protectant [9].

Number of seeds affected by fungal diseases (Table 2) gives reason to believe that unsterilized seeds of control variant (V1) and treated with AKM (V2) are predominantly exposed to biotic stress factors. Other variants of unsterilized and all variants of sterilized seeds are exposed to chemical stressors.

## 2. Sowing qualities of winter wheat seeds

Variant	Germination energy,%	Laboratory germination, %	Number of affected seeds, pcs.
<b>Unsterilized seeds</b>			
1 (C1)	91.7	83.0	27
2	89.0	81.0	24
3	89.0	89.0	3
4	88.7	86.7	2
<b>Sterilized seeds</b>			
5 (C2)	64.3	75.3	---
6	60.7	85.0	---
7	54.0	66.3	---
8	53.7	68.0	---
LSD <sub>05</sub>			
A (sterilization)	4.4	5.7	
B (protectant)	2.8	5.2	
C (PGR)	2.9	2.8	

The intensity of lipid peroxidation in sterilized untreated weevil (V5) was significantly higher compared with unsterilized (B1) (Table 1) due to the prevalence of stress influence of chemical sterilization. This tendency is traced to the stage of the second leaf (BBCH 11) when MDA content is leveled, probably due to weevil adaptation to the conditions of germination. It should be noted that adaptation of unsterilized weevils to the conditions germination occurs faster than for sterilized, but in both cases it happens during the period of autotrophic nutrition. High levels of MDA in weevil delay germination, especially for sterilized weevils and reduce laboratory germination (Table 2).

Under AKM action MDA content in dry sterilized weevil (V6) exceeded the figure of unsterilized weevil (V2) by 2.4 times. At the stage of full weevil imbibition

(BBCH 03) AKM begins to show strong antioxidant effect, the intensity of lipid peroxidation in sterilized weevil decreases, and until the end of the experiment is at a lower level than in unsterilized. In addition, AKM promotes more rapid adaptation of sterilized caryopsides to germination conditions and reduces MDA variability during development stages. In general, AKM antioxidant effect appears more effectively in sterilized weevils compared to unsterilized, which significantly affects the laboratory germination sterilized, treated by AKM, caryopsides (V6), increasing it by 9.7 percentage points compared to untreated (V5) (Table 2). Thus, AKM more effectively inhibits impact of chemical stress factor during caryopsis sterilization than of biotic in unsterilized weevil. This should be considered when growing crops on soils contaminated by chemicals.

Unsterilized seed treatment eliminates biotic stress factor, but causes the development of pesticide stress. "Shock" action of protectant causes the lipid peroxidation process intensification at the stage of embryonic root emergence (BBCH 05) (Table 1), then MDA level reduces to the original. Due to faster adaptation of unsterilized weevils to the conditions of germination, laboratory germination increases by 6 percentage points compared to nontreated (Table 2). Under protectant's actions on sterilized seeds, pesticide stress is added to chemical stress during sterilization, causing peroxidation processes intensification in weevil during the stage of embryonic root imbibition and in transition to autotrophic nutrition. Uncontrolled oxidative stress causes inhibition of germination of sterilized treated weevils and seedling growth. Germination energy and laboratory germination decrease respectively by 35.0 and 22.7 percentage points compared to unsterilized treated seeds and by 10.3 and 9.0 percentage points compared to nontreated sterilized seeds (Table 2).

Seed sterilization (20.2%) (chemical stress) and interaction of chemical (sterilization) and pesticide (protectants) stresses (19.9%) with significant (17.2%) impact of PPP had the greatest influence on the content of MDA in germinating weevils.

Significant influence of investigated factors in loss of dry matter by during sprout heterotrophic seedling supply type was not detected (Table 3). The growth of influence was observed only during autotrophic type of nutrition, but the proportion of influence was essential only for AKM (55.3%) and interaction of pesticide and biotic factors (23.3%).

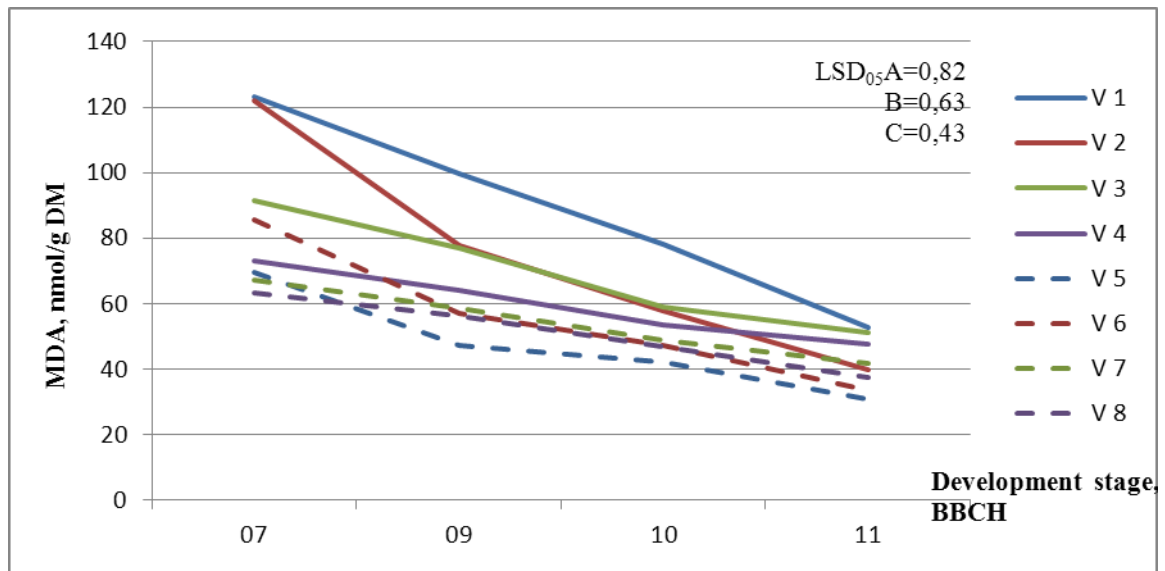
The intensity of lipid peroxidation in embryonic roots in imbibition stage (BBCH 05) varied not only in size but also in the dynamics of MDA content at the emergence of etiolated coleoptile. At the stage 05 BBCH the highest content of MDA established under the action of pesticide stress factor in unsterilized seeds (V3 and V4).

During the emergence of etiolated coleoptile (BBCH 07) under the effect of biotic stress factor lipid peroxidation intensity in sprout roots was the largest and exceeded the figure for other variants of the trial. Thus, MDA content in the roots of unsterilized seeds (V1 and V2) exceeded the figure for sterilized seeds (V5 and V6) by 60%, indicating a decrease in the intensity of oxidative metabolism at sterilization.

### 3. Dry matter weight of one winter wheat weevil during germination and sprout growth, mg

Variant	Development stage, BBCH code						
	00	03	05	07	09	10	11
<b>Unsterilized seeds</b>							
1(C1)	38.07	38.33	37.37	32.42	25.13	20.64	9.05
2	37.5	38.27	37.55	32.94	28.63	15.66	12.07
3	38.13	38.33	36.25	31.62	26.5	20.20	12.60
4	38.2	38.22	36.15	33.20	25.46	20.70	14.09
<b>Sterilized seeds</b>							
5(C2)	38.04	38.27	37.17	33.01	26.08	19.20	10.29
6	38.08	38.23	37.30	33.40	29.32	20.64	12.19
7	38.08	38.37	36.11	33.40	25.67	17.65	12.69
8	38.12	38.16	36.16	33.08	28.42	18.45	11.41
LSD <sub>05</sub>							
A (sterilization)	0.45	0.67	0.55	0.80	0.46	0.99	0.81
B (protectant)	0.53	0.34	0.40	0.20	0.50	0.36	0.37
C (PGR)	0.30	0.38	0.26	0.23	0.38	0.30	0.34

This trend continues under the action of pesticide stress factor (V3 and V7) but the difference is 40%. Dynamics of MDA content in roots of sprouts during heterotrophic type of nutrition gives reason to assert that biotic stress inhibits the germination of seeds, while pesticide – stimulates it.



**Fig.1. Dynamics of MDA content in the roots of winter wheat sprouts**

Transition to autotrophic nutrition type (BBCH 09) is accompanied by a significant reduction of MDA in sprout roots of all variants of the experiment (by 19-36%) except for variants of seed treatment with protectant and its mixture with AKM (by 11-16%). Characteristically, the impact of PGR on the intensity of lipid peroxidation in primary roots weakens, especially for sterilized seeds. Reduction of MDA content during the studied period of sprout autotrophic nutrition suggests adaptation of the roots to existing stress factors. Lipid peroxidation intensity at the stage of the first expanded leaf emergence can be considered a normal reaction of the roots to oxidative stress in initial growth stages of the sprout. The effect of investigated factors on root growth was the highest for biotic stress factor, its share reached 65.2%. Pesticide stress factor had considerably less impact (9.3%) and plant growth regulator was immaterial (3.3%).

The intensity of dry matter synthesis in the roots of sprouts during heterotrophic nutrition is low and its lowest amount is recorded under the actions of pure AKM and

its mixture with protectant in case of seed sterilization (Table 4). Transition to autotrophic nutrition type (BBCH 09) is accompanied by an increase in dry matter synthesis in the roots by 2.6 - 3.5 times, compared to the stage of etiolated sprout.

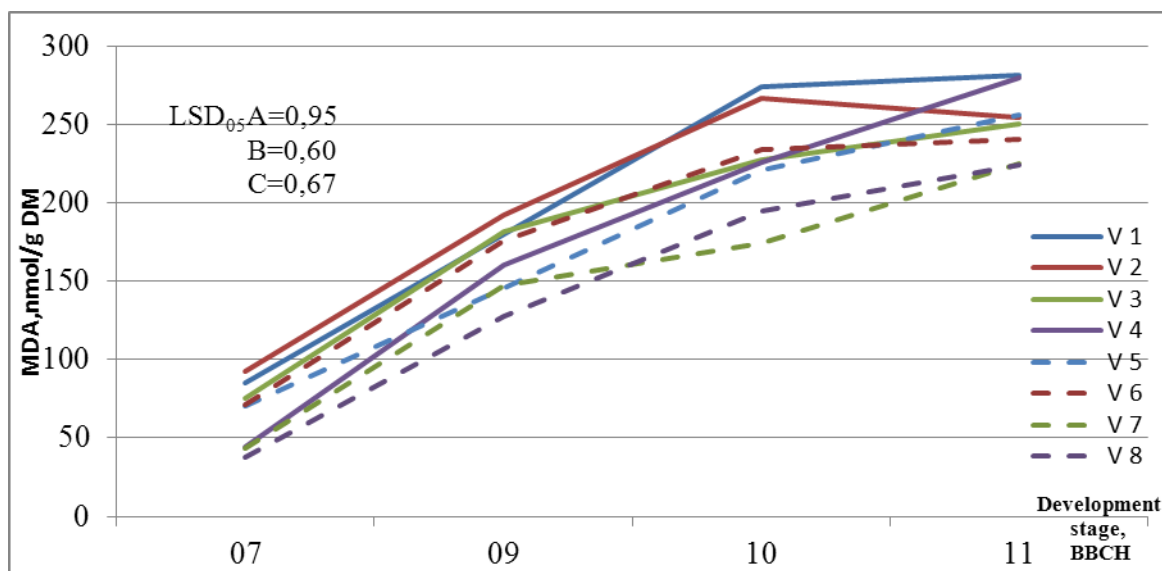
#### 4. Dry matter mass of roots of one winter wheat sprout, mg

Variant	Development stage, BBCH code			
	07	09	10	11
<b>Unsterilized seeds</b>				
1(C1)	<b>1.81</b>	<b>3.26</b>	<b>6.86</b>	<b>9.71</b>
2	1.23	3.47	6.92	9.28
3	1.67	4.78	5.49	9.50
4	1.91	4.88	7.46	9.65
<b>Sterilized seeds</b>				
5(C2)	<b>1.47</b>	<b>4.25</b>	<b>9.70</b>	<b>10.00</b>
6	1.25	3.39	6.45	10.04
7	1.54	3.13	8.45	9.68
8	1.27	4.42	8.60	11.47
LSD <sub>05</sub>	0.08	0.19	0.18	0.25
A (sterilization)				
B (protectant)	0.11	0.10	0.08	0.20
C (PGR)	0.08	0.06	0.14	0.20

Dynamics of dry matter in the roots during autotrophic nutrition is almost the same, regardless of the actions of investigated stress factors and at the stage of the first expanded leaf (BBCH 11) no significant difference between the variants of the experiment was found. The exception applies to the variant of treating sterilized seed by a mixture of AKM and Raksil Ultra where dry matter mass of the roots was higher relative to other variants in average by 22%. This is confirmed by share of impact of interaction of these factors, which is 51.5%, while the impact of other factors does not exceed 24.8%. So, for the non-infected seeds, the use of protectants and PGR stimulates the growth of the root system, which is extremely important for wintering of winter crops and forming resistance to adverse hydrothermal conditions during spring-summer growing season. However, when choosing a combination of protectant and PGR, it is necessary to pay attention to phytotoxicity of protectant and antioxidant properties of PGR that control the intensity of lipid peroxidation in

germinating seeds, since a strong inverse correlation ( $r = - 0.908 \div - 0.997$ ) is established between the level of MDA and DM of the roots.

Intensity of lipid peroxidation in etiolated winter wheat sprouts (BBCH 07) is quite high, with the exception of variants 4, 7, 8, where Raksil Ultra was used for pre-treatment of sterilized and non-sterilized seeds (Fig. 2).



**Fig.2. Dynamics of MDA content in winter wheat sprouts**

With the transition to autotrophic nutrition at the stage BBCH 09, MDA content in sprouts rose by 2.1 - 3.6 times compared to the previous stage of development. The greatest intensification of peroxide processes (by 3.4 - 3.6 times) was caused by pesticide stress factor (V4, V7 and V8). It should be noted that at this stage of development attenuation of peroxide processes (Figure 1) was observed in the roots of sprouts as a result of adaptation of roots to external conditions. Thus, photosynthesis induces the formation of additional quantities of reactive oxygen species and oxidative stress rapid development, especially for the actions of pesticide stress factor. Further, lipid peroxidation intensity in sprouts grew and MDA content at the stage of first expanded leaf exceeded this figure for etiolated coleoptile by 3.3 - 6.3 times. In addition, adaptation of sprout to external conditions was observed only for the actions of AKM for unsterilized seeds (V2). Therefore, in order to clarify the mechanisms of sprout adaptation to external conditions of the autumn growing season it is necessary to continue the research until the stage of early tillering (BBCH 20).

Sterilization (55.2%) and seed treatment (42.4%) had the largest share of influence on the MDA level in the sprouts. Effect of other factors was unreliable.

Increase in sprout dry matter mass during heterotrophic nutrition was negligible and no significant difference between the variants was determined (Table 5).

### 5. Dry matter mass of one winter wheat sprout, mg

Variant	Development stage, BBCH code			
	07	09	10	11
<b>Unsterilized seeds</b>				
1(C1)	0.85	4.62	7.95	12.90
2	0.75	3.92	7.83	10.55
3	0.89	4.42	7.55	11.29
4	0.93	3.87	7.35	9.87
<b>Sterilized seeds</b>				
5(C2)	1.02	4.51	8.32	12.80
6	0.73	3.49	7.94	11.75
7	0.89	3.81	7.47	10.83
8	0.98	4.33	7.83	12.23
LSD <sub>05</sub> A (sterilization)	0.01	0.23	0.37	0.34
B (protectant)	0.02	0.10	0.32	0.50
C (PGR)	0.02	0.06	0.24	0.19

With the transition to autotrophic nutrition type (BBCH 09) DM mass of the sprout increased by 4.2 - 5.4 times, compared to the previous stage of development (Table 5). The lowest sprout DM mass increase was observed for the action of pesticide stress factor for sterilized (V 8) and unsterilized (V 3) seeds. Similar trends in the dynamics of sprout DM mass are tracked to the stage of formation of the first expanded leaf (BBCH 11). Overall for the whole studied period of autotrophic nutrition, a decline in the mass of sprouts under the influence of pesticide stress factor was observed. A similar result was documented by Spanish scientists, but for tomato and watermelon sprouts under thermal stress [14]. Therefore, protectant (18.0%), PGR - (20.8%) and the interaction of these factors (24.4%) had a significant impact on DM mass of sprouts. A strong direct correlation ( $r = 0.906 - 0.980$ ) was

established between the DM and MDA content in sprouts, which requires more detailed study of the impact of PGR on the development of oxidative stress and intensity of photosynthesis in sprouts of young plants of winter wheat.

### **Discussion**

1. Intensity of oxidative metabolism and vitality of winter wheat seeds decrease during storage, which negatively affects their sowing qualities.

2. Unsterilized two-year old seeds react on application of treater and PGR by reducing germination energy and increasing laboratory germination.

3. Intensity of lipid peroxidation in sterilized weevils significantly increases compared to unsterilized, delaying germination; the difference in content MDA is leveled only during autotrophic seedling nutrition.

4. Treatment of sterilized weevils by AKM causes short term "shock" oxidative stress that causes rapid adaptation to germination conditions and increases laboratory germination by 9.7 percentage points compared to untreated weevils.

5. Unsterilized caryopsides treatment removes biotic stress factor and functions similarly to PGR in case of weevil sterilization. uncontrolled oxidant stress develops when treating sterilized weevils and causes the largest decrease in germination energy (35.0 percentage points) and laboratory germination (22.7 percentage points).

6. The maximum intensity of lipid peroxidation is observed at the embryonic stage of root emergence and etiolated coleoptile emergence for the actions of pesticide stress factor.

7. Transition to autotrophic nutrition type is accompanied by adaptation of primary roots to the conditions of germination, the duration of which is highly dependent on the depth of seed sowing in the field and the length of heterotrophic period of nutrition, as evidenced by the growth dynamics of dry matter in the roots of sprouts. When choosing a combination of protectant and PGR, phytotoxicity of protectant and antioxidant properties of PGR should be considered.

8. Intensity of oxidative stress in wheat sprouts in contrast to the roots increases to the stage of the first expanded leaf, as evidenced by increased by 3.3-6.3 times MDA content at this stage relative to its value at the stage of etiolated

coleoptile. Sprout adaptation to the conditions of growth is much slower than of the root, which should be considered in the field, especially during the later sowing terms. Pesticide stress factor reduces the growth of dry matter of the sprout, probably by inhibiting photosynthesis, requiring complex studies of the impact of PGR and protectants on the development of oxidative stress and intensity of photosynthetic processes for the action of various stress factors.

## REFERENCES

1. Batsmanova, L., Taran, N., Kosyan, A. (2014). Oxidation stress is adaptative reaction inductor of winter wheat plants. *Journal Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 60 (2), 70–76. doi: 10.2478/agri-2014-0008.
2. Filatov, V. I., Bazdyreva, G. I., Safonov, A. F. (2002). *Praktikum po agrobiologicheskim osnovam proizvodstva, hraneniya i pererabotki produkcii rastenievodstva [Workshop on agrobiological basics of production, storage and processing of crop products]*. Moscow, Russia: Ear, 624.
3. Gao, J. R., Wang, H. G., Li, X. F., Bao, Y. G., Feng, D. S. (2014). Factors influencing seedling emergence from immature embryos of winter wheat and the transplantation in summer field. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 5, 1102-1108.
4. Henckel, P. A. (1982). *Physiology of plant heat- and drought resistance*. Moscow, Russia: Science, 280.
5. Heydecker, W. (1977). Stress and seed germination: the agronomic point of view: <http://agris.fao.org/aos/records/US201302404010>.
6. Ivanov, A. A. (2013). Sovmestnoe dejstvie vodnogo i solevogo stressov na fotosinteticheskuyu aktivnost' list'ev pshenicy raznogo vozrasta [The combined action of water and salt stress on photosynthetic activity of different aged leaves of wheat]. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 45 (2), 155-162.
7. Ivanov, A. A., Shabanova, N. I., Dunaeva, Yu. S., Kosobryuhov, A. A. (2013). Uvelichenie prodolzhitel'nosti zhizni list'ev pshenicy pri obrabotke rastenij fungicidom [Increase in duration of life of wheat leaves after treatment of plants with fungicide]. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 45 (2), 164-171.
8. Kalytka, V. V., Klipakova, Yu.O. (2016). Intensivnist' perekisnogo okislennya lipidiv pri prorostanni nasinnya pshenicy ozimoï (*Triticum aestivum* L.) za dii protrujnikiv i regulyatoriv rostu [ Intensity of peroxide oxidation of lipids during winter wheat seed germination (*Triticum aestivum* L.) under effect of seed treaters and growth regulators]. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 1(88), 81-91.
9. Kalytka, V.V., Klipakova, Yu.O., Zolotukhina, Z. V. (2016). Vpliv regulyatora rostu roslin ta riznokomponentnih protrujnikiv na prorostannya nasinnya pshenicy ozimoï (*Triticum aestivum* L.) [Influence of growth regulator in combination with compound treatment products upon seed germination of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)]. *Scientific Herald of NUBIP, "Agronomy" series*, 235, 24-33.

10. Khan, A. (1977). Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Geneva New York, 495.
11. Kosakivska, I. V., Babenko, L. M., Skaterna, T.D., Ustinova, A.Yu. (2014). Vpliv gipo- i gipertermii na aktivnist' lipoksigenazi, vmistu pigmentiv i rozchinnih bilkiv u prorostkah pshenici ozimoï sortu YAtran' 60 [The influence of hypo- and hyperthermia in lipoxygenase activity, content of pigments and soluble protein in winter wheat sprouts of Yatran 60 variety]. Plant physiology and genetics, 46, (3), 212-220.
12. Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Science, 7 (9), 405-410. [http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385\(02\)02312-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02312-9).
13. Musienko, M. M., Parshikova, T. V., Slavny, P. S. (2001). Spektrofotometrični metodi v praktici fiziologii, biohimiï ta ekologii roslin [Spectrophotometric methods in the practice of physiology, biochemistry and ecology of plants]. Kyiv, Ukraine: Phytosociocenter, 200.
14. Rivero, R. M., Ruiz, J. M., Garsia, P. C., Lopez-Lefebvre, L. R., Sanchez, E., Romero, L. (2000). Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. Plant Science, 160(2), 315-321. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452\(00\)00395-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-9452(00)00395-2).
15. Ryazanova, M. E., Batsmanova, L. M., Kovalenko, M.S., Mikhalska, L.M., Shvartau, V.V. (2015). Vpliv ioniv midi ta rN seredovishcha na antioksidantnu aktivnist' u tkaninah koreniv prorostkiv ozimoï pshenici [Influence of copper ions and pH on antioxidant activity in the tissues of roots sprouts of winter wheat]. Plant physiology and genetics, 47(6), 497-503.
16. Tasneem, R., Bafna, A. & Maheshwari, R.S. (2013). Harmful effects of Fungicide Treatment on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. International Research Journal of Environment Sciences, 2(8), 1-5.
17. Yashchuk, V. U., Vashchenko, V. M., Krivosheya, R. M., Tsybulnyak, Yu. O., Koretsky, A. P. (2016). Perelik pesticidiv i agrohimiaktiv, dozvolenih do vikoristannya v Ukraïni [List of pesticides and agrochemicals permitted for use in Ukraine]. Kyiv, Ukraine: Univest Media 1024 p.
18. Yurchenko, A. I. (2009). Optimizaciya elementiv tekhnologii viroshchuvannya visokoyakisnogo nasinnya ozimoï pshenici v umovah Central'nogo Lisostepu Ukraïni [Optimization of growing technology elements of high-quality seeds of winter wheat in the conditions of Central Lisosteppe of Ukraine]. Kyiv, Ukraine: 17 p.
19. Zaslavsky, O. M., Kalytka, V. V., Malahova, T. O. (2005). Antioxidant composition "AOK-M" for presowing treatment of seeds of agricultural crops. Patent 10460 of Ukraine, MKN7 A 01C1/06, A01N 31/14. № 20041210460; declared 20.12.2004; published 15.08.2005, № 8.
20. Zhang, Y. J., Zhang, X., Chen, C.J., Zhou, M.G., Wang, H.C. (2010). Effects of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole and carbendazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat. Pesticide Biochemistry and Physiology, 98 (2), 151–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2010.04.007>.

## ОКСИДАНТНИЙ СТРЕС І ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIWUM L.*)

В. Калитка, Ю. Кліпакова

**Анотація.** Досліджено інтенсивність перекисного окиснення ліпідів зернівки, коренів і паростків пшениці озимої та його вплив на проростання насіння і ріст проростка. При зберіганні насіння протягом двох років його життєздатність зменшується, що негативно впливає на посівні якості. Стерилізація насіння викликає додатковий хімічний стрес, регулювати який можуть регулятори росту рослин (РРР) з антиоксидантними властивостями. Зменшити негативний вплив тривалого оксидантного стресу, викликаного протруйниками і хімічними речовинами при стерилізації, здатні антистресові РРР, особливо в період гетеротрофного типу живлення. Адаптація первинних коренів і паростків до умов проростання зернівок протікає по різному. В коренях вона закінчується з переходом до автотрофного типу живлення, а в паростках – продовжується до стадії формування першого розгорнутого листка незалежно від дії досліджуваних стрес-факторів. В цілому інтенсивність оксидантного стресу в паростках два рази перевищує її в коренях. Між умістом МДА і СР в коренях встановлена сильна обернена кореляційна залежність ( $r = -0,908 \div -0,997$ ), що слід враховувати при виборі комбінації протруйника і РРР.

**Ключові слова:** перекисне окиснення ліпідів, зернівки, корені, паростки пшениці, фітопатогени, протруйники, регулятори росту.

## ОКСИДАНТНЫЙ СТРЕСС И ПРОРОСТАНИЕ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ (*TRITICUM AESTIWUM L.*)

В. Калитка, Ю. Клипакова

**Аннотация.** Исследована интенсивность перекисного окисления липидов зерновки, корней и ростков пшеницы озимой и его воздействие на прорастание семян и рост проростка. При хранении семян на протяжении двух лет их жизнеспособность уменьшается, что негативно влияет на посевные качества. Стерилизация семян вызывает дополнительный химический стресс, регулировать который могут регуляторы роста растений (РРР) с антиоксидантными свойствами. Уменьшить негативное влияние длительного оксидантного стресса, вызванного протравителями и химическими веществами при стерилизации, способны антистрессовые РРР, особенно в период гетеротрофного типа питания. Адаптация первичных корней и ростков к условиям прорастания зерновок протекает по-разному. В корнях она заканчивается с переходом к автотрофному типу питания, а в ростках – продолжается до стадии формирования первого развернутого листка

*независимо от действия исследуемых стресс-факторов. В целом интенсивность оксидантного стресса в ростках два раза превышает её в корнях. Между содержанием малонового диальдегида (МДА) и сухим веществом в корнях установлена сильная обратная корреляционная зависимость ( $r = - 0,908 \div - 0,997$ ), что следует учитывать при выборе комбинации протравителя и РРР.*

**Ключевые слова:** *перекисное окисление липидов, зерновки, корни, проростки пшеницы, фитопатогены, протравители, регуляторы роста.*

УДК 633.521:631.4(477.86)

**АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ  
ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ-  
ДОВГУНЦЯ В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ**

**М. Д. ВОЛОЩУК**, доктор сільськогосподарських наук, професор,

**Л. П. КНІГНІЦЬКА**, молодший науковий співробітник,

*Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція*

*Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН*

*E-mail: bruslp@ukr.net*

***Анотація.** Висвітлено результати багаторічних досліджень із вивчення впливу способів основного обробітку ґрунту та органо-мінеральних добрив на агрофізичні, агрохімічні показники дерново-підзолистих ґрунтів та їх біологічну властивість, на урожайність та якісні показники льону-довгунця в умовах Передкарпаття. Застосування добрив органічного походження за застосування оранки на 14-16 см і дискування на 8-10 см із глибоким розпушуванням на 35-40 см сприяло збільшенню запасів вологи у ґрунті та покращувало водно-фізичні властивості ґрунту, що позитивно вплинуло на розвиток рослин та формування врожаю льону-довгунця. Зокрема на удобрених варіантах запаси вологи у період сходів, на глибині 0-20 см коливалися в межах 30,6-39,5 мм, а на глибині 20-40 см відповідно 90,8-94,2 мм, така ж закономірність спостерігалася і до збирання льону-довгунця.*

*Досліджувані способи основного обробітку ґрунту та удобрення значно впливали на процес росту і розвитку рослин льону-довгунця і забезпечили збільшення врожайності і покращенню якості льонопродукції.*

***Ключові слова:** родючість ґрунту, льон-довгунець, удобрення, сидерати, урожайність*

**Актуальність.** Із переходом сучасного землеробства на якісно новий рівень, що ґрунтується на принципах біологізації, питання відновлення, збереження й поліпшення родючості ґрунту набувають щораз більшої актуальності. Адже високі агрофізичні показники є свідченням якісного стану ґрунту й утримання його у відповідних умовах, від яких залежить ріст і розвиток та урожайність рослин, і значення їх посилюється за різних способів обробітку та за використання добрив.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивченню агрофізичних властивостей ґрунту присвячені наукові праці С. Антонця, С. В. Беґея, А. Д. Вороніна, І. Б. Ревута, І. А. Шуvara та ін. [1-3, 7, 8] і зокрема щодо вирощування льону-довгунця В. Г. Дідори, О. Ю. Локотя, М. В. Калієвського, Т. І. Козлик та ін. [4-6]. У сучасних працях увага зосереджена на агрофізичних особливостях ґрунту певної території залежно від різних способів основного обробітку ґрунту та удобрення. Оцінка фізичного стану ґрунту має місце і в деяких дослідженнях про вирощування льону-довгунця.

За дослідженнями вчених, орний шар високоокультуреного дерново-підзолистого суглинкового ґрунту характеризується такими показниками: кількість водотривкої макроструктури в середньому близько 50 %, рівноважна щільність 0,9-1,2 г/см<sup>3</sup>, загальна шпаруватість 55-60 %, шпаруватість аерації за найменшої вологості понад 20 %, найменше вологості від 33-34 % до 43-44 % залежно від вмісту гумусу, діапазону активної вологи 19-25 %.

Структура ґрунтів є одним із основних параметрів, що визначає їх властивості та режими. Вона суттєво впливає на умови росту й розвитку рослин та мікрофлори, являє собою один із визначальних факторів підвищення урожайності сільськогосподарських культур. На сучасному етапі агрономічних досліджень одним із важливих завдань є вивчення питань теорії і практики створення й руйнування ґрунтової структури.

