

**Зміст електронного журналу  
«Наукові доповіді НУБіП України»  
№ 6 (70) (Грудень), 2017  
Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України  
протокол № 4 від 27 листопада 2017 р.**

**Біологія, біотехнологія, екологія**

- 1. Вішован Ю. Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ НА ВМІСТ STAPHYLOCOCCUS SPP. МОЛОКА ВІД ХВОРИХ НА СУБКЛІНІЧНИЙ МАСТИТ КОРІВ**
- 2. Яковенко О. В. ГЕОХІМІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ГРУНТОВИХ ВІДКЛАДЕННЯХ ЗОНИ ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВ КОЛЬОРОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ**
- 3. Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М. ФІТОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВМІСТУ МЕТАЛІВ У РОСЛИНАХ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ ЗЕЛЕНИХ ПАРКОВИХ ЗОН)**

**Агрономія**

- 4. Качановська Л. О., Кондакова М. А. АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГРУНТІВ АДМІНІСТРАТИВНИХ РАЙОНІВ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**
- 5. Штакал В. М. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЛУЧНИХ ТРАВ НА ОСУШЕНИХ ТОРФОВИЩАХ ЛІСОСТЕПУ**
- 6. Куц О. В. ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРА**
- 7. Іваніна В. В., Павук І. А., Мазур Г. М. ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗА ТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ**
- 8. Мельник С. І., Новічков О. В., Полупан В. М., Левенко М. Г. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ**
- 9. М'ялковський Р. О. ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ**

### **Тваринництво**

10. Сичов М. Ю., Позняковський Ю. В., Голубєв М. І., Махно К. І., Голубєва Т. А., Щербина А. М. ПОКАЗНИКИ ЗАБОЮ ПЕРЕПЕЛІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ КОМБІКОРМІВ З РІЗНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ МЕТІОНІНУ
11. Чепіга А. М., Костенко С. О., Король П. В., Коновал О. М., Лу Л., Бу С., Хуанг Л., Хуанг Ц., Лі Л. МОНІТОРИНГ ЯЄЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КАЧОК РІЗНОГО ВІКУ ПОРОДИ SHAOXING
12. Козир В. С., Соловйов М. І. ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ХУДОБИ ЗАВОДСЬКИХ ТИПІВ УКРАЇНСЬКОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ

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

13. Жуковський М. О. СИСТЕМА МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ВЕТЕРИНАРНОЇ АПТЕКИ
14. Мандигра С. С., Музикіна Л. М., Іщенко Л. М., Коваленко Г. А., Галка І. В., Спиридонов В. Г., Ситюк М. П., Ничик С. А., Мельничук С. Д. ВАЛІДАЦІЯ ЗТ-ПЛР ТЕСТ-СИСТЕМИ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ АФРИКАНСЬКОЇ ТА КЛАСИЧНОЇ ЧУМИ СВИНЕЙ

### **Техніка та енергетика АПК**

15. Арнаута Н. В., Арнаута О. В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЛІТНОГО БАЛАНСУ В КОНСЕРВОВАНІЙ КРОВІ ТВАРИН ЗА ЗБЕРІГАННЯ
16. Походило Є. В., Вікович О. В. Ідентифікація м'яса за тривалістю охолодженого зберігання
17. Купчик Л. А., Котинская Л. И., Сич Н. В., Григоренко Н. А. МІКРОПОРИСТІ ВУГЛЕЦЕВІ КАТАЛІЗАТОРИ З ЛІГНОЦЕЛЮЛОЗНИХ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ СОРГО (БАГАСИ)

### **Biology, biotechnology, ecology**

1. **Vishovan Y.** RESEARCH ON THE CONTENT OF STAPHYLOCOCCUS SPP. MILK FROM PATIENTS WITH SUBCLINICAL MASTITIS OF COWS
2. **Yakovenko A.** GEOCHEMISTRY OF HEAVY METALS IN SOILS OF THE ZONE OF INFLUENCE OF THE NONFERROUS METALLURGY ENTERPRISES
3. **Ryzhenko N., Chernega T., Tymoshenko M.** PHYTOTOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF METALS IN PHYTOMASS OF PLANTS IN NATURAL ECOSYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF GREEN PARK AREAS)

### **Agronomy**

4. **Kachanovska L., Kondakova M.** AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOILS OF ADMINISTRATIVE AREA OF THE HERSON REGIONS
5. **Shtakal V.** ECONOMIC AND ENERGY EVALUATION OF EFFICIENCY OF GROWING OF MEADOW GRASSES IN DRAINED PEAT OF FOREST- STEPPE
6. **Kuts O. V.** EFFICIENCY OF MICROBIAL PREPARATIONS IN TECHNOLOGY OF TOMATO GROWING
7. **Ivanina V., Pavuk I., Mazur G.** SUGAR BEET PRODUCTIVITY UNDER CONVENTIONAL AND ALTERNATIVE SYSTEM OF FERTILIZERS
8. **Melnyk S., Novichkov O., Polupan V., Levenko M.** INCREASE THE EFFICIENCY OF ORGANIC FERTILIZERS
9. **Mialkovskyi R.** PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF POTATO PLANTS DEPENDING ON TECHNOLOGICAL GROWING METHODS

### **Animal science**

10. **Sychov M., Pozniakovskiy Yu., Holubiev M., Makhno K., Holubieva T., Shcherbyna A.** CARCASS QUALITY OF QUAILS WITH VARIOUS SOURCES OF METHIONINE IN MIXED FODDERS

**11. Chepiha A., Kostenko S., Korol P., Konoval O., Lu L., Bu X., Huang L., Huang X., Li L. MONITORING OF EGGS PRODUCTIVITY OF THE SHAOXING BREED DUCKS OF DIFFERENT AGE**

**12. Kozyr V., Soloviov M. COMPARATIVE EVALUATION OF FACTORY TYPES UKRAINIAN MEAT BREED**

**Veterinary medicine, quality and safety of livestock products**

**13. Zhukovskyi M. SYSTEM OF MOTIVATION OF PERSONNEL OF VETERINARY PHARMACY**

**14. Mandygra S., Muzykina L., Ishchenko L., Kovalenko G., Halka I., Spyrydonov V., Sytiuk M., Melnychuk S., Nychyk S. VALIDATION OF A RT-qPCR ASSAY FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF AFRICAN AND CLASSICAL SWINE FEVER**

**Engineering**

**15. Arnauta N., Arnauta O. MATHEMATICAL MODELING OF ELECTROLYTIC BALANCE IN TINNED BLOOD OF ANIMALS AT STORAGE**

**16. Kupchyk L., Kotynska L., Sych N., Grigorenko N. MICROPOROUS CARBONATE CATALYSTS FROM LIGNOCELLULAR WASTE PROCESSING SORGO (BAGASSE)**

## ДОСЛІДЖЕННЯ НА ВМІСТ *STAPHYLOCOCCUS SPP.* МОЛОКА ВІД ХВОРИХ НА СУБКЛІНІЧНИЙ МАСТИТ КОРІВ.

Ю. Ю. ВІШОВАН, аспірант\*

*Українська лабораторія якості і безпечності продукції АПК*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: anatomi1991@gmail.com

**Анотація.** Одним із найнебезпечніших захворювань для молочних стад є стафілококовий мастит. Із секретом молочної залози збудник розповсюджується у довкіллі і доволі довго знаходяться у повітрі, воді, ґрунті, на різноманітних предметах вжитку, які можуть бути факторами передачі збудника для сприйнятливих особин. Метою слугувало дослідити на вміст стафілококів молока, відібраного від здорових і хворих на субклінічний мастит корів. Досліджували 160 проб молока від здорових та хворих на субклінічний мастит корів з 2 господарств Київської та господарства з Хмельницької областей. Дослідження проб та виділення чистої культури проводили методом Дригальського на щільному поживному середовищі агар Беард-Паркера.

Всього досліджено 160 проб; виділено культури стафілококів у 59 пробах, що становить 36,9 %, у тому числі із 14 проб молока від корів, хворих на субклінічний мастит із господарства Хмельницької області мікроорганізми з роду *Staphylococcus spp.* було виявлено у 2 випадках, що складає 14,29 %. В 16 пробах молока хворих субклінічним маститом корів з господарства Київської області стафілококи також були виявлені у 2 випадках що становить 12,5 %. Ще в одному господарстві Київської області з відібраних 130 проб стафілококи виявили у 41 випадку що становить 31,5 %. З них від клінічно здорових тварин стафілококи виділено у 31,7 % випадків а від хворих на субклінічний мастит у 68,3 %.

Із 160 проб молока від клінічно здорових та хворих на субклінічний мастит корів виділено 59 культур мікроорганізмів, що були ідентифіковані як представники роду *Staphylococcus*. Напрямами наших подальших досліджень будуть: наступна видова їх ідентифікація, вивчення біологічних властивостей стафілококів – реакції плазмокоагуляції, ферментації маніту; визначення антибіотикорезистентності виділених штампів, здатності до біоплівкоутворення.

**Ключові слова:** стафілокок, молоко, субклінічний мастит

**Актуальність.** Мастити корів є гострою проблемою для молочної галузі в усьому світі. Захворювання приймає різні форми, кожна з яких має свої

---

\*Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, член-кореспондент НААН В. О. Ушкалов

Вішован Ю. Ю.

особливості на будь-якій окремо взятій молочній фермі. Одним з найнебезпечніших для молочних стад є стафілококовий мастит. Із секретом молочної залози збудник розповсюджується у довкіллі і доволі довго знаходяться у повітрі, воді, ґрунті, на різноманітних предметах вжитку, які можуть бути факторами передачі збудника для сприйнятливих особин. Навіть за наявних розроблених методів пастеризації молока з вмістом стафілококів не всі суб'єкти господарювання мають відповідні пастеризатори та умови для роздільного доїння молока від хворих на субклінічний мастит корів. У зв'язку з чим можна припустити, що частина молока від корів із субклінічним маститом потрапляє в загальне молоко, а якщо технічні умови господарства дозволяють доїти таких корів окремо то це молоко для зменшення економічних збитків після відповідної пастеризації або у сирому вигляді йде на випоювання телятам. Випоювання не пастеризованого молока із вмістом стафілококів призводить до захворювань телят, а також поширення популяції мікроорганізмів серед тварин і обслуговуючого персоналу. Важливо враховувати, що при спалахах харчових токсикоінфекцій серед людей, найчастіше факторами передачі стафілококів є контаміновані продукти тваринництва (молоко, м'ясо, риба). Якраз вивченню можливої присутності у молоці хворих на субклінічний мастит корів стафілококів і були присвячені наші дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Стафілококовий мастит надзвичайно поширений у всьому світі. У 1989 році в Нідерландах було встановлено, що у стадах із низьким умістом у молоці соматичних клітин (Менше 150 000 кл/мл) випадки клінічного маститу із присутністю *S. aureus* становили 9,6 %. В Італії між січнем 2000 року і груднем 2001 року у 41 молочному стаді був зібраний 74 651 зразок молока, при цьому найбільш часто серед виявлених бактерій були коагулазо-негативні стафілококи (33 %), а *S. aureus* був виявлений у 20 проб. В Ірландії під час дослідження зразків молока з 15 молочних стад домінуючими бактеріями були виявлені *S. aureus* і *S. uberis*, які становили відповідно 21 % і 19 % проб. У Польщі з 4560 зразків, узятих у 2005 році у 2907 корів в 118 стадах позитивними на *S. aureus*,

Вішован Ю. Ю.

виявились 15,6 %. Подібна інформація наводиться також і по країнах Північної та Південної Америки, Океанії та свідчить про значне поширення і високого ступеня патогенності стафілококового маститу [1].

**Мета роботи** – дослідження на вміст стафілококів молока, відібраного від здорових і хворих на субклінічний мастит корів.

**Матеріали і методи дослідження.** Для дослідження було відібрано 146 проб від корів із 2 господарств Київської області та 14 проб із господарства у Хмельницькій області. Бактеріологічні дослідження проводили з використанням готового комерційного поживного середовища агар Беард-Паркера методом Дригальського.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Секрет вимені відбирали після ретельного туалету молочної залози без застосування антисептичних засобів і здоювання перших цівок молока у стерильний скляний посуд [2]. Матеріал доставляли в УЛЯБП АПК і проводили бактеріологічні дослідження за такої принципової схеми. Стафілококи виділяли шляхом десятикратних розведень проб молока з послідовним посівом їх на щільне середовище агар Беард-Паркера. Для цього в готове комерційне середовище після стерилізації автоклавуванням за температури 121 °С та після охолодження до температури 40 °С додавали 2 % розчин телуриту калію та яєчну емульсію. Розливали у стерильні чашки Петрі. Вносили по 0,1 мл інокулята в кожную чашку Петрі і розтирали шпателем Дригальського.

Культивували упродовж 48 годин за температури 37 °С. Проводили облік типових та нетипових колоній. Типові колонії чорні чи сірі, блискучі і випуклі (від 1 мм до 105 мм в діаметрі після інкубації через 24 год і 1,5-2,5 мм в діаметрі після інкубації через 48 год) і оточені чистою зоною. Після інкубації через 24 год може у цій зоні виникнути опалесценція кільця, одразу після контакту з колоніями. Нетипові колонії мають таку морфологію: блискучі чорні колонії з/або без вузького білого краю; чиста зона відсутня чи ледь помітна і опалесцентне кільце відсутнє чи ледь помітне, або сірі колонії без чистих зон [3].

Вішован Ю. Ю.

Відбирали типові і нетипові колонії і готували мазки для фарбування за Грамом. Виявляли грам-позитивні бактерії сферичної форми, які траплялися у формі скупчень, що нагадують виноград, нерухомі, не утворюють спор [4].

Чисту культуру виділяли за методом Дригальського спочатку на поверхню щільного середовища агар Беард-Паркера в чашці Петрі піпеткою або петлею наносили досліджуваний матеріал. За допомогою скляного шпателя його ретельно втирали у середовище. Чашку під час посіву тримали привідкритою і обережно обертали, щоб рівномірно розподілити матеріал. Не стерилізуючи шпателя, проводили ним посів матеріалу в другій та третій чашці Петрі [5].

Отриману чисту культуру пересівали на скошений МПА. Для диференціації стафілококів від мікроорганізмів роду *Micrococcus* проводили визначення реакції розщеплення глюкози в анаеробних умовах. Так як мікрококи є облігатними аеробами а стафілококи факультативними анаеробами то вони на відміну від мікрококів будуть ферментувати глюкозу в анаеробних умовах. Під час ферментації в анаеробних умовах утворюється молочна кислота яка знижує рН в кислу сторону і індикатор змінює свій колір. Для цього використовували готове комерційне напіврідке поживне середовище Гісса з глюкозою. Посів проводили петлею уколом в стовпчик, зверху нашаровували 1,5 мл стерильної вазелінової олії для створення анаеробних умов. Читку реакції проводили щодня протягом п'яти діб, позитивною вважали реакцію коли відбувалася зміна кольору стовпчика середовища 2/3 його висоти [6].

Всього досліджено 160 проб; виділено культури стафілококів у 59 пробах, що становить 36.9 %. В тому числі з 14 проб молока від корів хворих на субклінічний мастит з господарства Хмельницької області мікроорганізми з роду *Staphylococcus spp.* було виявлено у 2 випадках, що складає 14.29 %. В 16 пробах молока хворих субклінічним маститом корів з господарства Київської області стафілококи також були виявлені у 2 випадках що становить 12.5 %. Ще в одному господарстві Київської області з відібраних 130-ти проб стафілококи

Вішован Ю. Ю.

виявили у 41 випадку що становить – 31.5 %. З них від клінічно здорових тварин стафілококи виділено у 31.7 % випадків а від хворих на субклінічний мастит у 68.3 %.

**Висновки.** З 160 проб молока від клінічно здорових та хворих на субклінічний мастит корів виділено 59 культур мікроорганізмів що, були ідентифіковані як представники роду *Staphylococcus*. Напрямками наших подальших досліджень будуть: наступна видова їх ідентифікація, вивчення біологічних властивостей стафілококів – реакції плазмокоагуляції, ферментації маніту; визначення антибіотикорезистентності виділених штамів, здатності до біоплівкоутворення.

### Список літератури

1. Стафилококковый мастит коров / Д. Никулин - Нивы Зауралья №6 (128) Июль 2015
2. Микробиологические и вирусологические методы исследований в ветеринарной медицине. Справочное пособие / А.Н. Головкин, В.А. Ушкалов, В.Г. Скрышник, Б.Т. Стегний и др.: Под ред. А.Н. Головкин. – Х. «НТМТ», 2007. – 512 с.: ил. 12, табл. 62.
3. ДСТУ ISO 6888-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування коагулазо-позитивних стафілококів (*staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 1. Метод з використанням агарового середовища Беард-Паркера.
4. Краткий определитель бактерий Берги. В 2-х т. Т 2: Пер. с англ. / Под ред. Дж.Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. – М.: Мир, 1997. – 368 с., ил.
5. Климнюк С.І., Ситник І.О., Творко М.С., Ширококов В.П. Практична мікробіологія: Посібник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. –440 с.
6. Приказ Минздрава СССР от 22.04.1985 п 535 "Об унификации микробиологических (бактериологических) методов исследования, применяемых в клинко - диагностических лабораториях лечебно - профилактических учреждений".

### Referens

1. Nikulin D. (2015). Stafilokokkovyy mastit korov [Staphylococcus mastitis of cows]. Nivy Zauralia, 6 (128), 74-77.
2. Golovko A.N. ed. (2007). Mikrobiologicheskiye i virusologicheskiye metody issledovaniy v veterinarnoy meditsine [Microbiological and virological methods of research in veterinary medicine]. Kharkiv: NTMT, 512.

Вишован Ю. Ю.

3. DSTU ISO 6888-1:2003 Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv ta kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniy metod pidrakhovuvannia koahulazo-pozytyvnykh stafilokokiv (*Staphylococcus aureus* ta inshykh vydiv). Chastyna 1. Metod z vykorystovuvanniam aharovoho seredovyshcha Beard-Parkera (ISO 6888-1:1999, IDT) [Microbiology of food and animal feed. Horizontal method for counting coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species). Part 1. The method of using the Beard-Parker agar medium (ISO 6888-1:1999, IDT)]

4. Khoul't Dzh. ed. (1997). Kratkiy opredelitel bakteriy Bergi [Short determinant of bacteria Bergi], Moscow: Mir, 368.

5. Klymniuk, S. I., Sytnyk, I. O., Tvorko, M. S., Shyrobokov, V. P. (2004). Praktychna mikrobiolohiia [Practical microbiology]. Ternopil: Ukrmedkniga, 440.

6. Prikaz Minzdrava SSSR ot 22.04.1985 n 535 (2000) "Ob unifikatsii mikrobiologicheskikh (bakteriologicheskikh) metodov issledovaniya. primenyayemykh v kliniko - diagnosticheskikh laboratoriyakh lechebno - profilakticheskikh uchrezhdeniy" [Order of the Ministry of Health of the USSR of 22.04.1985 n 535 "On the unification of microbiological (bacteriological) research methods used in clinical diagnostic laboratories of medical and preventive institutions"], Kharkiv, 36.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НА СОДЕРЖАНИЕ *STAPHYLOCOCCUS* SPP. МОЛОКА ОТ БОЛЬНЫХ СУБКЛИНИЧЕСКИМ МАСТИТОМ КОРОВ

Ю. Ю. Вишован

**Анотация.** Одним из самых опасных заболеваний для молочных стад является стафилококковый мастит. С секретом молочной железы возбудитель распространяется в окружающей среде, и довольно долго находится в воздухе, воде, почве, на различных бытовых предметах, которые могут быть факторами передачи возбудителя для восприимчивых особей. Исследование на содержание стафилококков в молоке, отобранном от здоровых и больных субклинический мастит коров. Материалы и методы. Исследовали 160 проб молока от здоровых и больных субклиническим маститом коров с 2 х хозяйств Киевской и хозяйства из Хмельницкой областей. Исследования проб и выделение чистой культуры проводили методом Дрыгальского на плотной питательной среде агар Беард-Паркера. Всего исследовано 160 проб выделено культуры стафилококков в 59 пробах, что составляет 36.9 %. В том числе с 14 проб молока от коров больных на субклинический мастит из хозяйства Хмельницкой области микроорганизмы из рода *Staphylococcus spp.* было обнаружено в 2-х случаях, что составляет 14.29 %. В 16 пробах молока больных субклиническим маститом коров из хозяйства Киевской области стафилококки также были обнаружены в 2-х случаях что составляет 12.5 %. Еще в одном хозяйстве Киевской области из отобранных 130-ти проб стафилококки обнаружили в 41 случае что составляет – 31.5 %. Из них от клинически здоровых животных стафилококки

Вішован Ю. Ю.

выделено в 31.7 % случаев, а от больных на субклинический мастит в 68.3 %. Из 160 проб молока от клинически здоровых и больных субклиническим маститом коров выделено 59 культур микроорганизмов, которые были идентифицированы как представители рода *Staphylococcus*. Направлением наших дальнейших исследований будут: следующая видовая их идентификация, изучение биологических свойств стафилококков – реакции плазмокоагуляции, ферментации маннита; определения антибиотикорезистентности выделенных штаммов, способности к созданию биопленок.

**Ключевые слова:** стафилококк, молоко, субклинический мастит

## RESEARCH ON THE CONTENT OF STAPHYLOCOCCUS SPP. MILK FROM PATIENTS WITH SUBCLINICAL MASTITUDE OF COWS

Y. Y. Vishovan

**Abstract.** One of the most dangerous diseases for dairy herds is staphylococcal mastitis. With the secretion of the mammary gland, the pathogen spreads in the environment, and is long enough in the air, water, soil, on various items of consumption, which can be the factors of transmission of the pathogen to susceptible individuals. Studies on the staphylococcal content of milk, selected from healthy and patients with subclinical mastitis of cows. Materials and methods. We examined 160 samples of milk from healthy and patients with subclinical mastitis of cows from 2 farms of Kyiv and farms in Khmelnytskyi oblasts. The research of samples and the allocation of pure culture was carried out by the Drigalsky method on a dense nutrient medium of the Beard-Parker agar. A total of 160 samples were investigated; *Staphylococcus* cultures were isolated in 59 samples, which is 36.9%. Including from 14 samples of milk from cows suffering from subclinical mastitis from the Khmelnytsky region microorganisms of the genus *Staphylococcus* spp. was detected in 2 cases, which is 14.29%. In 16 samples of milk of patients with subclinical mastitis of cows from the economy of the Kiev region, staphylococci were also detected in 2 cases, which is 12.5%. In another farm of the Kiev region of selected 130 samples staphylococci were found in 41 cases, which is - 31.5%. Of these, from clinically healthy animals, staphylococci were isolated in 31.7% of cases and from patients with subclinical mastitis in 68.3%. Conclusions of the 160 samples of milk from clinically healthy and patients with subclinical mastitis of cows, 59 cultures of microorganisms were identified that were identified as representatives of the genus *Staphylococcus*. The directions of our further research will be: the next type of their identification, the study of the biological properties of staphylococci - the reaction of plasma coagulation, fermentation of mannitol; determination of antibiotic resistance of isolated strains, ability to biofilm formation.

**Keywords:** staphylococcus, milk, subclinical mastitis

Яковенко О. В.

УДК 574+551.43

## ГЕОХІМІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТОВИХ ВІДКЛАДЕННЯХ ЗОНИ ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВ КОЛЬОРОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ

**О. В. ЯКОВЕНКО**, кандидат геологічних наук, ст. викладач кафедри  
екології агросфери і екологічного контролю

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: yalex86@ukr.net

**Анотація.** Вивчено ґрунтові відкладення у зоні впливу свинцево-цинкового комбінату на вміст мікроелементів. Визначено фізико-хімічні властивості, а також особливості забруднення техногенно порушених ґрунтів і ґрунтів умовно чистих територій. За допомогою методу стадійних витяжок визначено форми важких металів у ґрунтових відкладеннях. Так, у забруднених ґрунтах метали знаходяться переважно в сорбованій на гідроксидах, органічній і фіксованій формах. У забруднених ґрунтах помітно зростає вміст рухомих форм важких металів. Методом нормування за еколого-геохімічними критеріями визначено рівень екологічної небезпеки території, а також визначено геохімічні асоціації хімічних елементів.

**Ключові слова:** важкі метали, ґрунт, забруднення

**Вступ.** Радянське минуле наклало свій негативний відбиток на стан довкілля в Україні. Так, на території нашої держави було створено чотири атомні електростанції, близько двох тисяч надзвичайно небезпечних об'єктів із 300 тис т отруйних речовин, приблизно 1200 об'єктів, де знаходилося більш як 10 млн вибухонебезпечних речовин [1]. Дисбаланс у розміщенні потенційно небезпечних об'єктів призвів до того, що навантаження на довкілля у 5 разів перевищує аналогічний показник для розвинутих країн. Свідоме пограбування національних багатств задля високої мети дало можливість Україні виробити 20 % річного валового продукту Союзу Радянських Соціалістичних Республік при тому, що вона займала лише 3 % його території. Швидкий розвиток промисловості негативно позначився на довкіллі в цілому, та ґрунтах, зокрема.

Вивченням особливостей розподілу і перерозподілу важких металів (ВМ) в умовах техногенезу та здатності політантів потрапляти у трофічні

Яковенко О. В.

ланцюги займається екологічна геохімія [2,3]. Надходження забруднювачів у об'єкти навколишнього середовища в сучасних умовах сягає таких об'ємів, що в районах з інтенсивним промисловим навантаженням істотно перевищує допустимі норми і загрожує життю і здоров'ю сучасних і наступних генерацій [4-7]. Так, потужним джерелом забруднення навколишнього середовища ВМ, сірчаною і азотною кислотами є підприємства кольорової металургії [8-14].

У літературних джерелах тема забруднення ґрунтів мікроелементами висвітлена досить широко, але майже усі публікації стосуються лише валового вмісту хімічних елементів у ґрунтових відкладеннях і майже зовсім відсутні дані стосовно форм мікроелементів.

Так, для цілей ґрунтознавства і хімії ґрунтів вивчення лише валового вмісту ВМ в ґрунтах недостатньо. Подібні дослідження можуть відображати лише напрямки деяких процесів, наприклад, міграції (винесення чи накопичення речовини). Щоб робити обґрунтовані висновки про можливі механізми трансформації техногенних форм знаходження ВМ, які відрізняються як за рухомістю і біологічною доступністю, так і за механізмами закріплення у ґрунті, необхідне їх більш детальне вивчення з розділенням на фракції.

На даний час, не дивлячись на накопичення величезної кількості даних, відсутні не тільки загальноприйняті методи розділення ґрунтових ВМ на фракції, але й немає єдиної думки відносно того, як слід називати результати цього розділення.

Широко поширені у практиці ґрунтознавства терміни «водорозчинні форми сполук ВМ», «рухомі сполуки ВМ» та інші «форми сполук ВМ» часто не відображують хімічної природи і форм зв'язку ВМ із ґрунтовими компонентами. Вважається [15], що використовувати термін «форми сполук» у контексті результатів екстрагування з ґрунту ВМ за допомогою різних екстрагентів потрібно обережно, оскільки питання про достеменний склад багатьох сполук ВМ у ґрунті залишається відкритим.

Яковенко О. В.

Отже, з урахуванням існуючих методів вивчення сполук і специфічних особливостей знаходження ВМ у ґрунтах, формою знаходження важких металів у ґрунті в подальшому слід називати сукупність атомів чи іонів хімічних елементів, переведених із твердої фази у розчин за допомогою певного екстрагенту. Вони мають близьку ступінь рухомості у ґрунті, яка залежить від актуального екстрагенту, і/або зв'язані у ґрунті з визначеним типом реакційних центрів.

Дане визначення можна використовувати при обговоренні результатів вивчення вмісту ВМ практично в усіх популярних витяжках з ґрунтів [15, 16].

Вперше дослідження форм знаходження важких металів у ґрунтах техногенно забруднених та умовно чистих територій України було проведено працівниками Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України [17-21].

Виходячи з вищесказаного, визначення валового вмісту і форм мікроелементів у ґрунтових відкладеннях та суміжних середовищах є надзвичайно актуальним завданням, оскільки ґрунти як національне надбання і власність українського народу відіграють і будуть відігравати надзвичайно важливу роль у майбутньому становленні України як потужної економічно розвиненої світової держави.

**Об'єкти і методи досліджень.** Об'єктами досліджень були ґрунти зони впливу підприємства кольорової металургії (завод «Укрцинк», м.Костянтинівка Донецької області). Валовий вміст і вміст рухомих форм ВМ визначався за допомогою методу атомної адсорбції на приладі КАС-115 та ICP-MS-аналізатора ELEMENT-2 (Німеччина) [21]. Вміст металів у фракціях ґрунту визначався за методикою [17, 22] (табл. 1).

# 1. Метод екстракції форм важких металів

| Послідовність екстракції | Форма                     | Екстрагент, умови екстракції                               |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1                        | Водорозчинна              | $\text{H}_2\text{O} + 20\% \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  |
| 2                        | Обмінна                   | $1\text{M CH}_3\text{COONH}_4$                             |
| 3                        | Карбонатна                | $1\text{M CH}_3\text{COOH}$                                |
| 4                        | Сорбована оксидами Fe, Mn | $0,04 \text{HCl} + 25\% \text{CH}_3\text{COOH}$<br>(95 °C) |
| 5                        | Оганічна                  | $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (90 °C)                |
| 6                        | Залишкова                 | $\text{HF} + \text{HClO}_4$ (3:1)                          |

Оцінювання рівня забруднення здійснювався за методом Ю. Є. Саєта, зокрема сумарним показником забруднення, коефіцієнтами небезпеки та концентрації [23]. Зразки ґрунту відбиралися за методикою [24].

**Результати та їх обговорення.** Територія досліджуваної ділянки відноситься до Донецької складчастої області, яка являє собою Донецький сегмент Прип'ятсько-Дніпровсько-Донецького авлакогену. За своєю історією розвитку, потужностями осадових відкладів, магматизмом і металогенією Донецький сегмент є «субгеосинклінальною» інверсійно-складчастою областю [25]. Значна частина Донецької складчастої області на поверхні складена відкладами середнього і верхнього карбону, потужність яких збільшується від 4 км на північному заході до 12 км (у синкліналях) на південному сході, а також від крайових частин Донбасу до його осьової лінії. У цілому вони утворюють вугленосну паралічну теригенну формацію, що змінюється у східному напрямку флішоїдною теригенною формацією, яка містить, очевидно, відклади нижнього і низів середнього (до  $\text{C}_2^2$ ) карбону. Теригенна товща нижнього-верхнього карбону складена переважно темно-сірими аргілітами, різною мірою алевритистими чи піщанистими, шарами пісковиків потужністю до 50-60 м, незначними прошарками вапняків потужністю від дециметрів до 10 м, а вугленосні частини розрізу містять верстви кам'яного вугілля, потужність яких зрідка перевищує 1,3 м.

Яковенко О. В.

Ґрунтові відкладення представлені чорноземами звичайними середньо гумусними на лесі.

Отже, було досліджено ґрунти як поблизу металургійного комбінату, так і у межах фонової ділянки (табл. 1).

### 1. Фізико-хімічні властивості ґрунтів досліджуваної ділянки

| Тип ґрунту                                                     | C <sub>орг</sub> , % | рН  | Обмінні катіони, мг·екв/100 г |                  |                  |                |                 |       |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|-----|-------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|-------|
|                                                                |                      |     | H <sup>+</sup>                | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | Σ E   |
| Чорнозем звичайний середньо гумусний на лесоподібних суглинках | 0,37                 | 6,7 | 6,9                           | 7,60             | 1,70             | 0,24           | 1,1             | 17,54 |
| Чорнозем звичайний середньо гумусний («Хомутовський степ»)     | 3,6                  | 7,2 | 7,20                          | 30,10            | 9,10             | 0,50           | 0,90            | 55    |

Примітка: Σ E – сума поглинених катіонів

### 2. Вміст хімічних елементів у чорноземах заповідника «Хомутовський степ», мг/кг

| Тип ґрунту                           | h, см | Cd      |         | Zn |     | Cu |     | Co   |       |
|--------------------------------------|-------|---------|---------|----|-----|----|-----|------|-------|
|                                      |       | 1       | 2       | 1  | 2   | 1  | 2   | 1    | 2     |
| Чорнозем звичайний середньо-гумусний | 0-20  | 0,07    | 0,175   | 80 | 21  | 20 | 4,5 | 10   | 2,0   |
|                                      | 20-40 | < 0,067 | < 0,167 | 50 | 6   | 10 | 5   | 4,0  | < 0,7 |
|                                      | 40-60 | < 0,054 | < 0,159 | 87 | 3,6 | 23 | 5,5 | 10,3 | < 0,8 |
|                                      | 60-82 | < 0,055 | < 0,165 | 80 | 2,9 | 20 | 5,8 | 8,3  | < 0,8 |
|                                      | > 82  | < 0,047 | < 0,157 | 80 | 4,2 | 20 | 6,1 | 11,2 | < 0,8 |

Примітка: 1 – валовий вміст; 2 – рухомих форм

Фізико-хімічні властивості ґрунтів у зоні впливу комбінату відрізняються від аналогічних показників умовно чистої території (заповідник «Хомутовський степ»): сума поглинених катіонів Σ E значно вища у ґрунтах заповідника, а у техногенно забруднених ґрунтах у 10 разів нижчий вміст C<sub>орг</sub>. Вміст Ca<sup>2+</sup> у ґрунтах заповідної території у 4 рази вищий, ніж у ґрунтах поблизу металургійного комбінату.

Вивчали також форми ВМ у ґрунтах вищезгаданих територій за методиками [17, 22] (рис.1).

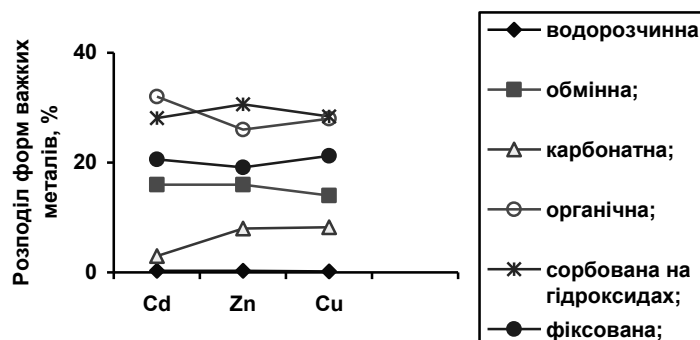


Рис.1 Розподіл форм важких металів у ґрунті

Уміст обмінної та водорозчинної форм для кадмію становить 16 %, для цинку – 16,1 %, для міді – 14 %, що є вказує на підвищену міграційну здатність цих елементів. Вміст рухомих (обмінної та водорозчинної) форм у техногенно забруднених ґрунтах є вищим, ніж у ґрунтах фоновій території, що пов'язано зі специфікою зв'язування катіонів ВМ ґрунтовим поглинаючим комплексом [26].

Результатом геохімічного вивчення території стало визначення валового вмісту мікроелементів у ґрунтових відкладеннях та обчислено коефіцієнти небезпеки й концентрації, показник сумарного забруднення (табл. 3).

### 3. Показники забруднення ґрунтів досліджуваної території (за даними дослідження 21 точки)

| Показник       | Уміст, мг·кг <sup>-1</sup><br><u>min–max</u><br>av | K <sub>0</sub><br><u>min–max</u><br>av | K <sub>c</sub><br><u>min–max</u><br>av |
|----------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Cd             | <u>60–4000</u><br>1182                             | <u>60–4000</u><br>1182                 | <u>857–57143</u><br>16886              |
| Cr             | <u>30–400</u><br>159                               | <u>0,3–4</u><br>1,6                    | =                                      |
| Co             | <u>3–80</u><br>8                                   | <u>0,4–2,5</u><br>1                    | <u>0,2–1,6</u><br>0,7                  |
| Ni             | <u>10–100</u><br>63,6                              | <u>0,1–1,2</u><br>0,7                  | <u>0,3–3,1</u><br>2                    |
| Zn             | <u>200–10000</u><br>5263,6                         | <u>2–100</u><br>52,6                   | <u>2–100</u><br>53                     |
| Mn             | <u>800–10000</u><br>3664                           | <u>0,5–6,7</u><br>2,4                  | <u>1,3–17</u><br>6,1                   |
| Pb             | <u>100–10000</u><br>4173                           | <u>3,1–312,5</u><br>130                | <u>5–488</u><br>203                    |
| Cu             | <u>40–4000</u><br>1364                             | <u>0,7–73</u><br>25                    | <u>1,6–160</u><br>0,5                  |
| Z <sub>c</sub> |                                                    |                                        | 17145                                  |

Примітка: K<sub>0</sub> – коефіцієнт небезпеки; K<sub>c</sub> – коефіцієнт концентрації; Z<sub>c</sub> – сумарний показник забруднення

Яковенко О. В.

Середній уміст ВМ у ґрунті зони впливу комбінату «Укрцинк» перевищує фонові значення і ГДК (гранично допустиму концентрацію) у тисячу разів.

За коефіцієнтом концентрації виділено геохімічну асоціацію:  $Cd (1,7 \cdot 10^4) \gg Pb (203) > Zn (53) > Mn (6,1)$  (табл. 3.). За допомогою значень коефіцієнтів небезпеки виділено таку асоціацію:  $Cd (1182) > Pb (130) > Zn (52) > Cu (25) Mn (2,4) > Cr (1,6)$ .

Сумарний показник забруднення  $Z_c = 1,7 \cdot 10^4$  ґрунтів досліджуваної ділянки дає змогу визнати місцевість як таку, що зазнала екологічної катастрофи.

**Висновки і перспективи.** На дослідній території основним забруднюючим об'єктом є комбінат «Укрцинк». Показано, що використання методу фракціонування і визначення форм ВМ дозволяє отримати більш повну картину про особливості забруднення ґрунтів ВМ. Визначено, що ВМ у ґрунтах зони впливу металургійного комбінату знаходяться в основному в залишковій, сорбованій на гідроксидах та зв'язаній із органікою формах, а підвищений вміст рухомої форми говорить про значну міграційну здатність елементів. В ґрунтах умовно чистих територій спостерігається низький рівень рухомих форм, а в техногенно порушених – навпаки. За еколого-геохімічними показниками визначено рівень забруднення ґрунтових відкладень: за показником сумарного забруднення екологічну ситуацію у зоні впливу комбінату оцінено як катастрофічну. Результати дослідження можуть бути використані для визначення зон екологічного ризику, з метою ведення екологічного землеробства, вироблення стратегії ремедіації техногенно порушених ґрунтів.

### Список літератури

1. На межі екологічної катастрофи [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://universum.lviv.ua/previous-site/journal/2010/2ecol3.htm>
2. Chunjie, C. Distribution and pollution of soil heavy metals upland around Pindingshan coal mining area / C. Chunjie, Z. Jinfeng // Geographical Research. 2014. – 33 (7). – P.: 1383 – 1392.;

Яковенко О. В.

3. Bixiong, Y. (2013). Heavy metal pollution and migration in soil-wheay system of different livestock manures agricultural areas / *Geographical Research*. – 32 (4). – P:645–652.
4. Kumar, P. (2013) Distribution Pattern of Some Heavy Metals in the Soil of Silghat Region of Assam (India), Influenced by Jute Mill Solid Waste/ // *J. of Chemistry*. – Vol.7. – P.812–820.
5. Zhu, Gang (2012). Combined pollution of heavy metals and PAHs and its risk assessment in industrial sites of Chenzhou city // *Geographical Research*. – 31(5). – P. 831-839.
6. Ji W. The advances in research on heavy metals of the surface dust in urban areas / W. Ji, Zh. Yi-xiu, G.Xiang // *Geographical Research*. – 2012. – N 31(5). – P.821–830.
7. Fang, Feng-man / Particle size distribution and health risk assessment of heavy metals in surface dust of Wuhu urban area / Fang Feng-man, Jiang Bing-yan, Wang Hai-dong, Xie Hong-fang // *Geographical Research*. – 2010. – N 29(7). – P. 1193 – 1202.
8. Distribution of Forms of Heavy Metals in Soils Contaminated by Metallurgical Smelter Emissions Available at: [www.pubfacts.com/detail/15055927/Distribution-of-forms-of-heavy-metals-in-soils-contaminated-by-metallurgical-smelter-emissions](http://www.pubfacts.com/detail/15055927/Distribution-of-forms-of-heavy-metals-in-soils-contaminated-by-metallurgical-smelter-emissions)
9. Multiple Exposure and Effects assessment of Heavy Metals in the Population near Mining Area in South China. Available at: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3984172/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3984172/)
10. Fraction distribution and risk assessment of heavy metals in stream sediments from a typical nonferrous metals mining city. Available at: [www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/23745416/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/23745416/)
11. Baran, A., Chemical properties and toxicity of soils contaminated by mining activity / A. Baran, T.Czech, J.Wieczorek // *Ecotoxicology*. – 2014. – N 23 (7). – P.1234 – 1244.
12. Zhang, X. (2013). The Influence of soil solution properties on phytotoxicity of soil soluble copper in a wide range of soils // *Geoderma*. – N2. – P. 112 – 211.
13. Plaza, G. (2010). Ecotoxicological and microbiological characterization of soils from heavy metal and hydrocarbon contaminated sites // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 163. – P.477 – 488.
14. Dynamical variation and improvement strategies of urban agricultural development at the country level / D. Wang [et al.] // *Geographical Research*. – 2014, – Vol.33. - N9. – P. 1706–1715
15. Ладонин Д. В. Соединения тяжелых металлов в почвах -проблемы и методы изучения / Д. В. Ладонин// *Почвоведение*. – 2002, №6. – С.682 – 692.
16. Ладонин Д. В. Влияние техногенного загрязнения на фракционный состав меди и цинка в почвах / Д. В. Ладонин // *Почвоведение*. – 1995., №10. – С.1299 – 1305.