Особливої уваги заслуговує питання основного обробітку ґрунту та використання органо-мінерального удобрення, від якого у великій мірі залежить урожайність, якість волокна та насіння льону-довгунцю. За попередніми даними основний обробіток ґрунту з ґрунтопоглибленням підвищує урожайність насіння і волокна.

Проте досліджень із вивчення впливу мінімальних та безполицевих способів обробітку ґрунту у поєднанні з органо-мінеральною системою удобрення на зміну агрохімічних, водно-фізичних, біологічних властивостей дерново-підзолистого ґрунту Передкарпаття та продуктивність льону-довгунця проведено недостатньо. У зв'язку з цим представляє теоретичний і практичний

інтерес проведення досліджень способів основного обробітку ґрунту на меншу глибину за оптимального використання сидератів та мінеральних добрив з позиції їх впливу на родючість ґрунту, ріст, розвиток рослин, врожай та якість льонопродукції.

**Мета дослідження** – вивчення впливу способів основного обробітку ґрунту у поєднанні з органо-мінеральним удобренням дерново-підзолистих ґрунтів на їх родючість, продуктивність та якість урожаю льону-довгунця.

**Матеріали і методи досліджень.** Наукові дослідження з обробітку ґрунту і удобрення проводили впродовж 2003 – 2006 рр. на дерново-підзолистому поверхнево-оглеєному середньосуглинковому ґрунті відділення Прикарпатської сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону, розташованому в селі П'ядики, виробниче випробування та впровадження проводили у 2007 – 2009 рр. в ПП „Степан Мельничук” села Турки Коломийського району Івано-Франківської області.

Дослідження з обробітку ґрунту і удобрення льону-довгунця проводилися у ланці сівозміни з таким чергуванням культур: – конюшина – озима пшениця – льон-довгунець. Польовий дослід закладався у відповідності із прийнятою схемою (табл. 1).

Розмір облікової ділянки 50 м<sup>2</sup>, посівної 81 м<sup>2</sup> за чотириразового повторення. Розміщення ділянок у досліді систематичне. Після збирання пшениці озимої соломі і післяжнивні рештки подрібнювали, заробляли в ґрунт і висівали сидерат – олійну редьку, зелену масу якої у фазі початку цвітіння загортали в ґрунт відповідним способом обробітку, передбаченим схемою досліді. Сівбу льону-довгунця у польових та виробничому досліді проведено насінням сорту Могильовський-2, занесеним до Реєстру сортів рослин України. Агротехніка загальноприйнята для умов Передкарпаття.

Польові досліді проводили згідно “Методических рекомендаций по проведению полевых опытов со льном-долгунцом” (ВНИИЛ, 1978) та у відповідності з методикою польового досліді Б. А. Доспехова [3].

**Результати досліджень та їх обговорення.** На основі отриманих результатів проведених досліджень встановлено, що на всіх варіантах порівняно до контролю досліджувані фактори – способи основного обробітку і удобрення сприяли покращенню родючості, зокрема поліпшувалися агрохімічні та агрофізичні властивості дерново-підзолистих ґрунтів, покращувалась їх біологічна активність, що, у свою чергу, вплинуло на ріст і розвиток рослин льону-довгунця і забезпечило збільшення його продуктивності і якості продукції.

Найбільша кількість агрономічно цінних агрегатів (0,25-10,0 мм) у шарах ґрунту 0-20 та 20-40 см відмічена на варіантах оранки на 14-16 см та дискування із глибоким розпушуванням у поєднанні сидерату з  $N_{30}P_{45}K_{65}$  – 61,7-55,6 % та 61,9-63,9 %, на цих варіантах був найвищий коефіцієнт структурності ґрунтів 1,61-1,73 та 1,25-1,65 (табл. 1).

**1. Структурно-агрегатний склад ґрунту залежно від способів обробітку та застосування сидератів (середнє за 2004 – 2006 рр.)**

Варіанти обробітку ґрунту	Удобрення	Шар ґрунту, См	Розмір агрегатів (мм) та їх вміст (%) від маси повітряно-сухого стану					
			на час сівби			на період збирання		
			> 10	10...0,25	< 0,25	> 10	10...0,25	< 0,25
Оранка на 20-22см (контроль)	Контроль (без добрив)	0-20	47,6	51,0	1,4	47,8	48,8	3,4
	Сидерат	0-20	43,7	54,9	1,6	44,1	52,0	3,9
	Сидерат+ $N_{30}P_{45}K_{60}$	0-20	42,4	55,8	1,8	42,0	53,5	4,5
	Сидерат+ $N_{45}P_{90}K_{120}$	0-20	42,0	56,6	2,0	40,9	54,3	4,8
Оранка на 14-16 см	Контроль (без добрив)	0-20	44,9	53,1	2,0	45,1	50,7	4,2
	Сидерат	0-20	41,4	56,7	1,9	40,2	54,9	4,9
	Сидерат + $N_{30}P_{45}K_{60}$	0-20	40,9	57,5	1,6	38,9	55,7	5,4
	Сидерат+ $N_{45}P_{90}K_{120}$	0-20	40,8	58,8	1,4	37,5	56,6	5,9
Оранка на 14-16 см + розпушування на 35-40 см	Контроль (без добрив)	0-20	42,8	54,8	2,4	41,9	53,4	4,7
	Сидерат	0-20	37,2	60,6	2,2	38,6	56,1	5,3
	Сидерат + $N_{30}P_{45}K_{60}$	0-20	36,3	61,7	2,0	36,6	57,7	5,7
	Сидерат+ $N_{45}P_{90}K_{120}$	0-20	36,2	61,9	1,9	36,0	58,0	6,0
Дискування на 8-10 см	Контроль (без добрив)	0-20	41,2	56,1	2,7	41,7	53,1	5,2
	Сидерат	0-20	35,6	62,0	2,4	38,2	56,2	5,6
	Сидерат + $N_{30}P_{45}K_{60}$	0-20	35,0	62,0	2,2	35,6	58,5	5,9
	Сидерат+ $N_{45}P_{90}K_{120}$	0-20	35,0	63,0	2,0	34,6	59,0	6,4

Дискування на 8-10 см + розпушування на 35-40 см	Контроль (без добрив)	0-20	39,6	57,4	3,0	38,2	56,4	5,4
	Сидерат	0-20	34,3	62,9	2,0	37,2	57,0	5,8
	Сидерат + N <sub>30</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	0-20	34,0	63,4	2,6	34,3	59,2	6,5
	Сидерат+N <sub>45</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	0-20	33,7	63,9	2,4	33,3	59,7	7,0
НІР <sub>05</sub>			3,2	4,3	0,17	2,9	4,1	0,38

Внесення органо-мінеральних добрив за всіх способів основного обробітку зменшувало щільність дерново-підзолистих ґрунтів. Найменша щільність ґрунту 0-10 см шару 1,18-1,19 г/см<sup>3</sup> була на варіантах, де проводили оранку на 14-16 см і дискування на 8-10 см із проведенням глибокого розпушування на 35-40 см із внесенням сидерату + N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>65</sub>.

За вегетаційний період льону-довгунця ґрунт ущільнювався і перед збиранням урожаю щільність ґрунту в шарі 0-10 см збільшувалася на контрольному варіанті до 1,28-1,34 г/см<sup>3</sup>, а за органо-мінеральної системи удобрення сидерат + N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>65</sub> до 1,25-1,31 г/см<sup>3</sup> в шарі ґрунту 0-10 см і до 1,33-1,38 г/см<sup>3</sup> в шарі ґрунту 10-20 см.

Застосування добрив органічного походження за застосування оранки на 14-16 см і дискування на 8-10 см з глибоким розпушуванням на 35-40 см сприяло збільшенню запасів вологи у ґрунті та покращувало водно-фізичні властивості ґрунту, що позитивно вплинуло на розвиток рослин та формування врожаю льону-довгунцю. Зокрема на удобрених варіантах запаси вологи у період сходів, на глибині 0-20 см коливалися в межах 30,6-39,5 мм, а на глибині 20-40 см відповідно 90,8-94,2 мм, така ж закономірність спостерігалася і до збирання льону-довгунцю.

Біологічна активність дерново-підзолистого ґрунту в посівах льону-довгунця була різною та залежала від застосування сидератів і мінеральних добрив, способу основного обробітку ґрунту, природно-кліматичних умов, а також від часу її визначення в різні фази росту і розвитку рослин льону-довгунцю.

Досліджувані способи основного обробітку ґрунту та удобрення значно впливали на процес росту і розвитку рослин льону-довгунця і забезпечили збільшення врожайності і покращенню якості льонопродукції.

Найвища урожайність насіння льону-довгунця сорту Могильовського-2 – 0,72 т/га була на варіанті, де проводили оранку на 14-16 см із глибоким розпушуванням ґрунту на 35-40 см із внесенням сидерату та дози добрив  $N_{30}P_{45}K_{60}$ , що на 0,42 т/га більше до контролю і на 0,10 т/га більше аналогічного варіанту без розпушування на 35-40 см та на варіанті, де проводили дискування на 8-10 см із розпушуванням на 35-40 см і внесенням сидерату у поєднанні з дозою добрив  $N_{30}P_{45}K_{60}$  0,72 т/га, що відповідно більше на 0,42 т/га та 0,07 т/га.

Результати досліджень засвідчують, що удобрення ґрунту під льон-довгунець сидерально-мінеральними добривами за різних способів основного обробітку ґрунту, особливо за проведення оранки (14-16 см) та дискування (8-10 см) сумісно із глибоким розпушуванням (35-40 см) забезпечило приріст урожаю соломки на 0,72-2,48 т/га.

Отже, результати польових досліджень та лабораторних аналізів показали, що способи основного обробітку ґрунту та органо-мінеральні добрива значно впливали на поліпшення родючості дерново-підзолистих ґрунтів Передкарпаття, урожайність і якість льонопродукції.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У результаті досліджень, встановлено, що застосування обробітків ґрунту на меншу глибину (оранки на 14-16 см і дискування на 8-10 см) із глибоким розпушуванням на 35-40 см на фоні мінеральних добрив і сидерату забезпечують сприятливі агрофізичні властивості орного й підорного шарів, рівномірний розподіл елементів живлення в орному шарі, що сприяє росту й розвитку рослин та формуванню врожаю.

У зв'язку із відродженням льонарства в Україні необхідно продовжити дослідження з вивчення елементів біологічного землеробства (деструкції соломи і зеленої маси сидератів, застосування біостимуляторів, мікробіологічних препаратів та ін.)

## Список літератури

1. Антонєць С. Безполицєвий обробіток ґрунту. Досвід ВП “Агроєкологія” / С. Антонєць // Техніка АПК. – 2005. – № 10–11. – С. 7–8.
2. Бегей С. В. Агрофізическая оцєнка почв при возделывании промежуточных культур / С. В. Бегей // Почвоведение. – 1991. – № 7. – С. 81–86.
3. Доспєхов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспєхов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 315 с.
4. Дідора В. Г. Агроєкологічне обґрунтування технології вирощування льону-довгунця / В. Г. Дідора. – Житомир : Лєнок, 2003. – 272 с.
5. Козлик Т. І. Вплив способів обробітку ґрунту та системи удобрення на морфологічні показники льону / Т. І. Козлик // Збірник наукових праць / УААН. Ін-т землеробства. – К. : ЕКМО, 2004. – Вип. 2–3. – С. 46–48.
6. Локоть О.Ю. Агробіологічні та біоенергетичні аспекти оптимізації технологій вирощування льону-довгунця : монографія / О.Ю. Локоть. – Ніжин : ТОВ „Видавництво”Аспект-Поліграф”, 2009. – 380 с.
7. Рєвут І. Б. Физика почв / І. Б. Рєвут. – издание 2-е, дополн. и переработ. – Л. : Колос, 1972. – 368 с.
8. Шувар І. А. Сидерати в сучасному землеробстві / І.А. Шувар, О.М. Бердніков, Л.В. Цєнтило, В.М. Сендецький та ін. // За заг. ред. І.А. Шувара. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. – 156 с.

## References

1. Antonets' S. (2005) Bezpolytsevyu obrobitok hruntu. Dosvid VP “Ahroekolohiya” [Soil-free tillage. Experience EP "Agroecology"]. Tekhnika APK, 10–11, 7–8.
2. Behey S. V. (1991). Agrofizicheskaja ocenka pochv pri vzdelyvanii promezhutochnyh kul'tur [Agrophysical evaluation of soil under crops vzdelyvanyu promezhutochnyh]. Pochvovedenye, 7, 81–86.
3. Dospєhov B. A. (1985). Metodika polevogo opyta. [Method of field experiment]. Agropromizdat, 315.
4. Didora V. H. (2003). Agroecological substantiation of technology of cultivation of flax [Ahroekolohichne obgruntuvannya tekhnolohiyi vyroshchuvannya l'onu-dovhuntsya]. L'onok, 272.
5. Kozlyk T. I. (2004). Effect of tillage systems and fertilization on morphological indicators flax. [Vplyv sposobiv obrobitku hruntu ta systemy udobrennya na morfolohichni pokaznyky l'onu]. Zbirnyk naukovykh prats' UAAN. In-t zemlerobstva, 2–3, 46–48.
6. Lokot' O.Yu. (2009). Agrobiological and bioenergetic aspects of optimization technologies of flax. [Ahrobiolohichni ta bioenerhetychni aspekty optymizatsiyi tekhnolohiy vyroshchuvannya l'onu-dovhuntsya]. Aspekt-Polihrاف, 380.
7. Revut I. B. (1972). Physics soil. [Fizika pochv]. Kolos, 368.

8. Shuvar, I. A., Berdnikov, O.M., Tsentylo, L.V. Sendets'kyu, V.M. (2015). Green manure in modern agriculture. [Syderaty v suchasnomu zemlerobstvi]. Ivano-Frankivs'k: Symfoniya forte, 156.

## **АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕДКАРПАТЬЯ**

**М. Д. Волощук, Л. П. Книгницкая**

*Аннотация.* Представлены результаты многолетних исследований по изучению влияния способов основной обработки почвы и органо-минеральных удобрений на агрофизические, агрохимические показатели дерново-подзолистых почв и их биологические свойства, на урожайность и качественные показатели льна-долгунца в условиях Прикарпатья. Применение удобрений органического происхождения при использовании вспашки на 14-16 см и дискования на 8-10 см с глубоким рыхлением на 35-40 см способствовало увеличению запасов влаги в почве и улучшало водно-физические свойства почвы, что положительно повлияло на развитие растений и формирование урожая льна-долгунца. В частности, на удобренных вариантах запасы влаги в период всходов, на глубине 0-20 см колебались в пределах 30,6-39,5 мм, а на глубине 20-40 см соответственно 90,8-94,2 мм, такая же закономерность наблюдалась и к уборке льна-долгунца.

Исследуемые способы основной обработки почвы и удобрения оказали значительное влияние на процесс роста и развития растений льна-долгунца и обеспечили увеличение урожайности и улучшение качества льнопродукции.

**Ключевые слова:** плодородие почв, лен-долгунец, удобрения, сидераты, урожайность

## **AGROPHYSICAL PROPERTIES OF SOIL UNDER VARIOUS METHODS OF PROCESSING AND FERTILIZATION IN THE CULTIVATION OF FIBRE FLAX IN THE CONDITIONS OF THE PRECARPATHIAN REGION**

**M. D. Voloshchuk, L. P. Knignitskaya**

*Abstract:* The results of long-term studies on the effect of methods of basic soil cultivation and organic-mineral fertilizers on the agrophysical, agrochemical indicators of sod-podzolic soils and their biological activity on productivity and qualitative indices of fibre flax in the conditions of the Precarpathian region are presented. The use of organic fertilizers, with the application of ploughing at 14-16 cm and disking of 8-10 cm with deep loosening of 35-40 cm, contributed to an

*increase in moisture reserves in the soil and improved the water and physical properties of the arable and subsoil layers of the soil, which positively influenced the development of plants and the formation of yield of fibre flax. In particular, on fertilized variants, moisture reserves during the sprouting, at a depth of 0-20 cm, varied within the range of 30.6-39.5 mm, and at a depth of 20-40 cm, respectively, 90.8-94.2 mm. The same pattern was observed to harvest time of fibre flax.*

*The investigated methods of basic soil cultivation and fertilization significantly influenced the growth and development of fibre flax plants and ensured an increase in yield and improved quality of flax fibre.*

**Keywords:** *fertility of soils, fibre flax, fertilizers, green manure, yield*

УДК 631.816:631.821.1

**ТРИВАЛА ДИНАМІКА КИСЛОТНОСТІ І ПРОДУКТИВНОСТІ  
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ЗВ'ЯЗНО-ПІЩАНОГО ҐРУНТУ  
ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ ВНЕСЕНОГО ВАПНА В УМОВАХ  
ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

**В. М. ПОЛЬОВИЙ**, доктор сільськогосподарських наук, професор,

**С. М. КУЛИК**, молодший науковий співробітник

*Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН*

*E-mail: rivne\_apv@ukr.net*

***Анотація.** Висвітлено результати 35-річних досліджень із вивчення доз вапна на динаміку кислотності і продуктивності дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту, проведених у стаціонарному польовому досліді в умовах Західного Полісся України. Встановлено, що внесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  забезпечувало зрушення  $\text{pH}_{\text{КСІ}}$  ґрунтового розчину з 4,6-4,7 до відповідно 4,9-5,4; 5,9-6,2; 6,3-6,6 і 6,5-6,5, а гідролітичної кислотності з 2,23-2,48 до відповідно 1,77-1,84; 1,05-1,22; 0,64-0,71 і 0,53-0,65 мг-екв/100 г ґрунту. Середньорічний збір зернових одиниць за вапнування 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 дозами  $\text{CaCO}_3$  становив відповідно 4,98; 5,39; 5,55 і 5,53 т/га.*

***Ключові слова:** дерново-підзолистий ґрунт, вапнування, доза вапна, кислотність, реакція ґрунтового розчину, динаміка, продуктивність*

**Актуальність.** За даними агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення площа кислих ґрунтів в зоні Полісся України займає майже 43 % [1]. Від кислотності ґрунтового середовища залежать фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, що безпосередньо впливає на ріст рослин, потенціал продуктивності яких повніше проявляється у найбільш сприятливих для них умовах кислотності [2, 3].

В питанні вапнування кислих ґрунтів актуальною проблемою є встановлення оптимальних доз  $\text{CaCO}_3$ .

Із практичної точки зору застосування половинної дози було неефективним, а полуторної – економічно недоцільним і агрономічно в окремі роки шкідливим, тому найбільш ефективним на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах є застосування повних доз вапна [4].

Шильніков І. А. зазначає, що чим вища величина рН, досягнута за вапнування, тим відносно швидше відбувається підкислення ґрунтового розчину, що пов'язано із зростанням втрат кальцію за внесення дуже високих доз вапнякових добрив. Тому намагання вапнувати ґрунт "в запас" є безрезультатними [5].

Велика похибка в розрахунку доз вапнякового меліоранту за гідролітичною кислотністю часто призводить до перевапнування ґрунтів, унаслідок чого різко погіршуються фізико-хімічні властивості ґрунтів, знижується засвоєння рослинами поживних речовин і загалом погіршується економічний стан [6].

Трускавецький Р. С. відмічає, що у найближчу і віддалену перспективи перехід на ресурсозбережну та екологічно безпечну технологію локальної меліорації ґрунтів слід вважати одним із важливих стратегічних напрямків інноваційного і збалансованого землекористування [7].

Ефективним заходом, який дозволяє оптимізувати реакцію ґрунтового розчину, компенсувати втрати кальцію та нейтралізувати негативну дію мінеральних добрив є повторні вапнування [8].

Застосування різних технологій вапнування на кислих сірих лісових ґрунтах забезпечує приріст продуктивності гектара землі на 0,15-0,92 т зернових одиниць [9].

**Мета дослідження** – вивчення тривалої динаміки дії різних доз вапна на кислотність дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту та продуктивність сівозміни.

**Матеріали і методика досліджень.** Вплив доз вапна на динаміку кислотності ґрунту і продуктивності сівозміни вивчався в тривалому стаціонарному польовому досліді, закладеному на землях Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН у 1979 році.

Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий зв'язнопіщаний. Перед закладанням досліді він характеризувався такими показниками: вміст гумусу – 0,86-0,97 %, рухомих форм фосфору і калію за Кірсановим відповідно 109-139 і 55-81 мг/кг ґрунту, рН<sub>KCl</sub> – 4,6-4,8; гідролітична кислотність і сума ввібраних

основ відповідно 2,3 і 2,8 мг-екв/100 г ґрунту. Загальна площа ділянки в досліді 198 м<sup>2</sup>, облікової – 100 м<sup>2</sup>, повторність трьохразова.

У перші три ротації сівозміни в якості органічного добрива застосовували гній, який вносили під картоплю і буряки кормові. В четвертій ротації гній замінено соломою із внесенням компенсаційного азоту. Мінеральні добрива під культури сівозміни застосовували у таких нормах: картопля – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, однорічні злаково-бобові трави – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, жито озиме – N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, льон – N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, буряки кормові – N<sub>100</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>, ячмінь ярий – N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, конюшина лучна – P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, пшениця озима – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, ріпак озимий – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, соя – N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>.

На початку дослідів проводили основне вапнування ґрунту, а після закінчення першої і другої ротацій сівозміни повторні. Вапно вносили в дозах, передбачених схемою дослідів. Дози CaCO<sub>3</sub> розраховувались за показниками гідролітичної кислотності. В якості меліоранта використовували відходи Любомирського вапняно-силікатного заводу із вмістом 83-92 % CaCO<sub>3</sub>.

Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для даної зони.

Польові дослідження проводились за методикою польового дослідів Б. А. Доспехова (1985).

**Результати досліджень та їх обговорення.** Отримані експериментальні дані дозволяють прослідкувати за тривалою динамікою ґрунтової кислотності залежно від системи удобрення і доз CaCO<sub>3</sub> та встановити взаємозв'язок між цими чинниками. Аналіз результатів щодо їх впливу на реакцію ґрунтового розчину свідчить, що за органічної системи удобрення з внесенням впродовж 1-3 ротацій 17 т/га сівозміни гною рН<sub>KCl</sub> підтримувався в межах 4,5-5,2 (табл. 1). За поєднання органічних добрив з мінеральними спостерігалась тенденція до підвищення кислотності ґрунту. Проте важливо відзначити, що зміщення реакції ґрунту з рН<sub>KCl</sub> 4,7 до 4,5 відбулося в першій ротації, а в другій і третій вона практично не змінювалась. Насамперед, це пов'язано з істотним впливом на ґрунт гною, який пом'якшив підкислюючу дію на ґрунт мінеральних добрив.

# 1. Динаміка обмінної кислотності дерново-підзолистого ґрунту (шар 0-20 см) залежно від доз CaCO<sub>3</sub>

Варіант	рН <sub>КСІ</sub>					
	після закінчення ротацій					
	вихідні дані (1979 р.)	I	II	III	IV	V
Гній (17 т/га сівозміни 1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.) – контроль	4,8	4,6	4,6	5,2	4,8	4,4
НРК + гній (17 т/га сівозміни 1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.) – фон	4,7	4,5	4,4	5,0	4,5	4,2
Фон + CaCO <sub>3</sub> (0,5 Нг перед закладанням досліду та після I і II ротацій)	4,6	4,9	5,5	5,4	5,3	4,7
Фон + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг перед закладанням досліду та після I і II ротацій)	4,6	5,9	6,3	6,2	5,7	5,1
Фон + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Нг перед закладанням досліду та після I і II ротацій)	4,6	6,3	6,5	6,6	6,0	5,6
Фон + CaCO <sub>3</sub> (2,0 Нг перед закладанням досліду та після I і II ротацій)	4,7	6,5	6,7	6,6	6,1	5,7

Заміна у IV-V ротаціях в системі удобрення гною побічною рослинницькою продукцією з внесенням компенсаційного азоту призвела до стрімкого підкислення ґрунту. За час проходження вказаних ротацій у варіанті з такою системою удобрення кислотність ґрунтового розчину зросла з 5,2 до 4,4 рН<sub>КСІ</sub>. Така ж закономірність спостерігалась і за доповнення згаданої системи удобрення внесенням рекомендованих норм мінеральних добрив. Така комбінація призвела до підвищення кислотності ґрунтового середовища протягом двох останніх ротацій з 4,5 до 4,2 рН<sub>КСІ</sub>.

З наведеного можна зробити висновок, що застосування на удобрення побічної рослинницької продукції з компенсаційними дозами азоту як без поєднання з рекомендованими нормами мінеральних добрив, так і з ними є потужним чинником підкислення ґрунтів. З огляду на це, застосування таких

систем удобрення має супроводжуватись постійним моніторингом їх фізико-хімічних властивостей.

Вивчення динаміки обмінної кислотності ґрунту за внесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$ , внесених перед закладанням досліду і в якості повторного вапнування після закінчення першої і другої ротацій сівозміни, показало тісний зв'язок між цими чинниками. Методика проведення досліджень, яка застосовувалась, дозволяє вичленити як пряму дію вапна на культури сівозмін, перед початком ротацій, яких воно вносилось (I-III ротації), так і віддалену післядію (IV-V ротації).

За прийнятої періодичності вапнування внесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  дозволяло підтримувати  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  впродовж перших трьох ротацій сівозмін відповідно в межах 4,9-5,4; 5,9-6,2; 6,3-6,6 і 6,5-6,6.

Через 19 років після останнього внесення вапна в дозі 0,5  $\text{CaCO}_3$  за ГК реакція ґрунтового розчину хоч і змістилась до  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,7, але все ще не опустилась нижче початкової. За внесення 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  кислотність ґрунту зросла відповідно до 5,1; 5,6 і 5,7  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ . Отже, навіть через 19 років після останнього вапнування 1,5 і 2,0 дозами  $\text{CaCO}_3$  кислотність ґрунтового розчину була допустимою для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Встановлені особливості дії різних доз  $\text{CaCO}_3$  в часі дають підстави стверджувати, що 0,5 дози є недостатньою для підтримування в оптимальному інтервалі реакції ґрунтового розчину впродовж 6-8 років. Таке завдання успішно вирішується внесенням 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$ . Важливо відзначити, що на період до дев'яти років цілком достатньо однієї дози  $\text{CaCO}_3$ , а застосування вищих доз є нерациональним. Проте, об'єктивну порівняльну оцінку застосування на кислих ґрунтах різних доз  $\text{CaCO}_3$  можна зробити лише після встановлення тривалості економічно значимої післядії високих його доз.

Внесені в ґрунт хімічні меліоранти та добрива викликають значні зміни у їх вбирному комплексі. Аналіз тривалої динаміки показників гідролітичної кислотності показує, що за внесення впродовж перших трьох ротацій в середньому 17 т/га сівозміни гною вона перебувала в межах 2,11-2,44 і проти 2,27

мг-екв/100 г ґрунту на початок досліджень, тобто практично не змінювалась. Заміна у четвертій і п'ятій ротаціях гною соломою обумовила підвищення гідролітичної кислотності до 2,48-2,65 мг-екв/100 г ґрунту (табл. 2).

## 2. Динаміка гідролітичної кислотності дерново-підзолистого ґрунту (шар 0-20 см) залежно від доз CaCO<sub>3</sub>

Варіант	Гідролітична кислотність, мг-екв/100 г ґрунту					
	після закінчення ротацій					
	вихідні дані (1979 р.)	I	II	III	IV	V
Гній (17 т/га сівозміни 1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.) – контроль	2,27	2,11	2,65	2,44	2,48	2,65
НРК + гній (17 т/га сівозміни 1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.) – фон	2,22	2,51	3,31	2,90	2,91	2,80
Фон + CaCO <sub>3</sub> (0,5 Нг перед закладанням дослідів та після I і II ротацій)	2,48	1,77	1,84	1,67	1,87	2,27
Фон + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг перед закладанням дослідів та після I і II ротацій)	2,40	1,09	1,05	1,22	1,76	2,10
Фон + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Нг перед закладанням дослідів та після I і II ротацій)	2,45	0,71	0,65	0,64	1,50	1,92
Фон + CaCO <sub>3</sub> (2,0 Нг перед закладанням дослідів та після I і II ротацій)	2,23	0,53	0,65	0,58	1,06	1,40

Поєднання мінеральних добрив як з гноєм, так і з соломою призвело до підвищення гідролітичної кислотності у першому випадку до 2,51-3,31, а в другому – до 2,80-2,91 мг-екв на 100 г ґрунту.

Вапнування ґрунту на фоні органо-мінерального удобрення істотно знижувало гідролітичну кислотність в тривалій динаміці. 35-ти річна тривалість досліджень дозволила відслідкувати закономірності дії різних доз вапна в часі.

Внесення по 0,5 дози CaCO<sub>3</sub> перед закладанням дослідів та після закінчення першої і другої ротацій сівозміни дозволило знизити гідролітичну кислотність впродовж перших трьох ротацій з 2,48 до 1,77-1,84 мг-екв /100 г ґрунту.

Застосування з такою ж періодичністю 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  обумовило зниження гідролітичної кислотності у цей період відповідно до 1,05-1,22; 0,64-0,71 і 0,53-0,65 мг-екв/100 г ґрунту.

Таким чином, проведення основного та у рекомендовані строки повторних вапнувань дозволяє стабільно підтримувати гідролітичну кислотність ґрунту у певних межах. Ступінь її нейтралізації можна чітко регулювати дозами  $\text{CaCO}_3$  залежно від вимог сільськогосподарських культур та економічних чинників.

Слід зазначити, що післядія всіх досліджуваних доз  $\text{CaCO}_3$ , останній раз внесених після другої ротації сівозміни спостерігалась не тільки по закінченню третьої, але й четвертої і п'ятої ротацій.

Зокрема, у 2015 році гідролітична кислотність на фоні внесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту становила відповідно 2,27; 2,10; 1,92 і 1,40 мг-екв/100 г ґрунту. Співставлення наведених даних з вихідними на час закладання досліду показало, що через 19 років після вапнування ґрунту за всіх доз  $\text{CaCO}_3$  величина гідролітичної кислотності не перевищувала початкової. Закономірно, що за більш високих доз післядія була більш значимою.

Враховуючи тривалу дію вапна на властивості ґрунтів, врожайність сільськогосподарських культур і якість вирощеної продукції, одним з найбільш об'єктивних показників оцінки його агрономічної ефективності є ступінь зростання продуктивності сівозміни.

На підставі узагальнення багаторічних даних врожайності культур сівозмін та їх перерахунку у зернові одиниці встановлено закономірності формування сумарної продуктивності сівозмін залежно від систем удобрення і доз  $\text{CaCO}_3$ .

В середньому за 1980-2015 роки продуктивність сівозміни за органічної системи удобрення склала 3,24 т/га з.од., а за органо-мінеральної – 4,04 т/га (табл. 3).

Внесення на фоні органо-мінеральної системи удобрення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  забезпечило підвищення середнього збору зернових одиниць відповідно до 4,98; 5,39; 5,55 і 5,53 т/га, або на 23,2; 33,2; 37,2 і 36,7 %.

### 3. Продуктивність сівозміни та динаміка її приростів

Варіант	В середньому за 1980-2015 рр.		Приріст по ротаціях сівозміни, %				
	продуктивність сівозміни т/га з.од.	приріст до фону, %	I	II	III	IV	V
Гній (17 т/га сівозміни 1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.) – контроль	3,24	-	-	-	-	-	-
НРК + гній (17 т/га сівозміни 1980–2005 рр.), солома (2006–2015 рр.) – фон	4,04	-	-	-	-	-	-
Фон + CaCO <sub>3</sub> (0,5 Нг перед закладанням досліду та після I і II ротацій)	4,98	23,2	28,0	29,0	28,3	19,9	19,8
Фон + CaCO <sub>3</sub> (1,0 Нг перед закладанням досліду та після I і II ротацій)	5,39	33,2	42,5	35,9	34,2	25,2	26,4
Фон + CaCO <sub>3</sub> (1,5 Нг перед закладанням досліду та після I і II ротацій)	5,55	37,2	42,6	41,1	35,2	27,8	33,4
Фон + CaCO <sub>3</sub> (2,0 Нг перед закладанням досліду та після I і II ротацій)	5,53	36,7	39,8	41,1	37,8	30,3	42,0

В питанні оцінки ефективності різних доз CaCO<sub>3</sub> надзвичайно важливо відстежити і проаналізувати динаміку їх дії в часі. На підставі отриманих експериментальних даних встановлено, що за основного вапнування перед першою ротацією сівозміни і підтримуючих перед другою і третьою її продуктивність у цей період (I-III ротації) за внесення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз CaCO<sub>3</sub> зростала відповідно на 28,0-29,0; 34,2-42,5; 35,2-42,6 і 37,8-41,1 відсотків. З наведених даних можна зробити висновок, що за регулярного вапнування ґрунту перед початком кожної ротації сівозміни внесення 1,5 і 2,0 доз CaCO<sub>3</sub> за впливом на продуктивність не мало переваг перед внесенням однієї дози.

Виключення з програми досліджень проведення повторних вапнувань ґрунту (IV-V ротації сівозмін) дозволило відслідкувати динаміку післядії різних доз CaCO<sub>3</sub> протягом 19 років після останнього вапнування ґрунту (початок III ротації). Зокрема встановлено, що за внесення 0,5 дози CaCO<sub>3</sub> продуктивність сівозміни у V ротації була на 19,8% вищою, ніж без вапнування не зважаючи на

те, що показники кислотності ґрунту практично наблизились до початкових значень до вапнування. Це вказує на глибокі позитивні зміни властивостей дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту навіть за внесення 0,5 дози  $\text{CaCO}_3$ , які продовжують забезпечувати істотні прирости продуктивності сівозміни після того як їх кислотність майже повертається до вихідного стану.

Тривалі дослідження особливості післядії різних доз  $\text{CaCO}_3$  також дали змогу встановити зростаючу в часі перевагу полуторної та подвійної доз над половинною та одинарною. Якщо приріст продуктивності сівозміни від післядії 1,0 дози  $\text{CaCO}_3$  у IV-V ротаціях порівняно з третьою знизився з 34,2% до відповідно 25,2 і 26,4%, то від 1,5 дози з 35,2 до 27,8 і 33,4%, а від 2,0 доз з 37,8% до 30,3 і 42,0%. Вищі прирости продуктивності сівозміни від вапнування у п'ятій ротації порівняно з четвертою обумовлені введенням у сівозміну ріпаку озимого і сої, які дуже добре реагують на вапнування.

Таким чином, якщо агрономічну ефективність доз  $\text{CaCO}_3$  оцінювати за період тривалості ротацій сівозмін, перед початком яких вони застосовувались (6-8 років), то 1,0; 1,5 і 2,0 дози були практично рівноцінними.

Проте темпи згасання в часі дії 0,5 і 1,0 доз  $\text{CaCO}_3$  значно швидші порівняно з 1,5 і 2,0 дозами, внаслідок чого перевага останніх впродовж дев'ятнадцяти років після останнього вапнування постійно зростала, забезпечуючи значно вищі прирости продуктивності у IV і V ротаціях.

Для економічного обґрунтування застосування тих чи інших доз  $\text{CaCO}_3$  необхідно встановити величину сумарного приросту продуктивності сівозмін за весь період їх дій в часі. Наші дослідження дають підстави прогнозувати, що високоокупна дія 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  може тривати щонайменше відповідно 20 і 25 років.

Враховуючи пропорційне із зростанням доз  $\text{CaCO}_3$  збільшення витрат на вапнування і строків їх окупності, застосування 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  з практичної точки зору не завжди є доцільним. Внесення 0,5 дози  $\text{CaCO}_3$  не дозволяє зменшити реакцію ґрунтового розчину дерново-підзолистого зв'язнопіщаного ґрунту до рівня вимог основних сільськогосподарських культур і може бути

рекомендовано для сівозмін з картоплею, житом, льоном та іншими менш вимогливими до ґрунтової кислотності культурами.

Якщо до складу сівозмін входять пшениця, ячмінь, кукурудза та інші вимогливі до реакції ґрунту культури, вапнування дерново-підзолистих ґрунтів краще проводити 1,0 дозою  $\text{CaCO}_3$ , розрахованою за гідролітичною кислотністю.

### **Висновки**

1. Проведення в перших 3-х ротаціях сівозмін основного і регулярних повторних вапнувань ґрунту 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 дозами  $\text{CaCO}_3$  забезпечувало зрушення  $\text{pH}_{\text{КСІ}}$  ґрунтового розчину з 4,6-4,7 до відповідно 4,9-5,4; 5,9-6,2; 6,3-6,6 і 6,5-6,6, а гідролітичної кислотності з 2,23-2,48 до відповідно 1,77-1,84; 1,05-1,22; 0,64-0,71 і 0,53-0,65 мг-екв/100 г ґрунту.

2. Упродовж 19 років після останнього вапнування відбулося зворотнє підкислення провапнованого ґрунту. В кінці цього періоду на фоні післядії 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$   $\text{pH}_{\text{КСІ}}$  ґрунтового розчину становив 4,7; 5,1; 5,6 і 5,7, а гідролітична кислотність ґрунту – відповідно 2,27; 2,10; 1,92 і 1,40 мг-екв/100 г ґрунту.

3. Середньорічний за 35 років досліджень збір зернових одиниць за органічної і органо-мінеральної систем удобрення становив відповідно 3,24 і 4,04 т/га. Внесення на фоні органо-мінеральної системи удобрення 0,5; 1,0; 1,5 і 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  забезпечило збільшення середнього збору зернових одиниць відповідно до 4,98; 5,39; 5,55 і 5,53 т/га.

### **Список літератури**

1. Венглінський М. О. Раціональне використання кислих ґрунтів / М. О. Венглінський, Н. В. Годинчук, М. К. Глущенко // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – Рівне, 2014. – Вип. 2 (66). – С. 18-28.

2. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: Монографія / В. М. Польовий. – Рівне. Волинські обереги, 2007. – 320 с.

3. Шульц П. Навіщо регулювати кислотність ґрунту / П. Шульц // Агроексперт. – 2013. – № 12. – С.22-25.

4. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: Монографія / Г. А. Мазур. – К.: Аграрна наука, 2008. – 308 с.

5. Шильников И. А. Известкование почв / И. А. Шильников, Л. А. Лебедева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 172 с.

6. Цапко Ю. Л. Що робити з кислими ґрунтами / Ю. Л. Цапко // Агроексперт. – 2011. - № 1. – С. 25–27.

7. Трускавецький Р. С. Основи управління родючістю ґрунтів: Монографія / Р. С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко; за наук. редакцією Р. С. Трускавецького. – Х.: ФОП, 2016. – 388 с.

8. Веремеєнко С. І. Зміна складу та властивостей дерново-підзолистих ґрунтів Полісся України під впливом тривалого сільськогосподарського використання: Монографія / С. І. Веремеєнко, В. М. Польовий, С. С. Трушева. – Рівне: НУВГП, 2013. – 180 с.

9. Ткаченко М. А. Меліоративна ефективність застосування комплексної хімічної меліорації на сірих лісових ґрунтах Правобережного Лісостепу / М. А. Ткаченко // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 17 (том 11). – С. 102–105.

### References

1. Venhlinyskyi, M. O., Hodynychuk N. V., Hlushchenko M. K. (2014). Ratsionalne vykorystannia kyslykh gruntiv Венглінський М. О. [Rational use of acid soils]. News of National University of Water and Environmental Engineering, 2 (66), 18–28.

2. Poliovyi, V.M. (2007). Optymizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi: Monografiia [Optimization of systems of fertilizer in modern agriculture: Monograph]. Rivne: Volyn mascots, 320.

3. Shults P. (2013). Navishcho rehuliuvaty kyslotnist gruntu Шульц П. [Why should regulate the soil acidity]. Agroexpert, 12, 22–25.

4. Mazur, G. A. (2008). Vidtvorennia i reguliuвання rodichosti lehkykh gruntiv: Monografiia [Reproduction and regulation of light soils fertility: Monograph]. Kyiv: Agrarian science, 308.

5. Shylnikov, I.A., Lebedeva, L.A. (1987). Izvestkovanie pochv [Soils liming]. Moscow: Agropromizdat, 172.

6. Tsapko Yu. L. (2011). Shcho robyty z kyslymy gruntamy [What to do with acid soils]. Agroexpert, 1, 25–27.

7. Truskavetskyi R. S., Tsapko Yu. L. (2016). Osnovy upravlinnia rodichistiu gruntiv: Monografiia [Fundamentals of soil fertility management: Monograph ]. H.: FOP, 388.

8. Veremeienko, S. I., Poliovyi, V. M., Trusheva, S. S. (2013). Zmina skladu i vlastyvostei dernovo-pidzolistykh gruntiv Polissia Ukrainy pid vplyvom tryvaloho silskohospodarskoho vykorystannia: Monografiia [Changing the composition and properties of sod-podzolic soils of Ukraine Polissia under the influence of long-term agricultural use: Monograph]. Rivne: NUWMNRU, 180.

9. Tkachenko M. A. (2013). Melioratyvna efektyvnist zastosuvannia kompleksnoi khimichnoi melioratsii na sirykh lisovykh gruntakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Meliorative efficiency of application of complex chemical reclamation on gray forest soils of Right-Bank Forest-Steppe]. Scientific papers of Institute of bioenergy crops and sugar beet. 17 (11), 102–105.

**ДЛИТЕЛЬНАЯ ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ И  
ПРОДУКТИВНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СВЯЗНО-ПЕСЧАНОЙ  
ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ ВНЕСЕННОЙ ИЗВЕСТИ В  
УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ**

**В. М. Полевой, С. Н. Кулик**

***Аннотация.** Представлены результаты 35-летних исследований по изучению доз извести на динамику кислотности и продуктивности дерново-подзолистой связно-песчаной почвы, проведенных в стационарном полевом опыте в условиях Западного Полесья Украины. Установлено, что внесение 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 доз  $\text{CaCO}_3$  обеспечивало сдвиг  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  почвенного раствора с 4,6-4,7 до соответственно 4,9-5,4; 5,9-6,2; 6,3-6,6 и 6,5-6,5, а гидролитической кислотности с 2,23-2,48 до соответственно 1,77-1,84; 1,05-1,22; 0,64-0,71 и 0,53-0,65 мг-экв/100 г почвы. Среднегодовой сбор зерновых единиц при известковании 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 дозами  $\text{CaCO}_3$  составил соответственно 4,98; 5,39; 5,55 и 5,53 т/га.*

***Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва, известкование, доза извести, кислотность, реакция почвенного раствора, динамика, продуктивность*

**CONTINUOUS DYNAMICS OF ACIDITY AND PRODUCTIVITY OF  
SOD-PODZOLIC SOILS DEPENDING ON DOSES OF LIME IN CONDITIONS  
OF WESTERN POLISSYA OF UKRAINE**

**V.M. Poliovyi, S.M. Kulyk**

***Abstract.** The article presents the results of research of the influence of different doses of lime on the physical and chemical properties of sod-podzolic soils and productivity of crop rotation in conditions of Western Polissya of Ukraine. Research was carried out in 1980-2011 in the long-term stationary experiment.*

*It was established that soil liming with 0,5; 1,0; 1,5 and 2,0 doses of  $\text{CaCO}_3$  at the beginning of the first, second and third crop rotation can reduce the acidity of soil solution from  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  of 4,6-4,7 to 5,4; 6,2; 6,6 and 6,6 respectively on the period of rotation duration, and can reduce the hydrolytic acidity from 2,23-2,48 to 1,67; 1,22; 0,64 and 0,58 mEq / 100 g soil, respectively.*

*For 19 years after the last soil liming reverse acidification was occurred, the extent of which was depended on the dose of lime. At the end of the period against the background of aftereffect of 0,5; 1,0; 1,5 and 2,0 doses of  $\text{CaCO}_3$  the  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  of soil solution was 4,7; 5,1; 5,6 and 5,7, and hydrolytic soil acidity – 2,27; 2,10; 1,92 and 1,40 mEq / 100 g soil, respectively.*

*Average for 35 years of researches gathering of grain harvest units at the use of organic and organo-mineral fertilizer systems was 3,24 and 4,04 t/ha, respectively. Adding of 0,5; 1,0; 1,5 and 2,0 doses of  $\text{CaCO}_3$  on the background of organo-mineral fertilizer system was ensured the increasing of average gathering of grain harvest units to 4,98; 5,39; 5,55 and 5,53 t/ha, respectively.*

*In the three rotations, before beginning of which was conducted the basic and repeated liming, productivity of crop rotation by introduction of 0,5; 1,0; 1,5 and 2,0 doses of CaCO<sub>3</sub> increased to 28,3; 34,2; 35,2 and 37,8 percent, respectively compared to organo-mineral background. That is for periodical liming 1,5 and 2,0 doses of CaCO<sub>3</sub> did not have advantage over the one dose. However, high doses of CaCO<sub>3</sub> aftereffect was much stronger.*

*Also it was established that the despite the soil acidification over the last 19 years of researches by introduction of 0,5 and 1,0 doses of CaCO<sub>3</sub> nearly to their original values, these variants of the experiment ensured the significant increases of crop rotation productivity. This indicates a complex positive soil properties, which continue to positively affect the crop yields even with the return of acidity over time to baseline.*

**Keywords:** *sod-podzolic soil, liming, dose of lime, soil acidity, soil solution reaction, dynamics, productivity*

## ЕТОЛОГІЯ СВИНЕЙ ЗА РІЗНИХ УМОВ УТРИМАННЯ

**С. М. ГРИЩЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук,

доцент кафедри технологій у птахівництві, свинарстві та вівчарстві

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: s\_grishchenko@ukr.net*

***Анотація.** Подано результати досліджень із вивчення етологічних показників ремонтних свинок та отриманого від них у першому опоросі відгодівельного молодняка свиней залежно від умов утримання. Було відібрано у 2-місячному віці 150 ремонтних свинок, з яких сформували три групи, по 50 голів у кожній. У контрольній групі свині утримувались на частково щільній підлозі, у другій дослідній групі – на повністю щільній підлозі, у третій групі – на глибокій незмінюваній підстилці. Осіменіння ремонтних свинок проводили у 8-місячному віці, водночас із кожної групи тварин було відібрано по 30 голів. У кожну групу відгодівельного молодняка, отриманого від піддослідних свиноматок за перший опорос, відбирали по 30 типових голів (15 кабанчиків і 15 свинок), яких відгодовували до 6-місячного віку. Разом із тим тварин утримували у тих же умовах, що і їх матерів під час вирощування. У результаті досліджень встановлено підвищення рухової і кормової активності та продуктивності у ремонтного і відгодівельного молодняка свиней, що утримується на глибокій незмінюваній солом'яній підстилці порівняно з тваринами, яких утримували на частково і повністю щільній підлозі.*

***Ключові слова:** етологія, ремонтні свинки, відгодівельний молодняк, умови утримання*

**Актуальність.** Оцінка поведінки тварин у групах, як правило, свідчить про відповідність умов вирощування до їх потреб, тобто саме вони мають сприяти впорядкуванню взаємовідносин між окремими особами. Відомо, що обмеження у русі сповільнює формування кістково-м'язового апарата і сприяє передчасному розвитку жирової тканини, що послаблює життєздатність і знижує відтворювальні якості тварин.

Встановлено, що між поведінкою і продуктивністю тварин існує певний взаємозв'язок. Поведінка свиней значною мірою генетично зумовлена і залежить від типу вищої нервової діяльності, а також формується упродовж життя завдяки взаємодії генотипу із середовищем [5, 8]. У період вирощування і відгодівлі на

організм свиней впливає ранговий стрес, унаслідок чого у тварин змінюється фізіологічний і етологічний статус, що в кінцевому результаті може негативно вплинути на їх продуктивність. Тривалість відпочинку і рухової активності залежить від площі та якості лігва, розташування джерел обігріву, температури повітря, віку, генотипу тварин тощо.

Інтенсифікація свиначства, як правило, змінює умови існування свиней, що через вищу нервову діяльність позначається на поведінці тварин [4, 9, 7].

Прихід “нових” особин до групи є причиною значного збудження, бійок, сутичок і може викликати стрес. Результати досліджень засвідчують [3], що підпорядковане становище поросят у гнізді зумовлює пасивну форму захисної реакції у подальшій їх поведінці.

Відомо, що свині у некомфортних умовах поведуть себе неспокійно, більше рухаються, менше відпочивають, частіше піддаються травматичним пошкодженням. Все це в кінцевому результаті зменшує середньодобові прирости і збільшує період відгодівлі. Саме тому, створення відповідних «комфортно-фізіологічних» умов утримання адаптує організму тварин до стрес-факторів і нейтралізує їх несприятливу дію.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідження проводили в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Дніпро-гібрид» Дніпропетровської області. Матеріалом для науково-господарських дослідів слугували ремонтні свинки та отриманий від них у подальшому відгодівельний молодняк.

Передбачалось вивчення етологічних показників ремонтних свинок та отриманого від них у першому опоросі відгодівельного молодняку свиней. Для реалізації поставленої мети було відібрано у 2-місячному віці 150 ремонтних свинок, з яких сформували три групи, по 50 голів у кожній (табл. 1).

У контрольній групі свині утримувались на частково щілинній підлозі, де 70 % становила суцільна бетонна підлога, а 30 % – щілинна. У другій дослідній групі тварин утримували на повністю щілинній підлозі. Свинки третьої дослідної групи утримувались на глибокій незмінюваній підстилці. Підстилковим матеріалом слугувала солома, яку додавали кожного дня, з розрахунку 0,8 кг на

одну голову. Площа станків, в яких утримували піддослідних тварин, була однаковою, і з розрахунку на 1 голову становила 1,7 м<sup>2</sup>.

### 1. Схема науково-господарського дослідіу

Група	Кількість тварин, гол	Зрівняльний період (10 діб)	Основний період (170 діб)
1-контрольна	50	частково щілинна підлога	частково щілинна підлога
2-дослідна	50	частково щілинна підлога	повністю щілинна підлога
3-дослідна	50	частково щілинна підлога	глибока підстилка

Осіменіння ремонтних свинок проводили у 8-місячному віці, водночас з кожної групи тварин було відібрано по 30 голів. Під час періоду поросності тварини усіх груп утримувались на глибокій незмінюваній солом'яній підстилці.

Відлучення поросят від свиноматок і переведення їх на дорощування відбувалося в 28-добовому віці. До 77-добового віку підсвинки перебували в цеху дорощування, після чого їх переводили до цеху відгодівлі.

У кожену групу відгодівельного молодняку, отриманого від піддослідних свиноматок за перший опорос, відбирали по 30 типових голів (15 кабанчиків і 15 свинок), яких відгодовували до 6-місячного віку. Зрівняльний період дослідіу тривав 28 діб, під час якого поросята знаходилися під свиноматками на підсосі. Основний період тривав 152 доби, коли поросята перебували у цеху дорощування та відгодівлі. Між тим тварин утримували у тих же умовах, що і їх матерів під час вирощування: підсвинки 1-ї групи утримувались на частково щілинній підлозі, 2-ї групи – на повністю щілинній підлозі, а свині 3-ї дослідіної групи утримувались на глибокій незмінюваній підстилці.

Етологічні показники піддослідних ремонтних свинок і отриманого від них відгодівельного поголів'я вивчали методом візуальних і хронометражних спостережень за методикою В. Великжанина [1] та рекомендаціями, що викладені у підручнику Т. Венедиктової та ін. [2].

Результати дослідіжень опрацьовані методом варіаційної статистики [6] з використанням персонального комп'ютера та програми Microsoft Excel.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Візуальні і хронометражні спостереження за поведінкою ремонтних свинок свідчать, що у піддослідних тварин в окремі вікові періоди спостерігалася закономірна різниця за такими етологічними показниками, як відпочинок і рухова активність (табл. 2)

## **2. Характеристика поведінки ремонтних свинок, % до загального часу спостереження**

Вік, діб	Показник	Група		
		1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна
71-90	Відпочинок	87,9	83,3	85,2
	Рухова активність:	12,1	16,7	14,8
	стояння	1,2	3,3	1,9
	пересування	1,7	4,3	3,6
	споживання корму	9,2	9,0	9,3
91-120	Відпочинок	81,7	84,8	79,1
	Рухова активність:	18,3	15,2	20,9
	стояння	3,8	1,8	3,6
	пересування	5,1	3,9	7,0
	споживання корму	9,4	9,5	10,3
121-150	Відпочинок	78,4	79,3	72,8
	Рухова активність:	21,6	20,7	27,2
	стояння	4,2	3,2	4,1
	пересування	5,7	4,2	6,9
	споживання корму	11,7	13,3	16,2
151-180	Відпочинок	74,3	71,1	64,1
	Рухова активність:	25,7	28,9	35,9
	стояння	3,5	3,8	6,2
	пересування	6,4	5,8	8,0
	споживання корму	15,8	19,3	21,7
181-210	Відпочинок	80,6	79,3	75,2
	Рухова активність:	19,4	20,7	24,8
	стояння	3,5	3,8	4,6
	пересування	5,6	6,0	8,4
	споживання корму	10,3	10,9	11,8
211-240	Відпочинок	78,8	81,5	76,9
	Рухова активність:	21,2	18,5	23,1
	стояння	4,4	3,3	4,7
	пересування	6,6	5,1	7,8
	споживання корму	10,2	10,1	10,6

У період від 91 по 120 добу життя найвищою руховою активністю та споживанням корму характеризувались ремонтні свинки 3-ї групи, перевага яких за цими показниками над аналогами контрольної та 2-ї груп складала відповідно 2,6 і 0,9 та 5,7 і 0,8 %.

Починаючи з 4- і до досягнення 6-місячного віку, рухова активність у піддослідного молодняку зростала. Так, у період від 121 до 150 доби життя найвищою руховою та кормовою активністю відзначались свинки 3-ї дослідної групи, перевага яких над аналогами 1-ї 2-ї груп складала відповідно 5,6 і 7,5 % та 4,5 і 2,9 %.

Найвища рухова активність ремонтного молодняку відмічена у період від 151 до 180 доби, коли за цим показником свинки 2- та 3-ї дослідних груп переважали контрольних відповідно на 3,2 та 10,2 %. Останні порівняно з тваринами 2-ї та 3-ї дослідних груп витрачали менше часу і на споживання корму – відповідно на 3,5 та 5,9 %. Ремонтні свинки 3-ї дослідної групи порівняно з аналогами контрольної та 2-ї дослідної груп затрачали також відповідно на 1,6 та 2,2 % більше часу на пересування.

У 6-7-місячному віці час, затрачений піддослідними ремонтними свинками на відпочинок порівняно з попереднім періодом збільшився на 6,3-11,1 %, тоді як час споживання корму зменшився відповідно на 5,5-9,9 %. Це можна пояснити тим, що у попередній віковий період свинки усіх груп отримували комбікорму досхочу, а починаючи з 181 доби – 2,5 кг на добу.

Слід також зазначити, що починаючи з 6-місячного віку, у всіх піддослідних тварин спостерігалось певне зниження рухової активності. На нашу думку, це пояснюється початком становлення статевого циклу у молодих тварин. Разом з тим, за весь період вирощування до парувального віку свинки, яких утримували на солом'яній підстилці, затрачали і на 1,1–38,4 % більше часу на споживання корму порівняно з тими, яких вирощували на частково або повністю щілинній підлозі.

Все це позначилося і на показниках власної продуктивності тварин. Так, свинки, яких до 8-місячного віку утримували на повністю щілинній підлозі та на глибокій незмінюваній солом'яній підстилці, в усі вікові періоди за живою масою переважали тих, яких вирощували на частково щілинній підлозі, на 1,2-9,5 %, а при досягненні парувального віку – відповідно на 4,0 та 8,8 % ( $p_{1,2} < 0,001$ ), а прирости живої маси у молодняку, вирощеного на щілинній підлозі та на глибокій

підстилці, були на 3,6-10,8 % вищими, порівняно з тими, що утримувались на частково щілинній підлозі. Загалом, за весь час досліду витрати комбікорму на 1 кг приросту живої маси у свинок, що вирощувались на повністю щілинній підлозі та на глибокій підстилці, були відповідно на 3,5 та 7,0 % нижчими порівняно з однолітками, яких вирощували на частково щілинній підлозі. Цінним є те, що підвищення скороспілості не призвело до більшого відкладання підшкірного жиру у тварин, вирощених на повністю щілинній підлозі та на солом'яній підстилці.

Зміни у поведінці та продуктивності тварин, що вирощувались за різних умов утримання позначились і на показниках відтворювальних якостей першоопоросок. Так, найвищою великоплідністю характеризувались свиноматки 3-ї дослідної групи ( $1,49 \pm 0,03$  кг), перевага яких порівняно із тваринами 1-ї та 2-ї груп складала відповідно 5,7 ( $p < 0,05$ ) та 4,2 %.

Характеристика поведінки відгодівельного молодняку свиней, що утримувався в тих умовах, що і їх матері, під час вирощування до парувального віку свідчить, що у період з 60 до 90 доби життя найвищою руховою активністю та споживанням корму характеризувались підсвинки 3-ї групи, перевага яких за цими показниками над аналогами контрольної та 2-ї груп складала відповідно 3,8 і 0,3 та 0,7 і 0,9 % (табл. 3).

Починаючи з 3-ї до досягнення 6-місячного віку, рухова активність у піддослідного молодняку зростала. Так, у період від 91 до 120 доби життя найвищою руховою активністю відзначались свині 3-ї дослідної групи, перевага яких над аналогами 1-ї та 2-ї груп складала відповідно 2,7 і 5,5 %.

Найвищою руховою активністю та споживанням корму у 4-5-місячному віці відзначався молодняк 3-ї групи, який за цим показником переважав аналогів 1-ї та 2-ї груп відповідно на 1,7 і 3,8 % та 1,6 і 0,3 %.

### 3. Характеристика поведінки відгодівельного молодняку свиней, % до загального часу спостереження

Вік, діб	Показник	Група		
		1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна
29-60	Відпочинок	85,7	86,2	83,9
	Рухова активність:	14,3	13,8	16,1
	в т. ч. стояння	0,7	1,2	0,8
	пересування	3,1	2,2	4,6
	споживання корму	10,5	10,4	10,7
61-90	Відпочинок	87,1	83,6	83,3
	Рухова активність:	12,9	16,4	16,7
	в т. ч. стояння	1,2	3,5	2,9
	пересування	2,7	4,1	4,1
	споживання корму	9,0	8,8	9,7
91-120	Відпочинок	82,8	85,6	80,1
	Рухова активність:	17,2	14,4	19,9
	в т. ч. стояння	3,4	1,3	2,6
	пересування	4,9	3,7	6,6
	споживання корму	8,9	9,4	10,7
121-150	Відпочинок	78,3	80,4	76,6
	Рухова активність:	21,7	19,6	23,4
	в т. ч. стояння	4,7	2,8	4,0
	пересування	5,4	3,9	6,2
	споживання корму	11,6	12,9	13,2
151-180	Відпочинок	74,0	73,5	74,2
	Рухова активність:	26,0	26,5	25,8
	в т. ч. стояння	5,6	6,9	4,1
	пересування	6,1	5,8	7,0
	споживання корму	14,3	13,8	14,7

Свині 3-ї дослідної групи порівняно з аналогами контрольної та 2-ї дослідної груп затрачали також відповідно на 0,9 та 1,2 % більше часу на пересування і у заключний місяць відгодівлі.

Зміни у характері поведінки молодняку, що відгодовувався за різних умов утримання позначились і на його продуктивності. Так, свині, які утримувались на повністю щільній підлозі і на глибокій незмінюваній солом'яній підстилці порівняно з утриманням тварин на частково щільній підлозі мали більшу живу масу за зняття з відгодівлі у 6-місячному віці відповідно на 5,4 і 10,5 %, вищу інтенсивність росту – відповідно на 5,4-10,7 % та витрачали комбікорму на 1 кг приросту живої маси на 1,5 і 3,4 % менше.

## Висновки

1. Ремонтні свинки, що утримувались під час вирощування на глибокій незмінюваній солом'яній підстилці в усі вікові періоди рухалися більше на 1,9-10,2 % і витрачали на 1,1-38,4 % більше часу на споживання корму порівняно з тими, яких вирощували на частково або повністю щілинній підлозі.

2. За досягнення парувального віку свинки, яких утримували на глибокій незмінюваній солом'яній підстилці за живою масою, переважали тих, яких вирощували на частково щілинній підлозі на 8,8 % ( $p < 0,001$ ) за менших на 7,0 % витрат комбікорму на 1 кг приросту живої маси.

3. Рухова і кормова активність відгодівельного молодняку свиней за утримання на глибокій незмінюваній підстилці порівняно з тваринами, яких вирощували і відгодовували на частково або повністю щілинній підлозі зростає на 0,3-5,5 %, що призводить до підвищення інтенсивності росту на 5,3-10,7 % і зменшення на 1,9-3,4 % витрат комбікорму на 1 кг приросту живої маси.

## Список літератури

1. Великжанин В. И. Методические рекомендации по изучению поведения сельскохозяйственных животных / В. И. Великжанин // Вып.1. – Л.: ВНИИРГЖ, 1975. – С. 84.