Яковенко О. В.

17. Самчук, А. И. Физико-химические условия образования форм токсичных металлов / А. И. Самчук, Г. Н. Бондаренко, В. В. Долин, Ю. Я. Сущик, И. Ф. Шраменко, Б. Ф. Мицкевич, О. С. Егоров // Минерал. журн. – 1998. – Т 20, №2. – с.48 – 59.

18. Жовинский Э. Я. Геохимия техногенных металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева – К., Наук. думка, 2002 – 215 с.

19. Кураєва І. В. Еколого-гідрогеохімічні дослідження природних вод Київського мегаполісу / І. В. Кураєва, А. І Самчук, В. О. Стадник, Б. О. Батієвський – К., ІГМР, 2008 – 108 с.

20. Еколого-геохімічні дослідження об'єктів довкілля України / За ред. Е. Я. Жовинського, І. В. Кураєвої, - К.: «Альфа-реклама», 2012. – 156

21. Пономаренко, О.М., Аналітичні схеми пробопідготовки гірських порід та мінералів і визначення в них мікроелементів методом мас-спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою (ICP-MS). О.М. Пономаренко, А.І. Самчук, О.П. Красюк, Т.І. Макаренко, О.Г. Антоненко // Мінерал.журн. – 2008. – 30, №4. – с.97 – 103.

22. Кузнецов, В. А. Метод стадийных вытяжек при геохимических исследованиях / В. А. Кузнецов, Г. А. Шимко. – М.: Наука и техника, 1990. – 65 с.

23. Саєт Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Саєт Ю. Е., Ревич Б. А. — М.: Недра, 1990. — 335 с

24. Андросова, Н. К. Геолого-экологические исследования и картографирование / Н. К. Андросова. – М.: «РУДГН», 2000. – 98 с.

25. Гурський Д. С. Металічні корисні копалини / Д. С. Гурський, К. Ю. Єсипчук, В. І. Калінін. – Л.: Центр Європи, 2006, - 740 с.

26. Яковенко О. В. Форми знаходження та міграції кадмію у ґрунтах та ґрунтових розчинах техногенно забруднених територій на прикладі Побузького феронікелевого комбінату / О. В. Яковенко, І. В. Кураєва, В. Ф. Філатов, Н. О. Д'яченко, Н. О. Дуброва / Зб. наук. праць УкрНДМІ НАН України, Д., – 2011. – С.416 – 428

### References

1. On border of ecological accident. Available at: <http://universum.lviv.ua/previous-site/journal/2010/2ecol3.htm>

2. Chunjie, C. Distribution and pollution of soil heavy metals upland around Pindingshan coal mining area / C. Chunjie, Z. Jinfeng // Geographical Research. 2014. – 33 (7). – P.: 1383 – 1392.;

3. Bixiong, Y. (2013). Heavy metal pollution and migration in soil-wheay system of different livestock manures agricultural areas / Geographical Research. – 32 (4). – P:645–652.

4. Distribution Pattern of Some Heavy Metals in the Soil of Silghat Region of Assam (India), Influenced by Jute Mill Solid Waste/ Pronil Kumar Bora et al. // J. of Chemistry. – 2013. – Vol.7. – P.812–820.

Яковенко О. В.

5. Zhu, Gang (2012). Combined pollution of heavy metals and PAHs and its risk assessment in industrial sites of Chenzhou city // *Geographical Research*. – 31(5). – P. 831-839;

6. Ji W. The advances in research on heavy metals of the surface dust in urban areas / W. Ji, Zh. Yi-xiu, G.Xiang // *Geographical Research*. – 2012. – N 31(5). – P.821–830.

7Fang Feng-man, Jiang Bing-yan, Wang Hai-dong, Xie Hong-fang / Particle size distribution and health risk assessment of heavy metals in surface dust of Wuhu urban area / *Geographical Research*. – 2010. – N 29(7). – P. 1193 – 1202.

8Distribution of Forms of Heavy Metals in Soils Contaminated by Metallurgical Smelter Emissions Available at: [www.pubfacts.com/detail/15055927/Distribution-of-forms-of-heavy-metals-in-soils-contaminated-by-metallurgical-smelter-emissions](http://www.pubfacts.com/detail/15055927/Distribution-of-forms-of-heavy-metals-in-soils-contaminated-by-metallurgical-smelter-emissions)

9Multiple Exposure And Effects assessment of Heavy Metals in the Population near Mining Area in South China. Available at: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3984172/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3984172/)

10. Fraction distribution and risk assessment of heavy metals in stream sediments from a typical nonferrous metals mining city. Available at: [www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/23745416/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/23745416/)

11. Baran, A., Chemical properties and toxicity of soils contaminated by mining activity / A. Baran, T.Czech, J.Wieczorek // *Ecotoxicology*. – 2014. – N 23 (7). – P.1234 – 1244.

12. Zhang, X. (2013). The Influence of soil solution properties on phytotoxicity of soil soluble copper in a wide range of soils // *Geoderma*. – N2. – P. 112 – 211.

13. Plaza, G. (2010). Ecotoxicological and microbiological characterization of soils from heavy metal and hydrocarbon contaminated sites // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 163. – P.477 – 488.

14. Dynamical variation and improvement strategies of urban agricultural development at the country level / D.Wang [et al.] // *Geographical Research*. – 2014, – Vol.33. - N9. – P. 1706–1715

15. Ladonin, D.V. (2002). Soedineniya tyazhelyh metallov v pochvah-problemy i metodyizucheniya [Compounds of heavy metals in soils]. *Soil Science*, 6, 682-692.

16. Ladonin D.V. (1995). Vliyanie tehnogennoho zagryaznenia na frakzionnyi sostav medi I zinka v pochvah [Influence of technogenic pollution on fractional structure of copper and zinc in soils]. *Soil Science*, 10, 1299 – 1305.

17. Samchuk, A.I. Phisiko-himicheskie usloviya obrazovania form toksichnyh metallov [Physic and chemical conditions of forms of toxic metals] / A.I. Samchuk, G.N. Bondarenko, V.V. Dolin, Y.Y. Suschyk, I.F. Shramenko, B.F. Mizkevych, O.S. Egorov// *Mineral mag*. – 1998. – N 2. – P. 48 – 59.

18. Zhovinsky, E.Y., Kuraeva I.V. (2002). Geohimia tehnohennyh metallov v pochvah Ukrainy [Geochemistry of technogenic metals in soils of Ukraine]. Kiev, Ukraine: Naukova Dumka, 215.

Яковенко О. В.

19. Kuraeva I.V., Samchuk A.I., Stadnik V.O., Batievsky B.O. (2008). Ecologo-gidrogeohimichni doslidzhennya pryrodnyh vod Kyivs'koho megapolisu [Ecological and hydrogeochemical investigations of nature waters of Kiev-city]. Kiev, Ukraine: IGMOF, 108.
20. Zhovinsky, E.Y., Keraeva I.V. ed. (2012). Ecologo-geohimichni doslidzhennya obyektiv dovkillia Ukrainy [Ecological and geochemical studies of object of environment of Ukraine]. Kiev, Ukraine: Alpha Reklama, 156.
21. Ponomarenko, O.M. Analytychni shemi probopidhotovky hirs'kyh porid ta mineraliv I vyznachenya v nyh mikroelementiv metodom mass-spectroskopii z indukzino zvyazanoyu plazmoyu [Analytical sample preparation scheme of rocks and minerals and trace elements determination in them by mass spectrometry with inductively coupled plasma] / O.M.Ponomarenko, A.I.Samchuk, O.P.Krasyuk, T.I.Makarenko, O.G.Antonenko // Mineral mag.– P.97 – 103.
22. Kuznezov, V.A. Metod stadnyh vytyazhek pri geohimicheskikh issledovaniyah [Stepwise method of extraction in geochemical studies] / V.A. Kuznezov, G.A. Shimko. – M.: Science and technology, 1990. – 65 p.
23. Saet, Y.E. Geohimia okruzhayushchey sredi [Environmental Geochemistry] / Y.E. Saet, B.A. Revich. – M.: Nedra, 1990. – 335 p.
24. Androsova, N.K. (2000). Geologo-ecologicheskie issledovaniya I kartographirovanie [Geological and Environmental studies and mapping] / N.K. Androsova. – M.: RUDN, 98.
25. Gursky, D.S., Iesypchuk, K.Y., Kalinin, V.I. Metalichni korysni kopalyny [Metallic Minerals]. (2006). Lviv, Ukraine: Center of Europe, 740.
26. Yakovenko, A.V. (2011). Formy znahodzhennya ta migracii cadmiyu u gruntah ta gruntovykh rozchynakh tehnogenno zabrudnenykh teritorii na prykladi Pobuzkoho feronikelevoho kombinatu [Forms and migration of Cadmium in soil and soil solution technologically contaminated areas for example Pobuzke ferronickel plant] // Zb. nauk. prac'UkrNDMI NAN Ukraine. – - P.416 – 428.

## ГЕОХИМИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

А. В. Яковенко

***Аннотация.** Изучены почвенные отложения в зоне влияния свинцово-цинкового комбината на содержание микроэлементов. Определено физико-химические свойства, а также особенности загрязненных техногенно нарушенных почв и почв фоновых территорий. С помощью метода стадийных вытяжек определено формы тяжелых металлов в почвенных отложениях. Так, в загрязненных почвах металлы находятся преимущественно в сорбированной на гидроксидах, органической и фиксированной формах. В загрязненных почвах возрастает содержание подвижных форм тяжелых металлов. С помощью метода нормирования по эколого-геохимическим*

Яковенко О. В.

*критериям определен уровень экологической опасности территории, а также установлены геохимические ассоциации химических элементов.*

**Ключевые слова:** *тяжелые металлы, почва, загрязнение*

## **GEOCHEMISTRY OF HEAVY METALS IN SOILS OF THE ZONE OF INFLUENCE OF THE NONFERROUS METALLURGY ENTERPRISES**

**A. V. Yakovenko**

**Abstract.** *Objects of researches are soil adjournment under the influence of the non-ferrous metallurgy Industrial complex. The total maintenance and the maintenance of mobile forms of heavy metals defined by means of a method of nuclear adsorption and the spectral analysis. Definition of forms of heavy metals spent with use of a method of consecutive extraction. As a result of researches it is established that the basic source of issue of heavy metals in environment is functioning of non-ferrous industrial complex. It is established that heavy metals are in soils in residual, sorbed on hydroxides and organic forms. The share of the mobile form makes 16 %. It is shown that the maintenance of mobile forms of metals in the polluted soils exceeds indicators of pure soils. On geochemical indicators define level of pollution of soils. On factor of total pollution an ecological situation in a zone of influence of industrial complex it is estimated as catastrophic.*

**Key words:** *heavy metals, soil, pollution*

## ФІТОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВМІСТУ МЕТАЛІВ У РОСЛИНАХ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ ЗЕЛЕНИХ ПАРКОВИХ ЗОН)

**Н. О. РИЖЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий  
співробітник, професор кафедри екологічної безпеки

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

E-mail: [alsko2011@ukr.net](mailto:alsko2011@ukr.net)

**Т. О. ЧЕРНЕГА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент  
кафедри інтегрованого захисту та карантину рослин

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: [357337@i.ua](mailto:357337@i.ua)

**М. М. ТИМОШЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри  
екології та екологічного контролю

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

E-mail: [kaf\\_ecol@ukr.net](mailto:kaf_ecol@ukr.net)

**Анотація.** Стаття присвячена фітотоксикологічній оцінці вмісту металів у фітомасі в природних екосистемах зелених паркових зон м. Києва. Виявлено, що вміст металів у фітомасі ранньоквітучих був достовірно більшим, ніж у деревних та чагарникових видів. Серед ранньоквітучих трав'янистих найбільшим вмістом всіх металів характеризувалась Мати-й-мачуха звичайна, яку запропоновано використовувати як індикаторний вид стосовно вмісту металів у екосистемах паркових зелених зон. Встановлено низхідний ряд рослин за вмістом у фітомасі металів: Мати-й-мачуха звичайна > Анемона жовтецева > Конвалія травнева > Зірочник ланцетолистий > Звіробій звичайний > Медунка неясна > Пішінка весняна > Гусяча цибуля жовта. Клен гостролистий, який зростав біля Голосіївського проспекту (Голосіївська зелена паркова зона), мав найбільший вміст металів серед досліджуваних деревних. За вмістом у фітомасі в умовах Дидорівської балкової системи Голосіївської паркової зони деревні 1, 2, 3 ярусу розташувались у низхідний ряд: Бузина чорна > Граб звичайний > Клен гостролистий. За вмістом у фітомасі в умовах Горіхуватської балкової системи Голосіївської паркової зони деревні 1, 2 ярусу розташувались у низхідний ряд: Клен гостролистий > Верба козяча = Луна серцелиста ≥ Граб звичайний. За вмістом у фітомасі в умовах Феофанівської та Конча-Заспівської паркових зон

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

*деревні 1, 2 ярусу розташувались у низхідний ряд: Липа серцелиста > Дуб звичайний  $\geq$  Черемха звичайна  $\geq$  Граб звичайний. За допомогою коефіцієнта варіації виявлено закономірність фізіологічної індивідуальності металів, яка полягає у існуванні більшого діапазону концентрацій ультрамікроелементів у рослинах та меншого – у мікроелементів за різних умов зростання фітокомпоненту.*

**Ключові слова:** метали, фітотоксикологічна оцінка, зелені паркові зони

**Актуальність.** Техногенне забруднення природного середовища у локальних масштабах є чинником, який лімітує виживання багатьох видів живих організмів. Рослини водночас відіграють роль основного акумулятора металів й буфера забруднень ними у біогеоценозі. Виявити класичну токсикологічну залежність «доза-ефект» для фітокомпонента природної екосистеми є нераціональним та ускладнене через значне біо- та ландшафтне різноманіття. Вплив металів на фітокомпонент природних екосистем насамперед слід досліджувати системно щодо закономірностей розподілу металів у територіальному та видовому аспекті. До найважливіших осередків природних екосистем у великих містах (які відносяться до олігогеморобних та мезагеморобних екосистем) належать зелені паркові зони, реперезентативними представниками яких є Голосіївсько-Феофанівська (ГФЗЗ) та Конча-Заспівська (КЗЗ) зелені зони м. Києва.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Під впливом іонів металів у рослин порушується обмін речовин і функціональна активність, ініціюються різні механізми з метою не допущення чи ліквідації негативних змін на різних рівнях: молекулярному, субклітинному, клітинному, організмовому та популяційному [1-5]. З гігієнічної точки зору, метали спричиняють канцерогенні (As, Zn, Cr, Pb, Co, Hg), мутагенні (Cr) і тератогенні (Pb, As, Co, Ni) ефекти, майже всі вони відносяться до першого та другого класів небезпечності за санітарно-гігієнічною класифікацією [3-5]. Інтоксикація рослин може відбуватися внаслідок надходження металів до рослин фоліарним або кореневим шляхом та проявлятися здебільшого у зменшенні біомаси [1, 3, 5].

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

**Мета дослідження** полягала у фітотоксикологічній оцінці вмісту металів у фітомасі рослин природних екосистем Голосіївсько-Феофанівської (ГФ33) та Конча-Заспівської (КЗ33) зелених зон м Києва.

**Матеріали та методи дослідження.** Територія ГФ33 та КЗ3 – це частина ландшафту підвищених горбисто-увалистих рівнин на палеоген-неогеновій основі, складених лесоподібними суглинками, що підстелені пісками та валунними суглинками із ясно-сірими та сірими лісовими ґрунтами, у межах досліджуваної його частини – під грабово-дубовими лісами [2-4]. На більшій частині території КЗ3 ростуть соснові та сосново-дубові ліси з середнім віком 70 років. У ГФ33 і КЗ3 переважає ландшафт закритих просторів, у Голосіїві і Феофанії – це насадження дуба і граба, частка лісистості становить 40 % території. Насадження соснових та дубово-соснових лісів у Конча-Заспі становлять 25 % території. Як ГФ33, так і КЗ3 призначено для масового відпочинку [2-4]. Аналіз вмісту металів у фітомасі проводили за допомогою методу тонкошарової хроматографії [6]. Аналізували вміст Cd, Co, Cu, Zn, Ni, Pb у фітомасі трав'янистих ранньоквітучих видів: гусяча цибуля жовта (*Gagea lutea* L.) Мати-й-мачуха звичайна (*Tussilago farfara* L.), Анемона жовтецева (*Anemone ranunculoides* L.), Пшінка весняна (*Ficaria verna* Huds.), Медунка неясна (*Pulmonaria obscura* Dum.), Зірочник ланцетолистий (*Stellaria holostea* L.), Конвалія травнева (*Convallaria majalis* L.), Звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.). Аналізували фотосинтетичну фракцію фітомаси деревних першого та другого ярусу: Дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), Вербка козяча (*Salix caprea* L.), Липа серделиста (*Tilia cordata* Mill.), Клен гостролистий (*Acer platanoides* L.); Деревних третього ярусу: Бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), Черемха звичайна (*Prunus padus* L.).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Відповідно до значення коефіцієнта варіації за вмістом металів у фітомасі досліджуваних рослин (V, %) метали розташувалися в ряд: Cd > Ni > Pb > Co > Zn > Cu (рис. 1). Виявлено закономірність фізіологічної індивідуальності металів, яка полягає у існуванні більшого діапазону концентрацій ультрамікроелементів у рослинах та меншого

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

– у мікроелементів. Мікроелементи мали найменші значення коефіцієнту варіації за вмістом у фітомасі. Це свідчить про вузький діапазон їх вмісту у різних видів рослин порівняно до ультрамікроелементів, фізіологічна потреба в яких на сьогодні досконально не досліджена.

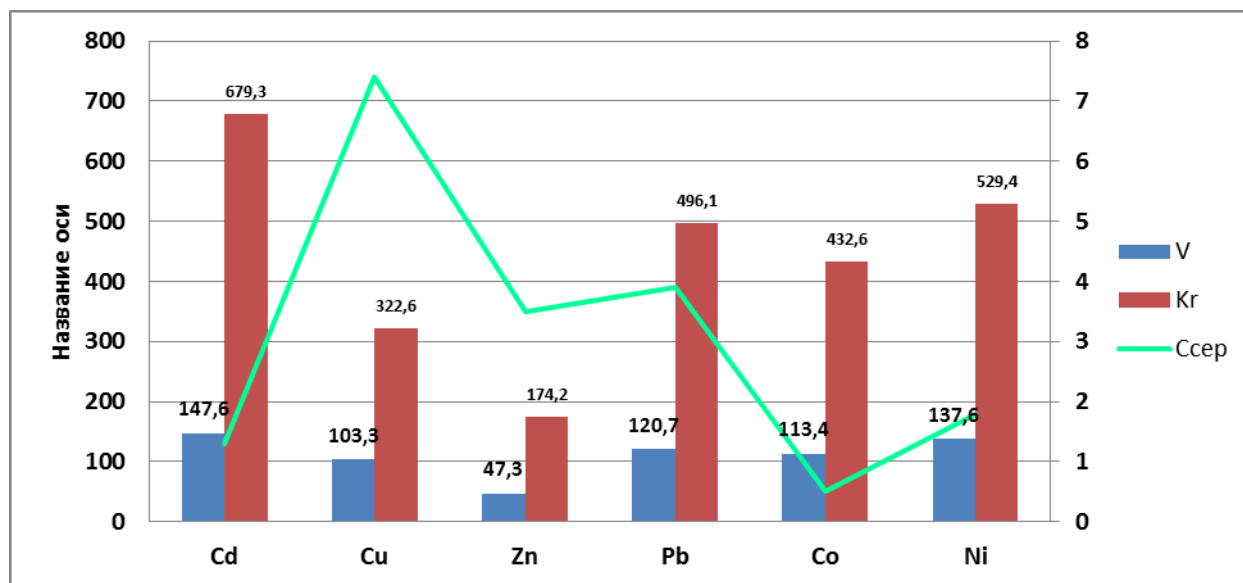


Рис. 1. Коефіцієнт варіації ( $V$ , %), коефіцієнт осциляції ( $Kr$ , %), середня концентрація металів у фітомасі рослин ( $C_{сер.}$ , мг/кг сух.реч.)

Найбільшим значенням  $V$  та  $Kr$  характеризувався кадмій, що свідчить про найбільшу відхиленість крайніх значень коло середньої, а отже – найбільший діапазон концентрацій у різних видів рослин (рис. 1). Натомість цинк та мідь, фізіологічна необхідність яких є безсумнівною, мали найвузьчі діапазони концентрацій у фітомасі рослин. Значення коефіцієнта варіації міді свідчить про незначну різницю між вмістом цього металу у фітомасі різних видів, що підтверджує існування стабільної фізіологічної необхідності цього елемента саме в певних рамках концентрацій у фітомасі: адже розмах варіації складає 6 мг/кг (табл. 1).

За критерієм Фішера проводили порівняльний аналіз виборок ранньоквітучих трав'янистих, деревних 1 та 2 ярусу, деревних 3 ярусу біогеоценозу зелених паркових зон (табл. 1).

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

**1. Порівняння показників мінливості деревних рослин 1, 2 ярусів; деревних рослин 3 та кущового ярусу; трав'янистого ярусу екосистем паркових зон за вмістом металів у їх фітомасі**

|                                                                                             |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Деревні 1,2 ярусу                                                                           | Деревні 3 та кущового ярусу |
| $S^2 = 2,98$                                                                                | $S^2 = 2,3$                 |
| $F_{\text{експ.}} = 1,3; F_{\text{теор.}} = 2,4$<br>$F_{\text{експ.}} < F_{\text{теор.}}$   |                             |
| Трав'янисті                                                                                 | Деревні 1,2 ярусу           |
| $S^2 = 40,8$                                                                                | $S^2 = 2,98$                |
| $F_{\text{експ.}} = 13,69; F_{\text{теор.}} = 1,3$<br>$F_{\text{експ.}} > F_{\text{теор.}}$ |                             |
| Деревні 3 та кущового ярусу                                                                 | Трав'янисті                 |
| $S^2 = 2,3$                                                                                 | $S^2 = 40,8$                |
| $F_{\text{експ.}} = 17,7; F_{\text{теор.}} = 2,3$<br>$F_{\text{експ.}} > F_{\text{теор.}}$  |                             |

Виявлено, що вміст металів у фітомасі ранньоквітучих був значно більшим, ніж у деревних та чагарникових видів. Хоча деревні та чагарникові відносяться до багаторічних рослин із тривалим терміном накопичення елементів у фітомасі. Це свідчить про наявність фітотоксикологічної структурно фізіологічної закономірності, яка полягає у нерівномірному розподілі вмісту металів у фітомасі трав'янистих видів ранньоквітучого аспекту та решти видів у 1, 2, 3 ярусах біогеоценозу. Це підтверджується Принципом екологічної індивідуальності видів Л. Р. Раменського – Г. А. Глізона, який стверджує, що кожен вид просторово розподілений відповідно до генетичних, фізіологічних та інших біологічних особливостей та глибоко специфічно відноситься до факторів середовища [7]. Оскільки активний продуктивний процес у ранньоквітучих трав'янистих починається та триває раніше, ніж у видів 1, 2, 3 ярусів біогеоценозу, то і процеси засвоєння елементів відбуваються більш активно, ніж у інших видів вищих ярусів. Крім того, першого та найбільшого антропогенного впливу зазнають саме ранньоквітучі трав'янисті види, у яких перша половина вегетації проходить за відсутності верхнього ярусу (зеленої фітомаси деревних та чагарникових видів). Можливо, ще однією із причин більшого вмісту металів у фітомасі ранньоквітучих трав'янистих може бути пов'язана із більш низькою фізіологічною спеціалізацією трав'янистих видів порівняно до деревних 1, 2, 3 ярусу. Згідно правила

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

О. Марша, більша спеціалізація форми живого веде до зниження генетичних резервів та адаптації до зовнішніх факторів, наприклад до вмісту металів. Тому фізіологічні особливості видів деревних 1, 2, 3 ярусів мають пристосування до низького поглинання металів, оскільки багаторічне накопичення цих елементів у фітомасі може призвести до порушення функціонування рослинного організму [7]. Це явище також впливає із третього біоценотичного постулату В. Тішлера, який стверджує, що біоценоз, як система, підтримується взаємною компенсацією сил завдяки антагонізму, а не координації складаючи його частин. Це означає, що цілісність біоценозу зумовлена взаємозв'язком тих видів, які фізіологічно не пристосовані до інтенсивного поглинання металів та тими видами, які мають навпаки великий уміст металів у фітомасі.

Встановлено, що серед ранньоквітучих трав'янистих найбільшим вмістом всіх металів характеризувалась Мати-й-мачуха (рис. 2).

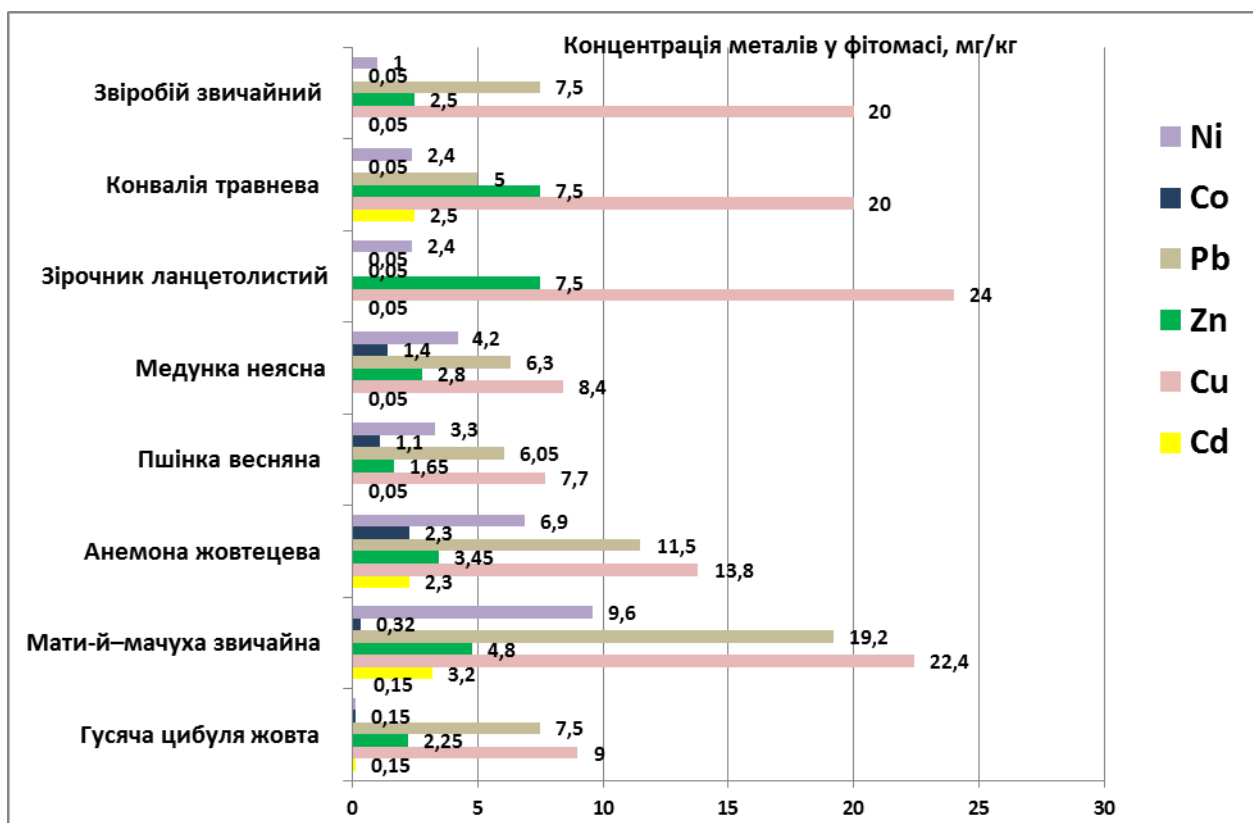


Рис. 2. Уміст металів у ранньоквітучих трав'янистих Голосіївської зеленої паркової зони (мг/кг сухої реч.)

Цей вид може використовуватись як індикаторний стосовно вмісту металів у екосистемах паркових зелених зон. Крім того, цей вид є офіційним лікарським та традиційно широко вживаним у населення. Однак єдиних гігієнічних нормативів на вміст металів у фітомасі для застосування в лікарських цілях на сьогодні не існує. Літературні данні стосовно наявності гігієнічних нормативів доволі суперечливі. Так, за даними К. А. Довгополої та інших авторів, є практика використання таких гігієнічних нормативів у фітомасі лікарських рослин: Cd – 0,03 (0,3), Zn – 10, Pb – 0,5 (5), Cu – 5,0 [8]. Навіть з огляду на наведені нормативи, вміст металів у рослинах Мати-й-мачуха значно перевищує норму. Згідно вже недіючого СанПіН42-123-4089-86 (розпорядження КМУ від 20.01.2016 р. № 94-р), уміст металів не регламентувався у лікарській сировині. Тому необхідність нормування вмісту металів у фітомасі лікарських рослин, особливо офіційних видів (наприклад, Мати-й-мачуха, Звіробій звичайний, Конвалія травнева), є очевидною з огляду охорони здоров'я та підтримання компонентної і територіальної рівноваги природних екосистем [9].

Встановлено низхідний ряд рослин за вмістом у фітомасі металів: Мати-й-мачуха звичайна > Анемона жовтецева > Конвалія травнева > Зірочник ланцетолистий > Звіробій звичайний > Медунка неясна > Пшінка весняна > Гусяча цибуля жовта.

Уміст металів у фотосинтезуючій та генеративній фітомасі деревних 3 ярусу (Черемха та Бузина) досить низьким, порівняно до трав'янистих видів (табл. 1). Виявлено, що найбільше значення концентрації було для свинцю у Бузини (5,5 мг/кг сухої реч.), яка відноситься до офіційних лікарських рослин, генеративну фракцію фітомаси якої традиційно збирають як лікарську сировину. Найбільшим умістом металів серед деревних 1,2 ярусу біогеоценозу паркових зелених зон відмічався Клен гостролистий Горіхуватської балкової системи (район Голосіївського проспекту). Було виявлено, що вміст металів у фітомасі Клену гостролистого, що зростав біля Голосіївського проспекту достовірно більше, ніж того, що зростав на території Дидорівської балкової

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

системи (табл. 2), що, очевидно, пов'язано із здатністю до поглинання цієї рослиною в умовах більшого забруднення металами. Натомість Граб звичайний не мав достовірної різниці вмісту металів у фітомасі на території Дидорівської, Горіхуватської балкових системи Голосіївської зеленої зони та Феофанівської зеленої зони. Це свідчить про те, що коливання вмісту металів у ґрунті не впливають на вміст у фітомасі цієї рослини. Навіть у місцях більшого металічного навантаження (Горіхуватська балка) не відбувається значного збільшення металів у фітомасі Грабу. Аналогічно до Грабу, Дуб звичайний також достовірно не відрізняється вмістом металів в умовах Феофанівської та Конча-Заспівської зелених зон. (табл. 2). Таким чином, Клен гостролистий, який зростає біля Голосіївського проспекту (Голосіївська зелена паркова зона) мав найбільший вміст металів серед досліджуваних деревних 1, 2 ярусу.

## 2. Порівняння вмісту металів у фітомасі деяких деревних 1, 2 ярусу біогеоценозу у різних зелених паркових зонах за критерієм Фішера

|                                                                                       |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Клен гостролистий 2**                                                                 | Клен гостролистий 1* |
| $S^2 = 11,7$                                                                          | $S^2 = 0,78$         |
| $F_{\text{експ.}} = 15; F_{\text{теор.}} = 5,1; F_{\text{експ.}} > F_{\text{теор.}}$  |                      |
| Граб звичайний 1*                                                                     | Граб звичайний 2**   |
| $S^2 = 1,4$                                                                           | $S^2 = 2,6$          |
| $F_{\text{експ.}} = 1,9; F_{\text{теор.}} = 5,1; F_{\text{експ.}} < F_{\text{теор.}}$ |                      |
| Дуб звичайний 3***                                                                    | Дуб звичайний 4****  |
| $S^2 = 1,4$                                                                           | $S^2 = 1,7$          |
| $F_{\text{експ.}} = 1,2; F_{\text{теор.}} = 5,1; F_{\text{експ.}} < F_{\text{теор.}}$ |                      |
| Граб звичайний 3***                                                                   | Граб звичайний 2**   |
| $S^2 = 3,06$                                                                          | $S^2 = 2,6$          |
| $F_{\text{експ.}} = 4,3; F_{\text{теор.}} = 5,1; F_{\text{експ.}} < F_{\text{теор.}}$ |                      |

Примітка: 1\* – Дидорівська балкова система Голосіївської зони; 2\*\* – Горіхуватська балкова система Голосіївської зони; 3\*\*\* – Феофанівська зелена зона; 4\*\*\*\* – Конча-Заспівська зелена зона

За вмістом у фітомасі в умовах Дидорівської балкової системи Голосіївської паркової зони деревні 1, 2, 3 ярусу розташувались у низхідний ряд: Бузина чорна > Граб звичайний > Клен гостролистий. За вмістом у фітомасі в умовах Горіхуватської балкової системи Голосіївської паркової зони деревні 1, 2 ярусу розташувались у низхідний ряд: Клен гостролистий > Верба козяча = Липа серцелиста  $\geq$  Граб звичайний. За вмістом у фітомасі в умовах Феофанівської та Конча-Заспівської паркових зон деревні 1, 2 ярусу

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

розташувались у низхідний ряд: Липа серцелиста > Дуб звичайний ≥ Черемха звичайна ≥ Граб звичайний.

**Висновки і перспективи.** Виявлено, що вміст металів у фітомасі ранньоквітучих був достовірно більшим, ніж у деревних та чагарникових видів. Клен гостролистий, який зростає біля Голосіївського проспекту (Голосіївська зелена паркова зона) мав найбільший вміст металів серед досліджуваних деревних 1,2 ярусу. Серед ранньоквітучих трав'янистих найбільшим вмістом всіх металів характеризувалась Мати-й-мачуха. Запропоновано використовувати цей вид як індикаторний стосовно вмісту металів у екосистемах паркових зелених зон. За допомогою коефіцієнта варіації виявлено закономірність фізіологічної індивідуальності металів, яка полягає у існуванні більшого діапазону концентрацій ультрамікроелементів у рослинах та меншого – у мікроелементів за різних умов зростання фітокомпоненту.

### Список літератури

1. Щербаченко О. І. Важкі метали як токсичний фактор забруднення природного середовища: стійкість і адаптація рослин до їх впливу / О.І. Щербаченко // Наукові записки державного природознавчого музею. – 2014. – Вип. 30. – С. 157–182.
2. Бондар О. І. Екологічний стан м. Києва / О.І. Бондар, В.А. Трокоз, Н.О. Риженко. – К., 2008. – 95 с.
3. Риженко Н. О. Екологічний моніторинг рекреаційних ландшафтів Голосіївсько-Феофанівської та Конча-Заспівської зелених зон м. Києва / Н.О. Риженко // Екологічні науки. – 2015. – № 10 (3). – С. 202–225.
4. Бондар О. І. Екологічний моніторинг м. Києва / О.І. Бондар, Н.О. Риженко // Агроекологічний журнал. – 2010. – № 2. – С. 41–46.
5. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю. В. Алексеев. – СПб., 2008. – 216 с.
6. Методичні вказівки по визначенню Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni в ґрунті, рослинах, у воді методом тонкошарової хроматографії / В.М. Кавецький, Н.А. Макаренко, А.М. Ліщук та ін. // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах в кормах и внешней бреде. – К.: Минэкологии Украины, 2001. – Вып. 29. – С. 18–24.
7. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. – М., 1994. – 367 с.
8. Довгопола К. А. Екологічна оцінка вмісту важких металів у ґрунті та *Trifolium pratense* L.. [Електронний ресурс] / К. А. Довгопола // Проблеми екологічної біотехнології. – 2016. – №1. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRNpeb\\_2016\\_1\\_9.pdf](http://nbuv.gov.ua/UJRNpeb_2016_1_9.pdf)

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

9. Лікарські засоби. Належна практика культивування та збирання вихідної сировини рослинного походження: СТ-Н МОЗУ42-4.5:2012. Видання офіційне / МОЗ України – Київ: , МОЗ України, 2012. – 18 с.

### References

1. Scherbachenko, O.I. (2014). Vazhki metaly yak toksychnyi faktor zabrudnennia pryrodnoho seredovyshcha: stiiikist i adaptatsiia roslyn do yikh vplyvu [Heavy metals as a toxic factor of environment pollution: stability and adaptation of plants to their influence]. *Naukovi zapysky derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu – Scientific notes of the State Natural History Museum*, 30, 157–182 [in Ukrainian].

2. Bondar, O.I., Trokoz, V.A. & Ryzhenko, N.O. (2008). *Ekolohichnyi stan m. Kyieva [Ecological state of Kyiv]*. Kyiv: AMG [in Ukrainian].

3. Ryzhenko, N.O. (2015). Ekolohichnyi monitorynh rekreatsiinykh landshaftiv Holosiivsko-Feofanivskoi ta Koncha-Zaspivskoi zelenykh zon m. Kyieva [Ecological monitoring in recreation landscapes of ‘Holosiyiv-Pheophania’ and ‘Koncha-Zaspa’ green parks in Kyiv]. *Ekolohichni nauky –Ecological sciences*, 10 (3), 202–225 [in Ukrainian].

4. Bondar, O.I. & Ryzhenko, N.O. (2010). Ekolohichnyi monitorynh m. Kyieva [Ecological monitoring of Kyiv]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological Journal*, 2, 41–46 [in Ukrainian].

5. Alekseyev, YU.V. (2008). *Tjazhelye metally v agrolandshafte [Heavy metals in agrolandscape]*. Sankt-Peterburg: PIYaPh [in Russian].

6. Kavetsky, V.N., Makarenko, N.A., Lishchuk, A.M., Buogis, A.M. & Kavetsky, S.V. (2001). Metodychni vkazivky po vyznachenniu Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni v grunti, roslynakh, u vodi metodom tonkosharovoї khromatohrafii [Chromatography Methods of the Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni determination in soil, plant and water]. *Methodic of determination pesticides residues in food, forage and environment*. (Vol. 29). Kyiv: Minekolohiyi Ukrayiny [in Ukrainian].

7. Reymers, N.F. (1994). *Jekologija (teorii, zakony, pravila, principy i gipotezy) [Ecology (theories, grounds, principles, rules and hypothesis)]*. Moscow [in Russian].

8. Dovhopola K.A. (2016) Ekolohichna otsinka vmistu vazhkykh metaliv u grunti ta *Trifolium pratense* L.. [Environmental assessment of heavy metals in soil and *Trifolium pratense* L.] *Problemy ekolohichnoi biotekhnolohii – Problems of environmental biotechnology*, 1. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRNpeb\\_2016\\_1\\_9.pdf](http://nbuv.gov.ua/UJRNpeb_2016_1_9.pdf) [In Ukrainian]

9. Likarski zasoby. Nalezha praktyka kultyvuvannia ta zbyrannia vykhidnoi syrovyny roslynnoho pokhodzhennia [Medicines. Good practice in cultivating and harvesting raw materials of plant origin]. (2012). *MOZ Ukrainy*. Kyiv: MOZ Ukrainy [In Ukrainian].

Риженко Н. О., Чернега Т. О., Тимошенко М. М.

**ФИТОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ  
В ФИТОМАССЕ РАСТЕНИЙ В ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ (НА  
ПРИМЕРЕ ЗЕЛЕННЫХ ПАРКОВЫХ ЗОН)****Н. А. Рыженко, Т. А. Чернега, М. Н. Тимошенко**

***Аннотация.** Статья посвящена фитотоксикологической оценке содержания металлов в фитомассе природных экосистем зеленых парковых зон г. Киева. Выявлено, что содержание металлов в фитомассе раннецветущих был достоверно большим, чем древесных и кустарниковых видов. Среди раннецветущих травянистых наибольшим содержанием всех металлов характеризовалась Мать-и-мачеха обыкновенная. Предложено использовать этот вид как индикаторный касательно содержания металлов в экосистемах парковых зеленых зон. При помощи коэффициента вариации выявлена закономерность физиологической индивидуальности металлов, суть которого состоит в существовании большего диапазона концентраций ультрамикроэлементов в растениях и меньшего – у микроэлементов при различных условиях произрастания фитокомпонента.*

***Ключевые слова:** металлы, фитотоксикологическая оценка, зеленые парковые зоны*

**PHYTOTOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF METALS IN  
PHYTOMASS OF PLANTS IN NATURAL ECOSYSTEMS (ON THE  
EXAMPLE OF GREEN PARK AREAS)****N. O. Ryzhenko, T. O. Chernega, M. M. Tymoshenko**

***Abstract.** The article is devoted to the phytotoxicological assessment of the metal concentration in plants in natural ecosystems of Green Park zones in Kyiv. Metals concentration in early blooming plants was higher than in leafs of trees and shrubby species. Among the early blooming plants the *Tussilago farfara* L. was characterized by highest metals concentration in phytomass. We proposed to use *Tussilago farfara* L. as indicator of metals presence in the ecosystems of Green park areas. According to the Variation Coefficient the regularity of the physiological individuality of metals is revealed. Regardless of growth conditions, the largest diapasons of the concentration in plants had ultra-microelements (Co, Pb, Ni, Cd), the smallest diapasons of the concentration in plants had microelements (Zn, Cu).*

***Keywords:** metals, phytotoxicological assessment, Green Park zones*

## АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ҐРУНТІВ АДМІНІСТРАТИВНИХ РАЙОНІВ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Л. О. КАЧАНОВСЬКА, кандидат географічних наук

М.А. КОНДАКОВА, магістр

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: Prykup\_lena@ukr.net*

**Анотація.** Унаслідок нераціонального використання ґрунтів відбувається поступове зниження їх родючості в той час, як ґрунт являється основним засобом сільськогосподарського виробництва, а збереження і покращення характеристик залишається одним з основних завдань науковців. Територія Херсонської області відноситься до однієї з найбільш розораних областей України. Високий рівень інтенсивного використання земель призводить до погіршення агроекологічного стану. Агроекологічна оцінка території Херсонської області проводилася за вмістом гумусу, основних елементів живлення, реакцією ґрунтового розчину та вмістом деяких важких металів. У роботі проведено порівняння результатів агроекологічної оцінки ґрунтів по районах досліджуваної області. На основі отриманих даних представлено просторове групування територій з найкращими та найгіршими агроекологічними умовами.

**Ключові слова:** ґрунт, реакція ґрунтового розчину, елементи живлення, важкі метали, агроекологічна оцінка

**Актуальність.** Інтенсивне нераціональне використання земель призводить до погіршення агроекологічного стану. Критерієм оцінки агроекологічного стану сільськогосподарських угідь, перш за все, є рівень родючості ґрунтів, тому що саме родючість зумовлює господарську значущість і вартість. Територія Херсонської області відноситься до числа областей з найбільшим освоєнням в сільськогосподарському відношенні, де площі земель сільськогосподарського призначення становлять 71,4 %. За ґрунтовими критеріями область умовно поділяється на сім основних природно-сільськогосподарських районів в яких спостерігаються чорноземи південні з важко- та середньосуглинковим механічним складом, чорноземи південні

Качановська Л. О., Кондакова М. А.

солонцюваті, чорноземи осолоділі, переважно супіщаного механічного складу, темно-каштанові ґрунти та їх комплекс з солонцями.

**Матеріали та методи дослідження.** Рівень родючості ґрунтів оцінюється за вмістом органічної речовини, а запаси гумусу визначають агрофізичні властивості ґрунтів. Чим більше гумусу в ґрунті, тим він багатший на основні елементи живлення, адже в ньому сконцентрована значна кількість макро- і мікроелементів [1]. Співставлення гумусованості ґрунтів за часів Докучаєва (1882 р.) з сучасним станом свідчить, що відносні втрати гумусу досягли 19,5 % в Степовій зоні, до якої належить територія Херсонщини. Найбільші втрати гумусу обумовлено інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва за рахунок збільшення площ просапних культур [2].

Кисле середовище ґрунтів є одним з факторів, які обмежують здобування високих та якісних урожаїв сільськогосподарських культур. Дані агрохімічної паспортизації земель свідчать, що площі кислих ґрунтів значно поширені в різних ґрунтово-кліматичних зонах України і в останні роки збільшуються [2].

Одним з головних показників родючості ґрунту є вміст комплексу специфічних органічних речовин – гумусу, азоту, фосфору та калію, однак в еродованих ґрунтах їх запас зменшується, а ґрунт втрачає свою родючість [3,4].

у працях Д. М. Прянішнікова [5] підкреслюється, що для одержання стабільних врожаїв без втрат родючості ґрунту необхідно застосовувати таку систему удобрення, яка б забезпечувала відшкодування виносу з врожаєм азоту, калію та фосфору. Інші ж автори вказують [6], що внаслідок інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, росту врожайності культур та посилення деградаційних процесів агроландшафтних систем, сформувались інші агроекологічні умови, котрі вимагають для своєї оцінки нових критеріїв та перегляду існуючих.

Для проведення комплексної агроекологічної оцінки території враховуватиметься величина ГДК хімічної речовини у ґрунті, яка являється комплексним показником нешкідливого для людини вмісту хімічних речовин у ґрунті, оскільки використовувані для її обґрунтування критерії відображають

Качановська Л. О., Кондакова М. А.

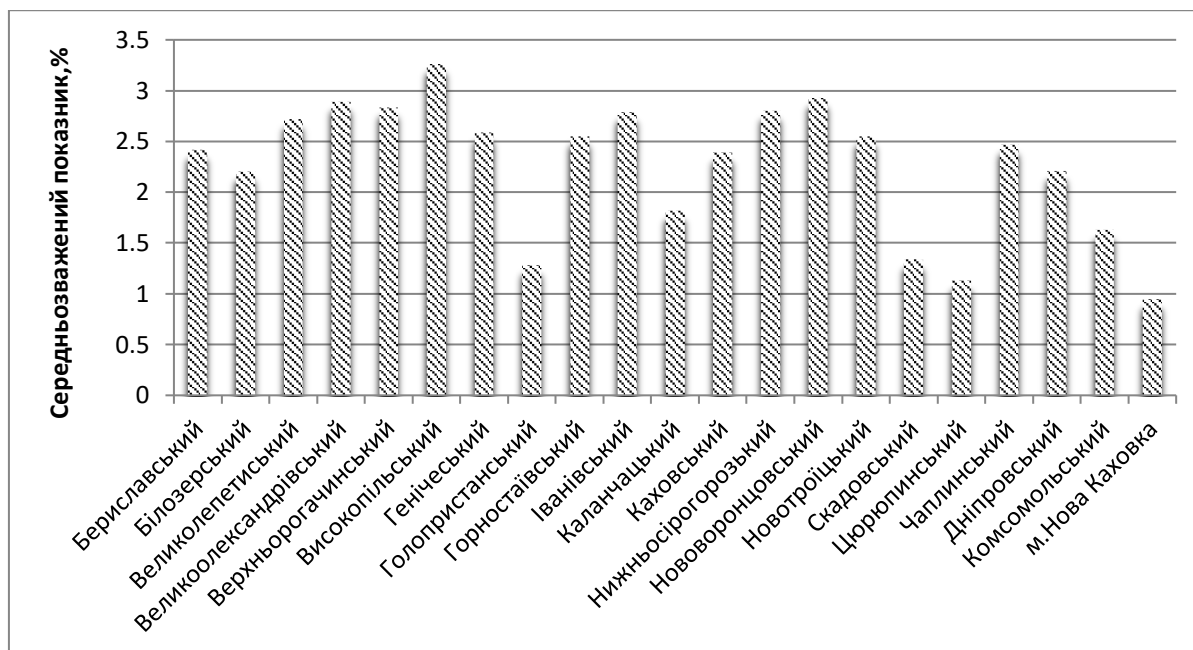
можливі шляхи впливу забруднюючих речовин на контактуючі середовища, біологічну активність ґрунту і процеси його самоочищення [7].

**Результати дослідження та їх обговорення.** На території Херсонської області спостерігаються ґрунти з дуже низьким ( $< 1,1$ ), низьким ( $1,1-2,0$ ), середнім ( $2,1-3,0$ ), підвищеним ( $3,1-4,0$ ), високим ( $4,1-5,0$ ) та дуже високим ( $> 5,0$ ) вмістом гумусу в ґрунтовому покриві [8]. Структура розподілу земель за вмістом гумусу в ґрунтовому покриві в обстежених районах виглядає наступним чином: дуже низький – 5,5 %; низький – 23,6; середній – 55,6; підвищений 15,2; високий – 0,1; дуже високий – 0,01. Найменше значення належить землям з високим та дуже високим вмістом гумусу, де відсоток відповідно дорівнює 0,1 та 0,01%. Найбільші площі, а саме 55,6 %, зайняті землями з середнім вмістом гумусу. Середньозважений показник для території Херсонської області становить 2,45 %.

Площі ґрунтів за середнім вмістом гумусу по районах змінюється від 2 % в Голопристанському районі до 80,7 в Нижньосірогозькому. Більше 50 % земель із середнім вмістом притаманні Білозерському, Великолепетиському, Великоолександрівському, Генічеському, Горностаївському, Іванівському, Каланчацькому, Каховському, Нижньосірогозькому та Чаплинському районам.

У Голопристанському районі найбільші площі займають землі з низьким рівнем вмісту гумусу, а їх площі складають майже 64 % від загальної площі району. Середньозважений показник Голопристанського району – 1,28, а Нижньосірогозького – 2,8.

Середньозважений показник площ ґрунтів Херсонської області в розрізі адміністративних районів (рис.1) змінюється від 1,13 в Цюрюпинському районі до 3,26 % в Високопільському. Величина середньозваженого показника менше 2,0 спостерігається в п'яти районах, а саме: Голопристанському, Каланчацькому, Скадовському, Цюрюпинському, Комсомольському районах, а більше 3,0 лише в Високопільському районі. Величина середньозваженого показника по області дорівнює 2,39.



**Рис. 1. Величина середньозваженого показника площ ґрунтів за вмістом гумусу в розрізі адміністративних районів Херсонської області**

На території Херсонської області спостерігаються несолонцюваті, слабосолонцюваті, сильно солонцюваті ґрунти та солонці. Найбільшу частку становлять несолонцюваті ґрунти (53,84 %), однак слабосолонцюваті, сильно солонцюваті ґрунти та солонці складають 46,16 % з яких слабосолонцюваті ґрунти становлять 38,17 %.

По всіх районах області спостерігаються ґрунти з різними класами таких основних макроелементів, як азот, фосфор, калій. За вмістом цих макроелементів в близько половини досліджених районів спостерігається низький та дуже низький їх вміст. Найбільші площі зайняті ґрунтами з середнім, підвищеним та високим вмістом макроелементів. Проведена оцінка за середньозваженими показниками за методом Чірікова та Мачігіна дозволила виявити, що еталонними ґрунтами являються ґрунти за вмістом обмінного калію за методом Мачігіна 10 адміністративних районів: Великопетирського, Великоолександрівського, Високопільського, Генічеського, Іванівського, Каланчацького, Каховського, Нижньосірогородського, Новотроїцького, Чаплинського районів.

Качановська Л. О., Кондакова М. А.

Провівши дослідження території Херсонської області за вмістом важких металів валової та рухливої форм виявили перевищення ГДК за вмістом свинцю. У Каланчацькому районі концентрація рухливої форми свинцю становить 2,43 мг/кг, а в Нижньосірогозькому – 2,21мг/кг при величині ГДК рухливої форми свинцю 2 мг/кг.

**Висновки.** Недоліком проведених досліджень є відсутність деталізації даних, адже оцінка стану території не повторює межі адміністративних районів, однак проведені дослідження за комплексом показників дозволили виявити, що найкращі агроекологічні умови спостерігаються на території Великопетиського району, а найгірші - в Каланчацькому та Нижньосірогозькому, де вирішальну роль в оцінці має перевищення величини ГДК за вмістом свинцю.

### Список літератури

1. Медведєв В.В. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства [Текст] / В.В. Медведєв, С.Ю. Булігін, С.А. Балюк. – Харків: ШТРИХ, 2001. – 100 с.
2. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, О.Г. Тараріко, В.О. Грекова, А.Д. Балаєва. – К., 2010. – 112 с.
3. Медведєв В.В. Моніторинг почв України. Концепція, предварительные результати, задачі. – Харків: Антика, 2002. – 428с.
4. Кисіль В.І. Стратегічні завдання ґрунтово-агрохімічної науки з реалізації національної програми охорони і підвищення родючості ґрунтів // Охорона родючості ґрунтів. – 2004. – Вип.1. – С.45-49.
5. Прянишников Д.Н. Агрохимия / Д.Н. Прянишников: [ред. О.К. Кедрова-Зихман]. В 3-х т. – М.: Колос, 1965. – Т. 3: Общие вопросы земледелия и химизации. – 767 с.
6. Бердніков О.М. Баланс азоту, фосфору, калію / О.М. Бердніков, Ю.Г. Лісовий, Ю.В. Сорока // Біоенергетичні зрошувані агроєкосистем / За ред. Ю.О. Тараріко. – К.: ДІА, 2010. – С. 48–54.
7. Рубежняк І.Г. Порівняльна оцінка нормативів забруднення ґрунтів важкими металами в Україні та країнах ЄС / І.Г. Рубежняк // Науковий Вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2016. – №234. – С. 228-237.
8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2015 році. – Херсон, 2016 р. – 292 с.

### References

1. Medvedyev, V.V., Bulyhin, S.Y., Balyuk, S.A. (2009). Stan rodyuchosti gruntiv Ukrainy ta prohnoz yoho zmin za umov suchasnoho zemlerobstva [The state of soil fertility in Ukraine and the forecast of its changes in modern agriculture]. Kharkiv, Ukraine: ShTRIKh, 100.
2. Natsionalna dopovid pro stan rodiuchosti gruntiv Ukrainy. Available at: [http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan\\_gruntiv.pdf](http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf)
3. Medvedev, V.V. (2002) Monitorynh pochyv Ukrayny. Kontseptsiya, predvartelnye rezultaty, zadachy [Monitoring of soils in Ukraine. Concept, preliminary results, tasks ]. Kharkov, Ukraine: Antykva, 428.
4. Kysil, V.I. (2004) Stratehichni zavdannya gruntovo-ahrokhimichnoyi nauky z realizatsiyi natsionalnoyi prohramy okhorony i pidvyshchennya rodyuchosti gruntiv [Strategic tasks of the green-agro-chemical science on the implementation of the national program of protection and enhancement of soil fertility] // Okhorona rodyuchosti hruntiv. №1, 45-49.
5. Pryanyshnykov, D.N. (1965) Ahrokhymyya [Agrochemicals] Moskow, Russia: Kolos, T. 3: Obshchye voprosy zemledelyya y khymyzatsyy, 767.
6. Berdnikov, O.M. (2010) Balans azotu, fosforu, kaliyu [The balance of nitrogen, phosphorus, potassium] Kiev, Ukraine: DIA, 48–54.
7. Rubezhnyak, I.H. Porivnyalna otsinka normatyviv zabrudnennya hruntiv vazhkymy metalamy v Ukrayini ta krayinakh ES (2016) [Comparative assessment of norms of soil contamination by heavy metals in Ukraine and EU countries]. Naukovyy Visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny, №234, 228-237.
8. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha u Khersonski oblasti u 2015 (2016). – Kherson, Ukraine, 292.

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. А. Качановская, М. А. Кондакова

**Аннотация.** Вследствие нерационального использования грунтов происходит постепенное снижение их плодородия, в то время как грунт является основным способом сельскохозяйственного производства, а сбережение и улучшение характеристик остается одним из основных заданий для ученых. Территория Херсонской области относится к одной из наиболее распаханых областей Украины. Высокий уровень интенсивного использования земель приводит к ухудшению агроэкологического состояния. Агроэкологическая оценка территории Херсонской области проводилась по содержанию гумуса, основных элементов питания, реакции грунтового раствора и содержанию некоторых тяжелых металлов. В работе проведено сравнение результатов агроэкологической оценки грунтов по районам исследуемой области. На основе полученных данных представлено

Качановська Л. О., Кондакова М. А.

*пространственное группирование территорий с наилучшими и наихудшими агроэкологическими условиями.*

**Ключевые слова:** *грунт, реакция грунтового раствора, элементы питания, тяжелые металлы, агроэкологическая оценка*

## AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOILS OF ADMINISTRATIVE AREA OF THE HERSON REGIONS

L. O. Kachanovska, M. A. Kondakova

**Abstract.** *A result of irrational soil use is a gradual decrease of their fertility. At the same time, the soil is the main way of agricultural production, and saving and improvement of characteristics remains is one of the main tasks for scientists. The territory of the Kherson region belongs to one of the most ploughed areas of Ukraine. A high level of intensive use of lands leads to deterioration effect in an agroecological state. Agroecological assessment of the territory of the Kherson region was carried out on existence of a humus in the soil, basic elements, reaction of soil solution and to the content of some heavy metals. The comparison of results of agroecological assessment of soil on districts of the explored area is carried out in this article. On the basis of the obtained data spatial grouping of territories with the best and worst agroecological conditions is presented.*

**Keywords:** *soil, reaction of soil solution, elements of the soil feeding, heavy metals, agroecological assessment*

## ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЛУЧНИХ ТРАВ НА ОСУШЕНИХ ТОРФОВИЩАХ ЛІСОСТЕПУ

**В. М. ШТАКАЛ**, молодший науковий співробітник відділу кормовиробництва

*ННЦ « Інститут землеробства НААН»*

E-mail: Shtakal@i.ua

**Анотація.** *Актуальність даних досліджень полягає в необхідності пошуку високопродуктивних видів і сортів злакових трав, придатних для організації на їх основі укісних конвеєрів, на осушених торфовищах та які були б ефективними в ринкових умовах. Метою досліджень було з'ясування ефективності технологій вирощування лучних травостоїв з економічної та енергетичної точки зору за вирощування нових високопродуктивних сортів. При проведенні досліджень використовували розрахунковий метод досліджень. Дослідження проводили в період 2014 – 2017 рр. на ділянці № 3 осушених торфових ґрунтах заплави р. Суній Панфільської дослідної станції ННЦ «Інституту землеробства НААН».*

*У результаті проведеного аналізу встановлено економічну та енергетичну ефективність вирощування лучних трав на осушених торфовищах. Виявлені кращі види і сорти злакових трав та їх суміші різних строків дозрівання, що забезпечують отримання максимального умовно чистого прибутку (13-16 тис грн/га), кращу рентабельність їх вирощування (120-185 %) та нижчі затрати на вирощування одиниці продукції (980-1050 грн за 1 т корм.од). Доведено низьку ефективність внесення азотних добрив на органогенних ґрунтах Лісостепу.*

*Енергетичний аналіз показав високу ефективність понесених затрат енергетичних ресурсів на вирощування лучних трав на осушених торфовищах Лісостепу (КЕЕ– на фоні РК – 5,2-5,8 і за повного мінерального удобрення – 4,2-5,1).*

**Ключові слова:** *Траво- і сортосуміші лучних трав, осушені органогенні ґрунти, економічна і енергетична ефективність, прибуток, рентабельність, вихід обмінної енергії, затрати, КЕЕ – коефіцієнт енергетичної ефективності*

**Актуальність.** *Актуальність досліджень полягає в необхідності пошуку нових високопродуктивних видів і сортів лучних трав, придатних для організації на їх основі укісних конвеєрів, на осушених торфовищах Лісостепу, які б мали високу економічну і енергетичну ефективність.*

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідження з добору видів і сортів лучних трав, придатних для створення на їх основі травостою різного строку дозрівання, розпочаті ще у 60-70-ті роки минулого століття у країнах близького і далекого зарубіжжя та в Україні на суходільних та низинних луках у різних кліматичних зонах [1, с. 104-108; 2, с. 193-197; 3, 412 с; 4, с. 48-52]. На перших етапах цих досліджень вивчалися різні за стиглістю види трав і травосуміші, а в подальшому і сортосуміші, які наразі дуже широко застосовуються в західних країнах. Ці сортосуміші створюються на основі різних за стиглістю сортів грястиці збірної, пажитниці багаторічної, стоколосу безостого. Однак на осушених торфових ґрунтах такі питання наразі вивчені недостатньо і є предметом досліджень в останні десятиліття. В умовах переходу на ринкові відносини надзвичайно важливим завданням є економічна та енергетична оцінка технологій вирощування лучних травостоїв. Останні дослідження, проведені на заплавних та прилеглих до них чорноземних і темно-сірих лісових ґрунтів, показали ефективність запровадження таких технологій [5, с. 285-289; 6, 20 с.]. Однак за вирощування нових високопродуктивних сортів злакових трав такі питання вивчені недостатньо.

**Мета досліджень** – з'ясувати ефективність технологій вирощування лучних травостоїв з економічної та енергетичної точки зору їх конкурентноздатності за вирощування нових високопродуктивних сортів.

**Матеріали і методи проведення досліджень.** Дослідження проводили в період 2014 – 2017 рр. на ділянці № 3 осушених торфових ґрунтах заплави р. Супій Панфільської дослідної станції ННЦ «Інституту землеробства НААН».

Ґрунти дослідних ділянок – глибокі торфовища. Загальна площа ділянки 40 м<sup>2</sup>, облікової – 28 м<sup>2</sup>, повторення чотириразове. Облік урожайності проводили шляхом скошування і зважування зеленої маси з усієї облікової ділянки. За вегетацію проводили три скошування. Перший укіс проводили у фазі виколошування окремих видів, а другий і третій через 40-50 днів. Вихід обмінної енергії визначали за хімічним складом за методикою інституту кормів

[7, 87 с.]. Економічну оцінку вирощування травосумішей розраховували згідно методики Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН та енергетичну згідно методики О. К. Медведовського, П. І. Іваненка [8, 205 с.]. Розрахунки економічної ефективності проводили з урахуванням сучасної вартості фінансових та енергетичних затрат, які існують на виробництві в господарстві Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» станом на 1.11.2017 року. У статтю витрат також включали накладні та маркетингові витрати з розрахунку 7 % від вартості.

Статистичну обробку урожайних даних проводили за методикою Б. А. Доспехова з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel.

Погодні умови в роки досліджень були близькими до норми, за виключенням 2017 року, який був дуже посушливим. Проте часто в другій половині вегетації 2015 – 2016 рр. також спостерігалися посушливі періоди, однак, в умовах близького стояння ґрунтових вод вони суттєво не впливали на продуктивність травостоїв.

Залуження проводили безпокровним способом у серпні 2013 року. Для посіву використовували сорт Китника лучного Сарненський ранній, грястиці збірної Київська рання 1 та середньостиглий Муравка, стоколосу безостого Арсен, костриці східної Людмила, очеретянки звичайної Сарненська 40, пажитниці багаторічної сортосуміш Андріана 80, Оріон, Святошинський, тимофіївки лучної Вишгородська, мітлиці велетенської Сарненська пізня. Мінеральні добрива в дозах  $P_{45}K_{120}$  і  $N_{90}$   $P_{45}K_{120}$  вносили у формі гранульованого суперфосфату та хлористого калію і аміачної селітри щорічно на початку вегетації.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Дослідження зі встановлення економічної доцільності вирощування лучних трав на осушених торфовищах показали високу їх ефективність (табл. 1, 2 ). За урожайності сухої маси в середньому за чотири роки на рівні 8,1-11,5 т/га на фоні  $P_{45}K_{120}$  та 9,4–13,2 т/га на фоні  $N_{90}$   $P_{45}K_{120}$  і сіна відповідно 9,5-13,5 т/га і 11,0-15,4 т/га вирощування .

# 1. Економічна ефективність вирощування травосумішей на осушених торфовищах (фон Р<sub>45</sub>К<sub>120</sub>,) за 2014 – 2017 рр.

| Види і сорти трав та їх суміші                                                      | Вартість вал.прод., грн./га | Всього затрат, грн./га | Умовно чистий прибуток грн./га | Рентабельність, % | Собівартість 1 т. корм.од. |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Китник лучний Сарненський ранній                                                    | 16625                       | 7346                   | 9279                           | 126               | 1204                       |
| Грядиця збірна Київська рання 1                                                     | 18375                       | 7590                   | 10785                          | 142               | 1100                       |
| Китник лучний + Грядиця збірна                                                      | 19425                       | 7715                   | 11710                          | 152               | 1087                       |
| Грядиця збірна + стоколос безостий Арсен + костриця лучна Катріна                   | 19775                       | 7771                   | 12004                          | 154               | 996                        |
| Стоколос безостий Арсен                                                             | 20650                       | 7898                   | 12752                          | 161               | 987                        |
| Стоколос безостий Топаз                                                             | 19600                       | 7764                   | 11836                          | 152               | 1035                       |
| Стоколос безостий Геліус                                                            | 19600                       | 7764                   | 11836                          | 152               | 1064                       |
| Грядиця збірна Муравка                                                              | 19775                       | 7668                   | 12107                          | 158               | 1022                       |
| Костриця східна Людмила                                                             | 21700                       | 8014                   | 13686                          | 171               | 1002                       |
| Костриця східна Закат                                                               | 20650                       | 7848                   | 12802                          | 163               | 1046                       |
| Очеретянка звичайна Сарненська 40                                                   | 23625                       | 8274                   | 15351                          | 185               | 997                        |
| Костриця лучна Катріна + костриця червона Оленка                                    | 17675                       | 7500                   | 10175                          | 136               | 1136                       |
| Пажитниця багаторічна Оріон + Святошинський + Адріана 80 + костриця червона Оленка  | 15400                       | 7209                   | 8191                           | 114               | 1265                       |
| Стоколос безостий Арсен + костриця східна Закат + грядиця збірна Муравка            | 20825                       | 7908                   | 12917                          | 163               | 1054                       |
| Стоколос безостий Арсен + костриця східна Закат + очеретянка звичайна Сарненська 40 | 22575                       | 8135                   | 14440                          | 178               | 980                        |
| Тимофіївка лучна Вишгородська                                                       | 18200                       | 7567                   | 10633                          | 141               | 1097                       |
| Тимофіївка лучна Сарненська                                                         | 18200                       | 7566                   | 10634                          | 141               | 1164                       |
| Грядиця збірна Українка                                                             | 20825                       | 7902                   | 12923                          | 164               | 1054                       |
| Мітлиця велетенська Сарненська пізня                                                | 17675                       | 7515                   | 10160                          | 135               | 1156                       |
| Тимофіївка лучна + грядиця збірна + мітлиця велетенська                             | 20650                       | 7885                   | 12765                          | 162               | 1066                       |

лучних трав високоприбуткове. Так, вартість валової продукції на фосфорно-калійному фоні складала 17-23 тис грн/га, а за повного мінерального удобрення – 19-27 тис грн/га. При цьому умовно чистого прибутку отримано відповідно 9-15 тис грн/га. і 10-16 тис грн/га. Рентабельність виробництва продукції кращою була на фоні РК і складала 126-185 %, в той час коли за повного мінерального удобрення складала лише 94-145 %. Собівартість 1 т корм.од. нижчою була за фосфорно-калійного удобрення і складала 980-1200 грн. Аналізуючи дані економічної оцінки додаткового внесення азотних

## 2. Економічна ефективність вирощування травосумішей на осушених торфовищах(фон N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>120</sub>) за 2014 – 2017 рр.

| Види і сорти трав та їх суміші                                                      | Вартість вал.прод., грн./га | Всього затрат, грн./га | Умовно чистий прибуток грн./га | Рентабельність, % | Собівартість 1 т. корм.од. |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Китник лучний Сарненський ранній                                                    | 20125                       | 10106                  | 10019                          | 99                | 1279                       |
| Грястиця збірна Київська рання 1                                                    | 22050                       | 10369                  | 11681                          | 113               | 1206                       |
| Китник лучний + Грястиця збірна                                                     | 22575                       | 10428                  | 12147                          | 116               | 1159                       |
| Грястиця збірна + стоколос безостий Арсен + костриця лучна Катріна                  | 23275                       | 10530                  | 12745                          | 121               | 1074                       |
| Стоколос безостий Арсен                                                             | 24675                       | 10762                  | 13913                          | 129               | 1170                       |
| Стоколос безостий Топаз                                                             | 23100                       | 10522                  | 12528                          | 119               | 1201                       |
| Стоколос безостий Геліус                                                            | 23100                       | 10543                  | 12557                          | 119               | 1226                       |
| Грястиця збірна Муравка                                                             | 23625                       | 10571                  | 13054                          | 123               | 1162                       |
| Костриця східна Людмила                                                             | 25025                       | 10750                  | 14275                          | 133               | 1097                       |
| Костриця східна Закат                                                               | 24325                       | 10682                  | 13643                          | 128               | 1149                       |
| Очеретянка звичайна Сарненська 40                                                   | 26950                       | 11011                  | 15939                          | 145               | 1069                       |
| Костриця лучна Катріна + костриця червона Оленка                                    | 19425                       | 10034                  | 9391                           | 94                | 1338                       |
| Пажитниця багаторічна Оріон + Святошинський + Адріана 80 + костриця червона Оленка  | 17850                       | 9833                   | 8017                           | 82                | 1490                       |
| Стоколос безостий Арсен + костриця східна Закат + грястиця збірна Муравка           | 24675                       | 10712                  | 13963                          | 130               | 1140                       |
| Стоколос безостий Арсен + костриця східна Закат + очеретянка звичайна Сарненська 40 | 26425                       | 10939                  | 15486                          | 142               | 1116                       |
| Тимофіївка лучна Вишгородська                                                       | 22750                       | 10459                  | 12291                          | 118               | 1162                       |
| Тимофіївка лучна Сарненська                                                         | 21175                       | 10258                  | 10917                          | 106               | 1251                       |
| Грястиця збірна Українка                                                            | 24150                       | 10634                  | 13516                          | 127               | 1156                       |
| Мітлиця велетенська Сарненська пізня                                                | 19250                       | 10027                  | 9223                           | 92                | 1337                       |
| Тимофіївка лучна + грястиця збірна + мітлиця велетенська                            | 22925                       | 10487                  | 12438                          | 119               | 1234                       |

добри в дозі N<sub>90</sub> слід зазначити, що їх внесення дещо збільшувало умовно чистий прибуток (на 500-800 грн/га), але при цьому рентабельність виробництва зменшувалася на 30-40 % і збільшувалася собівартість виробництва 1т корм.од. на 50-150 грн. Тому слід вважати, що додаткове внесення азотних добрив на органогенних ґрунтах, багатих рухомими сполуками азоту, має невисоку ефективність. Щодо економічної ефективності

Штакал В. М

на різних за стиглістю травостоїв, то кращі результати отримано на середньостиглих травостоях. Тут отримано вищий умовно чистий прибуток (13-16 тис грн/га) та рентабельність виробництва (130-185 %), а також нижчу собівартість одиниці продукції (980-1050 грн за 1 т корм.од). Серед окремих варіантів кращими були чисті посіви очеретянки звичайної, костриці лучної сорту Людмила, стоколосу безостого сорту Арсен та суміші цих видів з грястицею збіркою. Дещо поступалися за цими показниками ранньостиглі травостої з висіванням грястиці збіркою сорту Київська рання 1 з стоколосом безостим та кострицею лучною або з китником лучним та пізньостиглі – з висіванням грястиці збіркою Українка та її суміші з тимофіївкою лучною та мітлицею велетенською. Показники умовно чистого прибутку при цьому складали 12-14 тис грн/га, рентабельність – 120-160 % і собівартість 1 т корм.од. – 1000-1200 грн. Гірші економічні показники отримано за вирощування китника лучного, мітлиці велетенської, сортосуміші пажитниці багаторічної та суміші костриці лучної з кострицею червоною. Тут умовно чистий прибуток складав лише 8-10 тис грн/га, рентабельність – 80-125 %.

Аналіз енергетичної ефективності технологій вирощування лучних травостоїв на осушених торфовищах дав позитивні результати (табл. 3, 4). Так за витрат енергії на фосфорно-калійному фоні 16-18 ГДж/га і за повного мінерального удобрення – 25-28 ГДж/га отримано відповідно 90-108 ГДж/га і 110-130 ГДж/га обмінної енергії. Не дивлячись на те, що вихід обмінної енергії за внесення повного мінерального удобрення дещо вищий в порівнянні з фосфорно-калійним удобренням, коефіцієнт енергетичної ефективності технологій за внесення  $P_{45}K_{120}$  був вищим і складав 5,1-5,5, у той час коли за внесення  $N_{90} P_{45}K_{120}$  складав лише 4,1-4,4. Витрати енергії на вирощування 1 т корм.од. за повного мінерального удобрення також були вищими ніж за фосфорно-калійного удобрення і складали 2,8-3,2 МДж/га. Це є наслідком того, що торфові ґрунти, не дивлячись на тривале їх використання в культурі, високозабезпечені рухомими сполуками азоту. Як наслідок, внесення азотних

### 3. Енергетична ефективність вирощування травосумішей залежно від удобрення (фон $P_{45}K_{120}$ ) середнє за 2014 – 2017 рр.

| Види і сорти трав та їх суміші                                                      | Вихід сухої маси | Вихід обмінної енергії, ГДж/га | Всього витрат, ГДж/га | КЕЕ  | Витрати енергії на 1 т корм.од. |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------|------|---------------------------------|
| Китник лучний Сарненський ранній                                                    | 8,1              | 78,0                           | 16,57                 | 4,1  | 2,72                            |
| Грястиця збірна Київська рання 1                                                    | 9,0              | 87,6                           | 17,39                 | 5,04 | 2,52                            |
| Китник лучний + Грястиця збірна                                                     | 9,5              | 91,6                           | 17,87                 | 5,13 | 2,52                            |
| Грястиця збірна + стоколос безостий Арсен + костриця лучна Катріна                  | 9,7              | 96,1                           | 18,08                 | 5,32 | 2,32                            |
| Стоколос безостий Арсен                                                             | 10,1             | 99,6                           | 18,44                 | 5,40 | 2,31                            |
| Стоколос безостий Топаз                                                             | 9,6              | 94,4                           | 17,96                 | 5,23 | 2,39                            |
| Стоколос безостий Геліус                                                            | 9,6              | 93,1                           | 17,96                 | 5,18 | 2,46                            |
| Грястиця збірна Муравка                                                             | 9,7              | 94,8                           | 18,04                 | 5,25 | 2,41                            |
| Костриця східна Людмила                                                             | 10,6             | 101,8                          | 18,94                 | 5,37 | 2,37                            |
| Костриця східна Закат                                                               | 10,1             | 96,4                           | 18,44                 | 5,23 | 2,46                            |
| Очеретянка звичайна Сарненська 40                                                   | 11,5             | 108,6                          | 19,83                 | 5,48 | 2,39                            |
| Костриця лучна Катріна + костриця червона Оленка                                    | 8,6              | 84,1                           | 17,07                 | 4,93 | 2,59                            |
| Пажитниця багаторічна Орйон + Святошинський + Адріана 80 + костриця червона Оленка  | 7,5              | 72,6                           | 16,0                  | 4,54 | 2,81                            |
| Стоколос безостий Арсен + костриця східна Закат + грястиця збірна Муравка           | 10,2             | 97,5                           | 18,53                 | 5,26 | 2,47                            |
| Стоколос безостий Арсен + костриця східна Закат + очеретянка звичайна Сарненська 40 | 11,0             | 106,2                          | 19,34                 | 5,49 | 2,33                            |
| Тимофіївка лучна Вишгородська                                                       | 8,9              | 87,1                           | 17,30                 | 5,03 | 2,51                            |
| Тимофіївка лучна Сарненська                                                         | 8,9              | 84,3                           | 17,30                 | 4,87 | 2,66                            |
| Грястиця збірна Українка                                                            | 10,2             | 97,6                           | 18,53                 | 5,27 | 2,47                            |
| Мітлиця велетенська Сарненська пізня                                                | 8,6              | 83,0                           | 17,07                 | 4,86 | 2,63                            |
| Тимофіївка лучна + грястиця збірна + мітлиця велетенська                            | 10,1             | 96,0                           | 18,44                 | 5,21 | 2,49                            |

добрих, за високої їх енергоємності, під лучні трави на осушених торфовищах мало ефективне.

Щодо енергетичної ефективності вирощування лучних трав різної стиглості, то кращі показники отримані на середньостиглих травостоях з висіванням очеретянки звичайної, костриці східної Людмила, стоколосу безостого Арсен та суміші цих видів і сортів. Коефіцієнт енергетичної ефективності за внесення  $P_{45}K_{120}$  складав 5,37-5,48 і на фоні  $N_{90}P_{45}K_{120}$  – відповідно 4,25- 5,06. При висіванні ранньо- і пізньодозріваючих травостойів він

Штакал В. М

понижувався відповідно до 5,21-5,32 і 4,07-4,37, а витрати енергії на вирощування 1 т корм.од. збільшувалися від 2,3-2,8 ГДж/га. до 2,5-2,9 ГДж/га.

#### 4. Енергетична ефективність вирощування травосумішей залежно від удобрення (фон N<sub>90</sub>P<sub>45</sub>K<sub>120</sub>) середнє за 2014 – 2017 рр.

| Види і сорти трав та їх суміші                                                      | Вихід сухої маси | Вихід обмінної енергії, ГДж/га | Всього витрат, ГДж/га | КЕЕ  | Витрати енергії на 1 т корм.од. |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------|------|---------------------------------|
| Китник лучний Сарненський ранній                                                    | 9,8              | 98,1                           | 25,41                 | 3,86 | 3,22                            |
| Грястиця збірна Київська рання 1                                                    | 10,8             | 107,6                          | 26,3                  | 4,20 | 3,06                            |
| Китник лучний + Грястиця збірна                                                     | 11,0             | 110,4                          | 26,55                 | 4,16 | 2,95                            |
| Грястиця збірна + стоколос безостий Арсен + костриця лучна Катріна                  | 11,4             | 117,3                          | 26,87                 | 4,37 | 2,74                            |
| Стоколос безостий Арсен                                                             | 12,0             | 117,0                          | 27,52                 | 4,25 | 2,99                            |
| Стоколос безостий Топаз                                                             | 11,3             | 110,7                          | 26,79                 | 4,13 | 3,04                            |
| Стоколос безостий Геліус                                                            | 11,3             | 109,6                          | 26,79                 | 4,09 | 3,12                            |
| Грястиця збірна Муравка                                                             | 11,5             | 113,4                          | 27,03                 | 4,20 | 2,97                            |
| Костриця східна Людмила                                                             | 12,2             | 120,9                          | 27,69                 | 4,37 | 2,83                            |
| Костриця східна Закат                                                               | 11,9             | 117,1                          | 27,36                 | 4,28 | 2,94                            |
| Очеретянка звичайна Сарненська 40                                                   | 13,2             | 129,5                          | 28,58                 | 5,06 | 2,77                            |
| Костриця лучна Катріна + костриця червона Оленка                                    | 9,5              | 93,9                           | 25,07                 | 3,75 | 3,61                            |
| Пажитниця багаторічна Оріон + Святошинський + Адріана 80 + костриця червона Оленка  | 8,7              | 84,1                           | 24,34                 | 3,49 | 3,69                            |
| Стоколос безостий Арсен + костриця східна Закат + грястиця збірна Муравка           | 12,0             | 118,1                          | 27,52                 | 4,29 | 2,93                            |
| Стоколос безостий Арсен + костриця східна Закат + очеретянка звичайна Сарненська 40 | 12,9             | 125,1                          | 28,34                 | 4,42 | 2,89                            |
| Тимофіївка лучна Вишгородська                                                       | 11,1             | 111,0                          | 26,62                 | 4,17 | 2,96                            |
| Тимофіївка лучна Сарненська                                                         | 10,3             | 102,6                          | 25,89                 | 3,96 | 3,16                            |
| Грястиця збірна Українка                                                            | 11,8             | 117,5                          | 27,28                 | 4,31 | 2,97                            |
| Мітлиця велетенська Сарненська пізня                                                | 9,4              | 93,6                           | 25,0                  | 3,75 | 3,33                            |
| Тимофіївка лучна + грястиця збірна + мітлиця велетенська                            | 11,2             | 108,7                          | 26,71                 | 4,07 | 3,14                            |

**Висновки і перспективи.** Вирощування лучних трав на осушених торфовищах Лісостепу має високу економічну та енергетичну ефективність. Так, за фосфорно-калійного і повного мінерального удобрення умовно чистого прибутку отримано відповідно 9-15 і 10-16 тис грн/га. Рентабельність виробництва продукції кращою була на фоні РК і складала 126-185 %, у той час коли за повного мінерального удобрення складала лише 94-145 %. Собівартість 1 т корм.од. була нижчою за фосфорно-калійного удобрення і складала 980-

Штакал В. М

1200 грн. Щодо економічної ефективності на різних за стиглістю травостоїв, то кращі результати отримано на середньостиглих травостоях з висіванням очеретянки звичайної, костриці східної сорту Людмила та стоколосу безостого сорту Арсен та їх сумішей. До складу ранньостиглих травостоїв економічно доцільно включати грястицю збірну Київську ранню 1 зі стоколосом безостим і кострицею лучною або китником лучним, а до складу пізньодозріваючих – грястицю збірну Українка з тимофіївкою лучною і мітлицею велетенською.

Вирощування лучних травостоїв на осушених торфовищах забезпечує отримання на фонах РК і NPK відповідно 90-108 і 110-130 ГДж/га обмінної енергії з КЕЕ 5,1-5,5 та 4,1-4,4. Витрати енергії на вирощування 1 т корм.од. складали від 2,3-2,8 ГДж/га за внесення фосфорно-калійних добрив до 2,5-2,9 ГДж/га за повного мінерального удобрення. Тобто з енергетичної точки зору додаткове внесення азотних добрив малоефективне. Щодо різниці у енерговитратах на одиницю продукції на різних за стиглістю травостоях, то вона не була суттєвою. Вищі енерговитрати отримані за вирощування китника лучного, костриці лучної і червоної, сортосуміші пажитниці багаторічної та мітлиці велетенської.

### Список літератури

1. Боговін А. В. Види і сорти багаторічних лучних трав у країнах Західної Європи/ А. В. Боговін, Р. І. Кардиналовська// Вісн.с.-г. науки.-1973.-№5.-С.104-108.
2. Вайчюлите Р. Система травосмесей для раціонального використання високопродуктивних сенокосов на осушеннях торфяно-болотних почвах/ Р. Вайчюлите//Проблеми Полесья. Минск,1981. Вип.7. -с.193-197.
- 3.Петриченко В. Ф. Культурні сіножаті та пасовища України/ В.Ф. Петриченко, В. Г. Кургак/.- К.: Аграрна наука. 2013.-412 с.
4. Штакал М. І. Добір злакових травосумішок на осушених карбонатних торфових ґрунтах Лівобережного Лісостепу/ М. І. Штакал/. – Вісн.аграрної науки, 1993, №10, с.48-52.
5. Повидало В. М. Економічна та енергетична ефективність вирощування багаторічних злакових трав залежно від удобрення/ В. М. Повидало// Міжвід.темат. наук. Зб. Корми і кормо виробництво. – Вінниця, 2013. – вип..76. – 285–289.

6. Тарасенко О. А. Продуктивність сінокосів залежно від способів поліпшення старосіяних травостоїв на торфових ґрунтах Лівобережного Лісостепу: Автореф. Дис.. канд..с.-г. наук: 06.01.12/ О.А. Тарасенко.- ННЦ «ІЗ НААН».-К., 2014. –20 с.

7. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / Під редакцією А. О. Бабича. – Вінниця. – 1994. – 87 с.

8.Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О. К.Медведовський, П. І.Іваненко.// – К.: Урожай, 1988. – 205 с.

## References

1. Bohovin A.V., Kardynalovs'ka R.I. (1973) Vydy i sorty bahatorichnykh luchnykh trav u krayinakh Zakhidnoyi Yevropy [Types and varieties of perennial meadow grass in Western Europe] Visn.s.-h. nauky. vol. 5, pp. 104-108.

2. Vajchjulite R. (1981) Sistema travosmesej dlja racional'nogo ispol'zovanija visokoproduktivnykh senokosov na osushennykh torfjano-bolotnykh pochvah [Mixtures System for the management of visokoproduktivnykh hayfields on drained peat soils]. Minsk: Problemy Poles'ja. vol.7, pp.193-197.

3. Petrychenko V.F., Kurhak V.F. (2013) Kul'turni sinozhati ta pasovyshcha Ukrainy [Cultural meadows and pastures Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka, pp. 412

4. Shtakal M.I. (1993) Dobir zlakovykh travosumishok na osushenykh karbonatnykh torfovykh hruntakh Livoberezhnoho Lisostepu [Selection cereal grass mixtures on drained peat soils carbonate left-bank forest-steppe] Visn.ahraryoi nauky, vol. 10, pp. 48-52.

5. Povydalo V.M. (2013) Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannya bahatorichnykh zlakovykh trav zalezchno vid udobrennia [Economic and energy efficiency of growing of perennial grasses depending on fertilization] Mizhvid.temat. nauk. Zb. Kormy i kormo vyrobnytstvo. – Vinnytsia, vol. 76, pp. 285–289.

6. Tarasenko O.A. (2014) Produktivnist sinokosiv zalezchno vid sposobiv polipshennia starosiianykh travostoiv na torfovykh gruntakh Livoberezhnoho Lisostepu [Productivity of hayfields depending on methods of improvement of old-timers of grasses on peat soils of the Left-bank Forest-steppe] Avtoref. Dys. kand.s.-h. nauk, –Kyiv, 20 p.

7. Babych A.O. (1994) Metodyka provedennia doslidiv po kormovyrobnytstvu [Methodology of experiments on fodder production] – Vinnytsia, 87 p.

8. Medvedovskyi O.K., Ivanenko P.I. (1988) Enerhetychnyi analiz intensyvnykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production] – K.: Urozhai, 205 p.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛУГОВЫХ ТРАВ НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНИКАХ ЛЕСОСТЕПИ

В. М. Штакал

***Аннотация.** Актуальность данных исследований состоит в необходимости поиска высокопродуктивных видов и сортов трав, пригодных для организации на их основе укосных конвейеров, на осушенных торфяниках, которые были бы эффективными в рыночных условиях. Целью исследований было установление эффективности луговых травостоев с экономической и энергетической точек зрения при выращивании новых высокопродуктивных сортов. При проведении исследований использовали расчетный метод по существующим методикам. Исследования проводили в период 2014–2017 гг. на участок 3 осушенных торфяных почв поймы р. Супой Панфильської опытной станции ННЦ «Институт земледелия НААН».*

*В результате проведенного анализа установлено экономическую и энергетическую эффективность выращивания луговых трав на осушенных торфяниках. Установлены лучшие виды и сорта злаковых трав и их смеси различных сроков созревания, которые обеспечивают получение максимального условно чистого дохода (13-16 тыс. грн/га), лучшую рентабельность их выращивания (120–185%) и низкие затраты на выращивания единицы продукции (980–1050 грн за 1т корм.од). Доведена низкая эффективность внесения азотных удобрений на органогенных почвах Лесостепи.*

*Энергетический анализ показал высокую эффективность понесенных затрат энергетических ресурсов на выращивание луговых трав на осушенных торфяниках Лесостепи (КЭЕ – на фоне РК – 5,2–5,8 и при полном минеральном удобрении – 4,2–5,1).*

***Ключевые слова:** Траво- и сортосмеси луговых трав, осушенные органогенные почвы, экономическая и энергетическая эффективность, прибыль, рентабельность, выход обменной энергии, затраты, КЭЕ – коэффициент энергетической эффективности*

## ECONOMIC AND ENERGY EVALUATION OF EFFICIENCY OF GROWING OF MEADOW GRASSES IN DRAINED PEAT OF FOREST- STEPPE

V. M. Shtakal

***Abstract.** The actuality of these investigations lies in the necessity of finding high- yielding varieties and species of cereal grasses for the organization of the hay conveyor on drained peatlands on their use, which would be effective in market conditions. The aim of the research was finding out the efficiency technologies of growing meadow grasslands from the economic and energy point of view for the cultivation of new high-yielding varieties. In researching were used calculation*

method of research. The study was conducted in the period 2014-2017 in plot №3 of the drained peat soils of the floodplain of the Supoy river of Panfilska Experimental Station of NSC "Institute of Agriculture NAAS".

As a result of this analysis, was determined the economic and energy efficiency of growing meadow grasses on drained peatlands on their use. The best species and varieties of cereal grasses and different ripening types of mixed grass crops was discovered, which provides the maximum conditionally net profit (13-16 thousand uan / ha), the best profitability of their growing (120-185%) and low costs per unit of production (980-1050 UAH for 1 ton of feed units). The low efficiency of nitrogen fertilizers inputs on organogenic soils of Forest- Steppe has been proved.

The energy analysis showed the high efficiency of the costs incurred of energy resources for the growing of meadow grasses in drained peat of forest- steppe (CEE- with a background of PK- 5,2-5,8 and for full mineral fertilizers – 4,2-5,1).

**Keywords:** mixed grass crops, grass crops variety mixes, drained organogenic soils, economic and energy efficiency, profit, profitability, output of exchange energy, costs, CEE-coefficient of energy efficiency

## ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРА

**О. В. КУЦ**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії агрохімічних досліджень та якості продукції

*Інститут овочівництва і багданництва НААН*

E-mail: kutzalexandr@gmail.com

**Анотація.** Мікробні препарати та виготовлені на їх основі біоорганічні добрива забезпечують покращення мінерального живлення рослин, стабілізацію та відтворення родючості ґрунту, сприяють підвищенню урожайності та одержанню високоякісної продукції рослинництва. Останні роки ринок заповнюється різноманітними біопрепаратами, але конкретних рекомендацій їх використання для різних сільськогосподарських культур, в тому числі і помідору, відсутні. Метою досліджень було встановлення ефективності використання мікробних препаратів та біоорганічних добрив в системі оптимізації живлення помідора в умовах Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводились у лабораторії агрохімічних досліджень та якості продукції Інституту овочівництва і багданництва НААН на чорноземі типовому малогумусному упродовж 2013 – 2015 рр. Встановлено, що використання мікробних препаратів АБТ, Біогран, Азотофіт сприяє зростанню вмісту рухомих сполук азоту (на 11,4-24,4 %) та частково фосфору (на 13,5-17,6 %) в орному шарі ґрунту, збільшенню кількості азотфіксуючих бактерій у ризосферному шарі ґрунту (до рівня 6,85-7,45 млн/г сухого ґрунту) та підвищенню потенційної активності азотфіксації (22,08-26,5  $C_2H_2$ /г сухого ґрунту за годину). При цьому відмічається збільшення загальної урожайності плодів помідора на 18,3-22,8 %. Відмічені мікробні препарати в подальшому можна використати для формування систем оптимізації живлення овочевих рослин в технологіях органічного рільництва.

**Ключові слова:** помідор, мікробні препарати, поживний та мікробіологічний режим ґрунту, урожайність та якість продукції

Перспективним у сільськогосподарському виробництві є застосування різноманітних мікробних препаратів для оптимізації живлення культурних рослин. Біопрепарати з азотфіксуючими бактеріями, що використовуються за вирощування бобових, злакових та овочевих культур здатні забезпечувати рослини азотом в кількості, яка рівнозначна 20-50 кг/га діючої речовини мінеральних добрив [1].

Куц О. В.

Науці відомо понад 200 видів бактерій, що мають різний рівень активності несимбіотичної азотфіксації, що є дуже важливим способом оптимізації азотного живлення овочевих рослин. Найпоширеніші азотфіксуючі бактерії, що живуть у ризосфері, ризоплані і гітосфері, належать до родів *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Klebsiella* тощо [2].

Азотфіксуючі мікроорганізми щорічно засвоюють із повітря 40-300 кг/га азоту, який не сприяє забрудненню довкілля та не потребує значних енергетичних витрат на виробництво. Слід також відмітити, що у світовій практиці сільського господарства щороку у ґрунт із мінеральними добривами вносять 35 млн т азоту, тоді як за цей самий час рослини поглинають із ґрунту приблизно 75 млн т цього елемента. Різницю між зазначеними величинами компенсує діяльність мікробів-азотфіксаторів, що зв'язують молекулярний азот у легкозасвоювані для рослини форми [3, 4].

Мікробні препарати фосформобілізуєючих бактерій сприяють перетворенню важкорозчинних фосфатів ґрунту в легкорозчинні, більш доступні рослинам форми. Здатністю перетворювати фосфоровмісні сполуки як мінеральні, так і органічні з вивільненням рухомих форм фосфору характеризується більшість мікроорганізмів. До них відносяться актиноміцети, спороутворюючі бактерії, представники неспороносних бактерій родів *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Corinebacterium*, *Alcaligenes* [5].

Результати багатьох наукових досліджень свідчать, що застосування бактеріальних добрив під овочеві, бобові, зернові та технічні культури сприяє покращенню мінерального живлення рослин, збільшенню врожаїв і одержанню високоякісної продукції при раціональних витратах мінеральних добрив, поліпшенні екологічного стану ґрунтів та підвищенні їх родючості.

**Мета дослідження** – визначити ефективність використання мікробних препаратів та біоорганічних добрив у системі оптимізації живлення помідора в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Куц О. В.

**Матеріали і методи досліджень.** Наукові дослідження проводились в лабораторії агрохімічних досліджень та якості продукції Інституту овочівництва і баштанництва НААН впродовж 2013 – 2015 років.

Грунт дослідної ділянки представлено чорноземом типовим малогумусним важкосуглинковим (вміст гумусу – 3,9 %, рухомого фосфору – 113-269 мг/кг; обмінного калію – 90-163; азоту, який гідролізується, – 126-146 мг на кг ґрунту).

В дослідженнях використовувалися наступні мікробні препарати та біоорганічні добрива:

*Біогран* – мікробний препарат поліфункціональної дії, в якому бактеріальний компонент імоболізовано в біогумусі та виготовляється у гранульованій формі (підвищує активність азотфіксації, поліпшує фосфорне живлення рослин, стимулює їх ріст і розвиток). *АБТ* – мікробний препарат, в якому бактерії роду *Azotobacter* знаходяться у стані спокою – у формі цист; має рістстимулювальний ефект, підсилює активність азотфіксації в кореневій зоні рослин, стримує розвиток фітопатогенних грибів і бактерій. *Бактопасльон* – мікробний препарат, що створений на основі консорціуму бактерій *A. vinelandii* та *A. chroococcum*, що культивуються з 1,0 мкг/см<sup>3</sup> лектину бульб картоплі. *Фосфогумін* – біоорганічне добриво, що отримане шляхом вермикомпостування гною з фосфоритним борошном та фосфат мобілізуючою бактерією *Pseudomonas putida* 17. Виробник АБТ, Біограну, Бактопасльону та Фосфогуміну – Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН.

*Азотофіт-р* – мікробний препарат, що містить клітини природної азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum*, яка здатна фіксувати азот із повітря і постачати його рослинам, синтезувати ростостимулюючі речовини (нікотинову та пантотенову кислоти, піридоксин, біотин, гетероауксини, гібереліни тощо), виділяти антимікробні речовини. Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцента – не менше  $0,5-1,0 \times 10^9$  КУО/г.

Куц О. В.

Виробник препарату та препаративної форми – ПП «БТУ-Центр» (Україна, м. Ладижин). Схема внесення мікробних препаратів представлена в таблиці 1.

Загальна площа ділянки 42,0 м<sup>2</sup>, облікової – 28,0 м<sup>2</sup>, повторність – чотирьохразова, розміщення ділянок систематичне в один ярус.

Технологія вирощування помідора загальноприйнята для зони Лівобережного Лісостепу України (сорт – Зореслав, зрошення способом дощування, схема садіння 140 x 30 см, біологічний захист рослин).

**Результати досліджень та їх обговорення.** Використання мікробних препаратів покращувало поживний режим ґрунту. На початкових етапах розвитку рослин помідора вміст нітратного азоту в ґрунті істотно збільшувався за використання мікробних препаратів АБТ, Біогран та Азотофіт (91,8-101,2 мг/кг сухого ґрунту, на контролі – 81,3 мг/кг сухого ґрунту). У фазу цвітіння високий вміст нітратного азоту в ґрунті забезпечує використання АБТ та Азотофіту (73,7 та 75,2 мг/кг сухого ґрунту). За іншими варіантами застосування мікробних препаратів вміст нітратного азоту становив 65,5-68,9 мг/кг, що було на рівні контролю (63,9 мг/кг сухого ґрунту).

Також було встановлено, що в фазу цвітіння за використання мікробних препаратів АБТ, Фосфогумін та Біогран відмічається позитивна тенденція до збільшення вмісту рухомого фосфору у ґрунті (186-191 мг/кг ґрунту). Застосування мікробних препаратів Фосфогумін та Біогран сприяли зростанню вмісту рухомого фосфору у ґрунті в фазу масового плодоношення помідора до 174-176 мг/кг, за значення даного показника на контролі 145 мг/кг сухого ґрунту.

На вміст обмінного калію в ґрунті внесені мікробні препарати істотно не впливали.

Встановлено, що застосування мікробних препаратів впливає на мікробіологічну активність ґрунту. За використання Бактопасльону та Фосфогуміну відімчалось зменшення грибів в ризосферному ґрунті в початкові періоди розвитку рослин помідора (16,5-19,6 тис./ г сухого ґрунту). Тоді як

Куц О. В.

використання АБТ та Азотофіту обумовлювали зростання даного показника (24,7-25,4 тис./ г сухого ґрунту).

Використання всіх мікробних препаратів, що містять азотфіксуючі мікроорганізми (АБТ, Бактопасльон, Біогран та Азотофіт), обумовлювали зростання кількості азотфіксувальних мікроорганізмів у ризосфері ґрунту. Так, на контролі у фазу приживлення містилося у ґрунті азотфіксуючих мікроорганізмів 4,23 млн/ г сухого ґрунту, а за використання вказаних препаратів – 6,85-7,45 млн/ г сухого ґрунту. У фазу цвітіння на контролі містилося 5,12 млн/ г сухого ґрунту азотфіксуючих мікроорганізмів, за використання мікробних препаратів – 6,22-7,88 млн/ г сухого ґрунту.

Було також встановлено, що за використання АБТ, Біограну та Азотофіту зростає коефіцієнт мінералізації у фазу приживлення розсади (0,74-0,79), а за внесення АБТ та Бактопасльону – у фазу цвітіння (0,70-0,77).

У фазу приживлення розсади за використання мікробних препаратів, що містять азотфіксуючі мікроорганізми зростає потенційна активність азотфіксації (22,08-26,5  $C_2H_2$ /г сухого ґрунту за годину) за значення даного показника на контролі 18,16  $C_2H_2$  / г сухого ґрунту/год. Подібна тенденція зберігається і в фазу цвітіння: за використання мікробних препаратів АБТ, Бактопасльон, Біогран та Азотофіт потенційна активність азотфіксації становить 17,25-18,25  $C_2H_2$ /г сухого ґрунту за годину (на контролі – 14,56  $C_2H_2$ /г сухого ґрунту за годину).

Покращення поживного режиму та мікробіологічної активності ґрунту за використання мікробних препаратів забезпечує зростання урожайності помідора (табл. 1). Зазначено, що найбільший рівень урожайності забезпечує використання препарату АБТ, застосування якого дозволяє збільшити загальну урожайність на 22,8 %, але при цьому спостерігається найменша товарність плодів – 79,2 %.

Також високі прирости урожайності помідора забезпечує використання мікробних препаратів Азотофіт-р та Біогран (відповідно 19,0 та 18,3 %). За

Куц О. В.

даними варіантами загальна урожайність помідора становила 31,4-31,7 т/га, за значення даного показника на контролі 26,8 т/га.

За використання біоорганічного добрива Фосфогумін відмічається найбільший вихід товарної продукції (86,4 %)

### 1. Вплив мікробних препаратів на урожайність помідора (2013 – 2015 рр.)

| Мікробні препарати                                                                                                                                                                                                                                               | Загальна урожайність |         |         |         |                     |      | Товарність,<br>% |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------------------|------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2013 р.              | 2014 р. | 2015 р. | середнє | приріст до контролю |      |                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |         |         |         | т/га                | %    |                  |
| 1. Обробка насіння водою (контроль)                                                                                                                                                                                                                              | 18,7                 | 31,4    | 30,4    | 26,8    | -                   | -    | 83,3             |
| 2. Обробка насіння (інокуляція) мікробним препаратом <b>АБТ</b> (10 г/л води з експозицією 30 хвилин)                                                                                                                                                            | 22,8                 | 37,8    | 38,1    | 32,9    | 6,1                 | 22,8 | 79,2             |
| 3. Обробка насіння та розсади перед висадкою суспензією мікробного препарату <b>Бактопасльон</b> (розведеною з водою у співвідношенні 1:100)                                                                                                                     | 20,4                 | 36,1    | 37,0    | 31,2    | 4,4                 | 16,4 | 82,7             |
| 4. Внесення в рядки під час сівби біорганічного добрива <b>Фосфогумін</b> (1-2 гранули на рослину)                                                                                                                                                               | 19,5                 | 37,2    | 37,4    | 31,4    | 4,6                 | 17,2 | 86,4             |
| 5. Внесення в рядки під час сівби мікробного препарату <b>Біогран</b> (1-2 гранули на рослину)                                                                                                                                                                   | 20,7                 | 38,0    | 36,5    | 31,7    | 4,9                 | 18,3 | 83,3             |
| 6. Обробка насіння мікробним препаратом <b>Азотофіт-р</b> з нормою 0,5 л/т, коріння розсади перед висадкою з нормою 10 мл/100 од., позакореневі підживлення в два строки (через 10 днів після висаджування розсади та перед масовим цвітінням) з нормою 1,0 л/га | 22,2                 | 36,6    | 36,9    | 31,9    | 5,1                 | 19,0 | 82,0             |
| НІР <sub>0,95</sub>                                                                                                                                                                                                                                              | 1,95                 | 2,96    | 2,12    |         |                     |      |                  |

Куц О. В.

Під впливом внесення мікробних препаратів змінювався і біохімічний склад плодів помідора (табл. 2). За використання Біограну відмічається тенденція до зростання вмісту сухої розчинної речовини в плодах (6,2 %), тоді як за внесення Азотофіту вміст сухої розчинної речовини істотно зменшується відносно контролю (5,9 %) і становить 5,1 %.

Уміст загального цукру у плодах помідора суттєво зменшувався за використання Фосфогуміну та Азотофіту-р; за даними варіантами вміст цукру становив 2,79-2,87 % (на контролі – 3,56 %). За іншими варіантами застосування мікробних препаратів вміст загального цукру істотно не змінювався.

## 2. Вплив мікробних препаратів на біохімічний склад плодів помідора (середнє за 2013 – 2015 рр.)

| Мікробні препарати            | Уміст у плодах          |                        |                               |                           |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
|                               | сухої розч. речовини, % | загального цукру, %    | аскорбінової кислоти, мг/100г | кислотність, %            |
| 1. Контроль                   | 5,9                     | 3,56                   | 20,0                          | 0,51                      |
| 2. АБТ                        | 5,7                     | 3,38                   | 18,0                          | 0,46                      |
| 3. Бактопасльон               | 5,4                     | 3,28                   | 16,7                          | 0,48                      |
| 4. Фосфогумін                 | 5,1                     | 2,79                   | 19,1                          | 0,46                      |
| 5. Біогран                    | 6,2                     | 3,35                   | 18,9                          | 0,49                      |
| 6. Азотофіт-р                 | 5,1                     | 2,87                   | 17,9                          | 0,44                      |
| НІР <sub>0,95</sub> за роками | 0,62;<br>0,56;<br>0,51  | 0,29;<br>0,24;<br>0,27 | 1,23;<br>1,12;<br>1,22        | 0,045;<br>0,041;<br>0,034 |

За внесення АБТ, Бактопасльону та Азотофіту-р у плодах помідора зменшується вміст аскорбінової кислоти до рівня 16,7-18,0 мг/100 г за значення даного показника на контролі 20,0 мг/100 г.

Кислотність плодів помідора від внесення мікробних препаратів зменшувалася з 0,51 % на контролі до рівня 0,46-0,49 % у разі застосування біопрепаратів.

*Висновки.* Використання мікробних препаратів АБТ, Біогран, Азотофіт сприяє зростанню вмісту рухомих сполук азоту та частково фосфору в орному шарі ґрунту, збільшенню кількості азотфіксувальних бактерій у ризосферному

Куц О. В.

шарі ґрунту та підвищення потенційної активності азотфіксації. Використання мікробного препарату Фосфогумін обумовлює зростання вмісту рухомого фосфору у ґрунті, особливо фазу цвітіння та плодоношення (174-191 мг/кг сухого ґрунту).

Застосування для оптимізації живлення рослин помідора в технологіях «органічного виробництва» мікробних препаратів АБТ, Біогран та Азотофіт-р забезпечує суттєве підвищення урожайності культури (на 18,3-22,8 %), але відмічається певна тенденція до погіршення якості продукції (зменшення вмісту аскорбінової кислоти та загального цукру в плодах), окрім застосування Біограну.

### Список літератури

1. Коць С. Я. Біологічна фіксація азоту та її значення у живленні рослин / С. Я. Коць, В. П. Патики // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку / [гол. ред. В. В. Моргун]. – К.: Логос, 2009. – Т. 1. – С. 344-386.
2. Коць С. Я. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом / С. Я. Коць, С. М. Маліченко, О. Д. Кругова [та ін.] – К.: Логос, 2001. – 271 с.
3. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР / [отв. ред. Е. Н. Мишустин]. – М.: Наука, 1985. – 270 с.
4. Патики В. П. Біологічна азотфіксація: вчора, сьогодні, завтра / В. П. Патики, В. В. Волкогон, О. В. Надкернична [та ін.] // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – К., 2001. – Т. 1. – С. 212-226.
5. Патики В. П. Екологія мікроорганізмів: посібник / В. П. Патики, Т. Г. Омелянець, І. В. Гринтк, В. Ф. Петриченко; [за ред. В. П. Патики]. – К.: Основа, 2007. – 192 с.

### References

1. Kots, S.Ya. Patyka, V.P. Biological fixation of nitrogen and its importance in plant nutrition [Biologishna fixacia azotu ta ii znashenij u givleni roslin]. Plant physiology: problems and prospects of development. Kiev: Logos, 1, 344-386.
2. Kots, S.Ya, Malichenko, S.M., Krygova, O.D. Physiological and biochemical peculiarities of plant nutrition by biological nitrogen [Fiziologo-biochimishni osoblivosti givlenij roslin azotom]. Kiev: Logos, 271.
3. Mishystin E.N. ed. Mineral and biological nitrogen in agriculture of the USSR [Mineralniy i biologishniy azot v zemledelii SSSR]. Moscow: Nauka, 270.
4. Patyka, V.P., Volkogon, V.V., Nadkernichna, O.V. Biological Nitrogen Fixation: Yesterday, Today, Tomorrow [Biologishna azotfixacia: vshera, sododni, zavtra]. Plant physiology in Ukraine at the turn of the millennium. Kiev, 1, 212-226.
5. Patyka, V.P., Omelyanets, T.G., Grintk, I.V., Petrychenko V.F. Ecology of microorganisms: manual [Ecologia mikroorganizmiv: posibnik]. Kiev: Osnova, 192.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТА

О. В. Куц

**Аннотация.** Микробные препараты и изготовленные на их основе биоорганические удобрения обеспечивают улучшение минерального питания растений, стабилизацию и воспроизводство плодородия почвы, способствуют повышению урожайности и получению высококачественной продукции растениеводства. Последние годы рынок наполнился различными биопрепаратами, но конкретных рекомендаций их использованию для различных сельскохозяйственных культур, в том числе и томата, отсутствуют. Целью исследований было определение эффективности использования микробных препаратов и биоорганических удобрений в системе оптимизации питания томата для условий Левобережной Лесостепи Украины. Исследования проводились в лаборатории агрохимических исследований и качества продукции Института овощеводства и бахчеводства НААН на черноземе типичном малогумусного в течение 2013 – 2015 гг. Установлено, что использование микробных препаратов АБТ, Биогран, Азотофит способствует повышению содержания подвижных соединений азота (на 11,4-24,4 %) и частично фосфора (на 13,5-17,6 %) в пахотном слое почвы, увеличению количества азотфиксирующих бактерий в ризосферному слое почвы (до уровня 6,85-7,45 млн/г сухой почвы) и повышению потенциальной активности азотфиксации (22,08-26,5  $C_2H_2$ /г сухой почвы в час). При этом отмечается увеличение общей урожайности плодов томата на 18,3-22,8 %. Отмеченные микробные препараты в дальнейшем можно использовать для формирования систем оптимизации питания овощных растений в технологиях органического земледелия.

**Ключевые слова:** томат, микробные препараты, питательный и микробиологический режим почвы, урожайность и качество продукции

## EFFICIENCY OF MICROBIAL PREPARATIONS IN TECHNOLOGY OF TOMATO GROWING

O. V. Kuts

**Abstract.** Microbial preparations and bioorganic fertilizers based on them provide improvement of mineral plants nutrition, stabilization and reproduction of soil fertility, promote increase of yield and obtain of high-quality production of plants. In recent years, the market is filled with a variety of biologics, but specific recommendations for their use for various crops, including tomato, are absent.

The aim of research was to determine the efficiency of using microbial preparations and bioorganic fertilizers in the system of optimization of tomato nutrition in conditions of the Left bank Forest-steppe of Ukraine. The research was conducted in the laboratory of agrochemical research and quality of products in the Institute of Vegetables and melons growing NAAS on typical low-humus chernozem

Куц О. В.

*during the 2013-2015 years. It was determined that the use of microbial preparations ABT, Biogran, Azotofit promote the increase of the content of mobile nitrogen compounds (by 11,4-24,4 %) and partially phosphorus (by 13,5-17,6 %) in the arable soil layer, increasing the amount of nitrogen fixation bacteria in the rhizosphere layer of the soil (to the level of 6,85-7,45 m/g of dry soil) and increase of the potential activity of nitrogen fixation (22,08-26,5 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>/g of dry soil per hour). At the same time there is an increase of the total yield of tomato by 18,3-22,8 %. Marked microbial preparations can be used later for the formation the systems of optimization nutrition of vegetable plants in the technologies of organic cultivation.*

**Keywords:** *tomato, microbial preparations, nutrient and microbiological regime of the soil, yield and quality of production*

УДК: 631.81.86.874

## ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗА ТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

**В. В. ІВАНІНА**, доктор сільськогосподарських наук, завідувачий відділом агрохімії,

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*

**І. А. ПАВУК**, аспірант\*,

*Вінницький національний аграрний університет*

**Г. М. МАЗУР**, старший науковий співробітник,

*Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція ІБКіЦБ*

E-mail: v\_ivanina@meta.ua; matematiks@gmail.com; selekstanciya@gmail.com

**Анотація.** Метою дослідження є вивчення ефективності традиційних та альтернативних органо-мінеральних систем удобрення у підвищенні продуктивності буряків цукрових. Під час досліджень використовували польові і лабораторні методи з математичною обробкою отриманих результатів. За дефіциту виробництва гною застосування під буряки цукрові  $N_{90}P_{60}K_{90} + 5$  т/га соломи пшениці озимої + сидерат забезпечило врожайність коренеплодів – 63,7 т/га, цукристість – 17,6%, збір цукру – 11,2 т/га. За рахунок внесення соломи пшениці озимої і зеленої маси гірчиці білої врожайність коренеплодів порівняно з фоном  $N_{90}P_{60}K_{90}$  підвищилась на 6,4 т/га, збір цукру – на 1,2 т/га. Альтернативна система удобрення з використанням соломи пшениці озимої, зеленої маси гірчиці білої поєднано з оптимальною дозою мінеральних добрив ( $N_{90}P_{60}K_{90}$ ) є достатньо ефективною в підвищенні продуктивності буряків цукрових. За її застосування врожайність коренеплодів порівняно з контролем без добрив підвищилась – на 23,8 т/га, збір цукру – на 4,1 т/га. Альтернативна система удобрення децю поступалась за ефективністю внесенню  $N_{90}P_{60}K_{90} + 40$  т/га гною, що створює перспективи для подальшого її вдосконалення за рахунок оптимізації доз внесення мінеральних добрив.

**Ключові слова:** системи удобрення, буряки цукрові, продуктивність.

Практика вирощування буряків цукрових ґрунтується на поєднаному застосуванні органічних і мінеральних, що дозволяє забезпечити ґрунт значними обсягами органічної речовини, достатньою кількістю макро- та

\*Науковий керівник – Іваніна В.В., доктор с.-г. наук, ІБКіЦБ

мікроелементів, запобігти деградації ґрунтів. За умов гострого дефіциту гною виникає потреба в альтернативних видах органічних добрив під цю культуру – використанні на добриво побічної продукції та зеленої маси пожнивних сидеральних культур [1], [2], [3].

В умовах сівозмін ці питання недостатньо вивчені, а тому дослідження щодо ефективного застосування традиційних та альтернативних органічних добрив в ланці горох-пшениця озима-буряки цукрові представляють науковий інтерес і є актуальними.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Результати досліджень Т.Ю. Анісімова [4] свідчать, що застосування побічної продукції рослинництва на добриво сприяло оптимізації поживного режиму ґрунту. За рахунок процесів рециркуляції у ґрунт поверталось до 30 % азоту, близько 40 % фосфору і до 80 % калію, що дозволяло одержати врожай із меншими енергетичними та матеріальними витратами, за одночасного поліпшення гумусного та фізико-хімічного стану ґрунту.

Заорювання 4-6 т побічної продукції на 1 га ріллі забезпечило надходження у ґрунт азоту – 23-61 кг, фосфору – 11-25 кг, калію – 39-91 кг, кальцію – 20-30 кг, а також мікроелементів S, B, Cu, Mn, Zn. Найбільше надходження біогенних елементів відмічали за заорювання на добриво побічної продукції кукурудзи на зерно, найменше – сої [5], [6].

Вчені В. М. Польовий [7], Ю. А. Тарарико [8] вважають, що застосування побічної продукції сільськогосподарських культур, зокрема соломи, є одним з найдешевших і екологічно чистих джерел органічної речовини. Внесення соломи як добрива економить близько 65 % витрат, пов'язаних із збиранням зернових культур. Зокрема, скорочуються витрати на збирання, перевезення, скиртування, розкидання підстилки і видалення гною зі стійла, завантажування і транспортування гною, розкидання по полю тощо

В умовах достатнього зволоження ефективними є системи удобрення з використанням на добриво зеленої маси сидеральних культур. Вирощування сидератів у проміжних посівах на зелене добриво збагачує ґрунт органічною

речовиною та поживними речовинами, сприяє його фітосанітарному оздоровленню, підвищує ефективність добрив та продуктивність сільськогосподарських культур [9].

Результати досліджень Я. П. Цвея, Ф. П. Касянчук [10] свідчать, що заорювання на добриво зеленої маси хрестоцвітих і бобових культур на фоні помірних доз мінеральних добрив підвищило врожайність буряків цукрових на 2,5-4 т/га, цукристість – на 0,2-0,6 %. Такий захід сприяв розуцільненню ґрунту та покращенню його агрегатного стану.

Дослідження В. М. Польового [7] в умовах Рівненської області на темно-сірому опідзоленому ґрунті показали, що за внесення  $N_{120}P_{120}K_{120}$  врожайність коренеплодів буряків цукрових становила 35,4 т/га, солома + зелена маса гірчиці білої +  $N_{120}P_{120}K_{120}$  – 39,0 т/га, 40 т/га гною +  $N_{120}P_{120}K_{120}$  – 45,7 т/га. Альтернативні органо-мінеральні системи удобрення поступались традиційним на основі гною системам удобрення, але були значно ефективнішими, ніж внесення мінеральних добрив.

**Мета дослідження** – вивчити ефективність традиційних та альтернативних з використанням соломи пшениці озимої та зеленої маси гірчиці білої органо-мінеральних систем удобрення на посівах буряків цукрових, дослідити їх вплив на динаміку росту рослин, врожайність та технологічну якість коренеплодів.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили в умовах стаціонарного польового досліді (2015 – 2017 рр.) Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції, зона достатнього зволоження Лісостепу України.

Ґрунт дослідного поля чорнозем вилугуваний малогумусний легкосуглинковий, характеризується такими фізико-хімічними і агрохімічними показниками: вміст гумусу за Тюрінім – 4,1 %;  $pH_{KCl}$  – 5,9; гідролітична кислотність за Капеном – 2,2 мг-екв./100 г ґрунту; сума обмінних основ за Капеном-Гільковіцем – 26,4 мг-екв./100 г ґрунту; вміст рухомого фосфору та

калію за Чиріковим – відповідно 140 та 78 мг/кг ґрунту.

Гібрид буряків цукрових Булава вирощували в ланці сівозміни горох-пшениця озима. Площа посівної ділянки – 100 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>, повторність чотириразова. Агротехніка вирощування загальноприйнята для даної зони. Мінеральні добрива застосовували у формі амонійної селітри, суперфосфату простого гранульованого та калію хлористого. В якості післяжнивного сидерату вирощували гірчицю білу.

Облік урожайності проводили поділяночно з наступним перерахунком на 1 га посівної площі.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Результати досліджень показали, що вирощування буряків цукрових без застосування добрив супроводжувалось низькими темпами накопичення біомаси. Маса одного коренеплоду у липні становила 61 г, серпні – 189, вересні – 392 г/рослину. Внесення мінеральних добрив за сумою NPK 160-330 кг д.р./га підвищило масу одного коренеплоду у липні – на 9-28 г, серпні – на 78-135, вересні – на 132-223 г/рослину. Буряки цукрові позитивно відгукувались на збільшення дози внесення мінеральних добрив (табл. 1).

### 1. Вплив добрив на динаміку наростання маси рослин буряків цукрових, середнє 2015 – 2017 рр., г

| № вар               | Варіант                                                                                  | 01 липня |     | 01 серпня |     | 01 вересня |     |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|-----------|-----|------------|-----|
|                     |                                                                                          | 1        | 2   | 1         | 2   | 1          | 2   |
| 1                   | Без добрив (контроль)                                                                    | 61       | 189 | 275       | 437 | 392        | 214 |
| 2                   | N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>                                          | 70       | 224 | 353       | 522 | 524        | 298 |
| 3                   | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                                          | 86       | 272 | 402       | 585 | 591        | 344 |
| 4                   | N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>                                        | 89       | 279 | 418       | 602 | 615        | 356 |
| 5                   | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + 40 т/га гною                           | 97       | 306 | 457       | 649 | 686        | 392 |
| 11                  | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + сидерат (гірчиця біла)                 | 84       | 268 | 408       | 581 | 612        | 354 |
| 12                  | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + 5 т/га соломи пшениці озимої + сидерат | 90       | 288 | 433       | 614 | 658        | 381 |
| НІР <sub>0,05</sub> |                                                                                          | 4        | 12  | 18        | 28  | 26         | 15  |
| Р, %                |                                                                                          | 3,1      | 2,7 | 2,9       | 3,5 | 3,2        | 2,8 |

Примітка: 1 – коренеплід; 2 – гичка

Найвищі темпи накопичення біомаси спостерігали за внесення N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + 40 т/га гною: маса одного коренеплоду у липні становила 97 г, серпні – 457,

вересні – 686 г/рослину, зростання маси до контролю без добрив – відповідно 36, 182 та 294 г/рослину.

Досить динамічним ріст і розвиток буряків цукрових визначено за внесення  $N_{90}P_{60}K_{90} + 5$  т/га соломи пшениці озимої + сидерат: маса одного коренеплоду у липні становила 90 г, серпні – 433, вересні – 658 г/рослину, зростання до контролю без добрив – відповідно 29, 158 та 266 г/рослину. Застосування альтернативної системи удобрення без заорювання соломи ( $N_{90}P_{60}K_{90} +$  сидерат) знижувало темпами накопичення біомаси буряків цукрових, особливо у другій половині вегетації, що свідчить про недостатнє мінеральне живлення рослин.

Інтенсивність розвитку рослин буряків цукрових відобразилась на показниках їх продуктивності. Найнижчу продуктивність отримали на контролі без застосування мінеральних добрив: урожайність коренеплодів – 39,9 т/га, цукристість – 17,7%, збір цукру – 7,1 т/га (табл. 2).