2. Венедиктова Т. Н. Что мы знаем о поведении животных / Т. Н. Венедиктова, П. Г. Колобова, В. Г. Пушкарский. – М. : Колос, 1978. – 175 с.

3. Иванов В. О. Біологія свиней / В. О. Иванов, В. М. Волощук. – К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2009. – 304 с.

4. Негреева А. Н. Особенности поведения поросят разного генотипа на откорме / А. Н. Негреева, В. А. Бабушкин // Свиноферма. – 2007. – № 9. – С. 50–51.

5. Новицкий Б. Поведение сельскохозяйственных животных / Б. Новицкий ; [пер. с пол. А. Е. Кебы], под ред. Л. М. Баскина. – М. : Колос, 1981. – 190 с.

6. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. – М. : Колос, 1969. – 246 с.

7. Современное свиноводство. Актуальные статьи из немецкого специализированного журнала / [сост. М. Нойнабер]. – Фастов : Юнивест Медиа, 2010. – 112 с.

8. Щербакова Г. П. Ориентировочно-исследовательское поведение поросят в условиях промышленного комплекса / Г. П. Щербакова // Прикладная этология : Всесоюзн. конф. по поведению животных, 1983 г. : тезисы докл. – М. : Наука, 1983. – С. 78–79.

9. Samarakone T. S. Productivity and aggression at grouping of grower-finisher pigs in large groups / T. S. Samarakone, H. W. Gonyou // Canadian Journal animal Science. – 2008. – Vol. 88, № 1. – P. 9–17.

### References

1. Velikzhanin V. I. (1975) Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu povedeniya selskohozyaystvennykh zhivotnykh [Methodological recommendations for studying the behavior of farm animals]. Leningrad: VNIIRGZH, 84.

2. Venediktova T. N., Kolobova, P. G., Pushkarskiy, V. G. (1978) Chto myi znaem o povedenii zhivotnykh [What we know about animal behavior]. Moscow: Kolos, 175.

3. Ivanov V. O., Voloshhuk V. M. (2009) Biologiya svynej [Biology of pigs]. Kyiv: NICH LAVA, 304.

4. Negreeva A. N., Babushkin V. A. Osobennosti povedeniya porosyat raznogo genotipa na otkorme [Peculiarities of the behavior of piglets of different genotypes on fattening] (2007). Svinoferma, Vol. 9, 50–51.

5. Novitskiy B. (1981) Povedenie selskohozyaystvennykh zhivotnykh [Behavior of farm animals] Per. s pol. A. E. Kebyi, pod red. L. M. Baskina. Moscow: Kolos, 190.

6. Plohinskiy N. A. (1969). Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov [Guide to biometrics for livestock specialists]. Moscow: Kolos, 246.

7. Noynaber M. (2010) Sovremennoe svinovodstvo. Aktualnyie stati iz nemetskogo spetsializirovannogo zhurnala [Modern Pork. Actual articles iz German magazine]. Fastov: Yunivest Media, 112.

8. Scherbakova G. P. (1983). Orientirovochno-issledovatel'skoe povedenie porosyat v usloviyakh promyshlennogo kompleksa [Approximate-research behavior of piglets in the conditions of industrial complex]. Moscow: Nauka, 78–79.

9. Samarakone T. S., Gonyou H. W. (2008). Productivity and aggression at grouping of grower-finisher pigs in large groups. Canadian Journal animal Science. Vol. 88, 1, 9–17.

## ЭТОЛОГИИ СВИНЕЙ ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ

С. Н. Грищенко

*Аннотация.* Представлены результаты исследований по изучению этологических показателей ремонтных свинок и полученного от них в первом опоросе откормочного молодняка свиней в зависимости от условий содержания. Было отобрано в 2-месячном возрасте 150 ремонтных свинок, из которых сформировали три группы по 50 голов в каждой. В контрольной группе свиньи содержались на частично щелевом полу, во второй опытной группе – на полностью щелевом полу, в третьей группе – на глубокой несменяемой подстилке. Осеменение ремонтных свинок проводили в 8-месячном возрасте, при этом из каждой группы животных были отобраны по 30 голов. В каждую группу откормочного молодняка, полученного от подопытных свиноматок за первый опорос, отбирали по 30 типовых голов (15 кабанчиков и 15 свинок), которых

*откармливали до 6-месячного возраста. При этом животных содержали в тех же условиях, что и их матерей во время выращивания. В результате исследований установлено повышение двигательной и кормовой активности и производительности у ремонтного и откормочного молодняка свиней, который содержится на глубокой соломенной подстилке, по сравнению с животными которых содержали на частично и полностью щелевом полу.*

***Ключевые слова:** этология, ремонтные свинки, откормочный молодняк, условия содержания*

## **ETHOLOGY PIGS BY DIFFERENT CONDITIONS OF DETENTION**

**S. M. Gryshchenko**

***Abstract.** The results of studies on the ethological performance gilts and fattening pigs, depending on conditions. It was selected at 2 months of age 150 gilts, of which the three formed a group of 50 heads each. In the control group of pigs kept on the floor partially slit, in the second experimental group - the completely slit the floor, in the third group - the immutable deep litter. Insemination gilts performed at 8 months of age, with animals from each group were selected by 30 goals. In each group feeding pigs derived from experimental sows farrowing in the first, selected 30 model heads, which are fed to 6 months of age. Thus the animals were kept in the same conditions as their mothers during cultivation. The studies found increasing motor and feed activity and productivity in the repair and feeding of young pigs kept on deep straw bedding compared with animals are kept fully and partially slit floor.*

***Key words:** ethology performance gilts, feeding young, conditions of detention*

УДК 637.1.05:620.3

**ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТУ НА ОСНОВІ ЦИТРАТИВ Zn ТА Ge  
З МЕТОЮ ПОЛІПШЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОЛОКА-  
СИРОВИНИ КОРІВ**

**Л. А. КОНДРАСІЙ**, аспірант<sup>\*</sup>,

**О. М. ЯКУБЧАК**, доктор ветеринарних наук,  
завідувач кафедри ветеринарно-санітарної експертизи,

**М. О. МАЛЮК**, доктор ветеринарних наук,  
завідувач кафедри хірургії імені академіка І. О. Поваженка

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**В. Г. КАПЛУНЕНКО**, доктор технічних наук  
*директор ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології»*

*E-mail: l.kondrasiy@nubip.edu.ua*

***Анотація.** Проблема зниження якості молока-сировини внаслідок захворювання корів маститом (особливо субклінічний перебіг) існує практично на більшості ферм України і світу. Відтак актуальний пошук засобів, що здатні підтримати імунітет корів у критичні періоди, зокрема післятельний та перші місяці лактації. Останні повідомлення науковців свідчать про здатність впливу на імунітет сполук германію. Нанотехнології дозволяють створювати цитрати германію та есенціальних елементів, які частково використовуються з кормів на початку травлення біотою рубця корів. Нами було апробовано препарат на основі цитратів Zn та Ge, який вводили парентерально, дослідній групі корів у період 8-9 місяця тільності та повторно на 2 місяць лактації. Контрольна група залишалася інтактною. Препарат вводили в дозі 10 мл один раз на тиждень упродовж місяця. Дослідження крові виконували один раз на місяць, молока – щотижня протягом 1-го – 3-го місяця лактації. За застосування у зазначені періоди препарату виявлено підвищення, порівняно із інтактними коровами, кількості лейкоцитів, зокрема нейтрофілів та моноцитів. Крім того, у крові корів дослідної групи виявлено тенденцію до підвищення вмісту загального білка та загального вмісту Ig. У молоці корів за застосування препарату на основі цитратів цинку та германію виявлено тенденцію підвищення вмісту білка, лактози і сухого знежиреного молочного залишку. Також виявлено менші, порівняно з контрольною групою, середні значення кількості соматичних клітин в молоці корів дослідної групи протягом перших трьох місяців лактації*

---

<sup>\*</sup> Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор О. М. Якубчак

*Різниця між групами складала 24,56 тис/см<sup>3</sup>, відповідно 112,14, та 132,95 тис/см<sup>3</sup> соматичних клітин у 1, 2 та 3 місяці лактації.*

**Ключові слова:** гермакан, цитрат Zn та Ge, кров, молоко, якість

**Актуальність.** Інтенсивне ведення молочного скотарства неможливе без участі фахівців галузі на кожному етапі господарювання. Відтак наукові видання часто публікують статті про важливість уваги до деталей формування раціонів, умов утримання корів, доїння, ветеринарного менеджменту тощо [1–3]. Проте таке питання, як зниження якості та безпечності молока-сировини внаслідок захворювання корів маститом (особливо субклінічний перебіг), існує практично на більшості ферм України і світу [1, 4-6]. Головною причиною маститу є не фізіологічне використання тварин, адже, очевидно, що природа визначила молочній залозі функцію годівлі лише новонародженого. Але людина ставить завдання – щорічне доїння зі збільшенням надоїв як за лактацію, так і за добу; пріоритет водночас надається годівлі та утриманню високопродуктивних корів. Якщо білковий, жировий, вуглеводний обмін та вміст вітамінів і макроелементів можливо забезпечити через годівлю, то на підтримання імунної системи корів і нестачу окремих есенціальних мікроелементів часто не звертають уваги.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідженнями М. І. Воробель та ін. зазначається, що нерідко у кормах вміст есенціальних мікроелементів критично низький і на початку травлення засвоюється біотою рубця [7, 8]. Особливо це стосується цинку. Останні повідомлення В. Г. Каплуненка, М. І. Жили, І. К. Авдос'євої, П. Лавріва свідчать про здатність впливу на імунітет тварин германію. За допомогою нанотехнологій є можливість створювати цитрати елементів, позаяк така форма ліпше включається в обмінні процеси організму [9, 10]. Отже, парентеральне використання цитратів цинку та германію для продуктивних корів є актуальним і представляє науковий інтерес.

**Мета дослідження** – вивчення впливу цитратів цинку та германію на показники якості молока корів у перші місяці лактації.

**Матеріали і методи дослідження.** Для дослідження було використано 20 корів із масою тіла близько 450 кг, підібраних у дослідну (I) та контрольну (II) групи за методом аналогів. Дослідній групі внутрішньом'язово вводили препарат гермакап, що являє собою поєднання цитратів Zn та Ge, у дозі 10мл/гол. один раз на тиждень упродовж місяця. Попередніми дослідженнями [10] встановлено, що гермакап володіє імуномодулюючими властивостями, а, отже, з метою підтримання імунітету у критичний період – отелення та початок лактації, препарат вводили на 8-9 місяці тільності. Повторне застосування гермакапу здійснено в другому місяці лактації. Корови контрольної групи залишалися інтактними. Годівля, утримання та догляд тварин обох груп протягом досліду були належними та ідентичними. Відбір проб крові виконували в кінці 9 місяця тільності, 1 та 2 місяця лактації. Відбір проб молока – в кінці 1 та впродовж 2 і 3 місяців лактації.

У якості консерванту крові використовували натрію етилендіамінтетраоцтову кислоту (ЕДТА-натрію). Дослідження вмісту гемоглобіну в крові виконували гемігلوبінціанідним методом; підрахунок еритроцитів та лейкоцитів здійснювали за допомогою камери Горяєва; диференційний підрахунок лейкоцитів (лейкограму) – методом підрахунку у мазку крові (пофарбованого за методикою Романовського-Гімза) під світловим мікроскопом [11]; вміст імуноглобулінів (Ig) – нефелометричним методом [12]; вміст загального білку та альбумінів визначали за допомогою біохімічного аналізатора LabLine-010.

Дослідження показників якості молока виконували згідно наступних загальноприйнятих методів: вміст загального білка – методом формольного титрування; кислотність – методом титрування з вираженням результатів у градусах Тернера ( $^{\circ}$  T); водневий показник (pH) – за допомогою рН-метра типу рН-211; вміст лактози – рефрактометричним методом; густину, вміст жиру та СЗМЗ – за допомогою ультразвукового аналізатора «Клевер-1М»; кількість соматичних клітин – за допомогою віскозиметра «АСК-1»; кількість МАФАНМ – згідно ДСТУ 7357:2013 [11, 12].

**Результати досліджень та їх обговорення.** За габітусом дослідна і контрольна групи корів не відрізнялися впродовж досліду, патологій не виявляли. За даними Н. М. Федак та ін. встановлено, що введення в раціон молочних корів комплексу дефіцитних мікроелементів через 15 діб відзначається підвищення їх рівня в крові, а повне досягнення максимальних показників лише через 1,5 місяці [15]. У зв'язку з цим контроль гематологічних та біохімічних досліджень сироватки крові виконували в кінці кожного місяця досліду (табл. 1.).

Згідно даних табл. 1 відзначали достовірне підвищення вмісту гемоглобіну крові корів дослідної групи (I) порівняно з контрольною групою (II), що може слугувати ознакою поліпшення обміну кисню між кров'ю і тканинами організму у зв'язку з використанням внутрішньом'язових введень гермакапу. Проте доречно зазначити про відсутність встановленої ознаки під час повторного застосування препарату в другому місяці лактації. Кількість лейкоцитів у крові корів дослідної групи була достовірно більшою, порівняно з контрольною групою, на всіх етапах досліду, але не перевищувала фізіологічної норми. Під час аналізу мазків крові відхилень в морфології лейкоцитів і еритроцитів не виявляли. Проте за морфологічної оцінки мазків крові корів дослідної групи відзначали часту появу, порівняно з контрольною групою, великих форм лімфоцитів. Частка великих лімфоцитів у них не перевищувала 10 %, але часта їх поява свідчить про зростання імунологічної активності цих лімфоцитів [15-17].

За оцінки лейкограми не виявляли ядерного зсуву нейтрофілів, але зазнали кількісних змін їх форми. Так, кількість паличкоядерних нейтрофілів була достовірно вищою у мазках крові корів дослідної групи на всіх етапах досліду, а сегментоядерних – на другому етапі (повторне введення препарату). Це є цілком позитивною ознакою, адже нейтрофіли – найважливіші функціональні елементи неспецифічної захисної системи крові, що надалі мігрують переважно в слизові оболонки, фагоцитуючи бактерії та змертвілі тканини. Головною функцією їх є захист внутрішнього середовища макроорганізму від патогенних

бактерій і контроль кількісного та якісного складу сапрофітної мікрофлори травного каналу й інших органів [15]. Необхідно зазначити, що еозинофіли здатні брати участь у дезактивації отрут і токсинів. З огляду на зазначене та відсутність їх збільшення у крові корів дослідної групи можна стверджувати, що компоненти застосованого препарату не чинять на організм алергічного чи токсичного впливу.

### 1. Гематологічні та біохімічні показники сироватки крові корів за застосування препарату гермакап, $M \pm m$ , $n = 5$

Показники	Група тварин	9-й міс. тільності	1-й міс. лактації	2-й міс. лактації
Гемоглобін, г/л	I	117,6 ± 3,7*	99,7 ± 7,4	98,1 ± 3,7
	II	96,6 ± 7,5	107,2 ± 8,1	102,5 ± 5,7
Еритроцити, Т/л	I	5,6 ± 0,3	5,1 ± 0,2	5,4 ± 0,2
	II	5,7 ± 0,2	5,2 ± 0,2	5,5 ± 0,2
Лейкоцити, Г/л, у т. ч.:	I	9,8 ± 0,5**	9,8 ± 0,3**	9,1 ± 0,4
	II	7,9 ± 0,3	8,2 ± 0,3	8,1 ± 0,4
базофіли, %	I	0,4 ± 0,3	0,6 ± 0,3	0,4 ± 0,4
	II	0,6 ± 0,3	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,2
еозинофіли, %	I	5,4 ± 1,0	5,2 ± 0,4	5,2 ± 0,4
	II	5,0 ± 0,8	5,4 ± 0,5	6,0 ± 0,5
нейтрофіли паличкоядерні, %	I	3,8 ± 0,4*	4,2 ± 0,4*	4,6 ± 0,3**
	II	2,0 ± 0,5	2,4 ± 0,7	2,2 ± 0,2
нейтрофіли сегментоядерні, %	I	23,8 ± 1,9	26,2 ± 2,0	30,6 ± 1,3**
	II	26,8 ± 1,9	25,8 ± 1,4	22,8 ± 1,4
лімфоцити, %	I	64,2 ± 1,6**	55,2 ± 2,2*	53,8 ± 2,1**
	II	55,8 ± 2,2	65,8 ± 2,9	66,4 ± 2,9
моноцити, %	I	6,0 ± 0,3	4,6 ± 0,6	6,2 ± 0,7*
	II	3,6 ± 0,8	3,8 ± 1,2	4,2 ± 0,6
Загальний білок, г/л	I	84,2 ± 0,5	84,2 ± 1,8	87,1 ± 1,2*
	II	82,1 ± 1,6	82,8 ± 2,4	83,1 ± 1,1
Альбуміни, г/л	I	33,4 ± 1,5	34,6 ± 2,1	35,0 ± 1,7
	II	33,9 ± 1,8	32,3 ± 2,0	32,1 ± 1,6
Вміст Ig, г/л	I	–	34,5 ± 1,4	36,0 ± 1,2
	II	–	34,3 ± 0,7	35,0 ± 0,1

Примітка: \* –  $P \leq 0,05$ , \*\* –  $P \leq 0,01$  відносно контрольної групи.

Щодо агранулоцитів крові корів в контрольній групі, то як на 1, так і на 2 місяць лактації виявляли незначний лімфоцитоз – відповідно  $65,8 \pm 2,9$  % і  $66,4 \pm 2,9$  %, що виникає у разі захворювань нейтрофільно-еозинопенічної групи (запальні процеси в органах, сепсис) і вказує на фазу одужання. Водночас кількість моноцитів перебувала на нижній межі норми. У крові корів дослідної

групи розподіл агранулоцитів мав інший характер: поодинокі збільшення лімфоцитів у мазках крові достовірно спостерігалось під час I етапу введення препарату, а вміст моноцитів був дещо збільшеним впродовж обох етапів введення препарату. Збільшення лімфоцитів ( $64,2 \pm 1,6$  %) у корів дослідної групи на I етапі введення препарату можна пояснити індивідуальною чутливістю до складових гермакапу на тлі 8-9 місяця тільності. Це підтверджується перебуванням показників у нормі під час повторного використання препарату у період 2 місяця лактації –  $53,8 \pm 2,1$  %. Щодо моноцитів, то вони складають 4-11 % від загальної кількості лейкоцитів. Їх збільшення у крові корів дослідної групи є позитивним фактором, адже надалі вони переходять у тканини, диференціюючись там у макрофаги. Моноцити відіграють ключову роль в розпізнаванні антигенів і взаємодії з ними імунокомпетентних клітин. Тканинні макрофаги є активними фагоцитами залишків зруйнованих тканин, еритроцитів, клітин новоутворень, грибів, найпростіших, деяких бактерій. Їх тривалість життя 30 діб, що пояснює збільшений їх вміст навіть під час 1 місяця лактації, коли препарат не вводився [15-17].

Застосування гермакапу певним чином вплинуло і на білковий обмін. Зокрема дослідженнями вмісту загального білка встановлено тенденцію до його підвищення у сироватці крові під час I та II етапів застосування гермакапу – відповідно на 2,6 % та 4,8 %. Водночас фракція альбумінів набула тенденції до підвищення лише на II етапі застосування препарату – на 9,0 %. Це свідчить про позитивний ефект, адже альбуміни здатні зв'язувати токсичні речовини і сприяти їх виведенню з організму. Визначивши відсотковий розподіл альбумінової та глобулінової фракцій можна висунути припущення про підвищення вмісту загального білка за рахунок останньої. Обрахунок альбуміно-глобулінового коефіцієнту (А/Г-коефіцієнт) вказував на належний фізіологічний стан організму тварин у дослідній групі. Разом із тим А/Г-коефіцієнт для корів контрольної групи незначно знижувався – до 0,6 на 1 та 2 місяці лактації [11].

Зважаючи на те, що у фракції бета-глобулінів знаходиться 2 % антитіл, а у гамма-глобуліновій – 98 %, нами було проведено визначення загального вмісту імуноглобулінів у крові дослідних тварин, що дало змогу вивчити вплив гермакапу на ланку специфічного гуморального імунітету. Отримані результати вказали на тенденцію до незначного підвищення імунобіологічної реактивності організму корів дослідної групи, адже вміст Ig, порівняно з контрольною групою корів підвищився на 2,9 %.

В цілому, майже всі показники крові обох груп корів перебували в межах норми. Виявлене підвищення окремих показників імунного захисту корів на 8-9 місяці тільності вказує на позитивний вплив застосування гермакапу. Зниження показників імунного захисту організму корів до рівня контрольної групи в 1 місяць лактації свідчило про необхідність повторного застосування препарату. Використання внутрішньом'язових ін'єкцій гермакапу повторно на 2 місяці лактації мало позитивний імуномодулюючий ефект.

Використання гермакапу супроводжувалося невірогідними, між групами корів, відмінностями показників якості молока (табл. 2). Проте під час 1 місяця лактації спостерігали тенденцію до незначного підвищення вмісту жиру, білка та кількості соматичних клітин у молоці корів контрольної групи (II), порівняно з дослідною (I) – відповідно на 0,09 %, 0,1 % та 24,56 тис/см<sup>3</sup>. У другому місяці лактації, впродовж якого повторно застосовували гермакап, відзначали тенденцію до збільшення окремих показників якості молока дослідної групи, порівняно з контрольною. Зокрема вміст лактози та білка підвищився відповідно на 0,15 % та 0,13 %, а кількість соматичних клітин зменшилася на 112,14 тис/см<sup>3</sup>.

У підтвердження впливу на зазначені показники цитратів мікроелементів цинку та германію можна зазначити зміни між періодами досліджень. Так, порівняно з 1 місяцем у 2 місяці лактації вміст лактози у дослідній групі збільшився на 0,29 %, а у контрольній – на 0,17 %; вміст білка збільшився у I групі на 0,29, а в II – на 0,06 %; кількість соматичних клітин у I групі зменшилася на 58,92 тис/см<sup>3</sup>, а у II – збільшилася на 28,66 тис/см<sup>3</sup>. Розбіжності

між зазначеними показниками якості молока, отриманого у 3 місяці лактації, порівняно із 2 місем лактації, зберегли описану вище тенденцію, але суттєво знизилися. Отже подальше застосування препарату недоцільне.

## 2. Показники якості молока корів за умов застосування препарату гермакап, $M \pm m$ , $n = 8$

Показники	Група тварин	1-й міс. лактації	2-й міс. лактації	3-й міс. лактації
Кислотність, °Т	I	16,72 ± 0,14	16,43 ± 0,09	16,38 ± 0,09
	II	16,92 ± 0,21	16,48 ± 0,14	16,43 ± 0,11
рН	I	6,70 ± 0,01	6,70 ± 0,00	6,70 ± 0,01
	II	6,70 ± 0,01	6,71 ± 0,01	6,70 ± 0,01
Густина, кг/м <sup>3</sup>	I	1028,03 ± 0,49	1028,36 ± 0,51	1028,49 ± 0,34
	II	1028,14 ± 0,48	1028,26 ± 0,41	1028,37 ± 0,34
Вміст сухого знежиреного молочного залишку, %	I	8,17 ± 0,25	8,26 ± 0,20	8,27 ± 0,22
	II	8,21 ± 0,19	8,19 ± 0,22	8,20 ± 0,22
Вміст жиру, %	I	3,50 ± 0,19	3,68 ± 0,17	3,79 ± 0,16
	II	3,59 ± 0,22	3,81 ± 0,19	3,83 ± 0,19
Вміст білка, %	I	3,04 ± 0,08	3,33 ± 0,07	3,38 ± 0,03
	II	3,14 ± 0,07	3,20 ± 0,04	3,21 ± 0,03
Вміст лактози, %	I	4,66 ± 0,11	4,95 ± 0,08	4,92 ± 0,06
	II	4,63 ± 0,10	4,80 ± 0,08	4,75 ± 0,08
Кількість соматичних клітин, тис/см <sup>3</sup>	I	398,50 ± 44,80	339,58 ± 19,55	322,72 ± 21,64
	II	423,06 ± 27,99	451,72 ± 29,60	455,67 ± 26,20
*Кількість МАФАНМ, тис. КУО/см <sup>3</sup>	I	3,2·10 <sup>3</sup> ± 0,27	3,6·10 <sup>3</sup> ± 0,17	3,3·10 <sup>3</sup> ± 0,33
	II	3,3·10 <sup>3</sup> ± 0,17	3,7·10 <sup>3</sup> ± 0,30	3,4·10 <sup>3</sup> ± 0,35

Примітка: \*n = 5 для I та II групи

Підвищення вмісту лактози в молоці корів дослідної групи могло відбутися у зв'язку з підвищенням вмісту глюкози та білка у їх крові, а також відсутності тенденції до розвитку запальних процесів у молочній залозі. Такі висновки пов'язані із участю молекул глюкози, що надходить з крові до молочної залози, в синтезі лактози. Припинення синтезу лактози може відбутися у зв'язку з регулюванням осмотичного тиску в молочній залозі за підвищення вмісту NaCl, що трапляється за маститу чи пізнього періоду лактації. Обґрунтувати збільшення білка в молоці під впливом використання гермакапу можна як дію складових препарату у напрямку поліпшення обмінних процесів організму, а саме – засвоєння амінокислот та збільшення їх вмісту у крові, що є основою для синтезу білка в молочній залозі. Крім того, очевидно,

що цьому сприяє й збільшення вмісту білка крові (табл. 1), адже імуноглобуліни і альбумін сироватки крові надходять безпосередньо в молоко [18, 19]. Склад сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) формується переважно із білкових речовин, лактози та різних мінеральних речовин [19, 20]. Зважаючи на те, що частка мінеральних речовин становить лише від 0,5 до 1,0 %, то підвищення СЗМЗ у молоці корів дослідної групи у 2 та 3 місяцях лактації цілком логічне. Науково обґрунтувати меншу, порівняно з контрольною групою, кількість соматичних клітин у молоці корів дослідної групи у 1, 2, і 3 місяці лактації можливо, зважаючи на гематологічні показники крові цієї групи. У зв'язку з використанням гермакапу у крові корів дослідної групи виявлено збільшення моноцитів (табл. 1). Вихід моноцитів з крові в тканини організму супроводжується їх диференціацією із перетворенням у макрофаги. У тканинах органів моноцити проходять через етапи мітотичного ділення, перетворюючись у макрофаги, які надалі набувають фагоцитарної активності. Відтак, підвищена кількість моноцитів крові могла зумовити збільшення макрофагів у молочній залозі, а, отже, збільшення фагоцитозу патогенних грибів, зруйнованих тканин та клітин новоутворень. Крім того, у дослідній групі виявлено збільшення кількості нейтрофілів, функцією яких теж є фагоцитування бактерій та продуктів розпаду змертвілих тканин. Щодо решти показників якості молока дослідних груп, то зміни їх значень знаходилися у фізіологічних межах, але не мали наукової значущості.

### **Висновки**

1. За застосування внутрішньом'язових ін'єкцій гермакапу коровам у період 89 місяців тільності та 2 місяця лактації виявлено підвищення порівняно із інтактними коровами кількості лейкоцитів, зокрема нейтрофілів та моноцитів. Крім того, у крові корів дослідної групи виявлено тенденцію до підвищення вмісту загального білка та загального вмісту Ig.

2. У молоці корів за застосування препарату на основі цитратів цинку та германію виявлено тенденцію підвищення вмісту білка, лактози і сухого знежиреного молочного залишку. Середні значення кількості соматичних

клітин в молоці корів дослідної групи впродовж перших трьох місяців лактації були меншими, порівняно з контрольною групою.

### Список літератури

1. Гараздюк, Г. В. Своєчасна діагностика субклінічних форм маститів – запорука одержання екологічно чистого молока/ Г.В Гараздюк // Ветеринарна медицина України. – 2011. –№ 3. – С. 40.
2. Лайтер-Москалюк, С. В.Оцінка молока сирого за вимогами ДСТУ 3662-97 отриманого в колективних господарствах Тернопільської області/ С. В. Лайтер-Москалюк, М. Д Кухтин, Ю.Б. Перкій, Ю. В. Горюк //Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2015. – Т.17, № 3 (63). – С. 398–403.
3. Остапюк, М. П. Вивчення санітарно-гігієнічних умов виробництва молока на молочних фермах для забезпечення умов належної гігієнічної практики/ М.П. Остапюк, В.В. Касянчук, О.М. Бергілевич, О.О. Бергілевич // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2010. – Т.12, Ч.4, № 3 (45). – С. 234–248.
4. Addis, M. F. Evaluation of milk cathelicidin for detection of bovine mastitis / M.F. Addis // J. Dairy Sci. – 2016. – Issue 99 – P. 1–9. doi:10.3168/jds.2016-11407
5. Júnior L. Relationship between total bacteria counts and somatic cell counts from mammary quarters infected by mastitis pathogens / L. Júnior // Ciencia Rural, Santa Maria.– 2012. – Vol.42, Issue.4, – P.691-696.
6. Касянчук, В.В. Взаємозв'язок між кількістю соматичних клітин та захворюванням корів субклінічним маститом стафілококової та коліформної етіології / В.В. Касянчук, О.М. Бергілеви, О.І. Скляр, А.М. Марченко // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Ветеринарна медицина».– 2015. – В.1(36). – С. 73–77.
7. Воробель, М.І. Значення мікроелементів у життєдіяльності тварин / М.І. Воробель, Я.І. Півторак // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2011. – Т.13 Ч.3 № 4 (50). – С. 54–60
8. Кліценко, І.Т. Мінеральне живлення тварин / І.Т. Кліценко, М. Ф. Кулик, М. В. Косенко, В. Т. Лісовенко. – К. : Світ, 2001. – 576 с.
9. Каплуненко, В.Г. Реальні перспективи використання здобутків нанотехнологій у ветеринарній практиці /В.Г. Каплуненко, І.К. Авдос'єва, А.Г. Пащенко// Біологія тварин. – 2014. – Т. 15. – № 4. – С. 252–260.
10. Жила М.І. Клінічні дослідження терапевтичної ефективності пропарату гермакап на телятах / М.І. Жила, І.К. Авдос'єва, А.Г. Пащенко, Л.В. Калиновська, Г.М. Михалусь // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2016. – Т.18, № 1 (65). – С. 42–47.
11. Влізло, В.В. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Довідник / В.В. Влізло, Р.С Федорук, І.Б. Ратич та ін.; за ред. д.вет.н., проф. акад. НААН В.В. Влізла. – Львів: СПОЛОМ, 2012. – 764 с.

12. Методичні вказівки щодо використання методів біохімічних досліджень біологічного матеріалу в державних лабораторіях ветеринарної медицини при діагностиці захворювань неінфекційної патології. Державний департамент ветеринарної медицини. Центральна державна лабораторія ветеринарної медицини. Від 26.07.2000 р. № 1514/129. Київ 2000. – 32 с.

13. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. Київ МІНЕКОНОМПРОЗВИТКУ України, 2014. – 34 с.

14. Федак, Н.М. Мінеральні речовини в годівлі сільськогосподарських тварин / Н.М. Федак, Я.С. Вовк, С.П. Чумаченко, І.В. Душара // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2012. – Ч. I., № 54. – С. 128–135.

15. Симонян, Г.А. Ветеринарная гематология / Г.А. Симонян, Ф.Ф. Хисамутдинов – М.: Колос, 1995. – 256 с.

16. Harvey, J. W. Veterinary hematology : a diagnostic guide and color atlas / J.W. Harvey. – Copyright by Saunders, an imprint of Elsevier Inc., 2012– 360 p.

17. Бажибина, Е.Б. Методологические основы оценки клинико-морфологических показателей крови домашних животных / Е.Б. Бажибина, А.В. Коробов, С.В. Середа., В.П. Сапрыкин. – М.: «Аквариум-Принт», 2005.– 128 с.

18. Fox, P.F. Dairy Chemistry and Biochemistry / P.F. Fox, P.L.H. McSweeney –Blackie Academic & Professional, 1998. –477 p.

19. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов /. К.К. Горбатова, П. И. Гунькова; под общ. ред. К. К. Горбатовой. —М.: ГИОРД, 2010. – 336 с .

20. Тепел, А. Химия и физика молока / А Тепел. – Пер. с нем под ред. к.техн.н., доц. С.А. Фильчаковой. – СПб.: Профессия, 2012. – 823 с.

## References

1. Harazdiuk, H. V. (2011) Svoiechasna diahnostyka subklinichnykh form mastytiv – zaporuka oderzhannia ekolohichno chystoho moloka Veterynarna medytsyna Ukrainy, 3, 40–41.

2. Laiter-Moskaliuk, S. V. Kukhtyn, M. D., Perki Yu.B., Horiuk Yu. V. (2015) Otsinka moloka syroho za vymohamy DSTU 3662-97 otrymanoho v kolektyvnykh hospodarstvakh Ternopilskoi oblasti. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhyskoho, 17, 3 (63), 398–403.

3. Ostapiuk, M. P., Kasianchuk, V.V., Berhilevych, O.M., Berhilevych, O.O. (2010) Vyvchennia sanitarno-hihienichnykh umov vyrobnytstva moloka na molochnykh fermakh dlia zabezpechennia umov належної гігієнічної практики Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhyskoho, 12/4, 3 (45), 234–248.

4. Addis, M. F. (2016) Evaluation of milk cathelicidin for detection of bovine mastitis J. Dairy Sci, 99, 1–9. doi:10.3168/jds.2016-11407

5. Júnior L. (2012) Relationship between total bacteria counts and somatic cell counts from mammary quarters infected by mastitis pathogens. Ciencia Rural, Santa Maria 42, (4), 691-696.

6. Kasianchuk, V.V. Berhilevy, O.M., Skliar, O.I., Marchenko, A.M., (2015) Vzaiemozviazok mizh kilkistiu somatychnykh klityn ta zakhvoriuvanniam koriv

subklinichnym mastytom stafilokokovoi ta koliformnoi etiologii. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Veterynarna medytsyna», 1, (36), 73–77.

7. Vorobel, M.I., Pivtorak, Ya.I. (2011) Znachennia mikroelementiv u zhyttiediialnosti tvaryn / M.I. Vorobel, // Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhyskoho, 13/3, 4 (50), 54–60.

8. Klitsenko, I.T., Kulyk, M. F., Kosenko, M. V., Lisovenko, V. T. (2001) Mineralne zhyvlennia tvaryn [Mineral nutrition of animals] – Kyiv, Ukraine: Svit, 576.

9. Kaplunenko, V.H., Avdosieva, I.K., Pashchenko, A.H. (2014) Realni perspektyvy vykorystannia zdobutkiv nanotekhnologii u veterynarnii praktytsi. Biologhiiia tvaryn, 15, (4), 252–260.

10. Zhyla M.I., Avdosieva, I.K., Pashchenko, A.H., Kalynovska, L.V., Mykhalus, H.M. (2016) Klinichni doslidzhennia terapevtychnoi efektyvnosti preparatu hermakap na teliatakh. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhyskoho, 18, 1 (65), 42–47.

11. Vlizlo, V.V., Fedoruk, R.S, Ratykh, I.B. ta in. (2012) Laboratorni metody doslidzhen u biologhii, tvarynnytstvi ta veterynarnii medytsyni. Dovidnyk. [Laboratory methods of research in biology and veterinary medicine. Directory] Lviv, Ukraine: SPOLOM, 764.

12. Metodychni vказivky shchodo vykorystannia metodiv biokhimichnykh doslidzhen biologhichnoho materialu v derzhavnykh laboratoriiakh veterynarnoi medytsyny pry diahnostytsi zakhvoriuvan neinfektsiinoi patolohii. Derzhavnyi departament veterynarnoi medytsyny. Tsentralna derzhavna laboratoria veterynarnoi medytsyny. 2000, № 1514/129. Kyiv, Ukraine: 32.

13. DSTU 7357:2013 Moloko ta molochni produkty. Metody mikrobiologhichnoho kontroliuvannia. (2014), Kyiv, Ukrainy: Minekonomrozvytku, 34.

14. Fedak, N.M. Vovk, Ya.S., Chumachenko, S.P., Dushara, I.V. (2012) Mineralni rechovyny v hodivli silskohospodarskykh tvaryn. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo, 1, (54), 128–135.

15. Symonian, H.A., Khysamutdynov, F.F. (1995). Veterynarnaia hematologhiiia [Veterinary hematology]. Moscow, Russia: Kolos, 256.

16. Harvey, J. W. (2012). Veterinary hematology: a diagnostic guide and color atlas. Copyright by Saunders, an imprint of Elsevier Inc., 360.

17. Bazhybyna, E.B., Korobov, A.V., Sereda., S.V., Saprukyn, V.P. (2005). Metodologhicheskyye osnovyy otsenky klynyko-morfologhicheskyykh pokazatelei krovyy domashnykh zhyvonukh [Methodological basis for assessment of clinical and morphological parameters of blood of domestic animals]. Moscow, Russia: Akvaryum-Prynt, 128.

18. Fox, P.F. McSweeney, P.L.H. (1998). Dairy Chemistry and Biochemistry Blackie Academic & Professional, 477.

19. Horbatova, K.K., Hunkova, P. Y.; pod obshch. red. Horbatovoi K. K. (2010). Byokhymiiia moloka y molochnykh produktov [Biochemistry of milk and milk products]. Moscow, Russia: HYORD, 336.

20. Tepel, A. pod red. Fylchakovoi, S.A. (2012). Khymyia y fyzyka moloka [Chemistry and Physics of milk] – ST. PETERSBURG, Russia: Professyia, 823.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ЦИТРАТОВ Zn И Ge С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОЛОКА-СЫРЬЯ КОРОВ**

**Л. А. Кондрасий, О. Н. Якубчак, Н. О. Малюк, В. Г. Каплуненко**

***Аннотация.** Проблема снижения качества молока-сырья вследствие заболевания коров маститом (особенно субклиническое течение) существует практически на большинстве ферм Украины и мира. Поэтому актуальным остается поиск средств, способных поддержать иммунитет коров в критические периоды, в частности, послеродового и первых месяцев лактации. Последние сообщения ученых свидетельствуют о способности влияния на иммунитет соединений германия. Нанотехнологии позволяют создавать цитраты германия и эссенциальных элементов, которые частично используются с кормов в начале пищеварения биотой рубца коров. Поэтому нами был апробирован препарат на основе цитратов Zn и Ge, который вводили парентерально опытной группе коров в период 8–9 мес. стельности и повторно на 2-й месяц лактации. Контрольная группа оставалась интактной. Препарат вводили в дозе 10 мл один раз в неделю в течение месяца. Исследование крови выполняли один раз в месяц, молока – еженедельно в течение 1-3 месяцев лактации. Применение в указанные периоды препарата показало повышение, по сравнению с результатами исследования крови от интактных коров, количества лейкоцитов, в частности нейтрофилов и моноцитов. Кроме того, в крови коров опытной группы выявлена тенденция к повышению содержания общего белка и общего содержания Ig. В молоке коров вследствие применения препарата на основе цитратов цинка и германия выявлена тенденция повышения содержания белка, лактозы и сухого обезжиренного молочного остатка. Также выявлено снижение, по сравнению с контрольной группой, средних значений количества соматических клеток в молоке коров опытной группы в течение первых трех месяцев лактации. Разница между группами составляла 24,56 тыс/см<sup>3</sup>, 112,14, и 132,95 тыс/см<sup>3</sup> соматических клеток соответственно в I, II и III месяцы лактации.*

***Ключевые слова:** гермакан, цитрат Zn и Ge, кровь, молоко, качество*

## **THE QUALITY VARIATION OF RAW MILK UNDER PREPARATION BASED ON CITRATE Zn AND Ge**

**L. A. Kondrasyi, O. N. Yakubchak, N. O. Maliuk, V. H. Kaplunenko**

***Abstract.** The aim of this study was to investigate impact of citrate zinc and germanium on cow's milk quality during the first months of lactation. The subclinical cow mastitis is the main problem of reduction in raw milk quality; it is typical for most Ukraine and foreign dairy farms. Therefore, the actual search tools those are able to support the immune system of cows in critical periods, including postnatal*

*period and the first months of lactation. Recent posts researchers demonstrate the ability of germanium compounds to influence on immune system. Nanotechnology can create citrate germanium and some essential elements that are fractional used from feed in the early digestion period by biota of cow's rumen. Therefore, we have tested the preparation – hermakap, which is comprised of citrate Zn and Ge; at dose of 10 ml once a week for a month. We used parenteral injection to experimental group of cows in the period of 8–9 months of pregnancy. Next time of parenteral injection was provided on second months of lactation. The control group remained intact. The Blood test performed once a month; milk test performed every week for the 1st-3rd month of lactation. Increase of leukocytes number (particularly neutrophils and monocytes) was detected in cows from experimental group compared control group upon performance the Blood test. Also we noticed the tendency to increase total protein content and total Ig in blood from cows of the experimental group. After used hermakap were changed some quality parameters of milk of cows from experimental group; we identified trend of increasing protein, lactose and dry matter (without fat). During the first three months of lactation was found lower average value of SCC in the milk of cows of the experimental group, compared with the control group. The difference between groups was 24.56 thousand/cm<sup>3</sup>, 112.14, and 132.95 thousand/cm<sup>3</sup> SCC in the 1st, 2nd and 3rd months of lactation, respectively.*

**Keywords:** *hermakap, citrate Zn and Ge, blood, milk, quality*

УДК 579.8:616-036.22(477+100)

**ОСОБЛИВОСТІ ЕПІДЕМІЧНОЇ ТА ЕПІЗООТИЧНОЇ СИТУАЦІЇ ЩОДО  
*PSEUDOMONAS AERUGINOSA***

**О. Ю. НОВГОРОДОВА**, науковий співробітник Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК,

**В. О. УШКАЛОВ**, доктор ветеринарних наук, директор Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК,

**Т. В. МАЗУР**, доктор ветеринарних наук, завідувач кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

*E-mail: oleksandra\_n@yahoo.com*

***Анотація.** Згідно актуальної наразі стратегії міждисциплінарного співробітництва «One Health» («Єдине здоров'я»), увага фахівців охорони здоров'я зосереджена на дослідженні патогенних мікроорганізмів, небезпечних для людей і тварин. Бактерія *P. aeruginosa* є опортуністичним патогенним мікроорганізмом тварин і людей, що за умови імуносупресорного стану зумовлює інфекційне захворювання – псевдомоноз, а також сприяє розвитку інших захворювань в організмі людей чи тварин. Унаслідок мутацій або отримання екзогенного генетичного матеріалу в *P. aeruginosa* може розвиватися резистентність до будь-якого антипсевдомонадного антибіотика, тому стратегія лікування псевдомонозу ускладнюється з кожним роком. У даній статті автори проаналізували епідемічну та епізоотичну ситуації щодо *P. aeruginosa* в Україні та світі, користуючись даними статистичних звітів колишньої Державної та Фітосанітарної служби України, статистичних даних регіональних лабораторій та даних звітів міжнародних організацій з охорони здоров'я. Отримані дані по дослідженню епідемічної та епізоотичної ситуації, стануть підґрунтям ефективного контролю за бактеріальними інфекціями, включаючи *P. aeruginosa*, адже забезпечення благополуччя людей і тварин щодо інфекційних хвороб, можна досягти лише за умови комплексного вирішення епізоотологічних та епідеміологічних аспектів цієї проблеми.*

***Ключові слова.** «Єдине здоров'я», *Pseudomonas aeruginosa*, екстенсивність, псевдомоноз, епідемічна ситуація, епізоотична ситуація*

**Актуальність.** Згідно Всесвітньої стратегії розширення міждисциплінарного співробітництва та комунікації у всіх аспектах охорони здоров'я людини, тварин і навколишнього середовища, концепції «One Health»

(«Єдине здоров'я»), увага фахівців ветеринарної та гуманної медицини акцентована на вивченні мікроорганізмів, які несуть небезпеку для людей, тварин і рослин. *P. aeruginosa* в цьому аспекті – надзвичайно важливий об'єкт дослідження, як сапронозний мікроорганізм, широко розповсюджений в об'єктах навколишнього середовища, і за певних умов, – посередник інфекційної патології людей, тварин та рослин [1-4].

Бактерії *P. aeruginosa* характеризуються високою здатністю формувати стійкі форми до антимікробних препаратів. Серед основних причин, що сприяють виникненню резистентності, є нераціональна антибіотикотерапія як людини, так і тварин, та використання антибіотиків в якості стимуляторів росту у тваринництві. Проблема резистентності у тваринництві небезпечна через те, що дозволяє стійким штамам бактерій з генами резистентності передаватись через харчові ланцюги від сільськогосподарських тварин і при безпосередньому контакті від домашніх тварин до людей. Таким чином, актуальним питанням є дослідження епідемічної та епізоотичної ситуації щодо *P. aeruginosa* для подальшого розроблення високочутливої діагностичної тест-системи для ефективного захисту населення та тварин у боротьбі з цими патогенами [5].

**Аналіз досліджень і публікацій.** *P. aeruginosa* характеризується опортуністичністю та убіквітарністю [6], а також здатністю до організації кворум-залежних систем, в яких сигнальними молекулами служать різні ацилгомосеринлактони. Загальну схему комунікацій грамнегативних бактерій можна подати таким чином: у системі кворум-сенсингу грамнегативних бактерій білки родини Lux I виступають аутоіндукторними синтазами та каталізують формування специфічних ацилгомосеринлактонних аутоіндукторних молекул. Аутоіндуктори вільно дифундують через мембрану та акумулюються у міру збільшення щільності клітин. Білки родини Lux R пов'язують споріднені їм аутоіндуктори при досягненні досить високої концентрації сигнальних молекул. Комплекс Lux R - аутоіндуктор зв'язується із промотором цільових генів, запускаячи їх транскрипцію [7, 8]. Таким чином бактерії набувають антибіотикорезистентності.

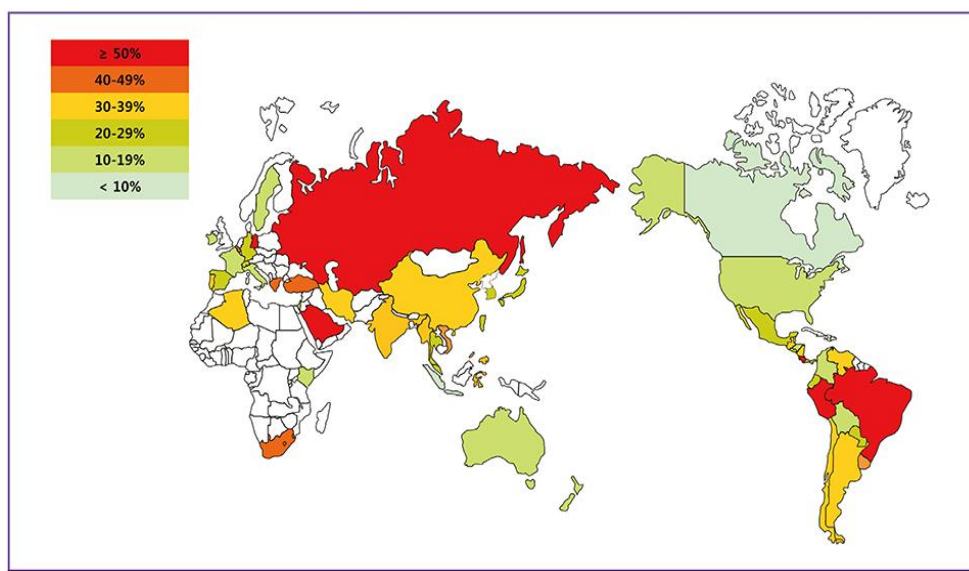
Набуття бактеріями резистентності до антибіотиків, таких як беталактамні препарати, макроліди, хінолони та глікопептиди, стає важливою проблемою охорони здоров'я в усьому світі. Швидке виявлення інфекційних агентів надзвичайно важливо для ефективної профілактики та лікування бактеріальних інфекцій людей і тварин. На сьогодні в Україні, незважаючи на актуальність проблеми, не розроблена система моніторингу за резистентністю мікроорганізмів до протимікробних препаратів [9,10].

**Мета дослідження** – проаналізувати особливості епідемічної та епізоотичної ситуації щодо *P. aeruginosa* у світі та в Україні.

**Матеріали і методи дослідження.** Для отримання даних, щодо аналізу *P. aeruginosa* тварин в Україні, користувались даними статистичних даних ветеринарних звітів, представлених на веб-сайті Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України в період з 2003 до 2012 року. [11], звіти регіональних лабораторій. Для аналізу даних щодо епідемічної ситуації використовували звіти World Health Organisation та Annual epidemiological report European Centre for Disease Prevention and Control, EARS-NET – Net database (Європейська система нагляду і контролю за антибіотикорезистентністю) [12].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Відповідно до отриманих даних особливостей епідемічної ситуації щодо антибіотикорезистентних штамів *P. aeruginosa* у світі, - в більшості країн відсоткове співвідношення карбапенем-резистентних штамів *P. aeruginosa* коливалася від 10 до 50 %. В Канаді (карбапенеми 3,3 %) та Домініканській Республіці (іміпенем і меропенем 8 %) найнижчий відсоток поширення антибіотикорезистентних штамів *P. aeruginosa* (нижче, ніж 10 %).

З іншого боку, відсоткове співвідношення в Бразилії, Перу, Коста-Ріки, Росії, Греції, Польщі, Ірану та Саудівської Аравії зафіксовано вище, ніж 50 % всіх препаратів класу карбапенемів (іміпенем, меропенем, доріпенем, ертапенем) в діапазоні від 50 % до 75,3 % (рис.1).

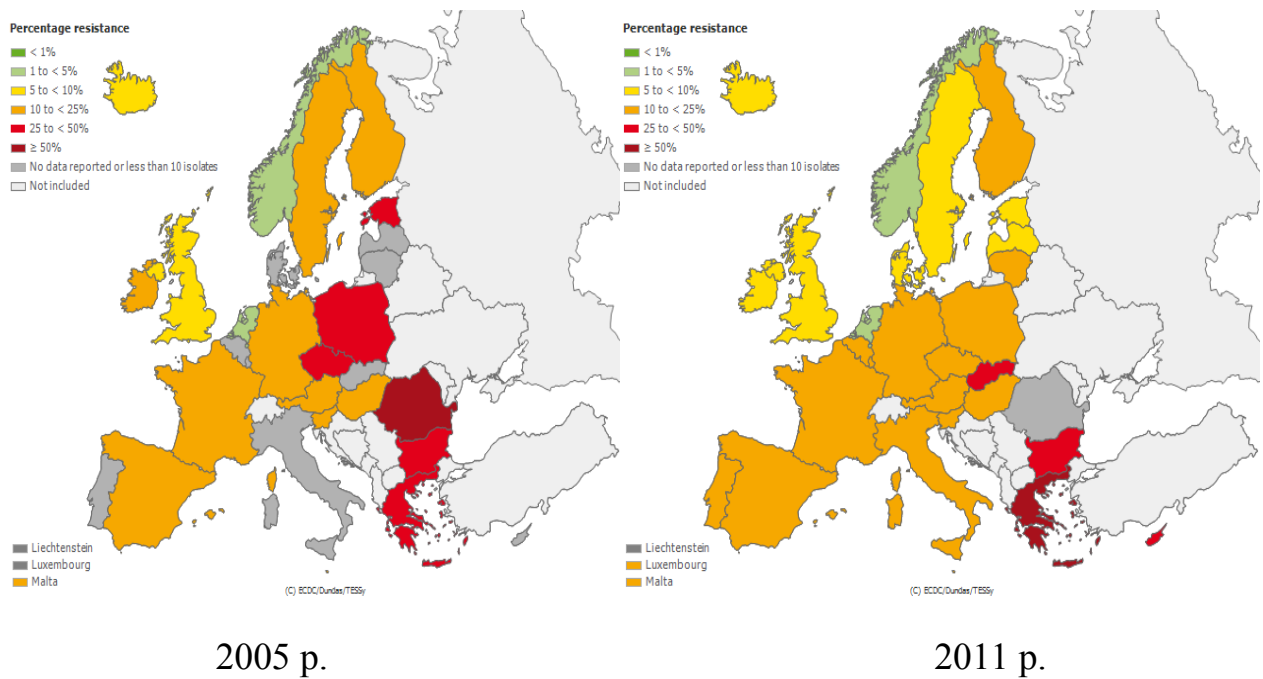


**Рис. 1. Екстенсивність епідеміологічної ситуації щодо карбапенем-резистентної *P. aeruginosa* протягом 2009 – 2011 рр. (за даними Duck Jin Hong, et al., *Infect Chemother* 2015;47(2):81-97)**

На території Російської Федерації, Південно-Західної Азії і Південної Америки переважають області з досить високим рівнем антибіотикорезистентності, щоб викликати занепокоєння фахівців громадських об'єднань з охорони здоров'я [13].

Щодо рівню екстенсивності карбапенем-резистентних ізолятів *P. aeruginosa* на території країн Європи, ми можемо привести дані звітів EARS-NET – Net database (рис. 2).

Екосистема взаємодії між людьми та тваринами і сільським господарством є динамічною, особливо, якщо врахувати неконтрольоване застосування антибіотиків, і як наслідок, набування бактеріями антибіотикорезистентності. Важливо вивчити особливості епізоотичної ситуації щодо *P. aeruginosa*, так як збудник є опортуністичним та патогенним для людини, майже для всіх видів тварин.



**Рис 2. Відсоткове співвідношення карбапенем-резистентних ізолятів *P. aeruginosa* на території Європи. (За даними звітів EARS-NET – Net database)**

В основу створення епізоотичної карти були покладені дані центральної державної лабораторії ветеринарної медицини в м. Києві (рис. 3).



**Рис 3. Екстенсивність псевдомонозу сільськогосподарських тварин в Україні за 2005 – 2015 рр.**

За результатами досліджень біоматеріалу від сільськогосподарських тварин, ми бачимо, що найбільша кількість випадків реєструється в Запорізькій, Донецькій та Луганській областях. Області на карті, відмічені блакитним коліром, свідчать не тільки про низький відсоток зустрічаємості *P. aeruginosa*, перш за все

це вказує на недосконалість у системі моніторингу та індикації збудника на території України.

Виходячи з таблиць статистичних даних ветеринарних звітів, представлених на веб-сайті Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України (на даний час Держпродспоживслужба України) в період з 2003 по 2012 рр., захворювання свиней та ВРХ, викликане *P. aeruginosa* реєструється в Черкаській, Львівській областях та АР Крим (табл. 1, 2).

### **1. Коefіцієнт вогнищевості сільськогосподарських тварин в Україні за 2005 – 2012 рр.**

Область	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Середній показник за 10 років
Черкаська	-	-	-	-	-	3	1	-	3
Львівська	1	1	-	-	-	-	-	-	1
АР Крим	-	-	-	1	-	-	-	1	1

Згідно даних таблиці, епізоотичний процес за псевдомонозу сільськогосподарських тварин, свиней характеризується спорадичними спалахами та ензоотією з повільним перебігом.

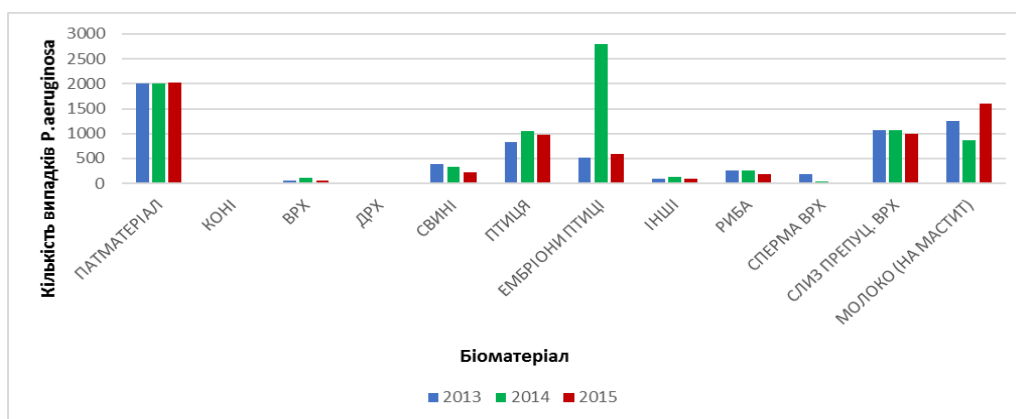
### **2. Показники неблагополуччя з псевдомонозу сільськогосподарських тварин станом на 2005 – 2012 рр.**

№ п/п	Області	Всього населених пунктів	Із них неблагополучні	Показники неблагополуччя, %
1	Черкаська	285 (понад 6 тис)	11	9,5
2	Львівська	729 (понад 11 тис)	3	0,4
3	АР Крим	62	3	4,8

Високий показник позитивних результатів в Черкаській області можна пояснити тим, що значне поголів'я тварин сконцентровано на досить малих площах біля індустріальних центрів у вигляді великих тваринницьких і свинарських комплексів.

Появі та поширенню псевдомонозу сприяють різні порушення ветеринарно-санітарних правил утримання та годівлі тварин (інвазійні захворювання, перегрівання, тривалі перегони, невпорядковане транспортування, скупчене утримання тварин, згодовування недоброякісних кормів, безсистемне використання антибіотиків, що веде до спотворення наслідків діагностики захворювання і проблем з його ліквідацією).

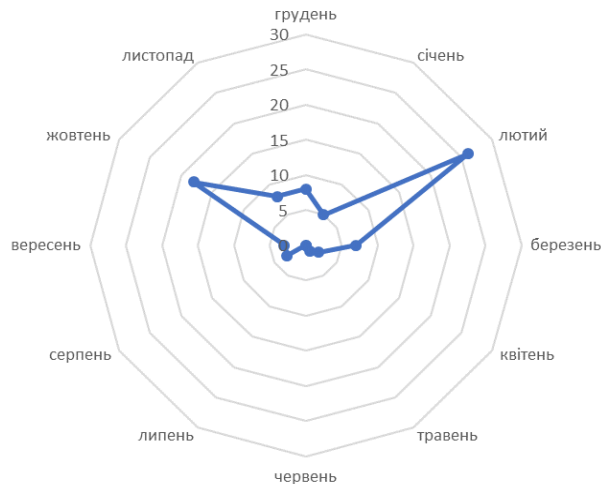
Для аналізу епізоотичної ситуації в Україні за період 2013 – 2015 рр. досліджувались звіти Одеського філіалу Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (рис. 4).



**Рис 4. Результати дослідження біоматеріалу на наявність *P. aeruginosa* з 2013 – 2015 рр.**

Згідно даних діаграми найбільшу кількість виявлення збудника синьогнійної інфекції реєстрували в патологічному матеріалі, отриманому від тварин, пташиних ембріонах та пробах молока, досліджуваних на мастит. Наявність *P. aeruginosa* в молоці підтверджує результати аналізу літературних даних, де мова йде про те, що *P. aeruginosa* одним з основних збудників маститу ВРХ та синдрому ММА (метрит-мастит-агалактія) свиней.

За статистичними даними 2005 – 2015 рр., найбільша інфікованість свиней *P. aeruginosa* в Україні відмічається в осінньо-зимовий період переважно з жовтня по лютий, (іноді з листопада по березень, включно) що, ймовірно, пов'язано з ускладненням природно-кліматичних умов та послаблення стану природнього імунітету тварин у ці періоди року (рис. 5).

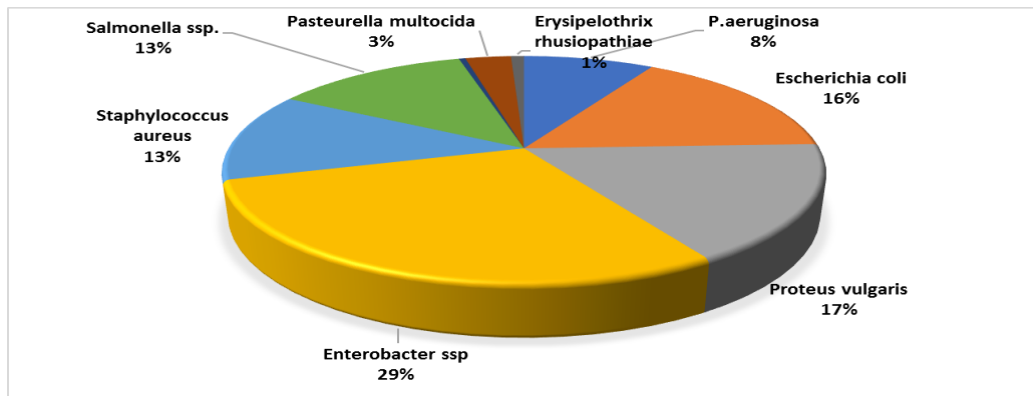


**Рис 5. Сезонність прояву псевдомонозу сільськогосподарських тварин в Україні**

У жовтні-листопаді знижується зовнішня температура повітря, підвищується вологість, вплив зовнішнього середовища на пригнічення властивостей *P. aeruginosa* мінімальний, і це сприяє підвищенню концентрації збудника, підвищення рівню бактеріоносійства серед тварин а, особливо, серед молодняка.