## 2. Продуктивність буряків цукрових за різних систем удобрення, середнє 2015-2017 рр., т/га

| № вар.             | Варіант                                                       | Урожайність коренеплодів, т/га | Цукристість, % | Збір цукру, т/га |
|--------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|------------------|
| 1                  | Без добрив (контроль)                                         | 39,9                           | 17,7           | 7,1              |
| 2                  | $N_{60}P_{40}K_{60}$                                          | 51,5                           | 17,6           | 9,1              |
| 3                  | $N_{90}P_{60}K_{90}$                                          | 57,3                           | 17,5           | 10,0             |
| 4                  | $N_{120}P_{90}K_{120}$                                        | 59,6                           | 17,3           | 10,3             |
| 5                  | $N_{90}P_{60}K_{90} + 40$ т/га гною                           | 66,9                           | 17,7           | 11,8             |
| 11                 | $N_{90}P_{60}K_{90} +$ сидерат (гірчиця біла)                 | 60,2                           | 17,5           | 10,5             |
| 12                 | $N_{90}P_{60}K_{90} + 5$ т/га соломи пшениці озимої + сидерат | 63,7                           | 17,6           | 11,2             |
| НР <sub>0,05</sub> |                                                               | 2,3                            | 0,4            | -                |
| Р, %               |                                                               | 3,1                            | 1,9            | -                |

Внесення мінеральних добрив за сумою NPK 160-330 кг д.р./га підвищило врожайність коренеплодів порівняно з контролем без добрив на 11,6-19,7 т/га, збір цукру – на 2,0-3,2 т/га і супроводжувалось зниженням цукристості коренеплодів на 0,1-0,4%. При цьому підвищення дози мінеральних добрив за сумою NPK з 160 до 240 кг д.р./га збільшило

біологічний вихід цукру на 0,9 т/га, тоді як подальше зростання дози з 240 до 330 кг д.р./га – лише на 0,3 т/га, що було утричі меншим. Це свідчить про перевищення оптимальних параметрів мінерального живлення рослин буряків цукрових за дози добрив  $N_{120}P_{90}K_{120}$ .

Найвищої продуктивності буряків цукрових досягнуто за внесення  $N_{90}P_{60}K_{90} + 40$  т/га гною: врожайність коренеплодів – 66,9 т/га, цукристість – 17,7%, збір цукру – 11,8 т/га. Органо-мінеральна система удобрення підвищила врожайність коренеплодів до контролю без добрив – на 27 т/га, збір цукру – 4,7 т/га.

Досить ефективним визначено застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення під буряки цукрові. Внесення  $N_{90}P_{60}K_{90} + 5$  т/га соломи пшениці озимої + сидерат обумовило врожайність коренеплодів – 63,7 т/га, цукристість – 17,6 %, збір цукру – 11,2 т/га. Натомість поєднання мінеральних добрив і сидерату супроводжувалось врожайністю коренеплодів – 60,2 т/га, збором цукру – 10,5 т/га. Відсутність соломи у складі добрива обумовила зменшення збору цукру на 0,7 т/га.

Застосування добрив незначно збільшувало вміст зольних елементів та альфа-амінного азоту у коренеплодах буряків цукрових: калію – на 0,07-0,26 мг-екв./100 г, натрію – на 0,05-0,09, альфа-амінного азоту – на 0,12-0,50 мг-екв./100 г сирої ваги. При цьому чистота нормального очищеного соку порівняно з контролем без добрив зменшилась на 0,3-1,0 %, а втрати цукру в мелясі зросли на 0,1-0,2 %. Досліджувані системи удобрення незначно погіршували технологічну якість коренеплодів буряків цукрових (табл. 3).

### 3. Технологічна якість коренеплодів буряків цукрових за різних систем удобрення, середнє 2015 – 2017 рр.

| № вар. | Варіант                                                                                  | Вміст на 100г буряків, мг-екв. |      |      | Чистота соку, % | Втрати цукру в мелясі, % | Вихід цукру, % |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|--------------------------|----------------|
|        |                                                                                          | К                              | Na   | a-N  |                 |                          |                |
| 1      | Без добрив (контроль)                                                                    | 3,88                           | 1,31 | 3,87 | 92,8            | 1,6                      | 16,1           |
| 2      | N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>                                          | 3,97                           | 1,36 | 3,90 | 92,5            | 1,7                      | 15,9           |
| 3      | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>                                          | 3,95                           | 1,37 | 4,08 | 92,1            | 1,8                      | 15,7           |
| 4      | N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>                                        | 4,02                           | 1,37 | 4,02 | 92,0            | 1,8                      | 15,5           |
| 5      | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + 40 т/га гною                           | 4,14                           | 1,40 | 4,37 | 91,8            | 1,8                      | 15,9           |
| 11     | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + сидерат (гірчиця біла)                 | 4,03                           | 1,35 | 4,15 | 91,9            | 1,8                      | 15,7           |
| 12     | N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + 5 т/га соломи пшениці озимої + сидерат | 4,09                           | 1,36 | 4,08 | 92,3            | 1,7                      | 15,9           |

Отже, в умовах достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + 5 т/га соломи пшениці озимої + сидерат) визначено ефективним агрохімічним заходом у досягненні високої продуктивності буряків цукрових – врожайності коренеплодів – 63,7 т/га, збору цукру – 11,2 т/га.

#### Висновки і перспективи.

1. Мінеральна система удобрення (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) формувала сприятливі умови для росту і розвитку буряків цукрових, забезпечивши врожайність коренеплодів 57,3 т/га, цукристість – 17,5%, збір цукру – 10 т/га, перевищення над контролем без добрив за збором цукру – 2,9 т/га.

2. Найвищої продуктивності буряків цукрових досягнуто за внесення N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + 40 т/га гною: врожайність коренеплодів – 66,9 т/га, цукристість – 17,7 %, збір цукру – 11,8 т/га; зростання до контролю без добрив за врожайністю – 27 т/га, збором цукру – 4,7 т/га.

3. За дефіциту виробництва гною хороші перспективи для отримання високих врожаїв буряків цукрових створює альтернативна органо-мінеральна система удобрення. Застосування N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + 5 т/га соломи пшениці озимої + сидерат забезпечило врожайність коренеплодів – 63,7 т/га, цукристість – 17,6 %, збір цукру – 11,2 т/га; зростання до контролю без добрив за

врожайністю – 23,8 т/га, збором цукру – 4,1 т/га.

### Список літератури

1. Цвей, Я. П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін / Я. П. Цвей. – К. : «Компринт», 2014. – 413 с.
2. Іваніна, В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах / В. В. Іваніна. – К. : «Компринт», 2016. – 328 с.
3. Бердніков, О. М. Роль сидерації в сучасному землеробстві / О. М. Бердніков, Ю. А. Нимитюк // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 3. – С. 12–15.
4. Анисимова, Т. Ю. Эффективность соломы и баланс питательных элементов в звене севооборота с люпином / Т. Ю. Анисимова // Агрохимия. – 2002. – № 5. – С. 63–65.
5. Балаєв, А. Д. Солома як органічне добриво на чорноземних ґрунтах / А. Д. Балаєв, О. І. Наумовська, В. П. Целютін // Зб. наук. пр. ІЗ НААН. – К., 2003. – Спец. вип. – С. 38–42.
6. Іванов, В. П. Побічна продукція та проміжні культури як фактор стабілізації родючості ґрунту / В. П. Іванов, В. І. Прасол, Ю. Г. Міщенко, М. П. Коваленко // Зб. наук. пр. ІЗ НААН. – К., 2003. – Спец. вип. – С. 48–51.
7. Польовий, В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Монографія / В. М. Польовий. – Рівне : Волинські обереги, 2007. – 320 с.
8. Тарарико, Ю. А. Формирование устойчивых агроэкосистем / Ю. А. Тарарико. – К.: ДИА, 2007. – 560 с.
9. Парфенюк, Г. І. Цукрові буряки: біологізація інтенсивних технологій / Г. І. Парфенюк // Цукрові буряки. – 2002. – № 6. – С. 9–10.
10. Цвей, Я. П. Використання пожнивної гірчиці при вирощуванні цукрових буряків / Я. П. Цвей, Ф. П. Касянчук // Цукрові буряки. – 2004. – № 3. – С. 14–15.

### References

1. Tsvey, Ya.P. (2014). Rodiuchists gruntiv I produktyvnists sivozmin [Soils fertility and productivity of crop rotations]. Kiev: "Komprint", 413.
2. Ivanina, V.V. (2016). Biologizatsiia udobrennia kultur u sivozminakh [Biologization of fertilizers application in crop rotations]. Kiev: "Komprint", 328.
3. Berdnikov, O.M, Nymytiuk, Yu.A. (2004). Rol syderatsii v suchasnomu zemlerobstvi [Role of green manure in modern husbandry]. Proceedings of agrarian science, 3, 12–15.
4. Anisimova, T.Yu. (2002). Efektivnosts solomy i balans pitatelnykh elementov v zvienie sevooborota [Efficiency of straw and balance of nutrition in chain of crop rotation with lupine]. Agrochemistry, 5, 63–65.
5. Balayev, A.D., Naumovska O.I., Tseliutin V.P. (2003). Soloma yak

organichne dobryvo na chornozemnykh gruntakh [Straw like organic fertilizer on black soils]. Collection of research works. Institute of husbandry, Kiev, 38–42.

6. Ivanov, V.P., Prasol, V.I., Mishchenko, Yu.G., Kovalenko, M.P. (2003). Pobichna produktsiia ta promizhni kultury yak factor stabilizatsii rodiuchosti gruntu [By-products and intermediate crops as a factor of soil fertility stabilization]. Collection of research works. Institute of husbandry, Kiev, 48–51.

7. Poliovyi, V.M. (2007). Optymizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi [Optimization of fertilization systems in modern husbandry]. Rivne: Volynski beregy, 320.

8. Tarariko, Yu.A. (2007). Formirovanie ustoichivvykh agroekosystem [Forming sustainable agro-ecosystems]. Kiev: DIA, 560.

9. Parfeniuk, G.I. (2002). Tsukrovi buriaky: biologizatsiya intensyvnykh tekhnologii [Sugar beet: biologization of intensive technologies]. Sugar beet, 6, 9–10.

10. Tsvey, Ya.P., Kasianchuk F.P. (2004). Vykorystannia pozhnyvnoi girchitsi pry vyroshchuvanni tsukrovyykh buriakiv [Use of post-harvesting mustard for sugar beet grow]. Sugar beet, 3, 14–15.

## ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ТРАДИЦИОННЫХ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СИСТЕМАХ УДОБРЕНИЯ

В. В. Иванина, И. А. Павук, Г. Н. Мазур

**Аннотация.** Целью исследований является изучение эффективности традиционных и альтернативных органоминеральных систем удобрения в повышении продуктивности сахарной свеклы. Во время исследований использовали полевые и лабораторные методы с математической обработкой полученных результатов. При дефиците производства навоза применение под сахарную свеклу  $N_{90}P_{60}K_{90} + 5$  т/га соломы пшеницы озимой + сидерат обеспечило урожайность корнеплодов – 63,7 т/га, сахаристость – 17,6 %, сбор сахара – 11,2 т/га. За счет внесения соломы пшеницы озимой и зеленой массы горчицы белой урожайность корнеплодов в сравнении с фоном  $N_{90}P_{60}K_{90}$  повышалась на 6,4 т/га, сбор сахара – на 1,2 т/га. Альтернативная система удобрения с применением соломы пшеницы озимой, зеленой массы горчицы белой совместно с оптимальной дозой минеральных удобрений ( $N_{90}P_{60}K_{90}$ ) является достаточно эффективной в повышении продуктивности сахарной свеклы. При ее применении урожайность корнеплодов в сравнении с контролем без удобрений повысилась – на 23,8 т/га, сбор сахара – на 4,1 т/га. Альтернативная система удобрения несколько уступала по эффективности внесению  $N_{90}P_{60}K_{90} + 40$  т/га навоза, что создает перспективы для дальнейшего ее улучшения за счет оптимизации доз внесения минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** система удобрения, сахарная свекла, продуктивность

## SUGAR BEET PRODUCTIVITY UNDER CONVENTIONAL AND ALTERNATIVE SYSTEM OF FERTILIZERS

V. V. Ivanina, I. A. Pavuk, G. M. Mazur

**Annotation.** *The purpose of the research is learning an efficiency of conventional and alternative systems of fertilizers in increasing sugar beet productivity. In process of investigation it was used field and laboratory methods with mathematical processing of the results. With the lack of the manure production, the application of N90P60K90 + 5 t/ha of winter wheat straw + green manure for sugar beet growing provided the productivity of roots - 63.7 t/ha, sugar content – 17.6%, sugar harvest – 11.2 t/ha. Due to application of winter wheat straw and green mass of white mustard, the yield of roots increased in comparison with the fond N90P60K90 per 6.4 t/ha, the sugar harvest – per 1.2 t/ha. An alternative system of fertilizers with using winter wheat straw, green mass of white mustard together with the optimal dose of fertilizers (N90P60K90) is quite effective in increasing sugar beet productivity. With its application, the yield of roots increased in comparison with the control without fertilizers – per 23.8 t/ha, the sugar harvest – per 4.1 t/ha. The alternative system of fertilizers was somewhat inferior in efficiency to the application of N90P60K90 + 40 t/ha of manure, which creates prospects for further improvement in the set of optimization of the doses of fertilizers.*

**Keywords:** *system of fertilizers, sugar beet, productivity*

УДК 631.454

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ****С. І. МЕЛЬНИК**, доктор економічних наук,**О. В. НОВІЧКОВ, В. М. ПОЛУПАН, М. Г. ЛЕВЕНКО***Український інститут експертизи сортів рослин*

E-mail: sops@sops.gov.ua; alex.althea@gmail.com; uifpve@gmail.com;

marinalevenko1@ukr.net

**Анотація.** Мета – дослідження показників внесення добрив під сільськогосподарські культури та шляхів підвищення родючості ґрунтів. Методи: аналізу та синтезу, статистичний, порівняльної оцінки, графічний, агрохімічний, польових досліджень.

Проаналізовано сучасну ситуацію з використанням добрив у рослинницькій галузі. З'ясовано існуючі проблеми та причини, які призвели до скорочення показників внесення добрив на одиницю посівної площі. Україна є важливим гравцем на світовому аграрному ринку, маючи у своєму розпорядженні значні площі сільськогосподарських угідь та відмінні кліматичні умови для ведення землеробства. Однак зараз фактичні обсяги внесення в ґрунт мінеральних та органічних добрив помітно поступаються тим, що фіксувались в останні роки перед здобуттям незалежності. Це викликано, головним чином, системними кризовими явищами в аграрному секторі економіки України, які тривають донині. Запропоновано раціональніше використовувати наявні ресурси для збагачення ґрунту. Найбільш доцільним вважається внесення соломи, що допоможе підвищити показники урожайності сільськогосподарських культур. Вона не просто поповнює ґрунт поживними речовинами, а й поліпшує його структуру та фізичні властивості. При цьому варто уникати її спалювання на полях або використання з якоюсь іншою метою, адже тоді економічна ефективність таких заходів дуже низька або взагалі відсутня. Більше того, внаслідок дії високих температур під час процесу горіння завдається величезна шкода навколишньому середовищу. Дуже важливо вчасно попередити втрату родючості ґрунту, бо при постійній нестачі внесених добрив він невпинно стає менш придатним для сільськогосподарського використання.

В Україні поступово виснажуються ґрунти, все більші їх площі характеризуються збіднілим вмістом гумусу, фосфору і калію. Враховуючи те, що фінансові ресурси вітчизняних виробників для придбання необхідної кількості добрив сильно обмежені, запропоновано ефективніше використовувати побічну продукцію вирощування зернових культур – солому. В її складі містяться азот, фосфор, калій, багато мікроелементів, які при внесенні збагачують ґрунт. Ця інформація отримала підтвердження в

*існуючих результатах тематичних наукових досліджень. Зважаючи на нинішні високі врожаї зерна в Україні, використання соломи має стати найбільш ефективним та оптимальним заходом збереження високої природної родючості українських ґрунтів у найближчій перспективі.*

**Ключові слова:** рілля, ґрунт, гумус, добрива, солома, ефективність

**Актуальність.** Україна належить до числа провідних аграрних держав світу. Маючи сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування рослинницької продукції, ми не лише забезпечуємо потреби внутрішнього ринку, а й демонструємо хороші показники експорту. Наша країна займає друге місце за площею сільськогосподарських угідь та ріллі серед європейських країн. Визначальним ресурсом для вітчизняного землеробства є ґрунти (в першу чергу, чорноземи), які характеризуються найвищою родючістю. Площі українських чорноземів є одними з найбільших у світі.

Разом з тим існують проблеми з родючістю ґрунту, наслідком яких стає поступове скорочення площ ґрунтів з високим вмістом гумусу, а також фосфору і калію. Одночасно збільшуються площі ґрунтів з невисоким рівнем забезпеченості цими речовинами. За орієнтовними оцінками, з початку незалежності України загальна площа збіднілих на поживні речовини ґрунтів складає сотні тисяч гектарів. Варто зазначити, що вітчизняна та зарубіжна наука накопичили вагомі теоретичні знання та практичний досвід щодо внесення органічних та неорганічних добрив у ґрунт для відновлення його природних властивостей та збагачення поживними речовинами.

Проблемам покращення родючості ґрунтів шляхом внесення різних видів добрив присвячені тематичні публікації вітчизняних та зарубіжних вчених.

**Мета досліджень** – аналіз ситуації із застосуванням органічних та мінеральних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур, встановлення оптимального балансу між екологічністю внесених добрив та збільшенням показників продуктивності ґрунту.

**Матеріали та методика досліджень.** У процесі підготовки статті були використані дані Державної служби статистики за 2012 – 2016 рр. по

фактичному внесенню мінеральних та органічних добрив під урожай сільськогосподарських культур. Для опису переваг і недоліків різних способів використання органічних добрив взято інформацію з актуальних публікацій, що стосуються висвітлення цих питань. При проведенні даного дослідження основними використаними методами стали аналіз і синтез, статистичний, порівняльна оцінка, графічний, агрохімічний, польових досліджень.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Нестабільна ситуація в цілому у вітчизняній економіці та її аграрному секторі призводять до виробництва недостатньої кількості мінеральних добрив. Зростає залежність України від їх імпорту, а після останньої девальвації гривні для вітчизняних фермерів цей товар стає все дорожчим. За підсумками 2016 року ми увійшли до числа двадцяти країн з найбільшими обсягами імпорту добрив [1]. Між тим гостро стоїть питання збереження та відновлення родючості ґрунтів, тому що максимальну ефективність аграрного виробництва можна забезпечити лише шляхом раціонального використання навколишнього середовища, науково-обґрунтованого внесення добрив та використання побічної продукції рослинництва. В результаті здійснення сільськогосподарського виробництва порушилася структура і змінилися типові властивості українських чорноземів [2]. За останні роки в Україні фіксуються низькі рівні внесення органічних та мінеральних добрив під посіви сільськогосподарських культур [3]. Так, у 2016 році було внесено 0,5 т/га органічних добрив, цей показник залишається практично незмінним. А мінеральні добрива минулого року вносились у кількості 96 кг/га, їх використання має тенденцію до поступового зростання (рис. 1). Якщо порівнювати ці цифри з тими, які мали місце перед здобуттям Україною незалежності, буде помітна суттєва різниця: мінеральні добрива тоді вносились у кількості до 150 кг/га, а органічні – близько 10 т/га. Для органічних добрив цей показник був цілком достатнім, щоб повністю відтворювати гумус [4]. Тобто, набагато відчутнішим виявилось зменшення внесених обсягів органічних добрив (майже у 20 разів). Головною причиною такого різкого падіння стало значне зменшення поголів'я великої рогатої худоби і свиней.



**Рис. 1. Внесення добрив під посіви сільськогосподарських культур**

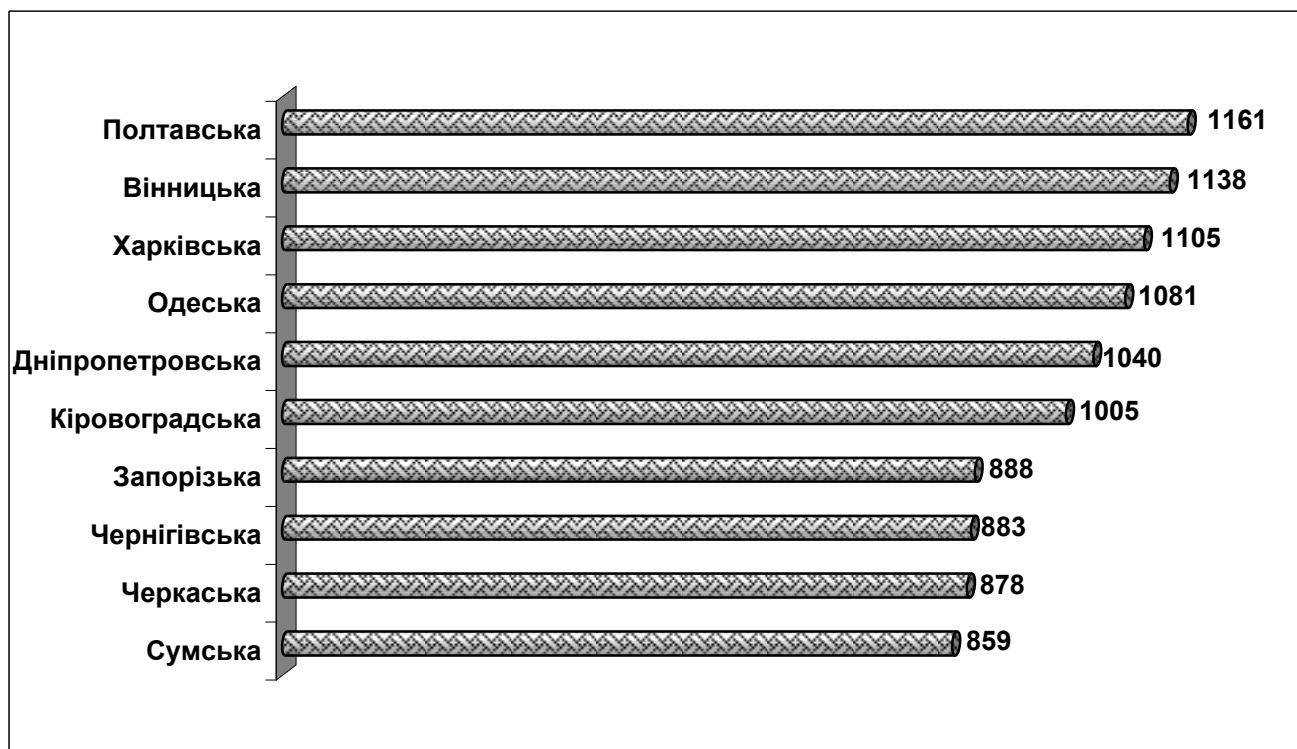
Мінеральних добрив у 2016 році найбільше вносилося під картоплю (319 кг/га, у поживних речовинах), цукрові буряки (265 кг/га), ріпак (163 кг/га), а серед зернових культур – під кукурудзу на зерно (130 кг/га) та пшеницю (114 кг/га). В той же час найвищими показниками внесення органічних добрив характеризувались кукурудза на силос і зелений корм (7,0 т/га, у натуральному вираженні), цукрові буряки (3,4 т/га) і картопля (1,9 т/га). Під зернові культури в середньому вносилося 0,4 т/га органічних добрив [3].

Загалом у 2016 році було внесено 17244 тис ц мінеральних добрив, що на 22 % більше, ніж у 2015 році. Найвищі показники зафіксовані у Вінницькій (1410 тис ц), Чернігівській (1254), Полтавській (1151), Сумській (1134), Одеській (1131), Харківській (1111) та Хмельницькій (1063 тис ц) областях. Внесення органічних добрив в Україні за минулий рік становило 9132,5 тис тонн, зменшившись на 5 % у порівнянні з 2015 роком. Серед усіх областей за обсягами внесення лідирують Полтавська (1260 тис т), Черкаська (1130 тис т) та Київська (1006 тис т).

Варто зазначити, що набагато більше площ сільськогосподарських культур в Україні удобрюються мінеральними добривами, ніж органічними. За

Мельник С. І., Новічков О. В., Полупан В. М., Левенко М. Г.

2016 рік мінеральні добрива були внесені на 15638 тис га, а органічні – на 476 тис га [3]. В десяти областях України (Полтавській, Вінницькій, Харківській, Одеській, Дніпропетровській, Кіровоградській, Запорізькій, Чернігівській, Черкаській та Сумській) зосереджено понад 60 % усіх площ, на яких вносились добрива (рис. 2).



**Рис. 2. Области з найбільшою площею внесення мінеральних та органічних добрив у 2016 році, тис га**

Варіантом вирішення проблеми насичення ґрунту органікою може стати удобрення соломою. Враховуючи, що зараз обсяги виробництва зернових культур в Україні регулярно перевищують 60 млн т, приблизно стільки ж побічної продукції може бути використано. Природньо, що солома, як і інша побічна продукція, не може зрівнятися із застосуванням гною, однак це основний та найбільш зручний спосіб компенсувати його нестачу. Якщо заорювати солому і одночасно внести 10-15 кг/га азотних добрив, то вдасться досягти позитивного ефекту для підвищення родючості. У складі соломи в середньому знаходиться більше 1 % калію, 0,5 % азоту, 0,25 % фосфору, а також сірка, кальцій, магній, різні мікроелементи (бор, мідь, марганець, цинк та ін.). При середній урожайності зернових на теперішньому рівні (40 ц/га) з

соломою в ґрунт надійде приблизно 40 кг калію, 20 кг азоту та 10 кг фосфору [5].

Внесення соломи однозначно чинить позитивний вплив на структуру ґрунту. Її складові (зокрема, пектин, цукрові кислоти, пентози), які просто розкладаються, зв'язують та цементують елементи ґрунту. Відносно висока концентрація названих сполук (близько 30 %) сприяє набуттю ґрунтом характерної структури. Це має значну важливість, адже ущільнення ґрунту, яке вже спостерігається на великих територіях, викликає його фізичну деградацію. Також позитивним моментом є зменшення необхідності додаткового застосування сільськогосподарських машин і обладнання, що, крім зменшення ущільнення, економить трудові та матеріальні ресурси.

У разі правильного дотримання всіх технологічних вимог до свіозмін і вирощування сільськогосподарських культур, удобрення соломою поліпшує багато таких властивостей ґрунту як водопроникність, водоутримуюча здатність, шпаруватість, ступінь фільтрації та газообмін. Крім того, гальмуються ерозійні процеси, рослинними рештками вбирається кінетична енергія дощових крапель, таким чином запобігаючи запливанню ґрунту і утворенню поверхневої кірки. Систематичне внесення соломи стимулює природну життєдіяльність мікрофлори ґрунту, інтенсивність її дихання, що в підсумку покращує його поживний режим. Періодичне внесення соломи разом з азотними добривами здатне збільшити врожайність вирощуваних культур до 10 %.

З іншого боку, можна констатувати, що широко розповсюдженим є також спалювання соломи на полях, яке здійснюється, крім іншого, для боротьби з хворобами рослин. Проте його негативні наслідки значно відчутніші, бо спалювання соломи завдає суттєвої шкоди екосистемі, адже призводить до:

- знищення і переродження органічної речовини ґрунту під впливом високих температур;
- знищення залишків стерні як органічного добрива і джерела органічних речовин для ґрунту;

- посилення різних видів ерозійної небезпеки;
- знищення природної фауни ґрунту і ґрунтового мікробіологічного середовища;
- забруднення повітря продуктами горіння та втрати кисню.

Отримані вченими результати досліджень при спалювання соломи є дуже красномовними. 1 м<sup>2</sup> соломи згорає за 30-40 сек. На поверхні ґрунту температура становить 360 °С, на глибині 5 см – біля 50 °С, а смертельною для усіх організмів, що формують ґрунт, є температура у 40 °С [6]. Найбільшу шкоду приносить спалювання у безвітряну погоду або за слабого вітру, коли ґрунт прогрівається на глибину 50 см. Встановлено, що в цьому разі втрачається гумус. Якщо спалити 1 т соломи на гектарі, де вміст гумусу становить 1-2 %, втрати його становитимуть 100-200 кг/га, а за вмісту на рівні 3-4 % – відповідно 300-400 кг. Чим більшими будуть обсяги спаленої соломи на 1 га, тим більше втрачатиметься гумусу. У разі заорювання соломи у ґрунт 20 % її гуміфікується, тому ця частка гумусу за спалювання вже не відтворюється.

Іншим відомим та малоефективним способом використання соломи є її застосування у якості джерела теплової енергії. Набувають популярності кампанії, що мають на меті переконати у доцільності заміни дорогих енергоносіїв соломною для потреб промисловості та населення. Наводяться приклади успішності використання соломи як джерела енергії в розвинутих країнах світу. Однак там відсутня проблема недостатнього внесення добрив та гострого дефіциту гумусу і поживних речовин. Тому в економіці мають бути правильно розставлені пріоритети. Оскільки солома є побічною продукцією рослинницької галузі, вона повинна, в першу чергу, використовуватись на потреби сільського господарства, зокрема як добриво для утворення гумусу і підтримання родючості ґрунтів [7]. Існуючі на сьогоднішній день дослідження довели фактично дворазове перевищення економічної ефективності від використання побічної рослинницької продукції за удобрення ґрунту в порівнянні з її спалюванням для отримання теплової енергії.

Очевидно, що така властивість ґрунту, як родючість, не може постійно знаходитись на одному рівні, з часом вона втрачається, тому в підсумку існує небезпека появи деградованих земель, відновлення родючості яких буде проблемним. Заорювання соломи є одним з заходів, що збагачує ґрунт органікою та позитивно впливає на урожайність. Негативні наслідки та збитки, які завдаються спалюванням соломи, роками завдають непоправної шкоди навколишньому середовищу та аграрній галузі. Якщо солома є, власне, відновлюваним ресурсом, то ґрунт такої здатності не має, поступово виснажуючись і втрачаючи родючість, особливо при нераціональному використанні побічної рослинницької продукції. Таким чином, у нинішніх умовах застосування соломи як органічного добрива є найбільш доступним і раціональним рішенням, актуальним, малозатратним і практично доступним способом підвищити показники родючості ґрунту та урожайності сільськогосподарських культур.

**Висновки.** Україна має одні з найбільших у світі запасів чорноземів, завдяки чому займає провідні місця у виробництві та експорті сільськогосподарських культур. Тривалий час їхня родючість підтримувалась завдяки дотриманню норм по внесенню добрив. Однак зараз родючість українських ґрунтів постійно знижується як через нераціональне використання, так і за рахунок недостатнього внесення органічних та мінеральних добрив. Проблема збагачення ґрунту поживними речовинами може бути максимально швидко вирішена за рахунок широкого використання побічної продукції рослинництва. Цей простий, але достатньо ефективний спосіб отримав багато позитивних відгуків, підтверджених науковими результатами. Внесення соломи в ґрунт збільшує вміст у ньому поживних речовин, покращує інші його якісні характеристики. Разом з тим, розповсюдженими є й інші способи використання соломи, пов'язані з її спалюванням. Крім низької ефективності, вони значно погіршують стан ґрунту, шкодять його родючості та погіршують екологічну ситуацію. Важливо лише правильно скористатись накопиченими знаннями і

максимізувати позитивний ефект від використання органічних відходів, яких достатньо у нашому розпорядженні.

### Список літератури

1. Найбільші країни-імпортери добрив [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.trademap.org/tradestat/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=1|||31||2|1|1|2|1|2|1|1](http://www.trademap.org/tradestat/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1|||31||2|1|1|2|1|2|1|1)
2. Позняк С. П. Чорноземи України: географія, генеза і сучасний стан / С. П. Позняк // Український географічний журнал. – 2016. – № 1. – С. 9-13.
3. Статистичний збірник «Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай сільськогосподарських культур» за 2016 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
4. Іван Шувар. Про родючість ґрунту треба дбати постійно [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/694-pro-rodichist-runtu-treba-dbaty-postiino.html>
5. Чи варто проводити удобрення соломою [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eko-bio-tex.com/ua/2016/11/12/чи-варто-проводити-удобрєння-соломою/>
6. Агролайфхак: про шкоду від спалювання соломи та інші способи її застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroreview.com/news/ahrolajfhak-pro-shkodu-vid-spalyuvannya-solomy-ta-inshi-sposoby-yiyi-zastosuvannya>
7. Straw covering on soil can increase crop yields and improve the efficiency of water use [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/straw\\_covering\\_on\\_soil\\_can\\_increase\\_crop\\_yields\\_and\\_improve\\_the\\_efficiency\\_of\\_water\\_use\\_52si11\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/straw_covering_on_soil_can_increase_crop_yields_and_improve_the_efficiency_of_water_use_52si11_en.pdf)

### References

1. *Naybilshi krayiny-importery dobryv* [Major fertilizers importing countries]. (2017). Available at: [http://www.trademap.org/tradestat/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=1|||31||2|1|1|2|1|2|1|1](http://www.trademap.org/tradestat/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1|||31||2|1|1|2|1|2|1|1)
2. Poznyak S. P. (2016). Chernozem of Ukraine: geography, genesis and current situation. *Ukrayins'kyy heohrafichnyy zhurnal* [Ukrainian Geographical Journal], 1, 9-13. [in Ukrainian]
3. *Statystychnyy zbirnyk «Vnesennya mineral'nykh ta orhanichnykh dobryv pid urozhay sil's'kohospodars'kykh kul'tur» za 2016 rik* [Using mineral and organic fertilizers for the agricultural crops in 2016]. (2017). Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian]

4. Ivan Shuvar. (2011). *Pro rodyuchist' hruntu treba dbaty postiyyno* [Fertility of the soil must be provided constantly]. Retrieved from <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/694-pro-rodychist-runtu-treba-dbaty-postiino.html> [in Ukrainian]

5. *Chy varto provodyty udobrennya solomoyu* [How effective to fertilize with straw]. (2016). Retrieved from <http://eko-bio-tex.com/ua/2016/11/12/чи-варто-проводити-удобрення-соломою/> [in Ukrainian]

6. *Ahrolayfkhak: pro shkodу vid spalyuvannya solomy ta inshi sposoby yiyi zastosuvannya* [Agrolifehack: damage caused by the burning of straw and other ways of its using]. (2017). Retrieved from <https://agroreview.com/news/ahrolajfhak-pro-shkodу-vid-spalyuvannya-solomy-ta-inshi-sposoby-yiyi-zastosuvannya> [in Ukrainian]

7. Straw covering on soil can increase crop yields and improve the efficiency of water use. (2015). Retrieved from [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/straw\\_covering\\_on\\_soil\\_can\\_increase\\_crop\\_yields\\_and\\_improve\\_the\\_efficiency\\_of\\_water\\_use\\_52si11\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/straw_covering_on_soil_can_increase_crop_yields_and_improve_the_efficiency_of_water_use_52si11_en.pdf)

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

С. И. Мельник, А. В. Новичков, В. М. Полупан, М. Г. Левенко

**Аннотация.** Цель – исследование показателей внесения удобрений под сельскохозяйственные культуры и путей повышения плодородия почв. Методы: анализа и синтеза, статистический, сравнительной оценки, графический, агрохимический, полевых исследований.

Проанализирована современная ситуация с использованием удобрений в растениеводческой отрасли. Выявлены существующие проблемы и причины, которые привели к сокращению показателей внесения удобрений на единицу посевной площади. Украина является важным игроком на мировом аграрном рынке, имея в своем распоряжении значительные площади сельскохозяйственных угодий и отличные климатические условия для ведения сельского хозяйства. Однако сейчас фактические объемы внесения в почву минеральных и органических удобрений заметно уступают тем, что фиксировались в последние годы перед обретением независимости. Это вызвано, главным образом, системными кризисными явлениями в аграрном секторе экономики Украины, которые продолжаются по сей день. Предложено более рационально использовать имеющиеся ресурсы для обогащения почвы. Наиболее целесообразным считается внесение соломы, что поможет повысить показатели урожайности сельскохозяйственных культур. Она не просто пополняет почву питательными веществами, но и улучшает ее структуру и физические свойства. При этом следует избегать ее сжигания на

полях или использования с какой-то другой целью, ведь тогда экономическая эффективность таких мероприятий очень низкая или вообще отсутствует. Более того, в результате воздействия высоких температур во время процесса горения наносится огромный вред окружающей среде. Очень важно вовремя предупредить потерю плодородия почвы, так как при постоянной нехватке внесенных удобрений она постоянно становится менее пригодной для сельскохозяйственного использования.

В Украине постепенно истощаются почвы, все больше их площадей характеризуются обедненным содержанием гумуса, фосфора и калия. Учитывая, что финансовые ресурсы отечественных производителей для приобретения необходимого количества удобрений сильно ограничены, предложено эффективнее использовать побочную продукцию выращивания зерновых культур – солому. В ее составе содержатся азот, фосфор, калий, много микроэлементов, которые при внесении обогащают почву. Эта информация получила подтверждение в существующих результатах тематических научных исследований. Учитывая нынешние высокие урожаи зерна в Украине, использование соломы должно стать наиболее эффективным и оптимальным мероприятием для сохранения высокого естественного плодородия украинских грунтов в ближайшей перспективе.

**Ключевые слова:** пашня, почва, гумус, удобрения, солома, эффективность

## INCREASE THE EFFICIENCY OF ORGANIC FERTILIZERS

S. I. Melnyk, O. V. Novichkov, V. M. Polupan, M. G. Levenko

**Abstract.** Purpose – research of fertilizers for agricultural crops and ways to improve soil fertility. Methods: analysis and synthesis, statistical, comparative evaluation, graphical, agrochemical, field research.

Analyzed the present situation with use fertilizers in the crop production. The existing problems and reasons that led to reduction of fertilizer using per unit of sown area were found out. Ukraine is an important player in the global agrarian market, having large agricultural land and excellent climatic conditions for farming. However, now the actual volumes of mineral and organic fertilizers entering into the soil considerably inferior to what was recorded in recent years before independence. This is mainly due to systemic crisis phenomena in the agrarian sector of the Ukrainian economy, which continues up to the present. It is suggested rational use of available resources for soil enrichment. The most reasonable is to use the straw, which will help increase the yield of crops. It not only replenishes the soil with nutrients, but also improves its structure and physical properties. In this case, it should be avoided burning the straw on fields or use for some other purpose, because then the economic efficiency of such measures is very low or none at all. Moreover, as a result of the high temperatures, the burning process causes enormous damage to

*the environment. It is very important to prevent the loss of soil fertility, because with the shortage of fertilizers it constantly becomes less suitable for agricultural use.*

*Soils are gradually depleting in Ukraine, and their larger areas are characterized by impoverished humus, phosphorus and potassium. Taking into account that financial resources of domestic producers for purchasing the required amount of fertilizers are very limited, it is proposed to use more efficiently the by-products of growing cereal crops - straw. It contains nitrogen, phosphorus, potassium, and many microelements which enrich the soil. This information was confirmed in the current results of thematic research. Given the current high cereals production in Ukraine, the use of straw should be the most effective and optimal measure to maintain the high natural fertility of Ukrainian soils in the near future.*

**Keywords:** *arable land, soil, humus, fertilizers, straw, efficiency*

УДК:635.21:631.5:581.132

## ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ

**Р. О. М'ЯЛКОВСЬКИЙ**, канд. с.-г. наук, докторант

*Подільський державний аграрно-технічний університет*

E-mail: ruslanmialkovskui@i.ua

**Анотація.** Досліджено вплив елементів інтенсивної технології вирощування картоплі, зокрема вивчення впливу сучасних різних за стиглістю сортів картоплі, строків садіння та глибини загортання бульб на фотосинтетичну діяльність рослин картоплі в умовах Правобережного Лісостепу України.

Встановлено, що найшвидші темпи формування площі листкової поверхні в усі роки наших досліджень на початку вегетації мали місце у ранньостиглих сортів Диво, Легенда і Малинська біла, повільніші у пізньостиглих сортів Оксамит, Алладін і Дар. У більш пізні строки вегетації швидкість росту визначалась не тільки групою стиглості сорту, а й строками садіння та глибиною загортання бульб. На формування розміру фотосинтетичного потенціалу вирішальний вплив мають не біологічні особливості сорту, а умови росту і розвитку рослин. В середньому за шість років досліджень у варіанті другого строку садіння 03-05.05 з глибиною загортання бульб 6-8 см максимальне значення фотосинтетичного потенціалу було 2,2 млн м<sup>2</sup>/га у сорту Легенда. На формування величини цього показника продуктивності рослин більший вплив мали строки садіння та глибина загортання бульб, ніж біологічні особливості сорту. Так, найменший фотосинтетичний потенціал відмічено у варіантах третього строку сівби (13-15.05) з глибиною загортання 10-12 см. Також, слід відмітити, що максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу у рослин картоплі 8,3 г/м<sup>2</sup> на добу спостерігались у сорту Слов'янка першого строку садіння 23-25.04 з глибиною загортання бульб 6-8 см. У інших досліджуваних варіантах чиста продуктивність фотосинтезу становила – 6,9-8,1 г/м<sup>2</sup> за добу.

**Ключові слова:** картопля, сорт, строки садіння, глибина загортання бульб, фаза, динаміка

**Актуальність.** Продукційний процес рослин складається із фотосинтезу та процесів перетворення й використання продуктів та енергії фотосинтетичного походження на дихання, біосинтез, ріст і розвиток рослинного організму. Завдання отримати найбільшу кількість органічної речовини полягає в тому, щоб створити фотосинтезуючі системи, які б забезпечили найбільш ефективне

використання енергії фотосинтетично активної радіації (ФАР) на утворення продуктів фотосинтезу та раціонального використання їх у процесах росту, розвитку й формування продуктивності сільськогосподарських культур [6].