У весняно-літній період із появою зелених кормів багатих на вітаміни, мікроелементи та фітонциди, годівлі тварин кормами нового врожаюі, в меншій мірі, контамінованих *P. aeruginosa*, пліснявими грибами та іншими мікроорганізмами, а також інтенсивна інсоляція сприяють підвищенню загальної резистентності організму тварин, що забезпечує достатню опірність інфікування умовно-патогенними і патогенними мікроорганізмами.

Нозологічний профіль бактерійних хвороб сільськогосподарських тварин характеризується тим, що реєструвались хвороби, які викликаються збудниками *P. aeruginosa*, *E. coli*, *P. vulgaris*, *Enterobacter ssp.*, *S. aureus*, *Salmonella ssp.* В більшості випадків мікробні асоціації представлені 3-4 та більше видами бактерій (рис. 6).



**Рис. 6. Збудники хвороб, які входять до нозологічного профілю хвороб свиней бактерійного походження в Україні за 2012 – 2016 рр.**

Зі звітів World Health Organization беремо до уваги, що у різних видів тварин і людини спільні джерела псевдомонозної інфекції та шляхи поширення, захворювання спричиняють одні й ті ж або дуже подібні серологічні варіанти і групи, тому *P. aeruginosa* можливо відносити до зооантропонозів.

Характерною ознакою епідемічного та епізоотичного процесів *P. aeruginosa*, як умовно-патогенного убіквітарного мікроорганізму є host-patogen interaction, тобто взаємодія патогену з організмом господаря. Особливість цієї бактерії складається в опортунізмі і тривалій персистенції в організмі господаря та в об'єктах довкілля.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Епізоотична та епідемічна ситуація щодо *P. aeruginosa*. в світі напружена, у зв'язку із швидким поширенням антибіотикостійких (карбапенем-резистентних) штамів *P. aeruginosa*. Рівень екстенсивності інфекцій, зумовлених карбапенем-резистентними *P. aeruginosa* в країнах Південної та Східної Європи, Південної Азії та Росії перетнув 50 % бар'єр.

Встановлено, що особливістю епізоотології псевдомонозу сільськогосподарських тварин в Україні є спорадичність та ензоотичний перебіг, сезонність (найвища інфікованість тварин *P. aeruginosa* в Україні відзначається в осінньо-зимовий період, переважно з жовтня до лютого) та асоційований характер інфекції в поєднанні з бактеріями *E. coli* – в 16 % випадків, *P. vulgaris* – 17 %, *Enterobacter ssp* – 29 %, *S. aureus* – 13 % та *Salmonella ssp* – 13 %.

Найвищий рівень прояву епізоотичного процесу відмічений у південно-східному регіоні України, а саме у Запорізькій, Донецькій, Одеській, Луганській та Черкаській областях.

Світова тенденція до поширення антибіотикорезистентних грамнегативних бактерій, включаючи, *P. aeruginosa*, наголошує на необхідність розробки всеосяжних стратегій реагування, спрямованих в усі сектори охорони здоров'я.

### Список літератури

1. Sikkema R. One Health training and research activities in Western Europe [Text] / Sikkema R., Koopmans M. // Infection Ecology and Epidemiology. – 2016. – Vol. 6: Issue 0 – P. 1–9. doi:10.3402 / iee.v6.33703
2. World Organization for Animal Health (OIE), 2016, Animal Production Food Safety. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.oie.int/en/food-safety/achievements-to-date/>
3. World Health Organization, Foodborne zoonoses, accessed 09 Nov 2014. [Електронний ресурс] / Режим доступу: [http://www.who.int/zoonoses/diseases/foodborne\\_zoonoses/en/](http://www.who.int/zoonoses/diseases/foodborne_zoonoses/en/).
4. Rabinowitz P.M. Incorporating one health into medical education [Text] / Rabinowitz P.M., Natterson-Horowitz B.J., Kahn L.H., Kock R., Pappaioanou M. // BMC Medical Education. – 2017. – Vol.17, Issue. 1 – P. 1–7. doi:10.1186/s12909-017-0883-6.
5. Sadikot R.T. Pathogen-host interactions in *Pseudomonas aeruginosa* pneumonia [Text] / Sadikot R.T., Blackwell T.S., Christman J.W., Prince A.S. // American journal of respiratory and critical care medicine. – 2005. – Vol,171 Issue 11 – P. 1209 – 1223. doi: 10.1164/rccm.200408-1044SO
6. Witte W. Medical Consequences of Antibiotic Use in Agriculture Science [Text] / Witte W. // Science. – 1998. – Vol. 279, Issue 5353 – P. 996–997. doi: 10.1126/science.279.5353.996
7. Todeschini G. Improved prognosis of *Pseudomonas aeruginosa* bacteremia in 127 consecutive neutropenic patients with hematologic malignancies [Text] / Todeschini G., Franchini M., Tecchio C., Meneghini V., Pizzolo G., Veneri D., Murari C., Ricetti M.M., Perona G. // International journal of infectious diseases. – 1998. – Vol. 3, Issue 2 – P. 99 –104. doi: 10.1016/S1201-9712(99)90017-6
8. Qing Wei. Biofilm Matrix and Its Regulation in *Pseudomonas aeruginosa* [Text] / Qing Wei, Luyan Z. Ma // International journal of molecular science. – 2013. – Vol.14, Issue 10 – P.20983–21005. doi: 10.3390/ijms141020983
9. Коваль Г. М., Мікробіологічний моніторинг антибіотикорезистентності основних збудників внутрішньо-лікарняних інфекцій на Закарпатті за 2013 – 2014 рр. [Текст] / Коваль Г. М., Карабиньош С. О., Коваль Н. М., Туряниця С. М., Русин В. І. //Науково-практичний журнал для педіатрів та лікарів загальної практики – сімейної медицини. Проблеми клінічної педіатрії. – 2015. – №4 (30). – С. 15 – 19.

10. Лазоришинець В.В. Антибіотикорезистентність клінічних штамів *Pseudomonas aeruginosa* у хірургічних стаціонарах України в 2010 році [Текст] / Лазоришинець В. В., Салманов А. Г., Марієвський В. Ф., Хобзей М. К. // Україна. Здоров'я нації. – 2011. – № 2. – С.162 – 169.
11. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.vet.gov.ua>
12. European Centre for Disease Prevention and Control, EARS-NET. Net database [Електронний ресурс] / Режим доступу: [http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/antimicrobial-resistance-and-consumption/antimicrobial\\_resistance/EARS-Net/Pages/EARS-Net.aspx](http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/antimicrobial-resistance-and-consumption/antimicrobial_resistance/EARS-Net/Pages/EARS-Net.aspx)
13. Duck Jin Hong, Epidemiology and Characteristics of Metallo- $\beta$ -Lactamase-Producing *Pseudomonas aeruginosa* [Text] / Duck Jin Hong, I.I. Kwon Bae, In-Ho Jang, Seok Hoon Jeong, Hyun-Kyung Kang, Kyungwon Lee // *Infection and Chemotherapy*. – 2015. – Vol. 47, Issue 2 – P. 81–97. doi: 10.3947/ic.2015.47.2.81

### References

1. Sikkema R., Koopmans M., (2016) One Health training and research activities in Western Europe, *Infect Ecol Epidemiol.* 6 (0), 1–9. doi:10.3402 / iee.v6.33703
2. World Organization for Animal Health (OIE), 2016. Animal Production Food Safety. Available at: <http://www.oie.int/en/food-safety/achievements-to-date/>
3. World Health Organization, Foodborne zoonoses, accessed 09 Nov 2014. Available at: [http://www.who.int/zoonoses/diseases/foodborne\\_zoonoses/en/](http://www.who.int/zoonoses/diseases/foodborne_zoonoses/en/).
4. Rabinowitz P.M., Natterson-Horowitz B.J., Kahn L.H., Kock R., Pappaioanou M. (2017) Incorporating one health into medical education. *BMC Med Educ.*, 17(1), 1–7. doi: 10.1186/s12909-017-0883-6.
5. Sadikot R.T., Blackwell T.S., Christman J.W., Prince A.S. (2005) Pathogen-host interactions in *Pseudomonas aeruginosa* pneumonia. *American journal of respiratory and critical care medicine.* 171(11):1209-23. doi: 10.1164/rccm.200408-1044SO
6. Witte W. (1998). Medical Consequences of Antibiotic Use in Agriculture *Science.* 279 (5353), 996–997. doi: 10.1126/science.279.5353.996
7. Todeschini G., Franchini M., Tecchio C., Meneghini V., Pizzolo G., Veneri D., Murari C., Ricetti M.M., Perona G. (1998) Improved prognosis of *Pseudomonas aeruginosa* bacteremia in 127 consecutive neutropenic patients with hematologic malignancies. // *Int. J. Infect. Dis.* 3 (2), 99-104. doi: 10.1016/S1201-9712(99)90017-6
8. Qing Wei, Luyan Z. Ma (2013). Biofilm Matrix and Its Regulation in *Pseudomonas aeruginosa*. *Int J Mol Sci.* 14(10): 20983–21005. doi: 10.3390/ijms141020983
9. Koval` G.M., Karaby`n`osh S.O., Koval` N.M., Turyany`cya S.M., Rusy`n V.I. (2015) Mikrobiologichny`j monitory`ng anty`bioty`korezy`stentnosti osnovny`x zbudny`kiv vnutrishn`o-likarnyany`x infekcij na Zakarpatti za 2013 – 2014 rr. [Microbiological monitoring of nosomical infections in Zakarpattya region in 2013 – 2014]. *Scientific-practical journal for pediatrics and doctors of general practice – family doctors. The problems of pediatric medicine.* 4 (30), 15 – 19.
10. Lazory`shy`necz` V.V., Salmanov A.G., Mariyevs`ky`j V. F., Xobzej M.K. (2011) Anty`bioty`korezy`stentnist` klinichny`x shtamiv *Pseudomonas aeruginosa* u

xirurgichny`x stacionarax Ukrayiny` v 2010 roci [Antibiotic resistance Pseudomonas aeruginosa clinical strains in surgery hospitals of Ukraine ]. Ukraine. Health of nation, 2, 162 – 169.

11. State Veterinary and Phytosanitary Service of Ukraine. Available at: <http://www.vet.gov.ua>

12. European Centre for Disease Prevention and Control, EARS-NET – Net database. Available at: [http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/antimicrobial-resistance-and-consumption/antimicrobial\\_resistance/EARS-Net/Pages/EARS-Net.aspx](http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/antimicrobial-resistance-and-consumption/antimicrobial_resistance/EARS-Net/Pages/EARS-Net.aspx)

13. Duck Jin Hong, Il Kwon Bae, In-Ho Jang, Seok Hoon Jeong, Hyun-Kyung Kang, and Kyungwon Lee (2015). Epidemiology and Characteristics of Metallo- $\beta$ -Lactamase-Producing Pseudomonas aeruginosa. Infect Chemother., 47(2), 81–97. doi: 10.3947/ic.2015.47.2.81

## ОСОБЕННОСТИ ЭПИДЕМИЧЕСКОЙ И ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО PSEUDOMONAS AERUGINOSA

**А. Ю. Новгородова, В. А. Ушкалов, Т. В. Мазур**

**Аннотация.** Согласно актуальной сейчас стратегии междисциплинарного сотрудничества «One Health» («Единое здоровья»), внимание специалистов здравоохранения сосредоточено на исследовании патогенных микроорганизмов, опасных для людей и животных. Бактерия *P. aeruginosa* является оппортунистичным патогенным микроорганизмом животных и людей, которая при условии иммуносупрессорного состояния вызывает инфекционное заболевание – псевдомоноз, а также способствует развитию других заболеваний в организме людей и животных. В результате мутаций или получения экзогенного генетического материала в *P. aeruginosa* может развиваться резистентность к любому антипсевдомонадному антибиотику, поэтому стратегия лечения псевдомоноза усложняется с каждым годом. В данной статье авторы проанализировали эпидемической и эпизоотической ситуации по *P. aeruginosa* в Украине и мире, пользуясь данным статистических данных бывшей Государственной и фитосанитарной службы Украины, статистических данных региональных лабораторий и данных отчетов международных организаций по охране здоровья. Полученные данные по исследованию эпидемической и эпизоотической ситуации, станут основой эффективного контроля за бактериальными инфекциями, включая *P. aeruginosa*, ведь обеспечение благополучия людей и животных по инфекционным болезням, можно достичь лишь при условии комплексного решения эпизоотологических и эпидемиологических аспектов этой проблемы.

**Ключевые слова.** «Единое здоровья», *Pseudomonas aeruginosa*, экстенсивность, псевдомоноз, эпидемическая ситуация, эпизоотическая ситуация

# THE FEATURES OF THE EPIDEMIC AND EPISOOTIC SITUATION OF THE PSEUDOMONAS AERUGINOSA

O. Ju. Novgorodova, V. O. Ushkalov, T. V. Mazur

**Abstract.** According to the actual current strategy of interdisciplinary collaboration concept «One Health», attention is focused on health research pathogens dangerous to humans and animals. One Health is an emerging concept that stresses the linkages between human, animal, and environmental health, as well as the need for interdisciplinary communication and collaboration to address health issues including emerging zoonotic diseases, climate change impacts, and the human-animal bond. It promotes complex problem solving using a systems framework that considers interactions between humans, animals, and their shared environment. While many medical educators may not yet be familiar with the concept, the One Health approach has been endorsed by a number of major medical and public health organizations and is beginning to be implemented in a number of medical schools. In the research setting, One Health opens up new avenues to understand, detect, and prevent emerging infectious diseases, and also to conduct translational studies across species. In the clinical setting, One Health provides practical ways to incorporate environmental and animal contact considerations into patient care. This paper reviews clinical and research aspects of the One Health approach through an illustrative case updating the biopsychosocial model and proposes a basic set of One Health competencies for training and education of human health care providers.

The bacterium *P. aeruginosa* is opportunistic pathogens of animals and humans that provided immunosuppressed condition causes the infectious disease - pseudomonosis and contributes to the development of other diseases in humans or animals. As a result of mutations or receiving exogenous genetic material into *P. aeruginosa* may develop resistance to any antibiotic, so a treatment strategy is more complicated every year. *Pseudomonas aeruginosa* is a Gram-negative organism that is commonly found in soil and water. Although *P. aeruginosa* can survive under multiple harsh conditions, it is an opportunistic pathogen and is only able to infect hosts with defective immune system function, such as that observed in individuals with cystic fibrosis, burns, and HIV. To facilitate the establishment of infection, *P. aeruginosa* produces an impressive array of both cell-associated and extracellular virulence factors. Several of these virulence factors have been demonstrated to be regulated by quorum sensing (QS). QS is the mechanism whereby an individual bacterium produces small diffusible molecules that can be detected by surrounding organisms. In *P. aeruginosa*, and most Gram-negative bacteria, these signal molecules are acyl homoserine lactones (AHLs). Only when the concentration of AHLs in the environment increases, potentially because of increasing numbers of bacteria, are intracellular levels of AHLs sufficient to maximally induce the activation of transcriptional regulators. This mechanism of communication enables bacteria to act as a community in the coordinated regulation of gene expression. This regulated expression of virulence genes is thought to give the bacteria a selective advantage over host defenses and thus is important for the pathogenesis of the organism.

*P. aeruginosa* is one of the most important bacteria with documented resistance to multiple antimicrobial classes including  $\beta$ -lactams, carbapenems, aminoglycosides, fluoroquinolones, and polymyxins. Due to its intrinsic and acquired antimicrobial resistance, only limited classes of antibiotics are effective for the treatment of *P. aeruginosa* infections. Among these antibiotics, carbapenems have been regarded as the most potent  $\beta$ -lactams against MDR Gram-negative bacilli including *P. aeruginosa* due to their high affinity with penicillin-binding proteins, stability against extended-spectrum  $\beta$ -lactamases (ESBLs), and permeability of bacterial outer membranes. Resistance to carbapenems is particularly challenging in clinical settings because they are the mainstays for treatment of multidrug resistance *P. aeruginosa*. There are few remaining antibiotic options for this strain, and multidrug resistance is much more common for patients infected with carbapenem-resistant *P. aeruginosa*.

Ecosystem those people interaction Between Animals and economy is dynamic especially through the uncontrolled use of antibiotics, and consequently, the acquisition of antibiotic resistance in bacteria. Thus, is really important to study the epizootic and epidemic features of *Pseudomonas aeruginosa*, as the causative agent is an opportunistic pathogenic to humans, almost all species.

The study of biological material from farm animals, we see that the greatest number of cases registered in Zaporizhia, Donetsk and Lugansk regions. Areas on the map are marked blue, indicating not only a low percentage of the *P. aeruginosa*, first of all points out the imperfections in the system of monitoring and pathogen indicators in Ukraine.

The appearance of spreading *P. aeruginosa* promotes various violations of veterinary and sanitarian regulations for keeping and feeding animals (invasive disease, overheating, disordered transportation, bad conditions and problems with animal feeding, bad quality of feeds, unsystematic use of antibiotics What lead to the distortion of the consequences of diagnosing disease, problems of treatments and problems with its liquidation.

The largest number of detection of the pathogen *Pseudomonas* infections recorded in pathological materials obtained from animals and bird embryos milk samples studied mastitis. The presence of *P. aeruginosa* in milk proves an analysis of published data, which refers to the fact that *P. aeruginosa* major mastitis pathogens of cattle and MMA syndrome (mastitis-metritis-agalactia) pigs.

According to statistics from 2005 - 2015's., The largest pig infection *P. aeruginosa* is observed in Ukraine in autumn-winter period mainly from October to February (sometimes from November to March inclusive), which is probably due to the complexity of climatic conditions and the weakening of the natural immunity of animals in these times of the year. In October and November reduced outdoor air temperature, humidity increases, the impact of the environment on the inhibition properties of *P. aeruginosa* is minimal, and it enhances pathogen concentration, increased bacteria in animals and especially among the young.

In the spring and summer with the emergence of green fodder rich in vitamins, minerals, and volatile, animal nutrition feed new harvest to a lesser extent, contaminated *P. aeruginosa*, by fungi and other microorganisms, and intensive

*insolation enhance the overall resistance of animals that provides enough resistance to infection and opportunistic pathogens.*

*A characteristic feature of epizootic and epidemic processes *P. aeruginosa*, a pathogenic microorganism is host-pathogen interaction, ie interaction with the host pathogen. The peculiarity of this bacteria consists of opportunism and long persistence in the host and in the environment.*

*The pathogenesis of *P. aeruginosa* infectious is complex, and the outcome of an infection depends on the virulence factors displayed by the bacteria as well as the host response. The large genome of *P. aeruginosa* provides a tremendous amount of flexibility and the metabolic capabilities to thrive in environments that are inhospitable to most other organisms. A potent array of innate antimicrobial defense molecules expressed within the airway itself, prevents colonization of the respiratory mucosa by most other bacteria. Once an organism does elude host mucociliary clearance, it must also adapt to the milieu, compete for iron, and avoid professional phagocytic cells and complement. Depending on the milieu imposed, *P. aeruginosa* mutants are selected that thrive in diverse circumstances. Surface appendages, such as flagella and pili, which are critical for the initial colonization phase of infection, function as ligands for phagocytic cells or stimulate the recruitment of neutrophils. Thus, mutants that fail to express pili or flagella and are less immunogenic are selected and persist.*

*Nosological profile of bacterial diseases of farm animals is characterized by the Registered diseases caused by pathogens *P. aeruginosa*, *E. coli*, *P. vulgaris*, *Enterobacter ssp.*, *S. aureus*, *Salmonella ssp.* In most cases, microbial associations are 3-4 or more types of bacteria.*

*In this article, the epidemic and epizootic situation with *P. aeruginosa* in Ukraine and abroad were analyzed, using data statistical reports former state and Phytosanitary Service of Ukraine, statistical data and regional laboratory reports of international organizations on health. The data on the study of epidemic and epizootic situation will form the basis of effective control of bacterial infections, including *P. aeruginosa*, because the welfare of people and animals to infectious diseases can be achieved only if comprehensive solution epizootic and epidemiological aspects of this problem.*

**Keywords:** *One health, Pseudomonas aeruginosa, extensiveness, psevdomonosis, epidemic situation, epizootic situation*

УДК 619:616.3:615.3:612.017:636.2

**ФОРМУВАННЯ КОЛОСТРАЛЬНОГО ІМУНІТЕТУ У  
НОВОНАРОДЖЕНИХ ТЕЛЯТ ЗА ЛІПОСОМНОЇ КОРЕКЦІЇ ЛІПІДНОГО  
СКЛАДУ ПЛАЗМОЛЕМИ ЕНТЕРОЦИТІВ**

**М. О.МАРИНЮК**, асистент,

**О. М. ЯКИМЧУК**, кандидат біологічних наук, доцент,

**М. І. ЦВІЛІХОВСЬКИЙ**, доктор біологічних наук, професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: marynyuk\_mo@nubip.edu.ua*

***Анотація.** Функціональна активність слизової оболонки тонкого кишечника у період формування колострального імунітету в новонароджених телят визначається здатністю плазмолем абсорбційних ентероцитів транспортувати імуноглобуліни молозива в нативному вигляді. Основними структурними елементами плазмолем ентероцитів є фосфоліпіди та холестерол, які впливають на функціональні параметри мембранного бішару. Максимальне надходження молозивних імуноглобулінів та формування колострального імунітету на високому рівні можливе шляхом корекції вмісту фосфоліпідів і холестеролу та їх співвідношення в плазмолемі ентероцитів. Дослідження проводили на новонароджених телятах української чорно-рябої молочної породи. Телятам дослідних груп за 15 хвилин до випоювання молозива задавали нативні та насичені водорозчинними формами жиророзчинних вітамінів А та Е ліпосоми. Встановлено, що застосування нативних та насичених вітамінами ліпосом стабілізує ліпідний склад плазмолем ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят протягом першої доби життя, забезпечує оптимальну в'язкість плазмолем ентероцитів для проникнення імуноглобулінів молозива, та сприяє збільшенню їх надходження у кров і пролонгує дію колострального імунітету.*

***Ключові слова:** колостральний імунітет, новонароджені телята, холестерол, фосфоліпіди, ентероцити, ліпосоми*

***Актуальність.** Функціональна активність слизової оболонки тонкого кишечника є одним із основних факторів, який впливає на формування колострального (пасивного) імунітету в організмі ссавців [3]. Це визначається здатністю плазмолем абсорбційних ентероцитів транспортувати імуноглобуліни (Ig) молозива матері в нативному вигляді. Варто зазначити, що недостатній рівень*

молозивних Ig у крові телят призводить до виникнення імунодефіцитного стану і системних захворювань у цих тварин вже з перших днів життя [6-8].

Основними структуроформуєчими елементами плазмолемі ентероцитів тонкого кишечника є фосфоліпіди. Їх фізико-хімічні властивості забезпечують функціональні параметри мембранного бішару (в'язкість, активність ферментів, адсорбційні властивості тощо), формують мікродомени і мікрооточення рецепторів, ензимів, білків-транспортів тощо. Забезпечення максимального надходження колостральних Ig через плазмолему ентероцитів у період формування колострального імунітету в жуйних тварин можна досягти шляхом корекції фосфоліпідного складу плазмолемі ентероцитів [1].

Виходячи з викладеного вище, **метою роботи** було дослідити вплив нативних і насичених водорозчинними формами жиророзчинних вітамінів А та Е ліпосом на ліпідний склад плазмолемі ентероцитів тонкого кишечника новонароджених телят у період активного формування колострального імунітету.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводили на телятах української чорно-рябої молочної породи в період від народження до 1-добового віку.

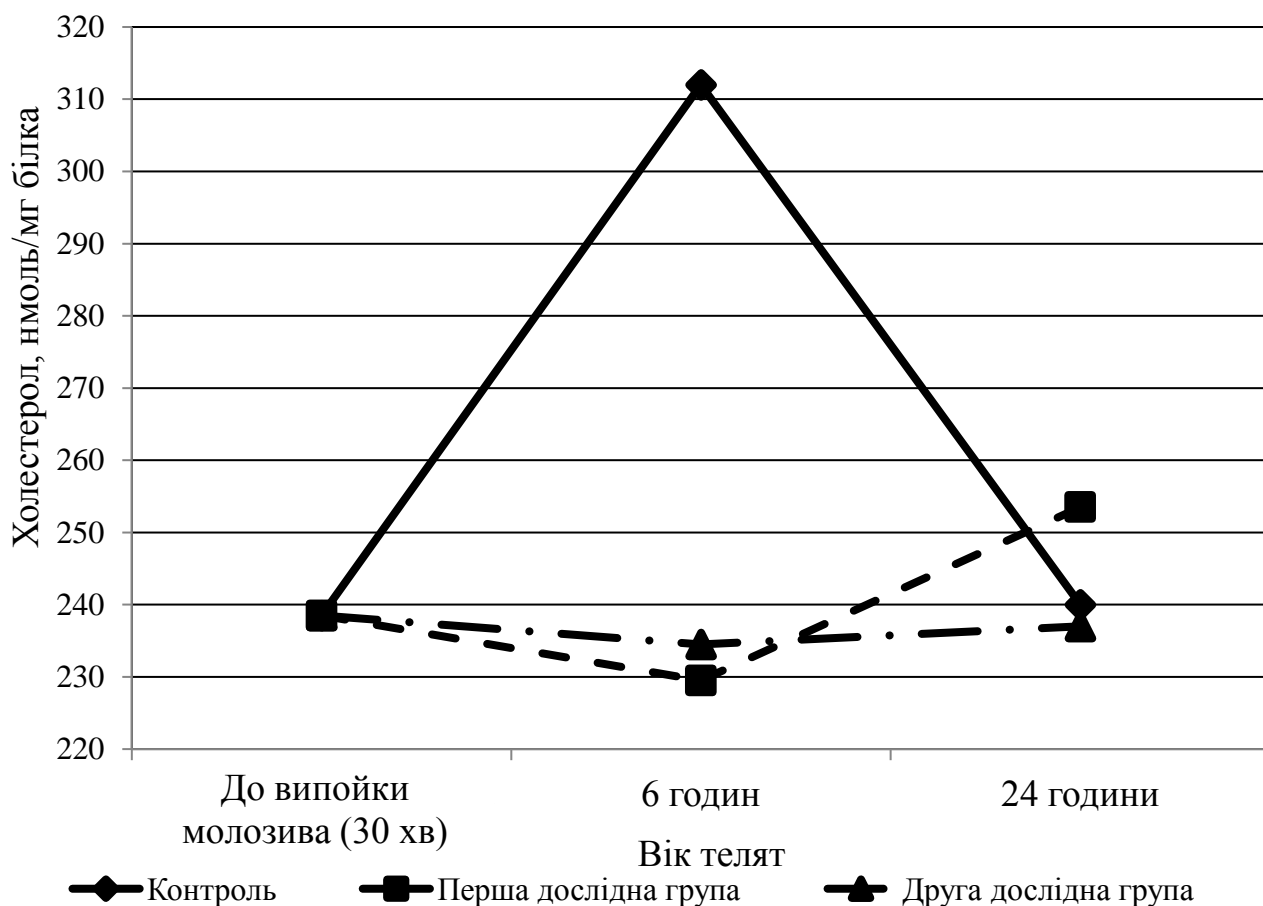
Було сформовано три групи телят (контрольну та дві дослідні), по 5 тварин у кожній. Телятам всіх груп випоювали молозиво в кількості 2 літри після народження, а потім по 1,5 л через кожні 4 год. упродовж першої доби.

Телята першої дослідної групи двічі, за 15 хв до першого випоювання молозива, а потім через 12 год., за 15 хв до чергового випоювання молозива, отримували нативні ліпосоми у вигляді макрокапсул (середній розмір ліпосом 46,5 нм) у дозі по 5 мл з теплою водою (37 °С) в кількості 50 мл.

Телята другої дослідної групи двічі, за 15 хвилин до першого випоювання молозива, а потім через 12 год., за 15 хв до чергового випоювання молозива, отримували таку ж кількість ліпосом із заключеними в них вітамінами А (4000 МО) та Е (15 мг), що запатентовані нами як препарат під назвою «Мембраностабіль» (патент на корисну модель №92841 від 10.09.2014 р., Бюл. №17 [4]).

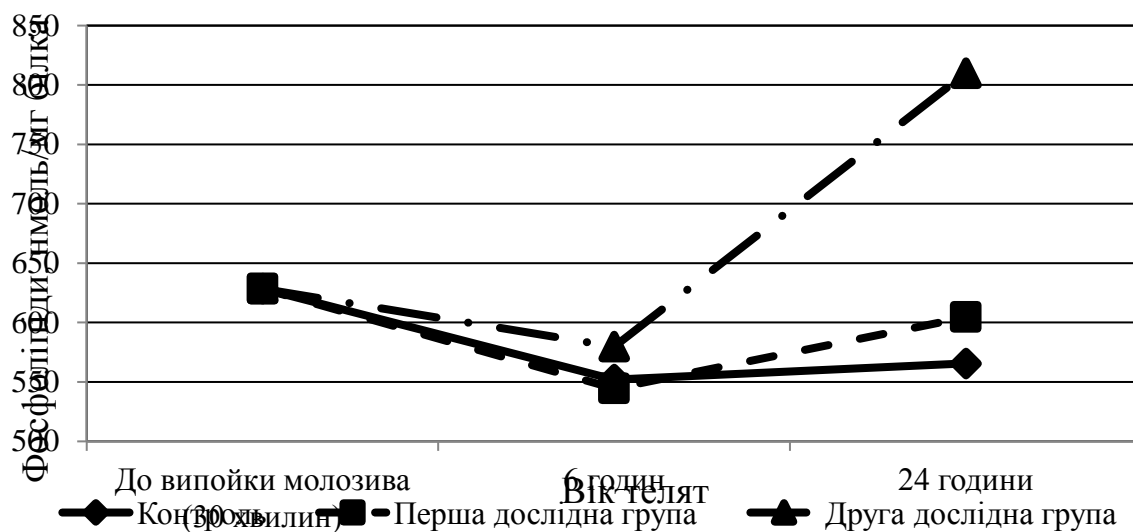
Визначення вмісту ліпідів у дослідних зразках проводили після народження телят до першої годівлі їх молозивом та через 6 і 24 год. життя тварин з використанням загальноприйнятих методичних підходів [1, 5-6].

**Результати дослідження та їх обговорення.** До випоювання молозива вміст холестеролу (ХС) у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят становив  $238,5 \pm 23,2$  нмоль/мг білка, а вміст загальних фосфоліпідів (ФЛ) –  $628,5 \pm 32,4$  нмоль/мг білка (рис. 1-2). Співвідношення холестерол/фосфоліпіди становило 0,35 (рис. 3). Такий уміст холестеролу і загальних фосфоліпідів у плазмолемі ентероцитів тонкого кишечника телят після народження може бути оптимальним для забезпечення безперешкодного проникнення імуноглобулінів (Ig) молозива через неї шляхом піноцитозу в клітину, а далі – в кров'яне русло тварини.