Тому програмою наших досліджень із метою виявлення залежностей формування фотосинтетичного апарату картоплі впродовж вегетаційного періоду було передбачено визначення таких показників фотосинтетичної діяльності рослин як площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чисту продуктивність фотосинтезу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Уже відомо, що 90-95 % сухої речовини врожаю культурних рослин створюється за рахунок фотосинтезу, який проходить у листках, де під впливом засвоюваної сонячної енергії з вуглекислого газу та води створюються речовини, що становлять основну і найбільш цінну частину врожаю. У зв'язку з цим урожайність сільськогосподарських культур у значній мірі залежить від динаміки наростання площі листків рослин та інтенсивності їх роботи впродовж вегетаційного періоду. Площа листової поверхні є досить змінною величиною, на формування якої істотно впливають умови вологозабезпечення, мінерального живлення та інші технологічні прийоми вирощування [7]

Суша речовина картоплі складається з 95 % органічних сполук, що утворюються у процесі фотосинтезу та 5 % мінеральних солей, поглинутих кореневою системою із ґрунту. Фотосинтетична діяльність визначає продуктивність рослини. За високих врожаїв бульб (40-45 т/га) картопля засвоює за добу до 300 кг/га вуглекислого газу, а чиста продуктивність фотосинтезу складає, в середньому, 3,8-7,0 г/м<sup>2</sup> сухої речовини [5].

Основним органом фотосинтезу рослин є зелене листя, тому основну увагу за вирощування картоплі слід приділяти формуванню оптимальної площі листової поверхні. У районах традиційного вирощування картоплі встановлено, що оптимальною площею листя є 40-45 тис м<sup>2</sup>/га. Подальше підвищення її не тільки не призводить до зростання продуктивності насаджень,

але і до недобору врожаю, внаслідок сильнішого пригнічення таких посівів ґрунтовою і повітряною посухою [3].

Ільчук Р. В., Завірюха П. Д. вважають, що у посівах картоплі важливо формувати таку листову поверхню, і такий листовий індекс, щоб освітлення листків всієї рослини було достатнім для високої інтенсивності і продуктивності фотосинтезу. Вони підтверджують, що оптимальний середній розмір листової поверхні однієї рослини дорівнює  $1,15 \text{ м}^2$ , що еквівалентно 35600 рослин на 1 га посіву. Така площа листків досягається здебільшого перед цвітінням рослин [2].

Для отримання високої продуктивності рослин картоплі важливо мати оптимальну площу листової поверхні не тільки на період бутонізації-цвітіння, але і на більш пізні строки вегетації. Дуже важливо, щоб процес її проростання проходив інтенсивно в ранні строки першої половини вегетації, яка характеризується, як правило, більш сприятливими умовами сонячної інсоляції, тепловим і водним режимом ґрунту, на що впливають строки та глибина садіння бульб.

**Мета дослідження** – вивчення впливу сучасних різних за стиглістю сортів картоплі, строків садіння та глибини загортання бульб на фотосинтетичну діяльність рослин картоплі в умовах Правобережного Лісостепу України.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводились на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету протягом 2011 – 2016 рр.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, мало гумусний, середньо суглинковий на лесовидних суглинках. Уміст гумусу (за Тюрнімом) в шарі ґрунту 0-3 см становить 3,6-4,2 %. Уміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфілдом) становить 98-139 мг/кг (високий), рухомого фосфору (за Чіріковим) 143-185 мг/кг (високий) і обмінного калію (за Чіріковим) – 153-185 мг/кг ґрунту (високий). Сума увібраних основ коливається в межах 158-209 мг екв./кг. Гідролітична кислотність становить 17-22 мг екв./кг, ступінь насичення основами – 90 %.

Вивчення впливу різних за стиглістю сортів картоплі, строків та глибини загортання бульб на ріст і розвиток рослин картоплі.

Фактор А – сорти картоплі: середньоранні – Диво (контроль), Легенда, Малинська біла; середньостиглі – Віра, Слов'янка (контроль), Надійна; середньопізні – Оксамит (контроль), Алладін, Дар.

Фактор В – строк садіння бульб (тривалість світлового періоду доби/хвилин: I – 23-25.04 (585 хв, контроль), II – 03-05.05 (893 хв), III – 13-15.05 (924 хв).

Фактор С – глибина загортання бульб: 2-3 см, 6-8 см (контроль), 10-12 см.

Площа посівної ділянки 450 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили за методиками Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка., В. Ф. Мойсейченка [1, 4].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Як показали результати наших досліджень, показники листової поверхні рослин картоплі визначаються біологічними властивостями сорту, строками, глибиною загортання бульб, та погодними умовами періоду вегетації (табл. 1.).

### 1. Вплив сортів різних груп стиглості, строків та глибини загортання бульб картоплі на площу листової поверхні, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2011 – 2016 рр.)

| Строк садіння (фактор В) | Глибина загортання бульб, см (фактор С) | Сорти різних груп стиглості (фактор А) |         |                |                |                |         |               |         |      |
|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|---------|---------------|---------|------|
|                          |                                         | середньоранні                          |         |                | середньостиглі |                |         | середньопізні |         |      |
|                          |                                         | Диво (к)*                              | Легенда | Малинська біла | Віра           | Слов'янка (к)* | Надійна | Оксамит (к)*  | Алладін | Дар  |
| I<br>(23-25.04) (к)*     | 2-3                                     | 26,4                                   | 25,7    | 26,1           | 26,4           | 26,7           | 28,3    | 27,0          | 28,4    | 29,4 |
|                          | 6-8 (к)*                                | 27,3                                   | 24,3    | 25,7           | 26,3           | 27,3           | 29,4    | 28,3          | 27,3    | 28,7 |
|                          | 10-12                                   | 28,1                                   | 23,9    | 26,3           | 25,9           | 21,3           | 30,1    | 27,9          | 27,6    | 29,0 |
| II<br>(03-05.05)         | 2-3                                     | 26,9                                   | 26,0    | 25,4           | 24,9           | 28,4           | 29,4    | 28,4          | 27,9    | 30,1 |
|                          | 6-8 (к)*                                | 30,7                                   | 25,7    | 31,0           | 25,8           | 27,9           | 30,7    | 29,9          | 28,0    | 31,7 |
|                          | 10-12                                   | 28,4                                   | 24,3    | 25,3           | 24,6           | 26,3           | 30,3    | 28,3          | 28,1    | 30,0 |
| III<br>(13-15.05)        | 2-3                                     | 26,3                                   | 24,7    | 23,1           | 23,0           | 25,4           | 28,4    | 26,4          | 26,3    | 28,4 |
|                          | 6-8 (к)*                                | 25,4                                   | 23,2    | 24,3           | 23,3           | 24,8           | 27,3    | 27,1          | 26,7    | 27,3 |
|                          | 10-12                                   | 26,0                                   | 23,4    | 23,9           | 23,2           | 23,3           | 28,0    | 28,3          | 27,0    | 26,4 |

Примітка: (к)\* – контроль.

Строки садіння, маса бульб не мали однакового впливу на всі сорти. Для одного сорту вони були різними. Якщо порівняти темпи росту листків усіх сортів картоплі навіть за оптимального строку садіння і глибини загортання бульб за один рік, тоді в цьому випадку вони будуть різними. Це цілком можливо, якщо прийняти до уваги, що досліди, результати яких наведені, проводились за різних за роками погодно-кліматичних умов та з різними за стиглістю сортами груп картоплі, строками та глибиною загортання бульб.

Найшвидші темпи формування площі листової поверхні в усі роки наших досліджень на початку вегетації мали місце у ранньостиглих сортів Диво, Легенда і Малинська біла, повільніші у пізньостиглих сортів Оксамит, Алладін і Дар. У більш пізні строки вегетації швидкість росту визначалась не тільки групою стиглості сорту, а й строками садіння та глибиною загортання бульб.

У найбільш несприятливій за зволоженням для всіх сортів картоплі 2014 і 2015 роки листовий індекс рослин був набагато менший, в порівнянні з іншими роками досліджень. Проте, навіть в умовах цих років максимальна площа листків по кожному сорту відмічена в II (03-05.05) строку садіння з глибиною загортання бульб 6-8 см у середньоранніх Диво – 30,7 тис м<sup>2</sup>/га та Малинська біла – 31,0 тис м<sup>2</sup>/га.

На процес формування площі листової поверхні значно впливає забезпеченість рослин вологою, також температурним режимом ґрунту. Для оптимального росту і розвитку кожний орган рослин картоплі вимагає певних температур, що визначають строки садіння. Так, максимальна маса листків утворюється за температури +12-14 °С; стебел – +18 °С; в нічний час доби за температури +12°С утворюються тільки квіткові бруньки, а за температури +18 °С відбуваються лише цвітіння та утворення ягід.

Існують сортові особливості реагування картоплі на температурні умови: середньоранні сорти розвиваються за нижчих температур у порівнянні із середньопізними.

Важливим під час оцінки фотосинтетичної діяльності листків рослин картоплі є фотосинтетичний потенціал. Показник, який свідчить яка площа

листіків і протягом якого часу впливає на формування врожаю. Науковці вважають, що чим більший фотосинтетичний потенціал, тим вища урожайність, якщо водночас не спостерігається зменшення чистої продуктивності фотосинтезу. Це зменшення може викликатися взаємним затіненням листків однієї і тієї ж рослини, або однієї рослини іншою внаслідок інтенсивного росту із застосуванням строків садіння і глибини загортання бульб картоплі сортів різних груп стиглості.

За результатами експериментальних досліджень, було встановлено, що динаміка фотосинтетичного потенціалу у сортів картоплі різної стиглості подібна до тієї, за якою формується площа листової поверхні рослин (табл. 2.).

## 2. Вплив сортів різних груп стиглості, строків та глибини садіння бульб картоплі на фотосинтетичний потенціал рослин, млн. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2011 – 2016 рр.)

| Строк садіння (фактор В) | Глибина загортання бульб, см (фактор С) | Сорти різних груп стиглості (фактор А) |         |                |                |                |        |               |         |     |
|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|--------|---------------|---------|-----|
|                          |                                         | середньоранні                          |         |                | середньостиглі |                |        | середньопізні |         |     |
|                          |                                         | Диво (к)*                              | Легенда | Малинська біла | Віра           | Слов'янка (к)* | Надіна | Оксамит (к)*  | Алладин | Дар |
| І<br>(23-25.04)<br>(к)*  | 2-3                                     | 1,4                                    | 1,8     | 1,9            | 1,7            | 1,9            | 1,9    | 1,6           | 1,7     | 1,5 |
|                          | 6-8 (к)*                                | 1,8                                    | 1,9     | 1,9            | 1,8            | 1,6            | 1,8    | 1,7           | 1,4     | 1,6 |
|                          | 10-12                                   | 1,6                                    | 1,9     | 1,8            | 1,9            | 1,7            | 1,8    | 1,4           | 1,5     | 1,2 |
| ІІ<br>(03-05.05)         | 2-3                                     | 1,5                                    | 2,0     | 1,9            | 1,8            | 1,9            | 2,0    | 1,8           | 1,8     | 1,4 |
|                          | 6-8 (к)*                                | 1,8                                    | 2,2     | 1,6            | 1,9            | 1,9            | 2,1    | 1,7           | 1,4     | 1,5 |
|                          | 10-12                                   | 1,7                                    | 1,9     | 1,6            | 1,7            | 1,8            | 1,9    | 1,7           | 1,5     | 1,3 |
| ІІІ<br>(13-15.05)        | 2-3                                     | 1,4                                    | 1,7     | 1,4            | 1,8            | 1,7            | 1,8    | 1,4           | 1,6     | 1,8 |
|                          | 6-8 (к)*                                | 1,5                                    | 1,8     | 1,8            | 1,9            | 1,8            | 1,7    | 1,3           | 1,7     | 1,4 |
|                          | 10-12                                   | 1,3                                    | 1,7     | 1,9            | 1,9            | 1,6            | 1,9    | 1,5           | 1,7     | 1,3 |

Примітка: (к)\* – контроль.

На формування величини цього показника продуктивності рослин більший вплив мали строки садіння та глибина загортання бульб, ніж біологічні особливості сорту. Так, у 2014 і 2016 роках, які були посушливі, фотосинтетичний потенціал був найменшим у всіх сортів. У середньому за шість років досліджень у варіанті другого строку садіння 03-05.05 із глибиною

загортання бульб 6-8 см максимальне значення фотосинтетичного потенціалу було 2,2 млн м<sup>2</sup>/га у сорту Легенда.

Аналогічні показники впливу строків садіння і глибини загортання бульб на формування фотосинтетичного потенціалу отримано від інших сортів різної стиглості.

Однак, у загальному, найбільший позитивний вплив на формування фотосинтетичного потенціалу було поєднання строків садіння, глибини загортання бульб та сприятливих погодних умов.

Отже, на формування розміру фотосинтетичного потенціалу вирішальний вплив мають не біологічні особливості сорту, а умови росту і розвитку рослин. Так, фотосинтетична діяльність рослин сортів різних груп стиглості проходить за різних температурних умов (строків садіння), різної забезпеченості вологою ґрунту, інтенсивності та якості сонячної радіації.

Чиста продуктивність фотосинтезу – кількість сухої речовини, що синтезується одиницею площі листка за одиницю часу (добу). За оптимального фотосинтетичного потенціалу, у різних сортів чиста продуктивність фотосинтезу може бути різною. За оптимального фотосинтетичного потенціалу, чиста продуктивність фотосинтезу може забезпечити максимальну урожайність властиву конкретному сорту.

Величина чистої продуктивності фотосинтезу із сортів різних груп стиглості в наших дослідженнях, незалежно від строків садіння та глибини загортання бульб становила – 6,9-8,3 г/м<sup>2</sup> за добу (табл. 3.).

Також слід відмітити, що максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу у рослин картоплі 8,3 г/м<sup>2</sup> на добу спостерігались у сорту Слов'янка першого строку садіння 23-25.04 із глибиною загортання бульб 6-8 см. У інших досліджуваних варіантах чиста продуктивність фотосинтезу становила – 6,9-8,1 г/м<sup>2</sup> за добу. Від I строку садіння (23-25.04) у середньоранніх сортів чиста продуктивність фотосинтезу становила: сорту Диво за різної глибини загортання бульб – 7,2-7,8 г/м<sup>2</sup>, Легенда – 7,1-7,8 г/м<sup>2</sup>, Малинська біла – 6,9-7,3 г/м<sup>2</sup>, середньостиглих сортів: Віра – 7,5-8,1; Слов'янка

М'ялковський Р. О.

– 7,2-8,3 та Надійна – 7,4-7,9 г/м<sup>2</sup> за добу, середньопізніх сортів: Оксамит – 7,2-7,7, Алладін – 7,1-7,7 та Дар – 7,3-8,0 г/м<sup>2</sup> за добу.

### 3. Вплив сортів різних груп стиглості, строків та глибини садіння бульб картоплі на чисту продуктивність фотосинтезу, г/ м<sup>2</sup>/добу (середнє за 2011 – 2016 рр.)

| Строк садіння (фактор В) | Глибина загортання бульб, см (фактор С) | Сорти різних груп стиглості (фактор А) |         |                |                |                |         |               |         |     |
|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|---------|---------------|---------|-----|
|                          |                                         | середньоранні                          |         |                | середньостиглі |                |         | середньопізні |         |     |
|                          |                                         | Диво (к)*                              | Легенда | Малинська біла | Віра           | Слов'янка (к)* | Надійна | Оксамит (к)*  | Алладін | Дар |
| І<br>(23-25.04)          | 2-3                                     | 7,2                                    | 7,8     | 7,3            | 8,1            | 8,1            | 7,7     | 7,2           | 7,4     | 7,5 |
|                          | 6-8                                     | 7,4                                    | 7,3     | 6,9            | 7,8            | 8,3            | 7,9     | 7,4           | 7,7     | 7,3 |
|                          | 10-12                                   | 7,8                                    | 7,1     | 7,3            | 7,5            | 7,2            | 7,4     | 7,7           | 7,1     | 8,0 |
| ІІ<br>(03-05.05)         | 2-3                                     | 7,7                                    | 8,0     | 7,4            | 8,0            | 7,3            | 8,0     | 7,4           | 8,0     | 7,4 |
|                          | 6-8                                     | 7,9                                    | 7,4     | 7,9            | 7,7            | 7,5            | 8,1     | 7,3           | 8,1     | 7,5 |
|                          | 10-12                                   | 8,1                                    | 7,7     | 8,1            | 7,4            | 7,1            | 7,6     | 7,7           | 7,8     | 7,6 |
| ІІІ<br>(13-15.05)        | 2-3                                     | 7,4                                    | 8,1     | 7,3            | 8,1            | 7,8            | 7,9     | 7,3           | 7,4     | 7,6 |
|                          | 6-8                                     | 7,7                                    | 7,8     | 7,4            | 7,3            | 7,6            | 7,4     | 7,5           | 7,2     | 7,3 |
|                          | 10-12                                   | 7,2                                    | 7,3     | 7,2            | 7,8            | 7,9            | 7,3     | 7,8           | 7,7     | 7,9 |

Примітка: (к)\* – контроль.

Аналогічна тенденція спостерігалась і за ІІ (03-05.05) та ІІІ (13-15.05) строків садіння у сортів різної групи стиглості та глибини загортання бульб.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Отже, на формування фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу, значний вплив мають умови росту і розвитку рослин, строки садіння і глибина загортання бульб, дещо менший вплив біологічні особливості сорту. Регулювання величин фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу є одним із найбільш ефективних шляхів управління продуктивності рослин картоплі.

Тому, найважливішим завданням на перспективу є зростання врожайності бульб картоплі на основі удосконалення сортових технологій її вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

### Список літератури

1. Бондаренко Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. – Х. : Основа, 2001. – 370 с.
2. Ільчук, Р. В. Асиміляційна поверхня і урожайність картоплі залежно від строків садіння, рівнів живлення та групи стиглості сортів / Р. В. Ільчук, П. Д. Завірюха // Вісник Львівського національного аграрного університету. – Л.: Агрономія. – 2012. – № 16(1). – С. 254-258.
3. Кучко А. А. Фізіологія та біохімія картоплі / А. А. Кучко, М. Ю. Власенко, В. М. Мицько. – К.: Довіра, 1998. – 335 с.
4. Моисейченко В. Ф. Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко, М. Ф. Трифонова, А. Х. Завирюха. – М. : Колос, 1996. – 336 с.
5. Мокроносов А. Т. Фотосинтез картофеля / А. Т. Мокроносов // Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд. МГУ, 1971. – С. 46-52.
6. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность и пути повышения её продуктивности / А. А. Ничипорович. – В сб.: Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М. : Наука, 1972. – С. 12–16.
7. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / [А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, С. Н. Чмора, М. П. Власова]. – М. : Изд. АН СССР, 1961. – 136 с.

### References

1. Bondarenko H. L. Metodyka doslidnoji spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi / H. L. Bondarenko, K. I. Yakovenko. – Kh. : Osnova, 2001. – 370 s.
2. Il'chuk R. V. Asymiliatsijna poverkhnja i urozhajnist kartopli zalezchno vid strokiv sadinnja, rivniv zhyvlennja ta hrupy styhlosti sortiv / R. V. Il'chuk, P. D. Zavirjukha // Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. – L.: Ahronomija. – 2012. – № 16(1). – S. 254-258.
3. Kuchko A. A. Fiziologhija ta biokhimija kartopli / A. A. Kuchko, M. Ju. Vlasenko, V. M. Mytsko. – K.: Dovira, 1998. – 335 s.
4. Moyseychenko V. F. Osnovy nauchnykh issledovanij v ahronomiji / V. F. Moyseychenko, M. F. Tryfonova, A. Kh. Zavirjukha. – M. : Kolos, 1996. – 336 s.
5. Mokronosov A. T. Fotosyntezy kartofelja / A. T. Mokronosov // Fiziologhija sel'skokhoziajstvennykh rasteniji. – M.: Izd. MHU, 1971. – S. 46-52.
6. Nychyporovyh A. A. Fotosynteticheskaja dejatel'nost' i puti povyshenija eje produktivnosti / A. A. Nychyporovyh. – V sb.: Teoreticheskije osnovy fotosinteticheskoy produktivnosti. – M. : Nauka, 1972. – S. 12–16.
7. Fotosinteticheskaja dejatel'nost' rastenij v posevakh / [A. A. Nychyporovyh, L. E. Strohanova, S. N. Chmora, M. P. Vlasova]. – M. : Izd. AN SSSR, 1961. – 136 s.

# ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ Р. А. МЯЛКОВСКИЙ

**Аннотация.** Исследовано влияние элементов интенсивной технологии выращивания картофеля, в частности, изучение влияния современных разных по спелости сортов картофеля, сроков посадки и глубины заделки клубней на фотосинтетическую деятельность растений картофеля в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Установлено, что быстрые темпы формирования площади листовой поверхности во все годы наших исследований в начале вегетации имели место у раннеспелых сортов Диво, Легенда и Малинская белая, медленнее у позднеспелых сортов Оксамыт, Алладин и Дар. В более поздние сроки вегетации скорость роста определялась не только группой спелости сорта, но и сроками посадки и глубиной заделки клубней. На формирование размера фотосинтетического потенциала решающее влияние имеют не биологические особенности сорта, а условия роста и развития растений. В среднем за шесть лет исследований в варианте второго срока посадки 03-05.05 с глубиной заделки клубней 6-8 см максимальное значение фотосинтетического потенциала было 2,2 млн. м<sup>2</sup>/га у сорта Легенда. На формирование величины этого показателя продуктивности растений большое влияние имели сроки посадки и глубина заделки клубней, чем биологические особенности сорта. Так, наименьший фотосинтетический потенциал отмечено в вариантах третьего срока сева (13-15.05) с глубиной заделки 10-12 см. Также, следует отметить, что максимальные показатели чистой продуктивности фотосинтеза у растений картофеля 8,3 г/м<sup>2</sup> в сутки наблюдались у сорта Славянка первого срока посадки 23-25.04 с глубиной заделки клубней 6-8 см. В других исследуемых вариантах чистая продуктивность фотосинтеза составляла – 6,9-8,1 г/м<sup>2</sup> в сутки.

**Ключевые слова:** картофель, сорт, сроки посадки, глубина заделки клубней, фаза, динамика

## PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF POTATO PLANTS DEPENDING ON TECHNOLOGICAL GROWING METHODS R. Mialkovskyi

**Abstract.** It has been studied the influence of elements of intensive potato cultivation technology, in particular, the influence of modern varieties on the ripeness of potato varieties, terms of seeding and depth of tubers planting on the photosynthetic activity of potato plants under the conditions of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine.

It has been found that the fastest rate of formation of leaf surface in all the years of our research in the early growing season occurred in the early-ripe varieties Dyvo, Legend and Malynska white, slower in late-ripe varieties Oksamyt, Alladin and Dar. In

later periods of vegetation, the growth rate was determined not only by the group of ripeness of the variety, but also by the terms of planting and the depth of tubers planting. The formation of the size of the photosynthetic potential has a decisive influence not on the biological characteristics of the variety, but on the conditions of plant growth and development. On average, over six years of research in the second-year plan of 03-05.05, with a depth of 6 to 8 cm of tubers, the maximum value of photosynthetic potential was 2.2 million  $\text{m}^2/\text{ha}$  in the Legend variety. The formation of the value of this indicator of plant productivity had a greater impact on the terms of seeding and the depth of tubers planting than on the biological characteristics of the variety. Thus, the smallest photosynthetic potential is noted in variants of the third sowing date (13-15.05) with a depth of wrapping of 10-12 cm. Also, it should be noted that the maximum values of net productivity of photosynthesis in potato plants 8.3  $\text{g}/\text{m}^2$  per day were observed in a variety Slavyanka first term of planting 23-25.04 with the depth of tubers wrapping 6-8 cm. In other studied variants, the net productivity of photosynthesis amounted to 6.9-8.1  $\text{g}/\text{m}^2$  per day.

**Keywords:** potato, variety, terms of planting, depth of tubers wrapping, phase, dynamics

УДК 637.513.05:598.261.7:636.087.74

**ПОКАЗНИКИ ЗАБОЮ ПЕРЕПЕЛІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ  
КОМБІКОРМІВ З РІЗНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ МЕТІОНІНУ****М. Ю. СИЧОВ**, доктор сільськогосподарських наук, професор,**Ю. В. ПОЗНЯКОВСЬКИЙ**, кандидат сільськогосподарських наук,**М. І. ГОЛУБЄВ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,**К. І. МАХНО**, кандидат сільськогосподарських наук,**Т. А. ГОЛУБЄВА**, кандидат сільськогосподарських наук,**А. М. ЩЕРБИНА***Національний університет біоресурсів і природокористування України**E-mail: sychov@ukr.net, yuriy\_pozniakovskiy@ukr.net, m.holubiev@gmail.com,**makhnokostia@gmail.com, golubeva.nubip@gmail.com*

**Анотація.** Дослідження проведено в умовах експериментальної бази проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин і технології кормів ім. П. Д. Пищеничного НУБіП України на перепелах породи фараон. Дослід проводився за методом груп-аналогів. У добовому віці було відібрано по 100 голів перепелів у кожну групу. Було сформовано 3 групи – одну контрольну і дві дослідні. При підборі аналогів враховувалися порода, вік і жива маса.

Вивчено вплив використання різних джерел метіоніну (DL-метіонін, L-метіонін та МНА) в комбікормах забійні якості молодняку перепелів. Встановлено, що використання комбікорму з оптимальним джерелом метіоніну сприяє покращенню показників забою молодняку перепелів.

Встановлено, що згодовування комбікормів з L-метіоніном сприяє збільшенню маси непатраної, напівпатраної і патраної тушки на 12,5 (6,2 %), 12,5 (6,2 %) та 10,5 г (6,4 %), збільшує маси грудних м'язів та м'язів задніх кінцівок на 7,37 і 6,49 г (18,2 % і 24,5 %), а печінки на 0,94 г.

**Ключові слова:** перепели, метіонін, комбікорм, показники забою

**Актуальність.** Метіонін є однією з незамінних амінокислот в годівлі свиней та птиці і є першою лімітуючою амінокислотою в раціонах для птиці. Фахівці з годівлі можуть компенсувати потреби тварин у метіоніні декількома способами: введенням в раціон сировини з високим вмістом даної амінокислоти або додаванням синтетичних препаратів амінокислот. За даними Lemme [6]

потреба в метіоніні на рівні 0,1 % може бути задоволена шляхом додавання в раціон 16 % соєвого шроту, 5,6 % рибного борошна або 0,1 % синтетичного DL-метіоніну (DLM). Задоволення потреби тварин у метіоніні за рахунок додавання в раціон його синтетичного препарату є найбільш економічним і раціональним рішенням, оскільки дозволяє уникнути надлишкового рівня незбалансованого протеїну, який часто супроводжується подорожчанням раціону і зниженням продуктивності тварин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На даний час найбільш поширеними препаратами синтетичного метіоніну для годівлі тварин є DL-метіонін і рідкий гідроксианалог метіоніну (МНА). DL-метіонін складається на 99 % із метіоніну і на 1 % води. Рідкий МНА містить 12 % води і 88 % гідроксианалогу метіоніну. Через відсутність радикала  $\text{NH}_3$  гідроксианалог метіоніну не є чистим метіоніном. Проведені дослідження [3, 4, 5] показали нижчу абсорбцію і засвоєння МНА у травному тракті тварин, а також більш низьку поживність олігомерної фракції рідкого МНА, що позначається на ефективності його використання в годівлі.

Perez [7] оцінив властивості і техніку введення рідкого МНА в корми і прийшов до висновку, що технологічність застосування рідкого аналога метіоніну в порівнянні із DL-метіоніном набагато нижча. Тому деякі виробники МНА почали випускати цей продукт також у сухому вигляді, у формі кальцієвої солі (МНА-Са). У разі точного дотримання технології виробництва продукт складається мінімум з 84 % гідроксианалога метіоніну, 12 % кальцію і максимум 4 % води.

Порівняно нещодавно на ринку кормових засобів з'явився L-метіонін, хімічна форма якого дає підстави стверджувати, що вона є найбільш сприятливою для використання в організмі тварини. Тварині не потрібно витрачати додаткові життєві ресурси та енергію для переведення частини D-метіоніну в L- метіонін.

Отже, **метою** наших досліджень було визначити вплив різних джерел метіоніну у комбікормах на показники забою перепелів м'ясного напрямку продуктивності.

**Матеріал і методи досліджень.** Дослід проведено в умовах проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України на молодняку перепелів породи фараон. Згідно зі схемою дослід (табл. 1) у добовому віці було відібрано 500 добових перепеленят, з яких сформовано три групи: контрольну та дві дослідних, по 100 голів у кожній. Під час формування груп враховували живу масу добових перепелів.

### 1. Схема дослід

| Група        | Поголів'я, голів | Вік птиці, діб    |             |
|--------------|------------------|-------------------|-------------|
|              |                  | 1 – 21            | 22 – 35     |
|              |                  | Джерело метіоніну |             |
| 1-контрольна | 100              | DL-метіонін       | DL-метіонін |
| 2-дослідна   | 100              | L-метіонін        | L-метіонін  |
| 3-дослідна   | 100              | MHA-FA            | MHA-FA      |

Під час проведення науково-господарського дослід, який тривав 35 діб і був поділений на два періоди (1–21 та 22–35 діб) та п'ять підперіодів, піддослідне поголів'я перепелів утримували в одноярусних кліткових батареях. Площа посадки з розрахунку на одну голову становила 73,5 см<sup>2</sup>, фронт годівлі – 1,5 см.

Годували піддослідну птицю розсипними повнораціонними комбікормами, які роздавали двічі на добу (вранці та увечері), одночасно обліковуючи їх залишки, а напували з вакуумних напувалок.

Птиця всіх груп протягом всього періоду вирощування (35 діб) отримувала основний раціон із додаванням різних джерел метіоніну відповідно до схеми дослід. Поживність та хімічний склад повнораціонного комбікорму, що використовувався в досліді, були однакові для всіх груп та відрізнялися лише за періодами вирощування (табл. 2).

**2. Уміст енергії та основних поживних речовин у 100 г комбікорму**

| Показник                         | Вік перепелів, діб |       |
|----------------------------------|--------------------|-------|
|                                  | 1–21               | 22–35 |
| Обмінна енергія, МДж             | 1,20               | 1,24  |
| Сирий протеїн, %                 | 27,98              | 20,52 |
| Сирий жир, %                     | 5,43               | 5,16  |
| Сира клітковина, %               | 4,33               | 4,98  |
| Лізін, %                         | 1,55               | 1,04  |
| Метіонін, %                      | 0,65               | 0,45  |
| Метіонін+цистин, %               | 1,03               | 0,68  |
| Треонін, %                       | 0,98               | 0,60  |
| Триптофан, %                     | 0,39               | 0,27  |
| Аргінін, %                       | 1,73               | 1,16  |
| Валін, %                         | 1,52               | 1,06  |
| Гістидин, %                      | 0,68               | 0,50  |
| Ізолейцин                        | -                  | 1,18  |
| Лейцин, %                        | 2,17               | 1,60  |
| Фенілаланін, %                   | 1,50               | 1,03  |
| Кальцій, %                       | 1,06               | 1,03  |
| Фосфор, %                        | 0,8                | 0,78  |
| Фосфор засвоюваний, %            | 0,51               | 0,52  |
| Натрій, %                        | 0,3                | 0,2   |
| Вітамін А, тис. МО               | 15,0               | 7,0   |
| Вітамін Д <sub>3</sub> , тис. МО | 3,0                | 1,5   |
| Вітамін Е, мг                    | -                  | 5,0   |
| Вітамін В <sub>1</sub> , мг      | 2,0                | 2,0   |
| Вітамін В <sub>2</sub> , мг      | 5,0                | 3,0   |
| Вітамін В <sub>6</sub> , мг      | 4,0                | 1,0   |
| Вітамін В <sub>12</sub> , мг     | 0,050              | 0,025 |

Із метою дослідження анатомо-морфологічного аналізу тушок у кінці науково-господарського досліду здійснювали контрольний забій перепелів. Забій птиці проводили зовнішнім одностороннім способом. Для забою відбирали по чотири голови (дві самиці та два самці) з кожної групи. Для забою відбирали птицю з живою масою, що відповідала середній величині по групі. Масу продуктів забою встановлювали зважуванням на терезах ВЛКТ-500 [1].

Для обвалки тушок застосовували методику Є. А. Арзуманяна, Є. Н. Слесаревої (цит. за Полівановою Т. М.) [2]. Біометричну обробку експериментальних даних здійснювали на ПЕОМ за допомогою програмного

забезпечення MS Excel, використовуючи вбудовані статистичні функції (СРЗНАЧ, СТАНДОТКЛОН, ТТЕСТ).

**Результати дослідження та їх обговорення.** З метою вивчення забійних показників піддослідних перепелів після закінчення науково-господарського досліду проведено їх контрольний забій.

За результатами контрольного забою перепелів у 35-добовому віці було встановлено, що введення різних джерел метіоніну до раціону впливає на показники забою (табл. 3). Забійні якості перепелів першої та третьої групи суттєво не відрізнялися і не були статистично вірогідними.

### 3. Показники забою

| Група | Передзабійна<br>жива маса | Маса тушки   |                  |                |
|-------|---------------------------|--------------|------------------|----------------|
|       |                           | непатраної   | напівпатраної    | патраної       |
| 1-а   | 214,75 ± 1,085            | 200,5 ± 1,92 | 189,47 ± 2,01    | 163,23 ± 2,415 |
| 2-а   | 227,67 ± 2,245***         | 213 ± 3,95*  | 201,97 ± 3,675** | 173,73 ± 4,05* |
| 3-я   | 213,75 ± 0,82             | 199,5 ± 1,82 | 188,47 ± 1,935   | 162,23 ± 2,41  |

Примітка: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$  порівняно з 1 групою.

Найкращі забійні якості показали перепели, яким згодовували L-метіонін, у цій групі показники були більшими від контролю на: маса непатраної тушки – 12,5 г тобто 6,2 % ( $p < 0,05$ ), напівпатраної тушки – 12,5 г тобто 6,2 % ( $p < 0,01$ ) і патраної тушки – 10,5 г тобто 6,4 % ( $p < 0,05$ ).

Що стосується маси окремих частин тіла, то тут спостерігається аналогічна ситуація: показники першої та третьої групи суттєво не відрізняються і ми не можемо їх обговорювати, оскільки, вони не є статистично достовірні (табл. 4).

Аналіз показників забою показує, що введення до раціону перепелів L-метіоніну збільшує масу грудних м'язів та м'язів задніх кінцівок на 7,37 і 6,49 г (18,2 % і 24,5 %), при цьому  $p < 0,05$  і  $p < 0,001$ . Також у другій групі маса печінки більша на 0,94 г ( $p < 0,05$ ), проте всі інші показники майже не відрізняються від першої та третьої груп.

| Маса їстівних частин     | Група         |                  |              |
|--------------------------|---------------|------------------|--------------|
|                          | 1-а DL        | 2-а L            | 3-я МНА      |
| М'язи грудні             | 40,56 ± 2,05  | 47,93 ± 2,2*     | 40,18 ± 2,02 |
| М'язи задніх кінцівок    | 26,55 ± 0,92  | 33,05 ± 0,965*** | 26,32 ± 0,92 |
| Шкіра з підшкірним жиром | 18,36 ± 1,935 | 18,09 ± 1,945    | 18,2 ± 1,93  |
| Внутрішній жир           | 2,32 ± 0,175  | 2,21 ± 0,17      | 2,22 ± 0,214 |
| Печінка                  | 5,23 ± 0,285  | 6,17 ± 0,255*    | 5,18 ± 0,27  |
| Легені                   | 1,75 ± 0,065  | 1,71 ± 0,055     | 1,73 ± 0,06  |
| Нирки                    | 1,16 ± 0,15   | 0,96 ± 0,21      | 0,96 ± 0,185 |
| М'язовий шлунок          | 4,26 ± 0,31   | 4,09 ± 0,36      | 4,07 ± 0,33  |
| Серце                    | 2,02 ± 0,15   | 1,9 ± 0,148      | 2 ± 0,145    |

Примітка: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$  порівняно з 1 групою.

**Висновки.** Найефективнішим джерелом метіоніну є L-метіонін. Використання комбікормів із додаванням L-метіоніну в годівлі молодняку м'ясних перепелів сприяє збільшенню їх живої маси, а також позитивно впливає на середньодобові прирости та м'ясні якості.

Застосування МНА і DL-метіоніну суттєво не впливають на показники забою, в той час як додавання L-метіоніну збільшує масу непатраної, напівпатраної і патраної тушки на 12,5 (6,2 %), 12,5 (6,2 %) та 10,5 г (6,4 %).

Використання комбікормів із L-метіоніном сприяє збільшенню маси грудних м'язів та м'язів задніх кінцівок на 7,37 і 6,49 г (18,2 % і 24,5 %), а печінки на 0,94 г.

### Список літератури

1. Весы лабораторные квадратные 4-го класса моделей ВЛКТ 500 г-М и ВЛКТ 2 кг-М. Паспорт. – 1K0.005.051 ПС. – 1989. – 16 с.
2. Поливанова Т. М. Оценка мясных качеств тушки сельскохозяйственной птицы / Т. М. Поливанова. – М. : Россельхозиздат, 1967. – С. 17–21.
3. Drew M. D. Interactions between intestinal bacteria and amino acid nutrition in broiler chickens / M. D. Drew, D. D. Maenz, A. G. van Kessel // Degussa FA AminoNews. – 2005. – № 6 (3). – P. 19–28.
4. Koban H. G. Kinetics of hydrolysis of dimeric and trimeric methionine hydroxy analogue free acid under physiological conditions of pH and temperature / H. G. Koban, E. Koberstein. // J. Agric. Food Chem.. – 1984. – №32. – P. 393–396.

5. Lemme A. Biological effectiveness of liquid methionine hydroxyl analogue is lower than that of DL-methionine – the physiological background / A. Lemme// Degussa FA AminoNews. – 2001. – №2(2). – P. 7–10.

6. Lemme A. Relative effectiveness of the methionine hydroxyl analogue calcium salt in broilers and layers // Degussa FA AminoNews-Special Issue. – 2004. – №5. – P. 3.

7. Perez J. Dosing and handling of solid vs. liquid additives – do we get the same results? / J. Perez // Degussa FA AminoNews. – 2005. – №6(3). – P. 1–10.

### References

1. Pasport. 1989. Vesyi laboratornyie kvadratnyie 4-go klassa modeley VLKT 500 g-M i VLKT 2 kg: 16.

2. Polivanova T. M. 1967. Otsenka myasnyih kachestv tushki selskohozyaystvennoy ptitsyi. Moskva. Rosselhozizdat: 17-21.

3. Drew M. D., Maenz D. D. and van Kessel A. G. 2005. Interactions between intestinal bacteria and amino acid nutrition in broiler chickens. Degussa FA AminoNews Vol. 6 (3), 19-28.

4. Koban H.G. and Koberstein E., 1984. Kinetics of hydrolysis of dimeric and trimeric methionine hydroxy analogue free acid under physiological conditions of pH and temperature. J. Agric. Food Chem. 32 (2), 393-396.

5. Lemme A. 2001. Biological effectiveness of liquid methionine hydroxyl analogue is lower than that of DL-methionine — the physiological background Degussa FA AminoNews Vol. 2 (2), 7-10.

6. Lemme A. 2004 Relative effectiveness of the methionine hydroxyl analogue calcium salt in broilers and layers. Degussa FA AminoNews-Special Issue 5: 3.

7. Perez J. 2005. Dosing and handling of solid vs. liquid additives – do we get the same results? Degussa FA AminoNews Vol. 6 (3), 1-10.