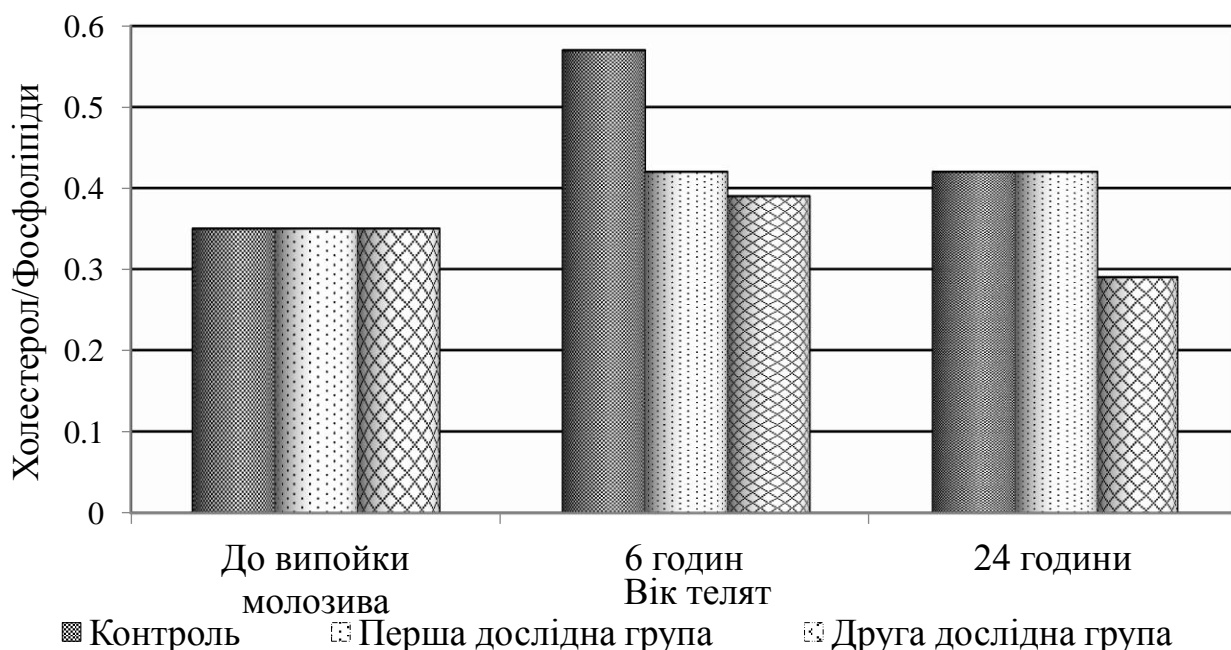


**Рис. 1.** Вміст холестеролу в плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят,  $M \pm m$ ,  $n = 5$

Через 6 год. після народження в плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної групи вміст холестеролу був достовірно вищим в 1,31 раза



**Рис. 2. Вміст фосфоліпідів у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят,  $M \pm m$ ,  $n = 5$**



**Рис. 3. Співвідношення холестерол/фосфоліпідів у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят,  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

( $p \leq 0,05$ ), а вміст фосфоліпідів достовірно не відрізнявся від такого порівняно з телятами після народження. Співвідношення холестерол/фосфоліпіди в плазмолемі ентероцитів цих тварин становило 0,57 (див. рис. 3), що в 1,63 рази вище, ніж до випоювання молозива.

Холестерол є важливою складовою ліпідного бішару мембран абсорбційних клітин. Завдяки йому відбувається стабілізація фізико-хімічних властивостей мембран. Високий вміст ХС впливає на транспортні властивості мембранного бішару шляхом зниження його проникності [1]. Зростання величини співвідношення ХС/ФС свідчить про формування жорсткої мембрани, яка є важкопроникною для Ig у пік формування колострального імунітету. В подальшому це призводить до формування недостатнього рівня колострального імунітету та розвитку імунодефіциту в організмі телят.

Вміст холестеролу в плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят першої дослідної групи у віці 6 годин був у 1,36 рази достовірно нижчим порівняно з телятами контрольної групи цього ж віку та майже таким, як під час народження тварин (див. рис. 1). За недостовірно нижчого вмісту фосфоліпідів у плазмолемі ентероцитів порожньої кишки у цих тварин, порівняно з показником до випоювання телятам молозива, співвідношення холестерол/фосфоліпіди становить 0,42. За такого співвідношення в'язкість плазмолемі ентероцитів тонкого кишечника є майже такою, як після народження телят, що робить її досить плинною та легкопроникною для білків молозива через слизову оболонку тонкого кишечника.

У плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят другої дослідної групи через 6 год. після народження показники вмісту холестеролу та фосфоліпідів не мали достовірної різниці порівняно з телятами першої дослідної групи, а їх співвідношення становило 0,39, що вказує на високу проникність плазмолемі ентероцитів для білків молозива.

У плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят контрольної групи через 24 год. після народження встановлено зниження в 1,30 рази вмісту холестеролу порівняно з телятами цієї ж групи у віці 6 год., тоді як вміст фосфоліпідів не

змінювався. Внаслідок цього знизився показник співвідношення холестерол/фосфоліпід до 0,42 (див. рис. 3). Однак у цей віковий період вказане співвідношення ХС/ФЛ вже мало впливає на формування колострального імунітету через зниження інтенсивності всмоктування Ig молозива у незмінному вигляді [2].

У плазмолемі ентероцитів телят першої дослідної групи на 24 годину життя показники вмісту холестеролу та фосфоліпідів достовірно не відрізняються від таких у телят при їх народженні до випоювання молозива, а співвідношення холестерол/фосфоліпідів становить 0,42. Стабільність показників вмісту холестеролу та фосфоліпідів і їх співвідношення в плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят першої дослідної групи вказує на рівномірний транспорт Ig молозива в кишечнику цих тварин впродовж перших 24 год. їх життя завдяки збереженій і майже незмінній в'язкості плазмолемі ентероцитів.

У плазмолемі ентероцитів порожньої кишки телят другої дослідної групи на 24 годину життя вміст холестеролу становив  $237,0 \pm 21,7$ , а вміст фосфоліпідів  $810,0 \pm 41,3$ , що забезпечує співвідношення холестерол/фосфоліпідів на рівні 0,29 (див. рис. 1-3). Дане співвідношення ХС/ФЛ свідчить про низьку в'язкість, високу плинність мембрани ентероцитів, а значить і високу пропускну здатність для Ig молозива.

Відомо, що показник співвідношення холестеролу до фосфоліпідів визначає проникність біологічних мембран: чим нижче співвідношення ХС/ФС, тим вища проникність мембрани для іонів і молекул органічних речовин [2]. Уміст фосфоліпідів у плазмолемі ентероцитів телят, які отримували нативні та насичені вітамінами ліпосоми, був достовірно вищим порівно з телятами контрольної групи цього ж віку відповідно у 1,34 та 1,43 рази.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Одержані нами дані вказують на стабільність ліпідного складу плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят впродовж першої доби їх життя. Застосування нативних та насичених водорозчинними формами жиророзчинних вітамінів А та Е ліпосом сприяє підвищенню вмісту фосфоліпідів у плазмолемі ентероцитів, що

забезпечує оптимальну в'язкість для проникнення імуноглобулінів молозива. Результати наших досліджень є важливими з точки зору обґрунтування застосування нативних та насичених вітамінами ліпосом для підвищення рівня та пролонгування дії колострального імунітету у новонароджених телят.

Подальші дослідження необхідно спрямувати на вивчення активності АТФаз плазмолемі ентероцитів порожньої кишки новонароджених телят у період формування колострального імунітету за впливу нативних та насичених вітамінами ліпосом.

### Список літератури

1. Бугай А.О. Ліпідний склад плазмолемі абсорбційних ентероцитів порожньої кишки плодів великої рогатої худоби: автореф. дис ... канд. вет. наук : 03.00.04 – біохімія. К. – Національний аграрний університет. – 2008. – 21 с.
2. Липидный состав плазматических мембран энтероцитов тощей кишки крупного рогатого скота различного возраста / П. В.Усатюк, Г. Л. Волков, Н. И. Цвилюховский, Д. А. Мельничук // Биохимический журнал. – 1990. – Т. 62. – №3. – С. 87–94.
3. Маринюк М.О. Рівень колострального імунітету і розвиток розладів травлення у новонароджених телят / М.О. Маринюк, С.І. Голопура, О.М. Якимчук, Т.В. Немова, М.І. Цвіліховський // Ветеринарна медицина України. – 2014. – №5.– С. 21 – 23.
4. Патент 92841 Україна МПК А61К9/127. Ветеринарний препарат Мембраностабіл / М.І. Цвіліховський, М.О. Маринюк, Л.Ю. Авдєєва, Т.В. Немова, О.М. Якимчук, Е.К. Жукотський ; власник Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – № u201402508 ; заявл. 13.03.2014 ; опублік. 10.09.2014, Бюл. № 17. – 4 с.
5. Цвилюховский Н.И. Выделение, химический состав и транспортные АТФазы щеточной каймы и базолатеральных мембран клеток кишечного эпителия взрослого крупного рогатого скота, новорожденных здоровых и больных диспепсией телят: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04 – биохимия. – Львов. – Львовский зооветеринарный институт. – 1989. – 17 с.
6. Цвіліховський М.І. Білки плазматичної мембрани тонкого кишечника великої рогатої худоби: автореф. дис. ... д-ра біол. наук: спец. 03.00.04 – біохімія / М.І. Цвіліховський. – К. – Національний аграрний університет. – 1998. – 38 с.
7. Hurley W. L. Perspectives on Immunoglobulins in Colostrum and Milk / W. L. Hurley, P. K. Theil. // Nutrients. – 2011. – №3 (4). – P. 442–474.
8. The effect of colostrum source (goat vs. sheep) and timing of the first colostrum feeding (2h vs. 14h after birth) on body weight and immune status of artificially reared newborn lambs / [L. E. Hernández-Castellano, A. Morales-delaNuez, D. Sánchez-Macías etc.]. // J. Dairy Sci. – 2015. – V. 98. – №1. – P. 204–210.

## References

1. Buhai, A.O. (2008) Lipidnyi sklad plazmolemy absorbtsiinykh enterotsytiv porozhnoi kyshky plodiv velykoi rohatoi khudoby [Lipid composition plasmolemma absorption jejenum enterocytes fetus cattle]. National Agricultural University. Kyiv, . – 21 s.
2. Usatiuk, P. V., Volkov, H. L., Tsvylykhovskiy, N. Y., Melnychuk, D. A. (1990) Lypidnyi sostav plazmatycheskykh membran enterotsytov toshchei kyshky krupnoho rohatoho skota razlychnoho vozrasta [Lipid composition of plasmatic membranes of enterocytes of the jejenum of different age cattle]. Biochemical Journal, 62, 3, 87–94.
3. Maryniuk, M.O., Golopura, S.I., Yakymchuk, O.M., Nemova, T.V., Tsvilikhovskiy, M.I. (2014). Riven kolostralnoho imunitetu i rozvytok rozladiv travlennia u novonarodzhenykh teliat [The level of maternal immunity and development of digestive disorders in newborn calves]. Veterinary Medicine Ukraine, 5, 21 – 23.
4. Tsvilikhovskiy, M.I., Maryniuk, M.O., Avdieieva, L.Ju., Nemova, T.V., Yakymchuk, O.M., Zhukotskyi, E.K. (2014) Veterinary drug “Membranstabil” Patent of Ukraine for useful model. MPK A61K9/127. № u201402508; declared. 13.03.2014; published 10.09.2014, № 17.
5. Tsvylykhovskiy N.Y. (1989) Videlenye, khymycheskyi sostav y transportnie ATFazy shchetochnoi kaimy y bazolateralnykh membran kletok kyshechnoho epytelyia vzrosloho krupnoho rohatoho skota, novorozhdennikh zdorovykh y bolnykh dyspepsyei teliat [Isolation, chemical composition and transport ATPases of the brush border and basolateral membranes of intestinal epithelial cells of adult cattle, newborns healthy and patients with dyspepsia of calves]. Lviv zooveterinary institute, Lvov,. – 17 s.
6. Tsvilikhovskiy M.I. (1998) Bilky plazmatychnoi membrany tonkoho kyshechnyka velykoi rohatoi khudoby [Proteins plasma membrane of the small intestine of cattle]. National Agricultural University. Kyiv, . – 38 s.
7. Hurley, W. L., Theil, P. K. (2011) Perspectives on Immunoglobulins in Colostrum and Milk. Nutrients, 3 (4), 442–474. doi: 10.3390/nu3040442
8. Hernández-Castellano, L. E., Morales-de la Nuez, A., Sánchez-Macías, D., Moreno-Indias, I., Torres, A., Capote, J., Argüello, A., Castro, N. (2015). The effect of colostrum source (goat vs. sheep) and timing of the first colostrum feeding (2h vs. 14h after birth) on body weight and immune status of artificially reared newborn lambs. Journal Dairy Science, 98, 1, 204–210. doi: 10.3168/jds.2014-8350

**ФОРМИРОВАНИЕ КОЛОСТРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА У  
НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПРИ ЛИПОСОМНОЙ КОРРЕКЦИИ  
ЛИПИДНОГО СОСТАВА ПЛАЗМОЛЕМЫ ЭНТЕРОЦИТОВ  
Н. А. Марынюк, О. Н. Якимчук, Н. И. Цвилиховский**

*Аннотация.* Функциональная активность слизистой оболочки тонкого кишечника в период формирования колострального иммунитета у

новорожденных телят определяется способностью плазмолеммы абсорбционных энтероцитов транспортировать иммуноглобулины молозива в нативном виде. Основными структурными элементами плазмолеммы энтероцитов есть фосфолипиды и холестерол, которые влияют на функциональные параметры мембранного бишара. Максимальное поступление молозивных иммуноглобулинов и формирование колострального иммунитета на высоком уровне возможно путем коррекции содержания фосфолипидов и холестерола и их соотношения в плазмалемме энтероцитов. Исследования проводили на новорожденных телятах украинской черно-пестрой молочной породы. Телятам опытных групп за 15 минут до выпаивания молозива задавали нативные и насыщенные водорастворимыми формами жирорастворимых витаминов А и Е липосомы. Установлено, что использование нативных и насыщенных витаминами липосом стабилизирует липидный состав плазмолеммы энтероцитов тощей кишки новорожденных телят на протяжении первых суток жизни, обеспечивает оптимальную вязкость плазмолеммы энтероцитов для проникновения иммуноглобулинов молозива и способствует увеличению их поступления в кровь и пролонгирует действие колострального иммунитета.

**Ключевые слова:** колостральный иммунитет, новорожденные телята, холестерол, фосфолипиды, энтероциты, липосомы

## **FORMATION OF COLOSTRAL IMMUNITY IN NEWBORN CALVES FOR LIPOSOME CORRECTION OF LIPIDS OF ENTEROCYTES' PLASMOLEMMMA**

**M. O. Maryniuk, O. M. Yakymchuk, M. I. Tsvilikhovskiy**

**Abstract.** *Functional Activity of the small intestine mucous membrane during colostral immunity formation of newborn calves is determined of ability enterocytes plasmolemma absorption of colostrum immunoglobulin transported in native form. The main structural elements are enterocytes plasmolemma phospholipids and cholesterol, which influence of the functional parameters of the membrane bilayer. Maximum flow colostric formation of maternal immunoglobulins and immune system at high levels is possible by correcting the content of cholesterol and phospholipids and their relationship to plasmolemma enterocyte. The study was performed on newborn calves Ukrainian black and white breast breed. Calves research groups 15 minutes to watering colostrum and asked nativni saturated water-soluble forms of fat-soluble vitamins A and E liposomes. There was found, that using of native and saturated vitaminami liposomes stabilizes the lipid composition plasmolemma jejunum enterocyte newborn calves during in the first days of life, providing optimum viscosity for penetration plasmolemma enterocyte colostrum immunoglobulin and promotes increase their revenues in the blood and prolongs the effect of maternal immunity.*

**Keywords:** *colostral immunity, newborn calves, cholesterol, phospholipids, enterocytes, liposomes*

**ЩОДО ПИТАНЬ ПРОФІЛАКТИКИ СЕЧОКИСЛОГО ДІАТЕЗУ  
В ІНДИЧАТ**

**С. Г. ВИШНЕВСЬКИЙ**, асистент

**М. І. ЦВІЛХОВСЬКИЙ**, доктор біологічних наук, професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: esculat@bigmir.net*

***Анотація.** Сечокислий діатез є досить поширеним захворюванням незаразної етіології у птиці і пов'язане з генетичними передумовами його виникнення, оскільки урикотелічні організми проходять внутрішньоутробний розвиток в яйці. Внаслідок цього у крові птиці підвищується вміст сечової кислоти, а в органах і тканинах відкладаються її сечокислі солі. У сучасній ветеринарній медицині не існує чіткої схеми ранньої профілактики сечокислого діатезу в індиків. Вітамінні препарати та кормові добавки, які рекомендується застосовувати з метою профілактики порушень обміну речовин, не завжди дають позитивні результати. Це пов'язано з тим, що не враховується ряд факторів, таких як: напрямок продуктивності і видові особливості птиці, етіологія і патогенез захворювання, збалансованість раціону за поживними речовинами, біогеохімічна особливість регіону та інші. Встановлено, що за згодовування впродовж 1-го місяця індичатам, починаючи з 30-добового їх віку, із профілактичною метою препарату «Індікамін» у дозі 1 г/кг корму, покращується загальний стан птиці, залишаються стабільними морфологічні і біохімічні показники крові та не відбувається накопичення в організмі індичат сечової кислоти, що усуває ризики розвитку в них сечокислого діатезу.*

***Ключові слова:** індичата, сечова кислота, морфологічні та біохімічні дослідження крові, профілактика сечокислого діатезу.*

**Актуальність.** В умовах збереження високої інтенсивності яйценосності і приросту маси тіла сільськогосподарської птиці за промислових технологій вирощування не завжди вдається утримувати її на раціонах з оптимальним рівнем протеїну, особливо тваринного походження [1]. Одним із найпоширеніших захворювань незаразної етіології, яке найчастіше діагностують у індиків за екстенсивної технології їх вирощування є сечокислий діатез. Захворювання може спостерігатися у 20–30 % поголів'я індиків і воно характеризується порушенням обміну білків у їх організмі, внаслідок чого в

крові птиці підвищується уміст сечової кислоти, а в органах і тканинах відкладаються її сечокислі солі [6–8].

**Мета дослідження** – вивчити клінічний прояв, гематологічні та біохімічні показники крові у хворих на сечокислий діатез індичат одномісячного віку за екстенсивної технології вирощування, а також розробити новий ветеринарний препарат Індікамін на основі лактатних сполук макро- і мікроелементів, адсорбенту та пребіотика Триман-П і показати його профілактичну ефективність за цієї патології в індичат.

**Матеріали і методи досліджень.** Нами був проведений науково-господарський дослід на індичатах кросу Б'юті-8 із метою застосування препарату Індікамін для групової профілактики сечокислого діатезу.

Вік індичат на початку експерименту 30 діб. Термін експерименту 1 місяць. Індичата контрольної групи (n = 100) утримувались на прийнятому в господарстві основному раціоні. Індичата дослідної групи (n = 100) отримували основний раціон, препарат Індікамін у дозі 1,0 г/кг корму. На початку та в кінці експерименту в індичат дослідних груп досліджували клінічний статус, морфологічні та біохімічні показники крові, визначали масу тіла.

**Результати досліджень та їх обговорення.** На початку дослідження індичата контрольної та дослідної груп мали задовільний загальний стан, добре поїдали корм та реагували на зовнішні подразники, були клінічно здоровими.

В кінці дослідження у 8 % індичат контрольної групи була відмічена анемічність гребінця і коралів, у 10 % – випадіння пір'я в ділянці спини і хвоста. Середня маса тіла індичат у віці 90 діб становила 3560 г, початок яйцenessності наставав у них у віці 210 діб, а виводимість індичат з яєць становила 80,7 %.

Під час дослідження морфологічних показників крові (n = 10) на початку дослідження значних розбіжностей між індичатами контрольної та дослідної груп не відмічалось.

В кінці дослідження у крові індичат дослідної групи встановлено в 1,27 рази достовірну більшу кількість еритроцитів порівняно з цим показником у індичат

контрольної групи [2–3]. Результати досліджень вказують на покращення процесів еритроцитопоезу в індичат дослідної групи порівняно з індичатами контрольної групи. Це може бути обумовлено впливом складових компонентів препарату Індікамін на процеси еритроцитопоезу в організмі індичат, а саме – Феруму лактату, Купруму лактату та Кобальту лактату (табл. 1).

**1. Морфологічні показники крові індичат на початку та в кінці досліді,  $M \pm m$ ,  $n = 10$**

Показники		Контрольна група, основний раціон		Дослідна група, основний раціон+Індікамін		
		Початок досліді	Кінець досліді	Початок досліді	Кінець досліді	
Еритроцити, Т/л		3,1 ± 0,21	3,0 ± 0,12	3,1 ± 0,14	3,8 ± 0,05*	
Гемоглобін, г/л		82,10 ± 2,15	75,30 ± 1,05*	83,2 ± 1,43	90,2 ± 1,22*	
Тромбоцити, Г/л		40,5 ± 2,55	41,4 ± 3,24	41,5 ± 1,25	42,3 ± 2,01	
Лейкоцити, Г/л		35,6 ± 1,46	38,2 ± 1,32	36,3 ± 1,63	36,4 ± 1,18	
Лейкограма, %:	Базофіли	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,04	1,0 ± 0,15	1,0 ± 0,10	
	Еозинофіли	0,8 ± 0,02	1,2 ± 0,22	0,7 ± 0,03	0,5 ± 0,06	
	Гетерофіли , %	М	-	-	-	-
		Ю	2,06 ± 0,21	2,0 ± 0,55	1,40 ± 0,27	1,9 ± 0,49
		П	16,60 ± 1,47	18,20 ± 1,32	17,3 ± 1,43	15,60 ± 1,27
		С	21,0 ± 1,53	23,4 ± 1,45	21,5 ± 1,35	18,1 ± 1,22
	Лімфоцити	55,44 ± 3,04	48,2 ± 3,17*	54,30 ± 2,48	59,7 ± 2,62*	
Моноцити	3,1 ± 0,12	6,0 ± 0,03	3,8 ± 0,25	3,2 ± 0,15		

Примітки: \* $p \leq 0,05$  порівняно з контрольною групою

В кінці досліді у крові індичат дослідної групи встановлено в 1,20 рази достовірно вищий вміст гемоглобіну, порівняно з цим показником у індичат контрольної групи, що пов'язано із покращенням процесів гемопоезу в організмі індичат під впливом компонентів препарату Індікамін [4–5].

Про підвищення рівня природної резистентності організму індичат дослідної групи порівняно з індичатами контрольної групи свідчить показник кількості лімфоцитів у їх крові. Так, у кінці досліді було встановлено, що кількість лімфоцитів у крові індичат дослідної групи в 1,24 рази достовірно більша порівняно із цим показником у індичат контрольної групи.

Одержані нами дані вказують на більш інтенсивний метаболізм білків у організмі індичат дослідної групи, порівняно з індичатами контрольної групи. Так, уміст загального білка у плазмі крові індичат дослідної групи в кінці експерименту був у 1,21 рази достовірно нижчим порівняно з цим показником у індичат контрольної групи (табл. 2).

**2. Біохімічні показники крові індичат на початку та в кінці досліді,  $M \pm m, n = 10$**

Показники	Контрольна група, основний раціон		Дослідна група, основний раціон+Індікамін	
	Початок досліді	Кінець досліді	Початок досліді	Кінець досліді
Загальний білок, г/л	45,35 ± 1,31	56,20 ± 1,25*	44,10 ± 2,38	46,33 ± 1,16
Альбуміни, г/л	14,15 ± 1,01	20,38 ± 1,50*	12,64 ± 1,02	14,04 ± 1,12
Глобуліни, г/л	31,20 ± 1,21	35,82 ± 1,23	31,46 ± 1,12	32,29 ± 1,10*♦
Білковий коеф., од.	0,45	0,56	0,40	0,43
АлАТ, ммоль/(год·л)	0,53 ± 0,01	0,74 ± 0,09*	0,58 ± 0,05	0,49 ± 0,05♦♦
АсАТ, ммоль/(год·л)	1,20 ± 0,14	1,85 ± 0,14*	1,18 ± 0,02	1,27 ± 0,01♦♦
ЛФ, мкмоль/(год·мл)	11,00 ± 1,16	11,28 ± 1,23	10,05 ± 1,53	11,8 ± 1,45
Кальцій заг., ммоль/л	2,52 ± 0,10	2,21 ± 0,12*	2,70 ± 0,03	3,11 ± 0,01*♦♦
Фосфор неорг., ммоль/л	1,65 ± 0,04	1,43 ± 0,08*	1,68 ± 0,04	1,72 ± 0,05♦
Са/Р, од	1,53	1,55	1,61	1,81
Сечова кислота, ммоль/л	0,28 ± 0,01	0,33 ± 0,02	0,27 ± 0,05	0,21 ± 0,01*

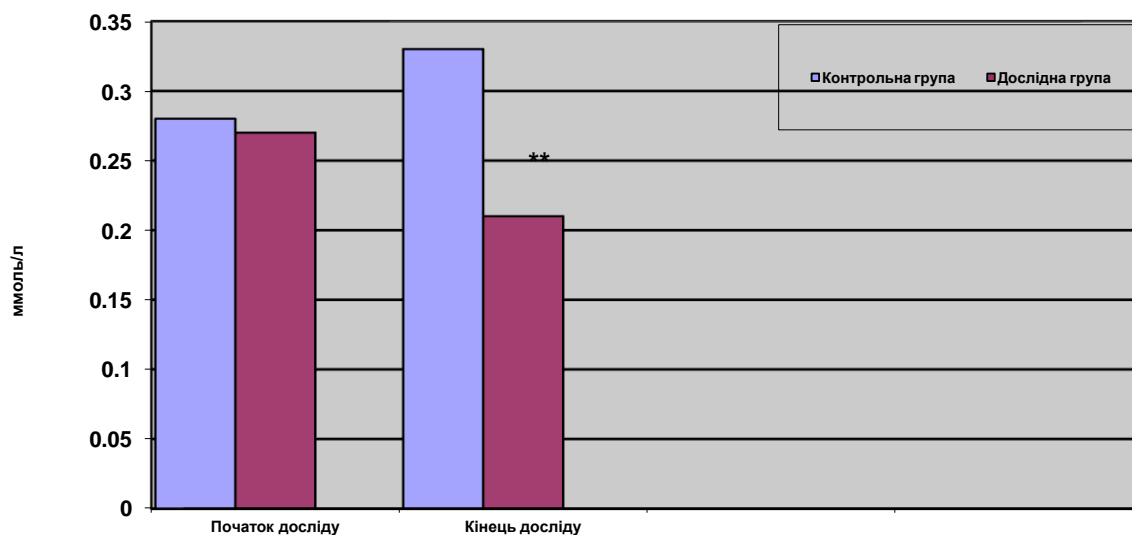
Примітки: \* $p \leq 0,05$  порівняно з контрольною групою

Активність АлАТ і АсАТ у плазмі крові індичат контрольної групи в кінці експерименту була достовірно вищою відповідно у 1,51 та 1,46 рази порівняно з активністю цих ферментів у плазмі крові індичат дослідної групи. Це може свідчити про появу дегенеративних змін у печінці індичат контрольної групи.

У плазмі крові індичат дослідної групи впродовж одномісячного застосування їм препарату Індікамін в 1,45 рази достовірно підвищився вміст Кальцію загального, тоді як у плазмі крові індичат контрольної групи за цей же період вміст Кальцію загального, а також Фосфору неорганічного, навпаки достовірно знизився відповідно у 1,14 та 1,15 рази порівняно з початком досліді. Водночас показник Кальціє-Фосфорного співвідношення у плазмі крові індичат дослідної групи був значно вищим і становив 1,81, а в індичат

контрольної групи – 1,55. Одержані нами дані вказують на покращення засвоюваності та депонування в організмі індичат Кальцію, який входить до складу препарату Індікамін.

В кінці експерименту у плазмі крові індичат дослідної групи встановлено в 1,45 рази достовірно нижчу концентрацію сечової кислоти порівняно з індичатами контрольної групи (рис. 1).



**Рис. 1. Уміст сечової кислоти у плазмі крові індичат на початку та по завершенню проведення заходів із попередження виникнення сечокислого діатезу,  $M \pm m$ ,  $n = 10$**

Примітки: \*\* $p \leq 0,01$  порівняно з контрольною групою

Зниження в плазмі крові індичат вмісту сечової кислоти може бути пов'язане із покращенням процесів фільтрації та виведення сечі через нирки, оскільки компоненти препарату Індікамін мають вираженні адсорбуючі властивості та покращують роботу нирок [3–4]. Натомість пребіотик Триман-П, який входить до складу препарату Індікамін сприяє покращенню процесів травлення та всмоктування поживних речовин у шлунково-кишковому тракті птиці та запобігає виникненню і розвитку в них порушень травлення.

**Висновки.** Таким чином, отримані нами результати показують, що за застосування упродовж 1-го місяця індичатам, починаючи із 30-добового їх віку із профілактичною метою препарату Індікамін у дозі 1 г/кг корму, покращується загальний стан птиці, залишаються стабільними морфологічні і

біохімічні показники крові та не відбувається накопичення в організмі індичат сечової кислоти, що усуває ризики розвитку в них сечокиислового діатезу.

**Перспективи подальших досліджень.** Подальші дослідження необхідно спрямувати на дослідження патогенезу сечокиислового діатезу в птиці та нових методів діагностики даної патології в умовах господарства.