### ПОКАЗАТЕЛИ УБОЯ ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМБИКОРМОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ МЕТИОНИНА

М. Ю. Сычов, Ю. В. Позняковский, М. И. Голубев, К. И. Махно,  
Т. А. Голубева, А. Н. Щербина

***Аннотация.** Опыты проведены в условиях экспериментальной базы проблемной научно-опытной лаборатории кормовых добавок кафедры кормления животных и технологии кормов им. П. Д. Пшеничного НУБіП Украины на перепелах породы фараон. Опыт проводился по методу групп-аналогов. В суточном возрасте было отобрано по 100 голов перепелов в каждую. Было сформировано 3 группы – одну контрольную и две опытных. При подборе аналогов учитывались порода, возраст и живая масса.*

*Изучено влияние использования различных источников метионина (DL-метионин, L-метионин и МНА) в комбикормах на убойные качества молодняка перепелов. Установлено, что использование комбикорма с оптимальным источником метионина способствует улучшению показателей убоя молодняка перепелов.*

*Установлено, что скармливание комбикорма с L-метионином способствует увеличению массы непотрошенной, полупотрошенной и потрошенной тушки на 12,5 (6,2 %), 12,5 (6,2 %) и 10,5 г (6,4 %), увеличивает массу грудных мышц и мышц задних конечностей на 7,37 и 6,49 г (18,2 % и 24,5 %), а печени на 0,94 г.*

**Ключевые слова:** перепела, метионин, комбикорм, показатели убоя

## CARCASS QUALITY OF QUAILS WITH VARIOUS SOURCES OF METHIONINE IN MIXED FODDERS

M. Sychoy, Yu. Pozniakovskiy, M. Holubiev, K. Makhno,  
T. Holubieva, A. Shcherbyna

**Abstract.** The experiments were carried out in the condition of the experimental base of department of animal nutrition and feed technologies of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. The object of the research was growing quails (breed Pharaoh). The experiment was conducted using the group-analog method. In the one-day age, 100 head of quails were selected for each group. It was formed 3 groups – one control and two experimental. In the selection of analogues considered the breed, age and body weight.

The effect of using different sources of methionine (DL-methionine, L-methionine and MHA) in mixed fodder on carcass quality of young quails was studied. It is found that the use of mixed fodder with an optimum source of methionine helps to improve the carcass quality of young quails.

We have found that mixed fodder with the L-metionin contributes to increasing the mass of not gutted carcass, semi gutted carcass and gutted carcass of 12,5 (6,2%), 12,5 (6,2 %) 10,5 g (6,4 %), increases the mass of pectoral muscles and muscles of the pelvic limbs by 7,37 and 6, 49 g (18,2 % and 24,5 %) and mass of liver by 0,94 g.

**Keywords:** quails, methionine, mixed fodder, carcass quality

УДК 575.21

**MONITORING OF EGGS PRODUCTIVITY OF THE SHAOXING BREED  
DUCKS OF DIFFERENT AGE****A. M. CHEPIHA, S. O. KOSTENKO***National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine***P. V. KOROL***Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M. V. Zubets**National Academy of Agrarian Science of Ukraine***O. M. KONOVAL***Laboratory of quality and safety of agricultural products**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine***L. LU, X. BU, L. HUANG, X. HUANG,***Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science Zhejiang Academy of  
Agricultural Sciences***L. LI***Zhuji Guowei Poultry Development Co, Ltd.*

**Abstract.** *The purpose of this study was to monitor the egg productivity of the Shaoxing breed ducks from the age of 24 (beginning of egg laying) and 75 (end of egg laying) weeks. According to the results of a study of over 2385 eggs, a significant difference was found between the weight indicators (57.93 g and 70.81 g;  $p < 0.01$ ), the shape index (73.71% and 75.35%,  $p < 0.01$ ), the strength of the shell (4.92kg and 4.28kg;  $p < 0.01$ ), the thickness of the shell of the egg (0.48mm and 0.45mm;  $p < 0.01$ ) in ducks at the age of 24 and 75 weeks. It also shows changes in the weight and shape of the egg with the age of the bird. The necessity of further studying the genetic diversity of birds, which causes the separate variability of indices of individual ducks, is substantiated.*

**Keywords.** *Egg mass, duck, shape index, The Shaoxing breed, morphological characteristics, egg productivity*

The quality of the young birds and their further productivity depends not only on the conditions of incubation, but also on the biological parameters of the egg [5]. Bird's eggs have a typical oval shape, however, each species is characterized by certain features.

The main biological functions of the egg are its ability to create optimal conditions for embryos, which, accordingly, contributes to the preservation and reproduction of the species. Most of all hatching of chicks depends on the external

(mass, shape, defects of the shell) and internal (the mass of egg white and yolk, the thickness of the shell) characteristics of the egg [15].

There are high requirements to the shape of the eggs. Eggs that have a standard shape are better stored during transportation. The shape of eggs is characterized by the shape index (the ratio of the small diameter of the egg to the large expressed in percentage). Normal shape index for uncalibrated chicken eggs is 74-78% [1,2], and for ducks eggs it is 72-76% [24]. The higher the index of the egg shape index, the more eggs are rounded, and the lower, the eggs are more elongated and lengthened.

The shape and mass of eggs depends on heredity, age of the bird, season of the year and nutrition [13]. In the ducks of the Shaoxing breed, the average egg mass is 62-68 g [24].

The value of poultry eggs of all species, breeds, crosses and genotypes is known from many indicators. The most significant difference of eggs is by weight, especially in different types of poultry, for example, the weight of eggs of African ostriches is 1.4 - 2.0 kg, in geese this index is 110-200 g, the average weight of eggs of ducks and turkeys is 70-100 g, in chickens of different ages - 45-80 g, and quail eggs have a mass of 8-15 g [3].

The Shaoxing breed is one of the three major duck breeds in China. The bird of this breed is characterized by high performance: weight, early puberty, small live weight, and others. The Shaoxing breed is recognized as a valuable genetic resource among birds in China [24].

To date, the changes in the morphological characteristics of eggs in ducks, and the Shaoxing breeds in particular, remains poorly studied.

That is why the purpose of our study was to evaluate the morphological characteristics of eggs of ducks of all ages of the Shaoxing breed.

**Materials and methods of research.** An analysis of poultry egg productivity was conducted at a duck farm of Zhejiang Generation Biological Science and Technology Co., Ltd., located in the town of Chutki, Zhejiang Province, in the southeast of China, and at the laboratory of the Jjejiang Academy of Sciences

Institute. For comparative analysis of the morphological characteristics of the production group of the Shaoxing ducks (more than 2000 birds of the same age, which were kept under identical feeding conditions in one poultry house), two experimental bird groups were selected. The first group included ducks that had just begun egg laying, at the age of 24 weeks, and the second group included birds at the end of their productive period, 75 weeks old. Experimental birds' eggs differed in shape, color, size and weight. A total of 2385 eggs were analyzed for 4 months.

The length (L) and width (W) of the eggs were measured with an accuracy of 0,1 mm by caliper. Weighing of eggs was carried out on electronic scales JM-A 20001 with an accuracy of 0,1 g.

The egg shape index was calculated using the formula:

$$SI = (W / L) * 100 [22].$$

The biometric processing of experimental data was conducted in accordance with generally accepted techniques on a PC using the Microsoft Office Excel 2010 table processor.

**Results of the research and their discussion.** One of the most important indicators of the food and incubation value of eggs is its mass. It has a direct effect not only on its caloric content, but also on the chemical composition [4].

Table 1 shows the results of the experiment to determine the change in mass, length, width and index of shape of the eggs of the Shaoxing breed ducks of different age. After analyzing the average egg mass values in Group 1 and Group 2, we found that this indicator is increasing with the age of duck. According to the Bureau of Product Quality (Chutki, China), the average weight of eggs, as a rule, should be 62-68 g [24]. Over time, the weight ratio in the experimental groups was  $57.93 \pm 0.241$  (group 1) and  $70.81 \pm 0.189$  (group 2). During the experiment, we observed a significant increase in the weight of the Shaoxing breed ducks with age ( $p < 0,01$ ).

The weight and size of the eggs vary during the period of increase in bird's egg laying. According to Barbara Biesiada-Drzazga [15], the mass of eggs of ducks of the Beijing breed during the experiment period (18 weeks) increased from 91.5 to 94.4 g.

Analysis of the mass of eggs of chicken cross "Loman White" by M.A. Derkho [4] shows that at age of 26 weeks, birds was laying eggs with an average weight of 57.7 g, and at 80 weeks this figure was 62.2 g.

Evaluating the quality of eggs, the first attention is paid to the strength and thickness of the shell, because the level of damage rate of the eggs depends on them; high level of damage rate causes a decrease in eggs grade and food safety [10].

After analyzing the strength of the shell in the ducks of different age groups, we came to the conclusion that with age this figure is reduced. In the birds of group 1, this indicator was  $4.92 \pm 0.046$  kg, while group 2 showed 0.64 kg less ( $4.28 \pm 0.031$ ).

According to A. Rodriguez-navarro chickens of ISA Brown of different ages (30 and 58 weeks) have significantly different strength of the shell ( $2.2 \pm 0.1$  and  $1.04 \pm 0.09$  kg). The author attributes such a difference in the strength with age-related changes in the egg shell [23].

We saw a similar tendency in examining the thickness of the egg shell. Eggs from the birds of group 1 had a thicker shell ( $0,48 \pm 0,005\text{mm}$ ) than eggs from group 2 ( $0,45 \pm 0,006\text{mm}$ ,  $p < 0,01$ ).

During the study of the strength of ISA Brown chicken eggs at the age of 30 weeks, a correlation was found between the thickness and strength of the egg shell. The strength of the shell increased with an increase in its thickness, although the correlation was rather weak ( $r = 0.35$ ) [23].

An important indicator of egg quality is its shape, since it affects the position of the embryo during development [9]. An examination of the shape of an egg has attracted the attention of a number of researchers in recent years [19,21].

Having analyzed 2,285 eggs for four months, we found that in the first and second birds' group the average indexes of the egg shape were normal (Table 1). The average index of egg shape in the birds' group 1 was  $73.71 \pm 0.095$ , whereas at that time it was 1.64% higher in the group 2 ( $75.35 \pm 0.108$ ). According to the Bureau of Product Quality (Chutki, China), the shape index of eggs for the Shaoxing breed duck should be in the range of 72-76% [24].

**Table 1. Average indicators of weight, size, and shape index of eggs in the Shaoxing breed ducks of different age during four months**

| Indicator                   | Group 1      |             | Group 2     |             |
|-----------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                             | M±m          | Cv±mCv      | M±m         | Cv±mCv      |
| Egg mass, g                 | 57,93±0,241* | 13,22±0,294 | 70,81±0,189 | 9,76±0,189  |
| Shape index,%:              | 73,71±0,095* | 3,81±0,085  | 75,35±0,108 | 5,24±0,101  |
| - longitudinal diameter, sm | 57,04±0,098  | 5,47±0,122  | 60,35±0,080 | 4,82±0,093  |
| - transverse diameter, sm   | 41,99±0,060  | 4,50±0,100  | 45,39±0,048 | 3,86±0,075  |
| Shell thickness, kg         | 4,92±0,046*  | 12,73±0,657 | 4,28±0,031  | 14,22±0,514 |
| Shell thickness, mm         | 0,48±0,005*  | 7,98±0,776  | 0,45±0,006  | 10,61±0,878 |
| - dull end                  | 0,48±0,007   | 10,55±1,025 | 0,44±0,006  | 10,60±0,877 |
| - equatorial part           | 0,51±0,006   | 9,07±0,881  | 0,47±0,007  | 12,13±1,004 |
| - sharp end                 | 0,47±0,006   | 9,85±0,957  | 0,44±0,006  | 12,29±1,017 |

Notes: \*p<0,01

An increase in the egg shape index over bird's age was observed in studies by other scientists [15,20,4,8]. So, for example, in the Beijing breed of ducks. During the 18 weeks of the experiment, it fluctuated within 65-72%. According to BarbaraBiesiada-Drzazga [15], this is due to the age of the bird. With the increase in the age of ducks, there is a tendency to increase the weight of the egg, which also affects the change of the shape index.

In chickens of age less than 45 weeks, the egg shape index was 74.4-77.5%, while in the old birds it was 73.9 - 76.3%. According to the researcher N. Nikolova [20], this is due to the fact that the young egg laying birds have a more rounded shape of eggs, and birds of age more than 45 weeks gave eggs of elongated shape, which is a characteristic feature of old chickens.

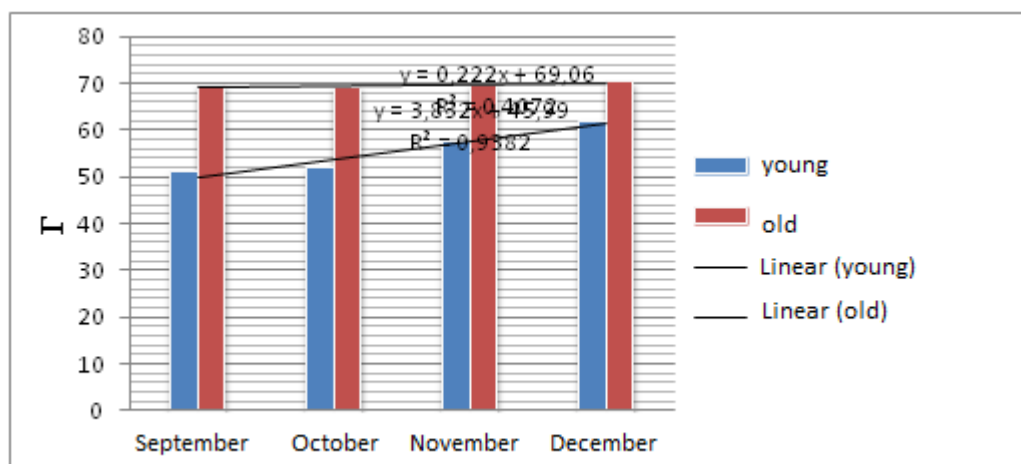
In studies by M.A. Derkho [4] the egg shape index ranged from 71.5-74.9%. The increase in the egg mass was accompanied by a decrease in the shape index, that is, the eggs became more elongated, which affected the damage rate of the shell.

Changes in the index of the shape of the egg over the age of the bird were described by MV Peters [8]. In the quail of the Pharaoh breed, with the increase in age, the weight of the egg increased (56-60 days - 12.7 g; 148-150-15 g), and with the increase in the egg mass, respectively, the index of shape decreased from 78.8% at the age of 56-60 days, to 75.7% at the age of 148 – 150 days.

During the study of egg laying chickens [17], there was a statistically significant positive correlation between the shape index and egg mass ( $p < 0.05$ ). Many researchers observed a positive correlation between the shape index and the weight of eggs [14,11], but there were cases where between these indicators there was also a negative correlation [18].

The study of eggs of the Japanese quail showed that there is a negative correlation between the egg shape index and the shell thickness [12]. Instead, according to M. Duman [17], the egg shape index for egg laying chickens does not affect the thickness of the egg shell. According to Altuntas [13], the average thickness of the shell increases with an increase in the shape index.

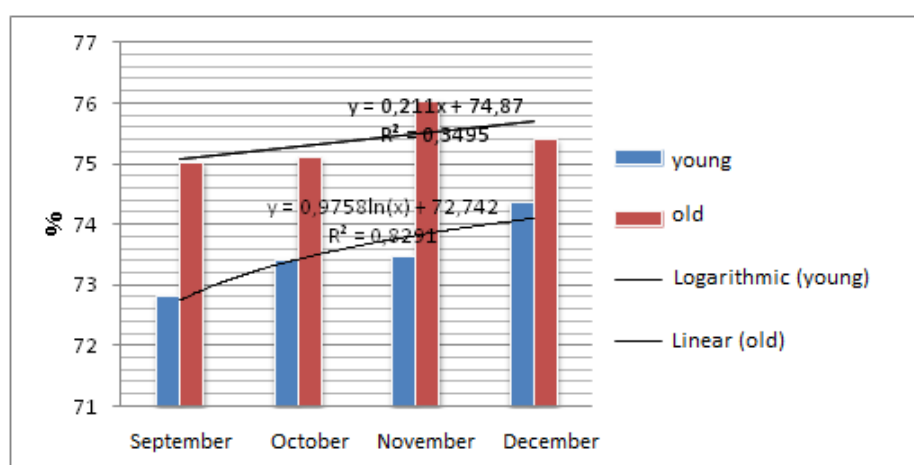
According to M. Duman, the influence of the egg shape index in the laying chickens on the shell strength was not discovered [17]. Blanco research [16] showed that the strength of the egg shell is positively correlated with the shape index ( $p < 0.05$ ). Accordingly, the rounded eggs have a high stability of the shell.



**Fig.1 Change in egg mass in ducks of the Shaoxing breed over time, g**

By comparing the weight of eggs from the Shaoxing breed ducks (Fig. 1) for four months, we found that this index is increasing with age. At the beginning of the eggs laying (group 1), the average weight of the egg was 51.01 g, and by the end of the experiment it increased by 10.95 g. In the ducks of group 2 (end of eggs laying) at the beginning of the experiment, the average weight of the egg was 69.61 g, and at the end of the study, it increased only by 0.56 g.

As a whole, it can be noted that the average weight of eggs from ducks in groups 1 and 2 corresponds to the norm, because according to the standard [24], ducks of the Shaoxing breed should have eggs of 62-68 g, and at the end of the egg laying period it becomes relatively stable (69-70 g )



**Fig.2 Changing the egg shape index in the Shaoxing breed ducks over time, %**

After analyzing the changes in the shape index in Shaoxing breed ducks over time, we came to the conclusion that this figure is increasing with age. At the start of the experiment in the bird of group 1, it was 72.82%, and in the end - 74.38%. In the group 2 ducks during the experiment period, the shape index increased by only 0.39% (the beginning of the experiment was 75.03%, end of the experiment - 75.42%). Consequently, in the birds of group 2, the egg shape index was more averaged, as opposed to in young ducks (group 1), it increased with each month of the study.

Correlation analysis of physical and morphological indicators of eggs in the Shaoxing breed ducks of different ages allowed to reveal a strong connection between the weight of the egg and its longitudinal diameter ( $r = 0,8648 \pm 0,00794$ ), the mass and the diameter of the egg ( $r = 0,9133 \pm 0,00522$ ), between the longitudinal and transverse diameters ( $r = 0,6781 \pm 0,01701$ ), a negative correlation between the longitudinal diameter and the egg shape index ( $r = -0,5754 \pm 0,02106$ ) was also discovered in the ducks group 1. In the eggs attributed to group 2, the positive correlation was found between the egg weight and its longitudinal diameter ( $r = 0,6821 \pm 0,01463$ ), mass and diameter ( $r = 0,8311 \pm 0,00846$ ), transverse diameter and shape index ( $r = 0,4675 \pm 0,02138$ ). Negative correlation was observed in this group of birds between the transverse diameter and the shape index ( $r = -0.7083 \pm 0.01363$ ).

Throughout the time of experiment, we observed that with age, the physical and morphological parameters of eggs are changing. The weight and index of the shape of the egg with age tend to increase, and the strength of the shell and the thickness of the egg shell, by contrast, decrease

**Conclusions and perspectives of further research.** Thus, according to the results of monitoring the egg productivity of ducks of all ages of the Shaoxing breed, it was found that with an increase in the age of the bird, there is an increase in the average weight of the egg (from 57.93 g to 70.81 g;  $p < 0.01$ ), there is a slight increase in the shape index (from 73, 71% to 75.35%;  $p < 0.01$ ). Also, during the experiment there was a decrease in the strength of the egg shell with an increase in the age of bird

(from 4.92kg to 4.28kg;  $p < 0.01$ ). The study of egg shell thickness showed that this indicator tends to decrease with age (from 0.48 mm to 0.45 mm;  $p < 0.01$ ). A positive correlation was observed between the egg weight and its longitudinal diameter ( $r = 0.8684$ ), the mass and diameter of the egg ( $r = 0.9133$ ), between the longitudinal and transverse diameters ( $r = 0.681$ ) in the ducks at the age of 24 weeks, as well as ducks aged 75 weeks between egg weight and its longitudinal diameter ( $r = 0.6821$ ), mass and diameter ( $r = 0.8311$ ), diameter and shape index ( $r = 0.4675$ ). Instead, a negative correlation was found in the young birds between the longitudinal diameter and the egg shape index ( $r = -0.5754$ ), and in the old birds between the transverse diameter and the shape index ( $r = -0.7083$ ).

In the future, it is necessary to investigate the egg productivity of ducks based on their genotypes, which will allow selection of poultry with optimal individual productivity.

This study was supported by the Earmarked Fund for National Waterfowl-industry Technology Research System (CARS-42-06) and the Zhejiang Major Scientific and Technological Project of Agricultural (livestock's) Breeding (grant number 2016C02054-12).

### Referens

1. Бессарабов Б. Ф. Методы оценки качества яиц / Б. Ф. Бессарабов, Н. П. Мишуров, А. А. Усов. - Эффективное птицеводство. - 2005. - № 2 (2). - С. 17–23.
2. Бородай В. П. Якість і безпека харчових яєць / В. П. Бородай, Н. П. Пономаренко, В. В. Мельник. - Сучасне птицеводство. - 2006. - № 11. - С. 11–13.
3. Вертійчук А. І. Різноманітність показників курячих яєць для селекції / А. І. Вертійчук, Ю. А. Глєбова. - Науковий вісник НУБІП України. - 2014. - С. 230 – 234.
4. Дерхо М. А. Анализ корреляционных связей массы яйца с показателями качества пищевых яиц / М. А. Дерхо, Т. И. Серeda, Л. Ш. Горелик. - Известия Оренбургского государственного университета. - 2014. - С. 172 – 175.
5. Дядичкина Л. Инкубационные качества яиц высокопродуктивных мясных кроссов / Л. Дядичкина, Т. Цилинская, Н. Позднякова, Т. Мелёхина. - Птицеводство. - 2011. - № 1. - С. 25–27.

6. Ермашкевич Е.И. Наиболее распространенные дефекты куриного яйца/ Е. И. Ермашкевич, О. Ю. Копоть, Н. Н. Якименко, А. Н. Мартынов, Б. Ф. Бессарабов, В. В. Пронин, Л. В. Клетикова, М. С. Дюмин. - Российский ветеринарный журнал. – 2015. - № 1. – С. 30 – 32.
7. Методические рекомендации для зоотехнических лабораторий птицеводческих мероприятий /Под ред. А. Н. Тищенко. – Загорск ВНИИТИП., 1982. – 156 с
8. Петерс М. В. Оцінка морфологічних показників інкубаційних яєць перепелів породи фараон залежно від віку/ М. В. Петерс.- Сучасне птахівництво. – 2013.- № 9 (130). – С. 24-25.
9. Станишевская О. Повышение качества инкубационных яиц /О. Станишевская.- Птицеводство. – 2008. – № 9. – С.15–17.
10. Царенко П.П. Прочность – главное качество яиц/ П. П. Царенко, Л. Т. Васильева, Е. В. Осипова.- Птица и птицепродукты.- 2012.- № 5.- С.51-54.
11. Aktan S. Determining Some Exterior and Interior Quality Traits of Quail Eggs and Phenotypic Correlations by Digital Image Analysis / S. Aktan.- Hayvansal Üretim.- 2004.- 45(1).- P. 7-13.
12. Alkan S. Effects of selection for body weight and egg production on egg quality traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) of different lines and relationships between these traits/ S. Alkan, K. Karabag, A. Galic, T. Karsli, M. S. Balcioglu.- Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.- 2010.- 16(2).- P. 239-244.
13. Altuntas E. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs / E. Altuntas, A. Sekeroglu.- Journal of Food Engineering.- 2008.- 85.- P. 606-612.
14. Aygun A. The Relationship among egg quality characteristics of different hybrid layers to forced molting programs with and without feed withdrawal/A. Aygun, R. Yetisir.- Journal of Animal and Veterinary Advances.- 2010.- 9.- P. 710-715.
15. Barbara Biesiada-Drzazga. Evaluation of particular traits of pekin duck breed star 53 of French origin eggs during egg laying/ Barbara Biesiada-Drzazga, Anna Charuta, Dorota Banaszewska.- Veterinarijairzootechnika.- 2014.- T. 67 (89).- P.3-9.
16. Blanco A.E. Genetic parameters of egg quality traits on different pedigree layers with special focus on dynamic stiffness/ A.E. Blanco, W. Icken, D. Ould-Ali, D. Caverio, M. Schmutz.- Poultry Science.- 2014.- 93.- P. 2457-2463.
17. Duman M. Relation between egg shape index and egg quality characteristics/ M. Duman, A. Şekeroğlu, A. Yıldırım, H. Eleroğlu, Ö. Camcı.- Europ. Poult. Sci. J.- 2016.- 80.- P.1-9.
18. Kul S. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*)/ S. Kul, I. Seker.- International Journal of Poultry Science.- 2004.- 3(6).- P. 400-405.
19. Monus F. Repeatability analysis of egg shape in a wild tree Sparrow (*passer montanus*) population: a sensitive method for egg shape description/ F.

Monus, Z. Barta.- Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae.- 2005.- 51(2).- P. 151-162.

20. NedeljkaNikolova. Forming egg shape index as influenced by ambient temperatures and age of hens/ NedeljkaNikolova, Kocevski D. - Biotechnology in Animal Husbandry.-2006.- 22 (1-2).-P. 119-125.

21. Nedomova S. Influence of hen egg shape on eggshell compressive strength/ S. Nedomova, L. Severa, J. Buchar.- Int. Agrophysics.- 2009.- 23.- P. 249-256.

22. Reddy P. M. Egg weight, shape index and hatchability in khaki Campbell duck egg/ P.M.Reddy, V.R. Reddy, C.V. Reddy, S.P. Rap.- Ind. J. Poult. Sci.- 1979.- 14.- P. 26.31.

23. Rodriguez-Navarro A. Influence of the microstructure and crystallographic texture on the fracture strength of hen's eggshells/ A. Rodriguez-Navarro, O. Kalin, Y. Nys, JM. Garcia-Ruiz .- Br. Poult. Sci. .- 2002.- № 43.- P. 395-403.

24. Shaoxing Ducks [S]: DB 33068/T 02.1-2012.-Zhuji: Zhuji Quality and Technique Supervision Bureau, 2012.- (National Standard of China).- P.40.

25. Stadelman W.J. Factorsinfluencingcompositionofthehen'segg/ W.J Stadelman, D.E Pratt. - World'sPoult. Sci. J.-1989.- 45.-P. 247-266.

26. World watch list for domestic animal diversity: Food and Agriculture organization of the United Nations [Edited by Beate D. Scherf] – Rome.- 2000.- 3 th edition.- P.726.

27. Wucheng B. The research on the origin of the house-duck in China/ B. Wucheng. - In The Satellite Conference for the18th World's Poultry Congress. - China. - 1988. - P.125-129.

## МОНІТОРИНГ ЯЄЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КАЧОК РІЗНОГО ВІКУ ПОРОДИ SHAOXING

А. М. Чепіга, С. О. Костенко, П. В. Король, О. М. Коновал, Л. Лу, С. Бу, Л. Хуанг, Ц. Хуанг, Л. Лі,

**Анотація.** Метою даного дослідження було провести моніторинг яєчної продуктивності качок породи Шаосін (Shaoxing) віком 24 (початок яйцекладки) та 75 (кінець яйцекладки) тижнів. За результатами дослідження понад 2385 яєць, була встановлена достовірна різниця між показниками маси (57,93 г і 70,81 г;  $p < 0,01$ ), індексу форми (73,71 % і 75,35 %;  $p < 0,01$ ), міцності шкаралупи (4,92 кг і 4,28 кг;  $p < 0,01$ ), товщиною оболонки яйця (0,48 мм і 0,45 мм;  $p < 0,01$ ) у качок віком 24 та 75 тижнів. Також показані зміни маси та індексу форми яєць з віком птиці. Обґрунтована необхідність подальшого вивчення генетичного різноманіття птиці, яке обумовлює індивідуальну мінливість показників окремих особин.

**Ключові слова.** Маса яєць, качка, індекс форми, порода Shaoxing, морфологічні показники, яєчна продуктивність

## МОНИТОРИГ ЯИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ УТОК РАЗНОГО ВОЗРАСТА ПОРОДЫ SHAOXING

*А. М. Чепига, С. А. Костенко, П. В. Король, О. Н. Коновал, Л. Лу, С. Бу,  
Л. Хуанг, Ц. Хуанг, Л. Ли*

***Анотация.** Целью нашего исследования было провести мониторинг яичной продуктивности уток породы Шаосин (Shaoxing) возрастом 24 (начало яйцекладки) и 75 (конец яйцекладки) недель. Соответственно к результатам исследования (2385 яиц), было установлена достоверная разница между показателями массы (57,93г і 70,81г;  $p<0,01$ ), индекса формы (73,71% і 75,35%;  $p<0,01$ ), прочности скорлупы (4,92кг і 4,28кг;  $p<0,01$ ), толщины оболочки яйца (0,48мм і 0,45мм;  $p<0,01$ ) у уток возрастом 24 и 75 недель. Также показаны изменения массы и индекса формы яиц с возрастом птицы. Обоснована необходимость дальнейшего изучения генетического разнообразия птицы, которое обуславливает индивидуальную изменчивость показателей отдельных особей.*

***Ключевые слова.** Масса яиц, утка, индекс формы, порода Shaoxing, морфологические показатели, яичная продуктивность*

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ХУДОБИ ЗАВОДСЬКИХ ТИПІВ УКРАЇНСЬКОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ

**В. С. КОЗИР**, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН,

**М. І. СОЛОВІЙОВ**, кандидат сільськогосподарських наук

*Інститут зернових культур НААН України*

**Анотація.** *Визначені біологічні ознаки та господарські особливості поливанівського та лохвицько-золотоніського заводських типів української м'ясної породи великої рогатої худоби, які можуть бути використані у подальшому породо-творному процесі для підвищення генетичного потенціалу продуктивності та збільшення виробництва високоякісної яловичини.*

**Ключові слова:** *порода, тип, оцінка, продуктивність, яловичина*

Збільшення виробництва м'яса є одним із першочергових завдань в Україні. При цьому головним напрямом нарощування його ресурсів слід вважати яловичину. Це пов'язано з підвищенням попиту на високоякісні продукти тваринного походження в харчуванні людей [4]. Рішення цієї проблеми у значній мірі можливе за рахунок галузі спеціалізованого м'ясного скотарства. Вже створені вітчизняні м'ясні породи – українська, волинська, знам'янська, асканійська, продовжується виведення симентальської м'ясної породи. Під час виведення першої національної української м'ясної породи використовувалися різні схеми схрещування, із шаролецькою, кіанською, симентальською і сірою українською породами, внаслідок чого чітко визначені два заводські типи – лохвицько-золотоніський і поливанівський. Порівняльного вивчення їх господарсько-корисних ознак проведено недостатньо. Тому оцінка їх продуктивних і племінних якостей в умовах промислової технології є актуальним завданням.

**Матеріали та методи досліджень.** У племзаводах «Воля» Черкаської і «Чиста криниця» Полтавської областей використовувалось схрещування шаролецької, симентальської і сірої української порід. Під час апробації породи ці стада отримали назву «лохвицько-золотоніський» заводський тип. В держплемзаводі «Поливанівка» стадо м'ясної худоби формувалось на базі

трьохпорідного схрещування шаролецької, кіанської і сірої української порід (поливанівський заводський тип).

Дослідження виконані шляхом проведення науково-виробничих дослідів в дослідному господарстві «Поливанівка» Дніпропетровської області. Об'єктом досліджень були тварини двох заводських типів української м'ясної породи. У трьох науково-господарських дослідах було використано 90 голів великої рогатої худоби (по 15 телиць, по 15 корів і по 15 бугайців)

Комплектування тварин у дослідні групи здійснювали за принципом аналогів. Годівлю тварин проводили за деталізованими нормами ВІТ. Споживання кормів розраховували на основі їх обліку. Ріст і розвиток молодняку визначали за показниками живої маси і середньодобових приростів, промірів та індексів тілобудови, а молочність корів – шляхом контрольного зважування телят до та після ссання корів протягом двох суміжних діб кожного місяця лактації.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Тварини поливанівського і лохвицько-золотоніського типів мають як загальні для української м'ясної породи, так і свої біологічні ознаки та господарські особливості. Вони добре пристосовані до умов степової зони і безпасовищного утримання і можуть бути використані як у подальшому породотворному процесі, так і для підвищення генетичного потенціалу м'ясної продуктивності породи та збільшення виробництва високоякісної яловичини.

У першому досліді телиці обох типів вирощувались в однакових умовах годівлі та утримання. До 8-міс. віку їх утримували на підсосі. За період вирощування, від народження до 24 місяців, у середньому на одну телицю було витрачено практично однакову кількість кормів (2968–2970 к. од.).

Від телиць різних генотипів за однакових умов вирощування отримано різні результати (табл. 1). Тварини поливанівського заводського типу відрізнялись більш високою живою масою в усі вікові періоди. Так, від народження до 24-місячного віку приріст живої маси у них склав 463,1 кг, або більше, ніж у аналогів лохвицько-золотоніського типу на 37,2 кг (6,2 %).

Водночас, починаючи з 12-місячного віку, вони більш інтенсивно нарощували живу масу і від народження до 24-місячного віку перевищували своїх аналогів за середньодобовими приростами на 37 г, різниця статистично вірогідна ( $P > 0,95$ ).

### 1. Динаміка живої маси телиць, кг $\bar{X} \pm S\bar{x}$

| Вік,<br>міс.       | Заводський тип |                                    |                         |                                    | Різниця живої маси<br>поливанівського до<br>лохвицько-<br>золотоніського типу |     |
|--------------------|----------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                    | поливанівський |                                    | лохвицько-золотоніський |                                    |                                                                               |     |
|                    | кг             | середньо-<br>добовий<br>приріст, г | кг                      | середньо-<br>добовий<br>приріст, г | кг                                                                            | %   |
| Ново-<br>народжені | 35,9±1,10      | —                                  | 36,1±2,10               | —                                  | -0,2                                                                          | —   |
| 8                  | 256,0±3,12     | 1067                               | 249,0±3,20              | 1038                               | +7                                                                            | 2,8 |
| 12                 | 326,0±3,85     | 893                                | 306,0±5,71              | 838                                | +20                                                                           | 6,5 |
| 15                 | 379,0±4,10     | 833                                | 360,0±5,22              | 791                                | +19                                                                           | 5,2 |
| 18                 | 459,0±4,20     | 1027                               | 420,0±3,28              | 940                                | +39                                                                           | 9,3 |
| 24                 | 499,0±3,18     | 684                                | 472,0±3,89              | 647                                | +27                                                                           | 5,1 |

Враховуючи, що у м'ясних тварин зовнішні форми тісно пов'язані з їх продуктивністю, показники лінійного росту набувають особливого значення. Генотип телиць вплинув не тільки на інтенсивність їх росту, але й на екстер'єрні особливості. Телиці поливанівського генотипу переважали за всіма промірами аналогів лохвицько-золотоніського типу в усі вікові періоди. Характерно, що з віком різниця в показниках промірів між ними збільшувалась. Виявлені особливості у зміні промірів підтверджуються індексами будови тіла.

Відомо, що економіка м'ясного скотарства значною мірою залежить від рівня відтворення стада, віку телиць при першому заплідненні (табл. 2).

Наведені в таблиці 2 дані свідчать про те, що суттєвої різниці між телицями за віком прояву першої охоти, а також при плідному осіменінні і отеленні не встановлено. Однак телиці поливанівського генотипу мали вищий процент запліднення від 1-го осіменіння – на 8,6 %. А кількість осіменінь для запліднення у них була менше на 0,7 (13,8 %). Таким чином, телиці поливанівського генотипу в порівнянні з однолітками лохвицько-золотоніського типу відзначались кращою відтворною функцією.

## 2. Характеристика відтворної функції телиць, $\bar{X} \pm S\bar{x}$

| Показник                             | Заводський тип |                         |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
|                                      | поливанівський | лохвицько-золотоніський |
| Вік телиць, діб:                     |                |                         |
| при прояві 1-ої охоти                | 266,8±5,2      | 260,5±4,8               |
| при плідному осіменінні              | 529,5±10,1     | 530,2±6,2               |
| при отеленні                         | 814,5±6,7      | 815,2±5,9               |
| Жива маса, кг:                       |                |                         |
| при прояві 1-ої                      | 265,2±5,2      | 262,5±4,8               |
| при плідному осіменінні              | 409,5±5,3      | 400,2±7,2               |
| при отеленні                         | 505,0±10,2     | 502,0±9,2               |
| Заплідненість від 1-го осіменіння, % | 68,8           | 60,2                    |
| Кількість осіменінь для запліднення  | 1,8            | 2,5                     |

У другому науково-виробничому досліді вивчали корів. Відомо, що жива маса корів – один із найважливіших селекційних показників, пов'язаний із молочністю, крупноплідністю і м'ясною продуктивністю [6]. Дані живої маси корів різного віку наведені в табл. 3.

## 3. Жива маса корів, кг $\bar{X} \pm S\bar{x}$

| Вік        |            | Заводський тип |                         |
|------------|------------|----------------|-------------------------|
| років      | отелення   | поливанівський | лохвицько-золотоніський |
| 3          | 1          | 532,0±5,9      | 508,8±8,5               |
| 4          | 2          | 579,0±10,2     | 560,0±9,6               |
| 5 і старше | 3 і більше | 619,0±6,5      | 582,0±10,5              |

У всі вікові періоди корови поливанівського генотипу мали більшу живу масу. Різниця за цим показником із віком поступово збільшується. У дорослих корів вона становила 37 кг (6,3 %).

Корови поливанівського генотипу за промірами висоти в холці, крижах, косої довжини тулуба, обхвату грудей і п'ястка перевищували ровесниць лохвицько-золотоніського типу. Вони більш довгий час ростуть та досягають максимальної маси тіла в більш пізньому віці. Поряд із цим, корови обох типів мають загальні риси. Це, перш за все, крупність, міцність конституції, хороші м'ясні форми тулуба з добре розвинутою мускулатурою.

Ріст та розвиток телят від м'ясних корів у перші місяці життя залежать від молочності корів [2]. Надаючи важливого значення цьому показнику, ми

Козир В. С., Соловйов М. І.

провели порівняльне вивчення молочності корів обох генотипів (табл. 4). Молочність їх відносно висока, вона забезпечує нормальний ріст і розвиток нащадків. Збереженість телят на підсосі була висока в обох групах первісток, але у поливанівського заводського типу вище на 1,5 %.

#### 4. Материнські якості корів

| Показник                                                 | Заводський тип |               |       |                         |               |       |
|----------------------------------------------------------|----------------|---------------|-------|-------------------------|---------------|-------|
|                                                          | поливанівський |               |       | лохвицько-золотоніський |               |       |
|                                                          | $\bar{X}$      | $\pm \bar{X}$ | $C_y$ | $\bar{X}$               | $\pm \bar{X}$ | $C_y$ |
| Молочність за лактацію, кг:                              |                |               |       |                         |               |       |
| 1                                                        | 1146           | 20,5          | 18,9  | 1175                    | 21,5          | 20,0  |
| 2                                                        | 1296           | 35,3          | 19,5  | 1345                    | 25,0          | 12,7  |
| 3 і старші                                               | 1386           | 28,2          | 10,2  | 1420                    | 30,3          | 10,5  |
| Збереженість телят протягом 1 місяця після народження, % | 98,5           | 2,2           | 9,5   | 97,0                    | 1,8           | 10,2  |
| Вихід телят на 100 корів, %                              | 92,5           | 1,8           | 8,7   | 93,7                    | 1,6           | 9,5   |

Враховуючи, що ефективність м'ясного скотарства у вирішальній мірі визначається кількістю одержаних телят нами проведено порівняльне вивчення показників відтворної здатності корів обох заводських типів (табл. 5). В однакових умовах годівлі та утримання тривалість життя корів поливанівського генотипу була більшою на 1,7 року (17,6 %).

#### 5. Тривалість життя та відтворна здатність корів, $\bar{X} \pm S\bar{x}$

| Показник                           | Заводський тип  |                         |  |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------|--|
|                                    | поливанівський  | лохвицько-золотоніський |  |
| Тривалість життя, років            | 10,2 $\pm$ 0,21 | 8,5 $\pm$ 0,32          |  |
| Кількість отелень                  | 7,0 $\pm$ 0,26  | 6,2 $\pm$ 0,15          |  |
| Одержано живих телят, гол.         | 7,2 $\pm$ 0,20  | 6,1 $\pm$ 0,25          |  |
| Вирощено телят до відлучення, гол. | 6,8 $\pm$ 0,28  | 5,6 $\pm$ 0,72          |  |

За період господарського використання від кожної корови поливанівського заводського типу одержано в середньому більше на 0,8 (13 %) отелень та живих телят – на 1,1 (18 %), до відлучення вирощено телят більше на 1,2 голови (21 %). Встановлено, що за виходом телят у разі відлучення в розрахунку на 100 корів тварини поливанівського типу переважали ровесниць лохвицько-золотоніського типу в середньому за 5 років на 3,6 %.

Відновлення відтворної здатності у корів у післяотельний період у значній мірі обумовлюється перебігом отелень (табл. 6).

Результати досліджень вказують на наявність суттєвої міжгрупової різниці за кількістю легких отелень. Встановлено, що у корів поливанівського заводського типу частка легких отелень на 5,4 % була більша, ніж у їх ровесниць лохвицько-золотоніських генотипів. Корови цієї групи швидко відновлювали відтворні функції, краще запліднювались, у них скоріше зникали післяродові ускладнення, викликані важкими отеленнями. Все це сприяло одержанню вищих показників коефіцієнтів відтворної здатності. В середньому у них в порівнянні з аналогами лохвицько-золотоніської групи цей показник був на 0,14 од. (15,9 %) вищий.