### Список літератури

1. Богач М. В. Індики та їх хвороби / М. В. Богач. – Монографія. – Одеса: Астропринт, 2010. – 241 с.
2. Вишневський С. Г. Порушення обміну сечової кислоти в організмі індиків кросу Б'юті-8 при сечокиислому діатезі / С. Г. Вишневський, О. В. Поліщук. – Науковий вісник НАУ. – 2008. – № 127. – С. 68–71.
3. Вишневський С. Г. Ефективна схема лікування індичат хворих на сечокиислий діатез / С. Г. Вишневський // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – 2012. – Том 3. – № 1(32), Ч.1. – С. 291–300.
4. Вишневський С. Г., Дульнев П. Г., Береза В. І., Цвіліховський М. І. Патент України на винахід 83607, МПК А61К 31/33. Ветеринарний препарат для профілактики та лікування сечокиислового діатезу у індиків; заявник і патентовласник Дульнев П. Г.; заявл. 17.10.2007; опубл. 25.07.2008; Бюл. № 14.
5. Вишневський С. Г., Дульнев П. Г., Береза В. І., Цвіліховський М. І. Патент України на винахід 83952, МПК А61К 31/44. Застосування аква-N-оксид-2диметилпіридинмарганець(II)хлориду; заявник і патентовласник Дульнев П. Г.; заявл. 03.05.2007; опубл. 26.08.2008; Бюл. № 16.
6. Имангулов Ш. А. Мочекислый диатез•Подагра•Мочекаменная болезнь / Ш.А. Имангулов, Т.Т. Папазян, А.Ш. Кавтарашвили.– Москва: Сергиев Посад, 2001.–39 с.
7. Alan M. In primary gout, the hyperuricemia is due to an overproduction of uric acid / M. Alan. – Laboratory medicine: avian and exotic pets. – 1999. –P. 215.
8. Bandy M.T. Avian Gout: Causes Treatment and Prevention / M.T. Bandy, Mukesh Bhakt, Sheikh Adil Hamid. – Srinagar, Kashmir, India. – 2009. – №5. – P. 26.

### References

1. Bogach, N. V. (2010). Indyky ta yikh khvoroby [Turkey and their illnesses]. Astroprint, 241.
2. Vishnevskiy, S. G., Polyschuk, A. V. (2008). Porushennya obminu sechovoyi kysloty v orhanizmi indykyv krosu B"yuti-8 pry sechokyslomu diatezi [Violation of urinary acid metabolism in the turkeys of the But-8 cross-breed with uric acid diathesis]. Scientific bulletin of NAU, 127, 68–71.
3. Vishnevskiy, S. G. (2012). Efektyvna skhema likuvannya indychat khvorykh na sechokyslyy diatez [An effective treatment regimen for turkeys in

patients with uric acid diathesis]. Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University, 3 (32), 291–300.

4. Vishnevskiy, S. G., Dulnev P. G., Bereza V. I., Tsvilichovskiy M. I. Veterinary drug for the prevention and treatment of uric acid diathesis in turkeys. Patent of Ukraine for invention. A61K 31/33. № 83607; declared 17.10.2007; published 25.07.2008, № 14.

5. Vishnevskiy, S. G., Dulnev P. G., Bereza V. I., Tsvilichovskiy M. I. Application of aqua-N-oxide-2-dimethylpyridine-manganese (II) chloride. Patent of Ukraine for invention. A61K 31/44. № 83952; declared 03.05.2007; published 26.08.2008, № 16.

6. Imangulov, Sh. A., Papazyan, T. T., Kavtarashvili, A. Sh. (2001). Mochekisllyy diatez•Podagra•Mochekamennaya bolezn [Urine acid diathesis • Gout • Urolithiasis]. Sergiev Posad, 39.

7. Alan M. (1999). In primary gout, the hyperuricemia is due to an overproduction of uric acid. Laboratory medicine: avian and exotic pets, 215.

8. Bandy M.T., Mukesh Bhakt, Sheikh Adil Hamid (2009). Avian Gout: Causes Treatment and Prevention, Srinagar, Kashmir, India, 5, 26.

## ПО ВОПРОСАМ ПРОФИЛАКТИКИ МОЧЕКИСЛОГО ДИАТЕЗА У ИНДЮШАТ

С. Г. Вишневский, Н. И. Цвилиховский

***Аннотация.** Мочекислый диатез является довольно распространенным заболеванием незаразной этиологии у птицы и связано с генетическими предпосылками его возникновения, поскольку урикогелические организмы проходят внутриутробное развитие в яйце. В результате в крови птицы повышается содержание мочевой кислоты, а в органах и тканях откладываются ее мочекислые соли. В современной ветеринарной медицине не существует четкой схемы ранней профилактики мочекислого диатеза в индюков. Витаминные препараты и кормовые добавки, которые рекомендуется применять с целью профилактики нарушений обмена веществ, не всегда дают положительные результаты. Это связано с тем, что не учитывается ряд факторов, таких как: направление производительности и видовые особенности птицы, этиология и патогенез заболевания, сбалансированность рациона по питательным веществам, биогеохимическая особенность региона и другие. Установлено, что при скормливаемый в течение 1-го месяца индюшатам, начиная с 30-суточного их возраста, с профилактической целью препарата «Индиамин» в дозе 1 г/кг корма, улучшается общее состояние птицы, остаются стабильными морфологические и биохимические показатели крови и не происходит накопления в организме индюшат мочевой кислоты, устраняет риски развития у них мочекислого диатеза.*

***Ключевые слова:** индюшата, мочевая кислота, морфологические и биохимические исследования крови, профилактика мочекислого диатеза*

# TO QUESTIONNAIRE OF PREVENTION OF URIC ACID DIATHESIS OF TURKEY

**S. G. Vishnevskiy, M. I. Tsvilichovskiy**

**Abstract.** *Urea diathesis is a fairly widespread disease of non-contagious etiology in birds and is associated with genetic preconditions for its occurrence, since the erythrocyte organisms undergo fetal development in an egg. As a result, in the blood of the bird, the uric acid content increases, and in the organs and tissues its molic acid salts are deposited. In modern veterinary medicine there is no clear scheme for early prevention of diuretic urea in turkey. Vitamin preparations and feed supplements that are recommended for preventing metabolic disorders do not always produce positive results. This is due to the fact that several factors are not taken into account, such as: the direction of productivity and species characteristics of the bird, the etiology and pathogenesis of the disease, the balance of the diet on nutrients, the biogeochemical feature of the region, and others. Application of turkey the age of 1 month, within 30 days of the drug «Indikamin» at a dose of 1.0 g/kg of feed prevents the occurrence of uric acid diathesis and is an effective method of prevention of this pathology.*

**Key words:** *turkey, uric acid, morphological and biochemical studies of blood, prevention of uric acid diathesis*

УДК 712.42:632.08:631.5

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПЛИВУ БІОПРЕПАРАТІВ НА  
ПРОРОСТАННЯ І СХОЖІСТЬ ЗЕРНІВОК  
*FESTUCA RUBRA L.* ТА *AGROSTIS TENUIS SIBTH***

**О. Ю. ЛЕЩЕНКО**, кандидат біологічних наук,

**О. В. КОЛЕСНІЧЕНКО**, доктор біологічних наук, професор,

**І. В. ШВЕЦЬ**, кандидат біологічних наук,

**Н. В. НОВАЧЕНКО**, студент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: landscape\_architecture@nubip.edu.ua*

*Анотація.* Газонні культурфітоценози сучасного міста виступають екостабілізуючим елементом трансформованого середовища. Рослини *Festuca rubra L.* та *Agrostis tenuis Sibth.* – багаторічні злакові рослини, незамінні компоненти поліфункціональних високодекоративних тривалих у часі газонних покриттів. Застосування біопрепаратів із нанорозмірними частинками дозволяє підвищити стійкість рослин до чинників середовища й інтенсифікувати їх процеси росту і розвитку. Процеси проростання і схожості зернівок газонних рослин є вирішальним етапом під час формування якісного газонного культурфітоценозу.

Встановлено показники проростання і схожості зернівок *F. rubra* та *A. tenuis* за умов використання універсальних багатокомпонентних мікроелементних біопрепаратів. Досліджено морфометричні показники листової пластинки рослин на 7 та 14 добу культивування. Проаналізовано інтенсивність формування корінців рослин та їх морфометрію.

Зафіксовано, що на 7 добу культивування зернівок рослин за умов використання біопрепаратів підвищуються показники схожості на 7–15 % порівняно з контролем, однак на 14 – до 5 %. Результати досліджень свідчать, що за умов використання біопрепаратів у рослин інтенсифікуються процеси формування кореневої системи та листових пластинок.

**Ключові слова:** *Festuca rubra L.*, *Agrostis tenuis Sibth.*, біопрепарат, газонні трави, схожість, проростання

Зелені насадження мегаполісів відіграють роль екоциніків протидії наслідкам урбоєкосистеми [3; 5; 6, р. 22–23]. Газонні покриття – фітостабілізуючий буферний елемент сучасного міста, адже один гектар такого покриття продукує за рік кисню (5-19 т) і фітонцидів, скільки гектар лісу та

поглинає 7-8 т діоксиду вуглецю в рік [2]. Рослини костриці червоної (*Festuca rubra* L.) і мітлиці тонкої (*Agrostis tenuis* Sibth.) – багаторічні низові злаки, які формують газонні покриття першого класу якості із високодекоративною стійкою дерниною до тривалих механічних пошкоджень.

Застосування біопрепаратів із нанорозмірними частинками під час створення зелених насаджень мегаполісів, у тому числі газонних покриттів, дозволить не тільки інтенсифікувати процеси росту і розвитку рослин, підвищити морозо-, посухо-, стресостійкість, стійкість проти шкідників і хвороб, а й зменшити пестицидне навантаження на мешканців міст [4, р. 60]. Тому актуальним і необхідним є вивчення та аналіз впливу біопрепаратів на ріст та розвиток рослин.

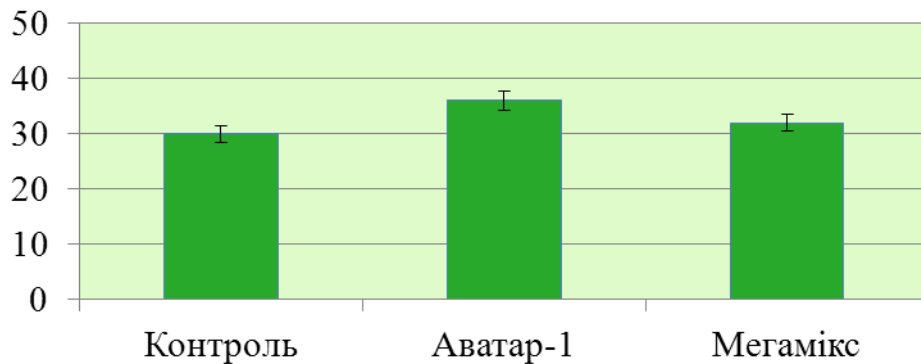
**Мета дослідження** – аналіз ефективності впливу біопрепаратів із нанорозмірними частинками на показники проростання і схожості рослин *F. rubra* і *A. tenuis*.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження проводили в лабораторії екології та біотехнології Ботанічного саду НУБіП України. Визначали та аналізували показники схожості та енергії проростання у лабораторних умовах насіння двох видів рослин – *F. rubra* і *A. tenuis*. Насіння дослідних рослин у кількості по 100 шт. викладали у чашки Петрі на два шари зволоженого фільтрувального паперу у трьохразовій повторюваності. Пророщували насіння у сухо-повітряному термостаті марки 2Ц – 450 М за температури + 21 °С. Визначали показники енергії проростання та схожості згідно з ДСТУ ГОСТ 12038–84 [1]. Кількість пророслих зернівок обліковували на 7 та 14 добу, як показники енергії проростання та схожості насіння.

Для аналізу впливу біопрепаратів на посівні якості зернівок використовували універсальні багатоконпонентні мікроелементні препарати «Аватар-1» та «Мегамікс», які промислово випускаються і зареєстровані в Україні, Білорусії та Євросоюзі. Відповідно до рекомендацій щодо застосування обраних біопрепаратів для газонних рослин, їх концентрація становила 0,01 мл біопрепарату на 100 мл дистильованої води. Контролем

слугувала дистильована вода.

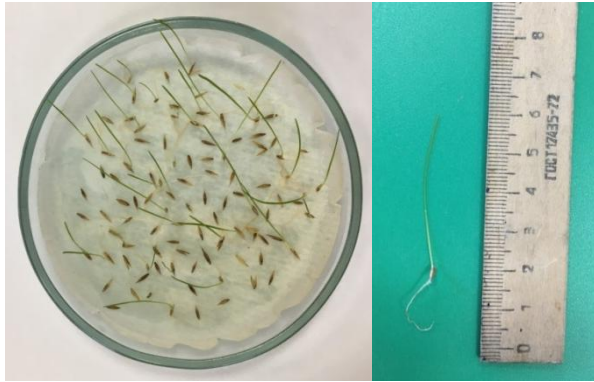
**Результати досліджень та їх обговорення.** За результатами наших досліджень, встановлено, що на 7 добу культивування зернівок костриці червоної на дистильованій воді енергія проростання становила 30 %, розчині «Аватар-1» – 36 % та «Мегамікс» – 32 % (рис. 1).



**Рис. 1. Показники енергії проростання зернівок рослин *Festuca rubra* L. за умов використання біопрепаратів (7 доба культивування), %**

Показано, що на 7 добу найефективніший вплив на довжину листкової пластинки костриці червоної характерний рослинам, які були оброблені розчином біопрепарату «Мегамікс». За умов обробки зернівок рослин препаратом «Мегамікс», середні показники довжини листкової пластинки становили 2,83 см, «Аватар-1» – 2,21 та на контролі – 2,76 см (рис. 2).

На 14 добу нами оцінено показники схожості зернівок та виявлено вплив біопрепаратів вітчизняного виробництва на ріст і розвиток рослин костриці червоної, що спостерігалось у кількісному збільшенню показників пророслих зернівок, листкової пластинки та корінців (див. рис. 2). Зафіксовано, що рослини костриці червоної, зернівки яких зростали на розчині біопрепаратів сформували по 2–3 корінці, що свідчить щодо потенційних можливостей формування потужної та пружної дернини. Інтенсивність формування кореневої системи відіграє значну роль у створенні високодекоративного газонного покриття.



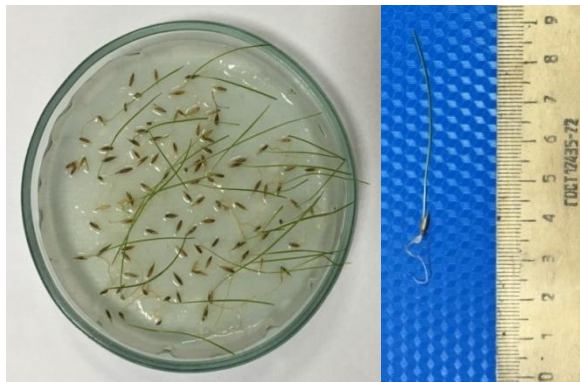
7 доба культивування  
(контроль)



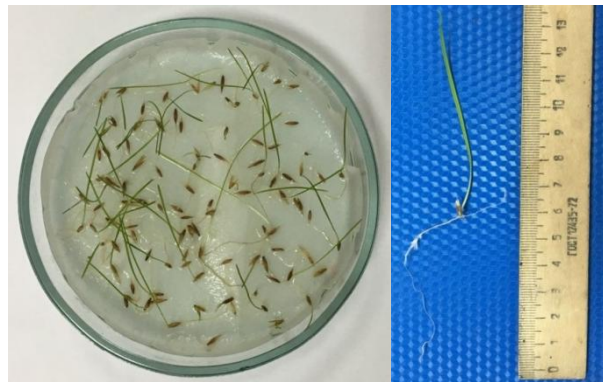
7 доба культивування за умов  
використання біопрепарату «Аватар-1»



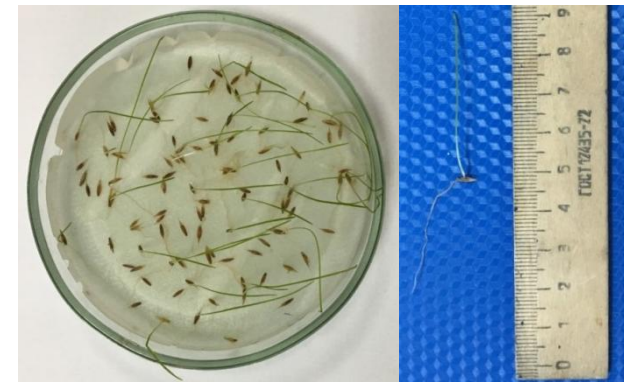
7 доба культивування за умов  
використання біопрепарату «Мегамікс»



14 доба культивування  
(контроль)



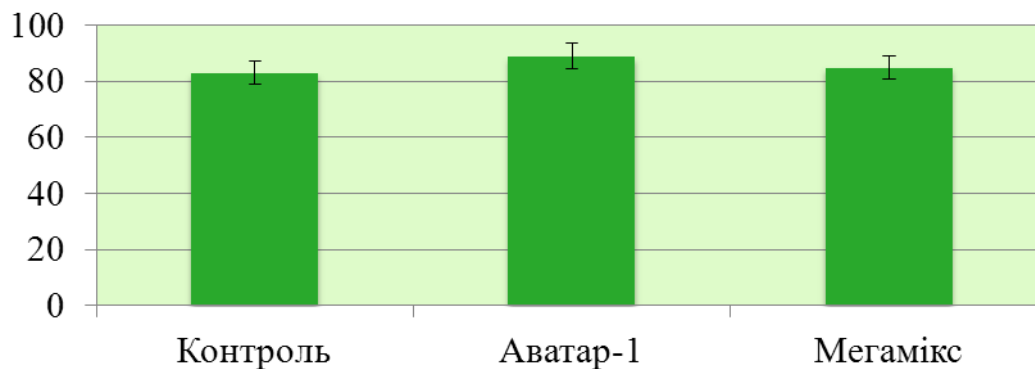
14 доба культивування за умов  
використання біопрепарату «Аватар-1»



14 доба культивування за умов  
використання біопрепарату «Мегамікс»

**Рис. 2. Культивування зернівок рослин *Festuca rubra* L. за умов використання різних біопрепаратів 7 та 14 добу**

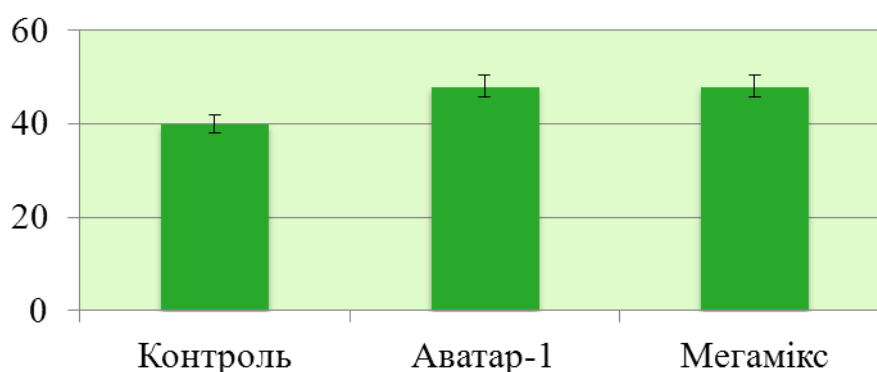
Результати спостережень свідчать, що на 14 добу культивування зернівок костриці червоної на дистильованій проросло 83 %, маточному розчині «Аватар-1» – 89 та «Мегамікс» – 85 % (рис. 3).



**Рис. 3. Показники схожості зернівок рослин *Festuca rubra* L. за умов використання біопрепаратів (14 доба культивування), %**

На рисунку 4 зображено кількість пророслих зернівок рослин мітлиці тонкої та їх морфометричні показники. Зафіксовано, що всі рослини на 7 добу сформували по 2-3 корінці і лише на контролі – 1-2.

Встановлено, що показники енергії проростання зернівок мітлиці тонкої на 10-15 % вищі за умов використання біопрепаратів вітчизняного виробництва (рис. 5). Таким чином, кількість пророслих зернівок у контролі становила 40 %, розчині «Аватар-1» – 48 та «Мегамікс» – 45 %.



**Рис. 5. Показники енергії проростання рослин *Agrostis tenuis* Sibth. за умов використання біопрепаратів (7 доба культивування), %**



на 7 добу культивування  
(контроль)



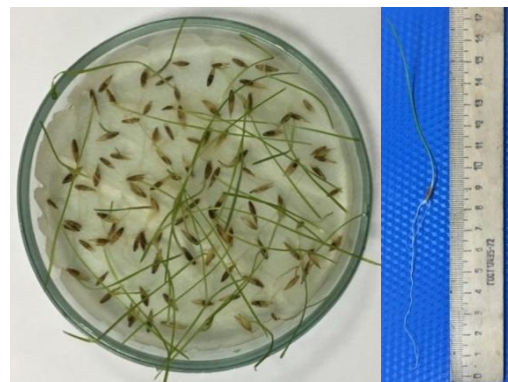
7 доба культивування за умов  
використання біопрепарату «Аватар-1»



7 доба культивування за умов  
використання біопрепарату «Аватар-1»



14 доба культивування  
(контроль)



14 доба культивування за умов  
використання біопрепарату «Аватар-1»



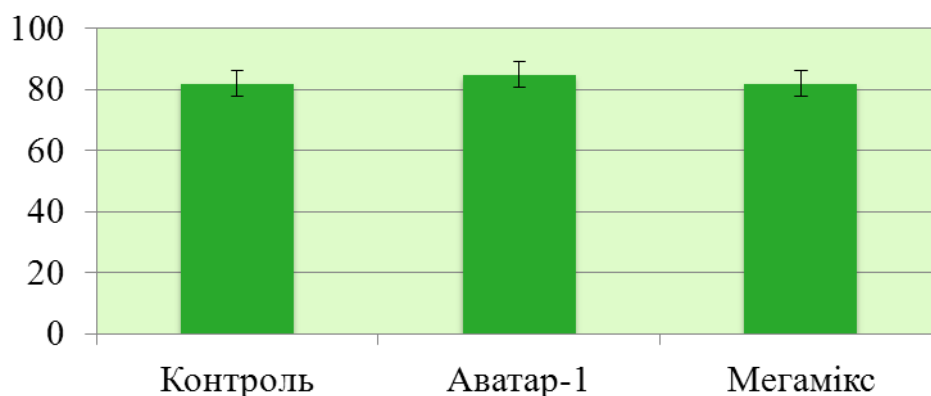
14 доба культивування за умов  
використання біопрепарату «Мегамікс»

**Рис. 4. Культивування зернівок рослин *Agrostis tenuis* Sibth. за умов використання різних біопрепаратів 7 та 14 добу**

За умов формування газонних покриттів враховують не тільки дружність сходів газонних трав, що в майбутньому забезпечує декоративний вигляд новоствореного газону, а й ряд інших характеристик. Забарвлення і однорідність газонного покриття також є якісною його характеристикою. Результати наших досліджень свідчать, що на 14 добу культивування рослин мітлиці тонкої, найкоротші листові пластинки формувалися у рослин, зернівки яких зростали на дистильованій воді та довжина в середньому становила 5,89 см (див. рис. 4). Зафіксовано, за умов використання дистильованої води, на 14 добу культивування рослини мітлиці тонкої формували по 1-2 корінці.

За умов використання біопрепарату «Аватар-1» на 12 % збільшується довжина корінців та на 10 % листової пластинки порівняно з контролем. Встановлено, що за умов використання біопрепарату «Мегамікс» рослини мітлиці тонкої на 7 добу утворюють 3-4 корінці, на відміну від рослин, які були оброблені «Аватар-1» – 2-3 (див. рис. 4).

Зафіксовано, що на 14 добу показники схожості зернівок були майже однаковими та для зернівок, що зростали на дистильованій воді становили 80 %, «Аватар-1» – 85 та «Мегамікс» – 83 % (рис. 6).



**Рис. 6. Показники схожості зернівок рослин *Agrostis tenuis* Sibth. (14 доба культивування), %**

У лабораторних умовах вивчено вплив біопрепаратів на довжину листової пластинки. На 14 добу експерименту зафіксовано, що за дії препарату

«Аватар-1» рослини мітлиці сформували листкові пластинки, довжина яких коливалась від 0,7 до 6,6 см та середні показники становили 3,79 см. Однак, рослини, які були оброблені препаратом «Мегамікс» сформували листкові пластинки із середніми показниками довжини 2,81 см. Рослини на дистильованій воді сформували листкові пластинки на 15 % довші порівняно із рослинами, які зростали за дії препарату «Мегамікс».

**Висновки.** За умов використання біопрепаратів з нанорозмірними частинками підвищуються показники схожості зернівок костриці червоної до 7 %, вдвічі пришвидшуються процеси формування кореневої системи та збільшуються кількісні показники довжини листкової пластинки на 10 % порівняно з контролем. При оцінці показників довжини листкової пластинки костриці червоної, на 7 добу зафіксовано, що найефективнішим є розчин біопрепарату «Мегамікс». Встановлено, що на 14 добу культивування зернівок костриці червоної найефективнішим є біопрепарат «Аватар-1».

Зафіксовано, що на 7 добу культивування зернівок мітлиці тонкої, показники енергії проростання на 10–15 % вищі за умов використання біопрепаратів. Визначено, що на 14 добу культивування, найвищі показники схожості зернівок мітлиці тонкої становили 85 % за умов використання біопрепарату «Аватар-1». Встановлено, що з метою пришвидшення формування листкової пластинки для рослин мітлиці тонкої найефективнішим є біопрепарат «Аватар-1», «Мегамікс» – кількості корінців.

### Список літератури

1. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038–84. – [Действующий от 1986–01–07]. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 64 с.
2. Тюльдинов В. А. Газоноведение и озеленение населенных территорий : [учебное пособие для вузов] / В. А. Тюльдинов, И. В. Кобозев, Н. В. Парахин. – М. : Колос, 2002. – 280 с.
3. Beard J. The Role of Turfgrasses in Environmental Protection and Their Benefits to Humans / J. Beard, R. L. Green // J. of Environmental Quality. – Vol. 23. – No. 3. – P. 452 – 460.
4. Kolesnichenko O. Nanopreparations and protection of green spaces in Kyiv /

O. Kolesnichenko, O. Leshchenko // Book of abstracts: 8<sup>th</sup> Planta Europa Conference (May 22–26, 2017, Kyiv, Ukraine) [Edited by Philippe Bardin, Erica Penzesne Konya & Mykyta Peregrym]. – Kyiv: Publisher Palyvoda A. V., 2017. – 74 p. – ISBN 978-966-437-497-9

5. Turgeon A. J. Turfgrass Management / A. J. Turgeon; [4th ed. Prentice-Hall] – NJ: Inc., Upper Saddle River, 1996 – 406 p.

6. Urban Biodiversity and Design ; [Edited by Norbert Müller, Peter Werner & John G. Kelcey] – London: Inc., John Wiley & Sons, 2010 – 611 p. – ISBN 978-1-4443-3267-4

### References

1. Semena selskokhoziaistvennykh kultur. Metody opredeleniya vskhozhesti : HOST 12038–84 [Seeds of agricultural crops. Methods for determination of germination]. Moscow: Publisher Standartov, 2004, 64. (in Russia)

2. Tyuldikov, V. A., Kobozev, I. V., Parahin, N. V. (2002). Gazonovedeniye i ozeleneniye naselennykh territorij [Gas exploration and landscaping of populated areas]. Moscow: Kolos, 280. (in Russia)

3. Beard, J. B., and R. L. Green. 1994. The Role of Turfgrasses in Environmental Protection and Their Benefits to Humans. J. Environ. Qual. 23:452-460. doi:10.2134/jeq1994.00472425002300030007x

4. Kolesnichenko, O. V., Leshchenko, O. Yu. (2017) Nanopreparations and protection of green spaces in Kyiv. 2017 8th Planta Europa Conference. Palyvoda. Kyiv, 74. (in Ukraine)

5. Turgeon, A. J.(1996). Turfgrass Management; [4th ed. Prentice-Hall]. NJ: Inc., Upper Saddle River, 406.

6. Urban Biodiversity and Design (2010) [Edited by Norbert Müller, Peter Werner & John G. Kelcey] – London: Inc., John Wiley & Sons, 611. doi: 10.1002/9781444318654

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ ЗЕРНОВОК *FESTUCA RUBRA* L. И *AGROSTIS TENUIS* SIBTH.**

**А. Ю. Лещенко, Е. В. Колесниченко, И. В. Швец, Н. В. Новаченко**

**Аннотация.** Газонные культурфитоценозы современного города являются экостабилизирующим элементом трансформированной среды. Растения *Festuca rubra* L. и *Agrostis tenuis* Sibth. – многолетние злаковые растения, незаменимые компоненты полифункциональных высокодекоративных длительных во времени газонных покрытий. Применение биопрепаратов с наноразмерными частицами позволяет повысить устойчивость растений к факторам среды и интенсифицировать их процессы роста и развития. Процессы прорастания и всхожести зерновок газонных растений является решающим этапом при формировании качественного газонного культурфитоценоза.

Установлено показатели прорастания и всхожести зерновок *F. rubra* и *A. tenuis* при использовании универсальных многокомпонентных микроэлементных биопрепаратов. Предоставлены результаты морфометрических показателей листовой пластинки растений на 7 и 14 сутки культивирования. Проанализировано интенсивность формирования корешков растений и их морфометрию.

Зафиксировано, что на 7 сутки культивирования зерновок растений при использовании биопрепаратов повышаются показатели всхожести на 7-15% по сравнению с контролем, однако на 14 – до 5%. Результаты исследований свидетельствуют, что при использовании биопрепаратов у растений интенсифицируются процессы формирования корневой системы и листовых пластинок.

**Ключевые слова:** *Festuca rubra* L., *Agrostis tenuis* Sibth., биопрепарат, газонные травы, всхожесть, прорастания

## **INFLUENCE OF BIOPREPARATIONS ON GERMINATION OF SEEDS *FESTUCA RUBRA* L. AND *AGROSTIS TENUIS* SIBTH.**

**O. Leshchenko, O. Kolesnichenko, I. Shvets, N. Novachenko**

**Abstract.** Lawns of modern city serve as ecostabilizing element of transformed environment. Plants of *Festuca rubra* L. and *Agrostis tenuis* Sibth. are perennial grassy plants, essential components of multifunctional high-decorative grass surfaces. Usage of biologics nanoscale particles can increase plant resistance to environmental factors and intensify their processes of growth and development. The processes of energy germination and germination of turfgrass species are decisive step during formation of high-quality lawns.

We established energy germination and germination of seeds *F. rubra* and *A. tenuis* under universal multielements biopreparations. Morphometric parameters of plant leaf plates studied on 7 and 14 days of cultivation. The intensity of the formation of roots of plants and their morphometry analyzed.

On the 7<sup>th</sup> day of cultivation seeds of plants under usage of biopreparations increased rates of energy germination to 7–15% compared to control, but on 14<sup>th</sup> – only 5%. Studies indicate that usage of biopreparations intensifies the processes of formation of root system and leaf plates.

**Keywords:** *Festuca rubra* L., *Agrostis tenuis* Sibth., biopreparation, turf grass, germination, germination energy