### 6. Характеристика відтворної функції корів

| Показник                           | Заводський тип |                         |
|------------------------------------|----------------|-------------------------|
|                                    | поливанівський | лохвицько-золотоніський |
| Тривалість тільності, діб          | 285,2±1,2      | 287,2±1,0               |
| Частка отелень, %                  |                |                         |
| легких                             | 90,2           | 84,8                    |
| важких                             | 9,8            | 15,2                    |
| Жива маса новонароджених телят, кг | 35,2           | 35,5                    |
| Коефіцієнти:                       |                |                         |
| крупності                          | 7,22           | 7,55                    |
| відтворної здатності               | 0,88           | 0,74                    |

Третій науково-виробничий дослід був спрямований на вивчення м'ясної продуктивності бугайців. До 8-місячного віку молодняк вирощували на підсосі. Після відлучення бугайців вирощували інтенсивно. Фактичне споживання кормів бугайцями від народження до 18-місячного віку становило 3280-3278 к. од. На одну кормову одиницю в раціоні припадало 102,5 г перетравного протеїну [3].

### 7. Динаміка живої маси бугайців, кг, $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$

| Група  | Вік, міс.     |           |           |           |           |
|--------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|        | новонароджені | 8         | 12        | 15        | 18        |
| I*     | 35,9±0,4      | 278,9±3,7 | 369,0±4,8 | 369,0±5,2 | 585,0±5,7 |
| II**   | 35,6±0,3      | 276,0±4,3 | 362,0±4,9 | 458,0±5,0 | 581,0±5,9 |
| III*** | 34,2±0,5      | 265,0±3,3 | 350,2±3,9 | 440,2±4,6 | 545,2±3,8 |

*Примітка:* кроси типів: \* – корови поливанівського, бугаї лохвицько-золотоніського; \*\* – корови лохвицько-золотоніського, бугаї поливанівського; \*\*\* – корови і бугаї поливанівського заводського типу.

З даних таблиці 7 видно, що молодняк від кросів заводських типів розвивався краще, ніж ровесники від розведення типів «в собі». В усі вікові періоди ці тварини мали більшу живу масу. При цьому, починаючи з 8-місячного віку, нарощування живої маси у бугайців I і II груп було інтенсивнішим в порівнянні із III групою.

Характерно, що з віком різниця за живою масою зростає [1]. Якщо у 8 місяців вона становила між I і III групами 13 кг (4,9 %), то в 18 міс. – 40 кг (7,3 %). Середньодобові прирости живої маси свідчать про високі потенційні можливості бугайців за енергією росту. Все ж таки найвищим цей показник був у молодняка, одержаного від кросів заводських типів, що можна пояснити проявом гетерозису, вони переважали за цим показником ровесників від розведення «в собі» в усі вікові періоди.

Відповідно до загальної закономірності морфологічного складу крові в усіх піддослідних тварин збільшилась з віком кількість еритроцитів, лейкоцитів та гемоглобіну. Проте рівень цих показників був вищий у тварин, одержаних від кросів типів. Морфологічні та біохімічні показники крові у молодняка всіх груп у всі проаналізовані періоди знаходились у межах фізіологічної норми.

За результатами контрольного забою бугайці I і II груп у 18-міс. віці переважали аналогів III групи за більшістю показників (табл. 8). Вони характеризувалися більш важкими тушами та підвищеним забійним виходом.

#### 8. Вихід основних продуктів забою бугайців (18 місяців), $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$

| Показник                   | Групи      |            |            |
|----------------------------|------------|------------|------------|
|                            | I          | II         | III        |
| Передзабійна жива маса, кг | 545,0±5,28 | 540,0±5,60 | 515,0±3,82 |
| Маса парної туші, кг       | 321,5±3,53 | 320,2±5,25 | 301,8±4,98 |
| Вихід туші, %              | 58,9       | 59,3       | 58,6       |
| Маса жиру-сирцю, кг        | 8,72±0,28  | 8,67±0,46  | 8,75±0,52  |
| Вихід жиру-сирцю, кг       | 1,6        | 1,6        | 1,7        |
| Забійна маса, кг           | 330,2±2,45 | 328,9±5,22 | 310,5±4,85 |
| Забійний вихід, %          | 60,5       | 60,9       | 60,3       |

Морфологічний склад напівтуші виявив перевагу бугайців I та II груп за виходом м'якоті. За цим показником вони перевищували аналогів III групи на

Козир В. С., Соловйов М. І.

17,4 кг (7,6 %). Встановлено, що в м'ясі бугайців усіх груп співвідношення білка до жиру відповідало оптимальним вимогам для високоякісної яловичини – 2 : 1. М'ясо бугайців І групи містило дещо менше вологи та більше жиру, ніж м'ясо однолітків ІІІ групи (табл. 9). Тому їх м'ясо мало вищу енергетичну цінність.

### 9. Хімічний склад м'яса

| Показник        | Група    |          |          |
|-----------------|----------|----------|----------|
|                 | I        | II       | III      |
| Волога          | 69,6     | 70,7     | 70,3     |
| Суха речовина   | 30,4     | 29,3     | 28,7     |
| в тому числі:   |          |          |          |
| жир             | 9,7      | 8,5      | 8,4      |
| білок           | 19,8     | 19,5     | 19,3     |
| зола            | 0,9      | 1,0      | 1,0      |
| Співвідношення: |          |          |          |
| білок до жиру   | 2,04 : 1 | 2,21 : 1 | 2,41 : 1 |

У результаті вивчення фізико-технологічних властивостей найдовшого м'яза спини встановлено, що м'ясо бугайців усіх груп біологічно повноцінне. Однак, за коефіцієнтом якості перевага належить поливанівському типу. За цим показником бугайці цього генотипу переважали однолітків лохвицько-золотоніського типу на 8,5 %. Білково-якісний показник складав 5,05–5,08 (табл. 10).

### 10. Фізико-технологічні властивості найдовшого м'яза спини

| Показник                                 | Група  |       |       |
|------------------------------------------|--------|-------|-------|
|                                          | I      | II    | III   |
| pH                                       | 5,84   | 5,95  | 5,92  |
| Вологозв'язуюча здатність                | 71,12  | 71,80 | 72,02 |
| Площа м'язового „вічка”, см <sup>2</sup> | 120,30 | 117,1 | 110,9 |
| Білково-якісний показник                 | 5,10   | 5,06  | 5,08  |

За дегустації м'ясо бугайців усіх груп характеризувалося досить високими харчовими якостями: легкістю пережовування, соковитістю, смачним ароматом. В якості м'яса істотної різниці не спостерігалось (5 балів).

Витрати кормів знаходилися в безпосередньому взаємозв'язку з приростом живої маси (табл. 11).

Найменші витрати і найвища оплата кормів – у бугайців І групи. За цими

показниками вони значно перевищували аналогів III групи.

### 11. Витрата і оплата корму

| Показник                              | Група |      |      |
|---------------------------------------|-------|------|------|
|                                       | I     | II   | III  |
| Витрати кормів усього, к. од. на 1 ц: |       |      |      |
| приросту                              | 1145  | 1151 | 1229 |
| в т. ч. без корів                     | 588   | 601  | 640  |
| Кінцевої живої маси                   | 1075  | 1160 | 1152 |
| в т. ч. без корів                     | 560   | 564  | 641  |
| м'якоті туші                          | 2404  | 2615 | 2583 |
| в т. ч. без корів                     | 1256  | 1361 | 1349 |

Представляє великий інтерес конверсія протеїну кормів в харчовий білок туші (табл. 12).

### 12. Конверсія протеїну кормів

| Група | Кількість спожитого перетравного протеїну, кг | Міститься білка в туші, кг | Конверсія протеїну кормів, % | Вихід білка на 100 кг живої маси, кг |
|-------|-----------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| I     | 322,0                                         | 51,67                      | 16,04                        | 9,48                                 |
| II    | 323,0                                         | 50,68                      | 15,69                        | 9,38                                 |
| III   | 322,0                                         | 46,99                      | 14,59                        | 9,12                                 |

Яловичина є продукт білкового харчування. Встановлено, що бугайці I групи мали білка більше на 4,68 кг (9,9 %), в порівнянні з аналогами III групи.

Для визначення економічної ефективності вирощування бугайців співставляли витрати на корми, заробітну плату та інші витрати із прибутком від реалізації [5]. Встановлено, що бички I групи мали перевагу за всіма показниками над ровесниками III групи. Собівартість 1 ц приросту живої маси у них нижча на 6,7 %. Рівень рентабельності виробництва яловичини від цих бугайців був вищий на 10,6 %.

**Висновки.** В українській м'ясній породі лохвицько-золотоніський і поливанівський внутрішньопорідні заводські типи мають як загальні для породи ознаки (великорослість, здатність тривалий час давати високі прирости при мінімальному відкладенні жиру), так і відмінності за будовою тіла, екстер'єрними та біологічними особливостями.

1. Доведено, що за однакових умов годівлі та утримання телиці поливанівського заводського типу проявляють більш високу енергію росту.

2. Телиці обох заводських типів характеризувалися високою відтворною здатністю. Внаслідок більшої пізньостиглості телиці лохвицько-золотоніського типу проявляли перший половий цикл пізніше на 21 добу, ніж їх ровесниці поливанівського типу, а статеве дозрівання завершалось у них пізніше на 22,2 доби. Телиці поливанівського типу відрізнялись більш високим коефіцієнтом заплідненості і мали отелення на 40,1 доби раніше, що визначає перспективність їх використання за формування маточних стад української м'ясної породи.

3. Вперше доведено, що корови поливанівського заводського типу в різні вікові періоди переважають ровесниць лохвицько-золотоніського типу за живою масою на 14–37 кг при однаковій оцінці екстер'єру (82,5–83 бали). За всіма промірами тіла, за виключенням ширини грудей та косої довжини заду, перевага була за тваринами поливанівського заводського типу. Вони менш високоногі, більш розтягнуті та менш збиті.

4. Корови обох типів характеризуються відносно високою молочністю (первістки 1146–1175 кг другого отелення – 1296–1346кг, третього- та старші – 1386–1432 кг), яка забезпечує хороший розвиток молодняка. Між коровами різних заводських типів істотної різниці за молочністю не виявлено.

5. Встановлено, що вихід телят до відлучення в розрахунку на 100 корів поливанівського заводського типу склав 83,1 % проти 79,5 % у аналогів лохвицько-золотоніського типу. Частка важких отелень у них менша на 5,4 %.

6. Вперше виявлений внутрішньопородний ефект гетерозису за чистопорідного розведення (кросах заводських типів), який має важливе значення в підвищенні генетичного потенціалу продуктивності тварин української м'ясної породи.

7. Використання бугаїв поливанівського заводського типу на лохвицько-золотоніських коровах, а також на поливанівських коровах бугаїв лохвицько-золотоніського типу є більш ефективними, ніж за розведення «в собі».

### Список літератури

1. Дерківський В. Особливості росту, розвитку та адаптації різних порід бугайців при виробництві яловичини / В. Дерківський // Тваринництво України. – 2002. – № 7. – С. 5–7.
2. Зубець М. В. Довідник по м'ясному скотарству / М. В. Зубець. – К.: Урожай. – 1994. – 205 с.
3. Коняга В. М. Технологічні аспекти годівлі та інтенсивного вирощування бугайців української м'ясної породи в господарствах України / В. М. Коняга // Наук.-техніч. бюл. Ін-ту тваринництва УААН. – 2005. – № 89. – Вип. 5. – С. 101–108.
4. Логвинов В. Перспективы развития и регулирования рынка говядины / В. Логвинов // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 2. – С. 39–42.
5. Олійник С. О. Шляхи рентабельного ведення м'ясного скотарства в степовій зоні / С. О. Олійник // Вісн. аграр. науки. – 2003. – № 2. – С. 39–42.
6. Тимченко О. Г. М'ясне скотарство / О. Г. Тимченко. – К.: Урожай. – 1991. – 188 с.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СКОТА ЗАВОДСКИХ ТИПОВ УКРАИНСКОЙ МЯСНОЙ ПОРОДЫ

В. С. Козырь, М. И. Соловьев

***Аннотация.** Оценены биологические признаки и хозяйственные особенности поливановского и лохвицко-золотоношского заводских типов украинской мясной породы крупного рогатого скота, которые могут быть использованы в дальнейшем при создании новых пород для повышения генетического потенциала продуктивности и увеличения производства высококачественной говядины.*

***Ключевые слова:** порода, тип, оценка, продуктивность, говядина*

### COMPARATIVE EVALUATION OF FACTORY TYPES UKRAINIAN MEAT BREED

V.S. Kozyr, M.I. Soloviov

***Abstract.** The biological signs and economic features of the Polivan and Lohvitsko-Zolotonoshskiy factory types of Ukrainian beef cattle are estimated, which can be used later to create new breeds for increasing the genetic potential of productivity and increasing the production of high-quality beef.*

***Keywords:** breed, type, evaluation, productivity, beef*

УДК 636.09:615.15.000.7

**СИСТЕМА МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ВЕТЕРИНАРНОЇ АПТЕКИ****М. О. ЖУКОВСЬКИЙ**, асистент*Національний університет біоресурсів і природокористування України**E-mail: nfvm@ukr.net*

**Анотація.** Розглянуто аспекти управління продуктивністю праці, різні види мотивації персоналу ветеринарної аптеки. Встановлено, що ефективна діяльність можлива лише у разі наявності у працівників відповідної мотивації, тобто бажання працювати. Встановлено, що останнім часом в США та країнах ЄС збільшується частка працівників, які віддають перевагу не високій заробітній платі, а скороченню робочого часу, проте, в Україні матеріальний стимул є найбільш ефективним методом зацікавленості персоналу ветеринарної аптеки в підвищенні товарообігу в сучасних умовах. Запропоновано систему мотивації персоналу ветеринарної аптеки та послідовність її запровадження.

**Ключові слова:** мотивація, продуктивність праці, матеріальне стимулювання, преміювання

**Актуальність та постановка проблеми.** Подолання Україною економічної кризи можливе лише за умови підвищення ефективності суспільної праці. Фінансово-економічна криза сьогодення є чинником стійких негативних тенденцій в економіці, не є винятком й ситуація на ринку ветеринарних препаратів. У зв'язку із цим перед провідними спеціалістами в галузі ветеринарної фармації постають важливі завдання щодо пошуку принципово нових конструктивних підходів стосовно вирішення завдань фармації стратегічного та тактичного характеру. При цьому цілком зрозумілим є те, що задля досягнення успіху в конкуренції на ринку ветеринарних препаратів, кормів та кормових добавок вельми необхідним є залучення висококваліфікованих кадрів, адже відомо, що ефективність будь-якої діяльності безпосередньо залежить від команди професіоналів. У свою чергу, це дозволяє розглядати мотивацію персоналу ветеринарної аптеки як один з ключових факторів ефективної діяльності та задоволеності клієнтів.

Якщо мислити більш глобально, то підвищення ефективності праці безпосередньо пов'язане з головною метою суспільства — забезпечення економічного зростання, яке визначається збільшенням ВВП як в цілому, так і на душу населення. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба в підвищенні ефективності праці на рівні кожного підприємства – первинної ланки суспільного виробництва. Керівники і спеціалісти підприємств повинні розробляти і впроваджувати програми управління продуктивністю праці.

Питання менеджменту персоналу і мотивації праці знайшли своє відображення у працях зарубіжних дослідників А. Сміта, Ф. Тейлора, А. Файоля, Е. Мейо, Р. Фалмера, П. Друкера, Г. Саймона, А. Маслоу, Д. Макгрегор, Ф. Герцберг та ін.

Серед вітчизняних учених, у наукових працях яких висвітлюються дані проблеми слід назвати О. М. Бородіну, В. В. Вітвицького, Й. С. Завадського, В. В. Зіновчука, М. Й. Маліка, П. Т. Саблука, І. Х. Степаненка, Ф. І. Хміля, О. Г. Шпикуляка, В. В. Юрчишина, та ін.

Проте не досить глибоко дослідженими залишаються окремі питання менеджменту персоналу ветеринарних аптек, зокрема, щодо формування і розвитку кадрового потенціалу, а також мотивації праці, ефективності менеджменту в умовах жорсткої конкуренції на ринку та наявності препаратів-аналогів.

**Метою дослідження** – розглянути аспекти управління продуктивністю праці та методи матеріального стимулювання персоналу ветеринарної аптеки.

**Матеріали і методи досліджень.** Матеріалами досліджень слугували дані літературних джерел, статистична інформація, продуктивність праці працівників ветеринарних аптек. Використано статистичний і аналітичний методи досліджень.

**Результати досліджень і їх обговорення.** Управління продуктивністю – це частина більш широкого процесу управління підприємства, яка включає в себе планування, організацію, керівництво, контроль і регулювання підвищення продуктивності праці. Сутність управління продуктивністю полягає в тому, щоб досягати максимально можливого рівня її підвищення при існуючих на

даний момент економічних умовах. В своїй організації управління продуктивністю виходить з таких положень:

- вироблення загального підходу до розуміння проблем результативності і продуктивності праці;
- розроблення стратегічних програм росту продуктивності праці;
- вироблення підходів до методів вимірювання і оцінки продуктивності праці;
- розроблення методів контролю за підвищенням продуктивності праці;
- забезпечення організації, планування і ефективного впровадження всіх елементів програми управління підвищенням продуктивності праці [2].

Ефективна діяльність можлива лише у разі наявності у працівників відповідної мотивації, тобто бажання працювати. Правильна мотивація надихає співробітників на реалізацію поставлених перед ними завдань і отримання бажаних результатів, так як дозволяє задовольняти їхні потреби, які часто різняться і змінюються в залежності від часу або обставин. Наприклад, для спеціаліста, який тільки прийшов працювати у ветеринарну аптеку, важливою потребою є отримання нових знань і навичок для виконання функціональних обов'язків і набуття бажаного рівня професіоналізму, в той час як більш досвідчений співробітник прагне до підвищення за посадою і отримання додаткової фінансової винагороди.

Мотиваційні аспекти управління працею набули широкого застосування у країнах з розвинутою ринковою економікою. У нашій країні поняття мотивації праці з економічним змістом з'явилося порівняно недавно, в зв'язку з демократизацією виробництва. Раніше воно вживалося, в основному, у промисловій економічній соціології, педагогіці, психології.

Мотиваційний механізм праці включає насамперед такі загальнолюдські, загальноекономічні елементи, як потреби та інтереси людини, адже заради їх

задоволення людина виробляє різні блага. Стимули до праці можуть бути матеріальними і моральними, духовними. Серед перших – заробітна плата, премії, різні винагороди; серед других – найрізноманітніші форми морального заохочення.

Поряд з цими двома групами стимулів існує ще одна, яка пов'язана із самою трудовою діяльністю. Це умови праці, її зміст, престижність, вільний час. Соціологічні дослідження показують, що за досить високого рівня матеріального забезпечення фактори творчого характеру праці та вільного часу відіграють вирішальну роль у виборі професії.

Кожній економічній системі властивий свій мотиваційний механізм праці, який поряд із загальнолюдськими містить й специфічні елементи.

Гуманізація виробництва ускладнює мотивацію праці, а отже, і методи її стимулювання. Для багатьох працівників визначальну роль відіграють матеріальні стимули. Проте останнім часом у США та країнах ЄС збільшується частка працівників, які віддають перевагу не високій заробітній платі, а творчому процесу. Всезростаючу роль у мотивації праці відіграє скорочення робочого часу та збільшення вільного. Соціологічні дослідження, проведені у країнах ЄС, виявили, що 51 відсоток самодіяльного населення віддали перевагу скороченню робочого часу, а 42 відсотки – зростанню заробітної плати. У Німеччині від 1/3 до половини найманих робітників згодні на скорочення робочого часу, яке супроводжувалося б зменшенням заробітної плати [3].

Отже, співвідношення мотивів праці та відповідних їм стимулів визначається рівнем розвитку продуктивних сил, доходів населення. Проте безперечним є те, що із забезпеченням високого рівня життя серед мотивів всезростаючу роль відіграє скорочення робочого і збільшення вільного часу.

Але слід відмітити, що в нашій країні велике значення має перша група стимулів – заробітна плата, премії, різні винагороди. Завдяки матеріальному стимулюванню робітники беруть участь у вдосконаленні техніки і технології, організації праці тощо.

Працівник повинен отримувати гідну винагороду за виконану роботу, тобто плату за затрачені в процесі праці розумові й фізичні зусилля, які необхідні для отримання матеріального чи інтелектуального продукту праці. Рівень винагороди формує у свідомості працівника «рівень необхідності» виконувати ті чи інші дії, які призведуть до задоволення потреби, що являє собою мотивацію праці [4].

Сьогодні розробляються і впроваджуються різні методи вирішення даної задачі, наприклад, такі як системи преміювання на підприємстві. В основному заробітна платня погано, а найчастіше взагалі не зв'язана з кінцевими результатами праці. Результати праці колективні, а оплата — індивідуальна. Щоб перебороти це протиріччя, треба зробити одне з двох: або індивідуалізувати результати, або колективізувати систему оплати. Є чимало підприємств, що володіють власним підходом до розв'язання протиріччя між колективним характером результатів праці й індивідуальною системою оплати, а також прогресивними формами і методами організації виробництва і керування ними.

На сьогодні достатньо підприємств, які практикують деякі заохочення для своїх співробітників, але взагалі вони не мають складної системи преміювання. Наприклад, премія виплачується тільки за результатами виконання планів чи за квартал виплачуються одноразові премії за особливі досягнення.

Актуальним на даний час є розробка системи мотивації працівників ветеринарних аптек і відповідно підвищення товарообігу та як наслідок рентабельності конкретної аптеки або мережі аптек.

Спеціально розроблені для медичних аптечних установ системи преміювання працівників вже досить успішно застосовуються останні роки. Зокрема, ними користуються майже всі аптечні мережі та окремі аптечні установи. Існує кілька систем матеріального стимулювання, проаналізувавши які ми прийшли до висновку, що після певної адаптації їх можна ефективно застосовувати для ветеринарних аптечних установ [1].

Для підвищення показників роботи ветеринарної аптеки необхідно, у першу чергу, підвищувати роздрібний товарообіг, тому і фінансовий результат

діяльності всієї аптеки залежить, в основному, від діяльності колективу і кожного члена колективу індивідуально. Керівництву аптеки (мережі) необхідно також розробити схеми продажів препаратів по зв'язаних позиціях. Мається на увазі препарати, які використовуються в комплексній терапії та, відповідно, можуть бути реалізовані разом.

Для поліпшення показників пропонуємо ввести подвійну систему преміювання, індивідуальну і колективну. Колективне заохочення передбачає обов'язкове виконання встановленого плану товарообігу щомісяця. У випадку виконання плану кожен провізор одержує до заробітної плати від 5 до 20% від встановлених окладів. Індивідуальне заохочення передбачає систему кодування кожного працівника аптеки. Під цим кодом кожен провізор набирає суму рахунка за товар, який він продав. У зв'язку з цим, кожен провізор буде зацікавлений продати більш якісний і дорогий товар.

У зв'язку з цими змінами всім провізорам потрібно встановити мінімальну норма виробітку на кожну людину. Виконання норми гарантує одержання заробітної плати в межах встановленого окладу. Перевиконання дає додаток до окладу:

$$П = О \times K_1(K_2, K_3)$$

де: П — додаток до окладу;

О — встановлений оклад;

K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> — коефіцієнти надбавки.

Коефіцієнт надбавки встановлюється кожному провізору, в залежності від категорії професіоналізму, стажу, часу протягом якого він працює в даній аптечній установі, тобто (як приклад): для вищої категорії (K<sub>1</sub>) – 0,5; для 1 категорії (K<sub>2</sub>) – 0,25; для 2 категорії (K<sub>3</sub>) – 0,15.

У випадку виконання і норми виробітку, і встановленого плану, провізор одержує: оклад, надбавку, премію. Вважаємо, що матеріальний стимул є найбільш ефективним методом підвищення зацікавленості провізорів у підвищенні товарообігу.

Поодинокі мотивуючі заходи будуть не ефективними, позитивний результат може дати лише впровадження системи мотивації працівників ветеринарної аптеки. Побудова і розвиток системи мотивації являє собою наступні послідовно дії:

- визначення стратегічних цілей ветеринарної аптеки;
- аналіз системи управління персоналом в аптеці, які методи мотивації застосовувались раніше та яка була їх ефективність;
- проектування системи мотивації персоналу, основа система матеріального стимулювання;
- пояснення мотиваційної схеми всьому персоналу аптечної мережі, від цього буде залежати її ефективність;
- дослідження зміни основних фінансових показників в залежності від функціонування системи мотивації.

### **Висновки**

1. Багато ветеринарних аптек не мають системи мотивації персоналу, тому недостатню мотивацію праці можна вважати однією з основних показників, що сприяють зменшенню товарообігу, а, отже, і рентабельності підприємства.

2. Запропонована система мотивації персоналу дає можливість якісно, справедливо і об'єктивно оцінити внесок кожного працівника в поліпшення ефективності діяльності підприємства, у підвищення основних показників його діяльності, таких як: товарообіг і рентабельність.

3. Поодинокі мотивуючі заходи будуть неефективними, позитивний результат може дати лише впровадження системи мотивації працівників ветеринарної аптеки.

### **Пропозиції**

Удосконалення системи мотивації персоналу ветеринарної аптеки шляхом введення нових стимулів до праці, зокрема, нематеріальних.

### **Список літератури**

1. Кузема О. Шляхи вдосконалення системи матеріального стимулювання на підприємстві // Молодь, освіта, наука, культура і національна самосвідомість: Зб. матеріалів VIII Всеукр. наук.-практ. конф., Т.6 / відп. Ред. Тимошенко І.І. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2005. С. – 408 с.
2. Масхма М. Б. Економіка праці та соціально трудові відносини / Масхма М. Б. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2004. – 188 с.
3. Фінансові новини України Finance.ua [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://news.finance.ua/ua/news/-/382615/ne-napruzhuuyuchys-v-yakyh-krayinah-najkorotshyj-robochyj-tyzhden-infografika>
4. Шпикуляк О. Г. Особливості мотивації та стимулювання праці в аграрних підприємствах // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – 2003. - Вип. 14. - С.189-194.

### References

1. Kuzema O. (2005) Shliakhy vdoskonalennia systemy materialnoho stymuliuvannia na pidpriemstvi [Ways to improve the system of material incentives at the enterprise] // Molod, osvita, nauka, kultura i natsionalna samosvidomist: Zb. materialiv VIII Vseukr. nauk.-prakt. konf., T.6 / K.: Vyd-vo Yevrop. un-tu, 408.
2. Maskhma M. B. (2004) Ekonomika pratsi ta sotsialno trudovi vidnosyny [Labor economics and social labor relations] K.: Vyd-vo Yevrop. un-tu, 188.
3. Financial news of Ukraine Finance.ua Available at: <https://news.finance.ua/ua/news/-/382615/ne-napruzhuuyuchys-v-yakyh-krayinah-najkorotshyj-robochyj-tyzhden-infografika>
4. Shpykuliak O. H. (2003) Osoblyvosti motyvatsii ta stymuliuvannia pratsi v ahrarnykh pidpriemstvakh [Features of motivation and stimulation of labor in agrarian enterprises] // Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu.

### СИСТЕМА МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА ВЕТЕРИНАРНОЙ АПТЕКИ М. О. Жуковский

***Аннотация.** Рассмотрены аспекты управления производительностью труда, различные виды мотивации персонала ветеринарной аптеки. Установлено, что эффективная деятельность возможна только при наличии у работников соответствующей мотивации, то есть желание работать. Установлено, что в последнее время в США и странах ЕС увеличивается доля работников, которые отдают предпочтение не высокой заработной плате, а сокращению рабочего времени, однако, в Украине материальный стимул является наиболее эффективным методом заинтересованности персонала ветеринарной аптеки в повышении товарооборота в современных условиях. Предложена система мотивации персонала ветеринарной аптеки и последовательность ее введения.*

***Ключевые слова:** мотивация, производительность труда, материальное стимулирование, премирование*

## SYSTEM OF MOTIVATION OF PERSONNEL OF VETERINARY PHARMACY

M. Zhukovskyi

**Abstract.** *The aspects of labor productivity management, various types of motivation of veterinary pharmacy personnel are considered. It is established that effective activity is possible only if there is an appropriate motivation for employees, that is, the desire to work. It has been established that in recent years in the USA and EU countries the share of workers who prefer not high salaries, but the reduction of working time is increasing, but in Ukraine the material incentive is the most effective method of interest of the veterinary pharmacy staff in increasing the turnover in modern conditions. The system of motivation of the veterinary pharmacy staff and the sequence of its introduction are offered.*

**Keywords:** *motivation, labor productivity, material stimulation, bonus*

UDC 619:616.98:578.833.1-07

## VALIDATION OF A RT-qPCR ASSAY FOR DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF AFRICAN AND CLASSICAL SWINE FEVER

S. S. MANDYGRA, junior research scientist

L. M. MUZYKINA, research scientist

L. M. ISHCENKO, candidate of veterinary sciences

G. A. KOVALENKO, candidate of veterinary sciences

I. V. HALKA, candidate of veterinary sciences

V. G. SPYRYDONOV, doctor of agricultural science, professor

M. P. SYTIUK, doctor of veterinary science

S. D. MELNYCHUK, doctor of biological science, professor

S. A. NYCHYK, doctor of veterinary science, professor

*Institute of Veterinary Medicine of NAAS of Ukraine*

*E-mail: mandygra@ukr.net*

**Abstract.** *A real-time reverse-transcriptase polymerase chain reaction (RT-qPCR) assay for differential diagnosis of African and Classical swine fever has been developed in the Institute of Veterinary Medicine of the NAAS. The proposed assay allows simultaneous detection of three targets: ASFV, CSFV and an internal control, which helps to save time and money. In this article, an inter-laboratory validation of the developed RT-qPCR assay was described. Validation of the test kit was performed in compliance with OIE Validation Guidelines according to analytical sensitivity, specificity and repeatability. The limit of detection (LOD) of the validated RT-qPCR assay was 10 copies of the ASFV and CSFV genomes, respectively. Repeatability of the assay was shown to be high enough. The specificity of the assay, evaluated on different viral strains showed no cross-reactions with closely related pathogens (porcine circovirus type 2, porcine reproductive and respiratory syndrome virus and virus of Aujeszky's disease). The expected reactivity for ASFV and CSFV were observed. In conclusion, all investigated analytical performance criteria of the validated RT-qPCR assay for differential diagnosis of ASF and CSF are in compliance with international standards, which ensures accurate and definite results. This laboratory assay will be a valuable tool for rapid differential diagnosis in case of swine fever suspected outbreaks.*

**Keywords:** *African swine fever (ASF), Classical swine fever (CSF), RT-qPCR, validation.*

African swine fever (ASF) and Classical swine fever (CSF) are two transboundary contagious viral swine diseases with high mortality rates and huge economic impacts [2, 7]. There is a significant difference between ASF and CSF control and prevention measures mainly due to the presence of vaccines against CSF and their absence against ASF [3, 4]. Therefore, in the case of a suspected outbreak, differential diagnosis of the two diseases is essential. ASF cannot be differentiated from CSF by either clinical presentation or post mortem examination. For this reason laboratory diagnostic methods are useful only [5, 8].

The above listed points clearly indicate that the rapid and robust diagnosis of ASF and CSF is extremely important. That is why a single-step, real-time reverse-transcriptase polymerase chain reaction (RT-qPCR) assay for the simultaneous and differential laboratory diagnosis of Classical swine fever virus (CSFV) and African swine fever virus (ASFV) has been developed in the Institute of Veterinary Medicine of the NAAS [7].

**The goal of the work** was to provide inter-laboratory validation of the developed RT-qPCR assay for the simultaneous and differential CSFV and ASFV detection.

**Materials and methods.** The study was carried out in the Research Training Center For Animal Disease Diagnostics of the IVM NAAS.

*Samples.* In the study, we used control samples: ASF and CSF positive (PC ASF+CSF), negative (NC) and an exogenous internal control (IC). Plasmids carrying specific ASF and CSF sequences ( $1.0 \times 10^5$  copies/cm<sup>3</sup>), pathological materials with ASFV, blood samples with CSFV – strain "Washington", cell cultures containing closely related viruses (porcine circovirus type 2 (PCV-2), porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus and virus of Aujeszky's disease) were used for validation of the assay.

*DNA/RNA extraction.* «RIBO-Sorb» (AmpliSens) was used for DNA/RNA extraction, according to the manufacture's instruction. During the nucleic acid

extraction, 10 µl of IC DNA was added into each sample suspended in the lysis buffer.

*Amplification.* Single-tube PCR reactions were prepared pooling 17.0 µl of PCR-mix and 3.0 µl of Primer-mix. Finally, a 5.0 µl aliquot of DNA/RNA extractions from the samples were added to 20 µl of PCR master mix.

Amplification was performed using Rotor-Gene Q («QIAGEN Hilden»). The cycling protocol was as follows:

### 1. Thermocycling conditions for the RT-qPCR

| № | Steps                 | Temperature, °C | Time   | Cycles |
|---|-----------------------|-----------------|--------|--------|
| 1 | Reverse transcription | 50              | 30 min | 1      |
| 2 | Enzyme activation     | 95              | 10 min | 1      |
| 2 | Denaturation          | 95              | 20 sec | 45     |
|   | Primer annealing      | 58 *            | 20 sec |        |
|   | Elongation            | 72              | 30 sec |        |

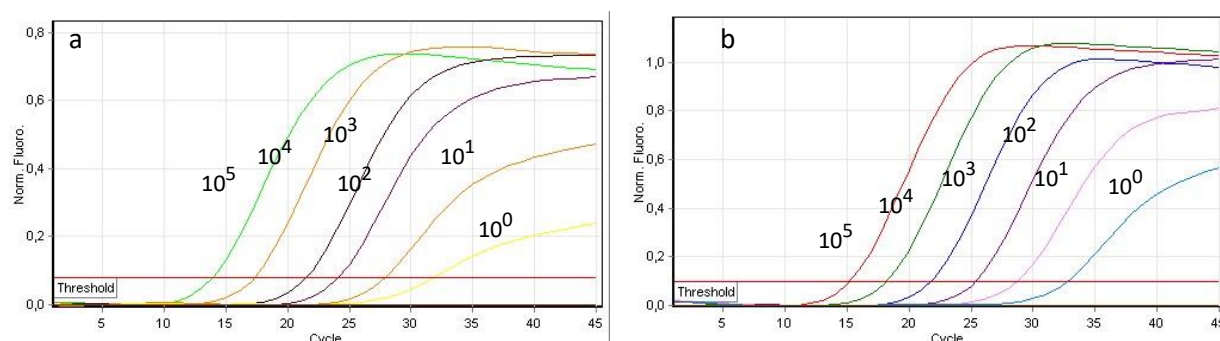
\* Fluorescence values were collected at 58 °C in three channel: FAM (DNA of ASFV), ROX (cDNA of CSFV) and JOE (IC).

*Interpretation of results.* The results can be considered valid if: the Ct-value of PC ASF+CSF  $\leq 35$  on the FAM and ROX channels, the Ct of NC – absent, the Ct of IC of all investigated samples  $\leq 35$  on the JOE channel. The sample is ASF positive if the Ct-value  $\leq 40$  on the FAM channel and CSF positive if the Ct  $\leq 40$  on ROX. The sample is negative if Ct-values are absent on the FAM and ROX channels but on JOE Ct  $\leq 35$ .

*Validation.* Validation of the test kit was performed in compliance with OIE Validation Guidelines 2014 – 3.6.3 «Development and optimization of Nucleic acid detection assays» [1].

**Results.** The diagnostic method was validated according to such analytical performance criteria as sensitivity, specificity and repeatability.

The analytical sensitivity of the assay were determined by testing 10-fold serial dilutions of the two quantified plasmids carrying specific ASFV and CSFV sequences respectively (from  $1.0 \times 10^5$  to  $1.0 \times 10^0$  viral copies per reaction) in DNase-free water (Figure 1).



**Figure 1. The amplification curves 10-fold serial dilution of the plasmids: a) carrying specific ASFV sequences (FAM channel); b) carrying specific CSFV sequences (ROX channel)**

The lowest dilution detected with the  $Ct \leq 40$  was established as the limit of detection (LOD). The serial dilutions were examined in 10 independent assays (reproductions). Obtained results of ASFV and CSFV analytical sensitivity determination of the assay are presented in Tables 1 and 2.

Table 2 shows that the confidence interval of the analytical sensitivity of validated assay for ASFV was 100 % at concentration ranging from  $1,0 \times 10^5$  to  $1,0 \times 10^1$  copies/cm<sup>3</sup>, and 30 % – at  $1,0 \times 10^0$  copies/cm<sup>3</sup>. Therefore, it was determined that LOD of the developed test system is at least 10 copies of the ASFV DNA.

## 2. Results of the 10-fold serial dilution amplification of the plasmid with incorporated specific ASFV sequence

| Number of copies/cm <sup>3</sup>         |    | $1,0 \times 10^5$ | $1,0 \times 10^4$ | $1,0 \times 10^3$ | $1,0 \times 10^2$ | $1,0 \times 10^1$ | $1,0 \times 10^0$ |
|------------------------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ct-value on the FAM channel (10 repeats) | 1  | 13.92             | 17.33             | 21.49             | 24.13             | 27.93             | 31.81             |
|                                          | 2  | 13.99             | 17.27             | 21.60             | 24.07             | 28.11             | -                 |
|                                          | 3  | 14.01             | 17.93             | 21.21             | 24.38             | 27.76             | -                 |
|                                          | 4  | 13.89             | 17.45             | 21.51             | 24.24             | 27.81             | 32.55             |
|                                          | 5  | 13.73             | 17.44             | 21.34             | 24.57             | 28.28             | -                 |
|                                          | 6  | 14.08             | 17.38             | 21.55             | 24.17             | 27.91             | -                 |
|                                          | 7  | 14.27             | 17.86             | 21.12             | 24.09             | 28.01             | -                 |
|                                          | 8  | 13.87             | 17.41             | 21.66             | 24.13             | 27.54             | -                 |
|                                          | 9  | 13.66             | 17.54             | 21.44             | 24.60             | 27.81             | 31.79             |
|                                          | 10 | 13.92             | 17.33             | 21.70             | 24.35             | 27.69             | -                 |
| Average Ct-value                         |    | 13.93             | 17.49             | 21.46             | 24.27             | 27.89             | 32.05             |
| SD                                       |    | 0.17              | 0.22              | 0.19              | 0.19              | 0.21              | 0.43              |
| CV                                       |    | 1.22              | 1.26              | 0.89              | 0.78              | 0.75              | 1.34              |
| CV <sub>v</sub>                          |    | 3.59              | 2.89              | 2.33              | 2.06              | 1.79              | 1.56              |
| positive/negative                        |    | 10/10             | 10/10             | 10/10             | 10/10             | 10/10             | 3/7               |
| Analytical sensitivity, %                |    | 100               | 100               | 100               | 100               | 100               | 30                |

The confidence interval of the analytical sensitivity for CSFV within concentration  $1,0 \times 10^5 - 1,0 \times 10^1$  copies/cm<sup>3</sup> was 100 % and 30 % – at concentration  $1,0 \times 10^0 - 40$  % (Table 3). LOD of the validated RT-qPCR assay was 10 copies of the CSFV genome.

### 3. Results of the 10-fold serial dilution amplification of the plasmid with incorporated specific CSFV sequence

| Number of copies/cm <sup>3</sup>         |    | 1,0x10 <sup>5</sup> | 1,0x10 <sup>4</sup> | 1,0x10 <sup>3</sup> | 1,0x10 <sup>2</sup> | 1,0x10 <sup>1</sup> | 1,0x10 <sup>0</sup> |
|------------------------------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Ct-value on the ROX channel (10 repeats) | 1  | 15.25               | 18.26               | 21.76               | 25.40               | 28.76               | 32.82               |
|                                          | 2  | 15.26               | 18.45               | 21.53               | 25.17               | 28.99               | -                   |
|                                          | 3  | 15.37               | 18.23               | 21.23               | 25.38               | 28.87               | 32.65               |
|                                          | 4  | 15.53               | 18.15               | 21.67               | 25.04               | 28.71               | -                   |
|                                          | 5  | 15.48               | 18.31               | 21.04               | 25.24               | 28.58               | 33.38               |
|                                          | 6  | 15.24               | 18.38               | 21.61               | 24.87               | 28.92               | -                   |
|                                          | 7  | 15.29               | 18.25               | 21.28               | 25.41               | 28.43               | -                   |
|                                          | 8  | 15.24               | 18.47               | 21.66               | 25.12               | 28.45               | -                   |
|                                          | 9  | 15.17               | 18.26               | 21.09               | 24.96               | 28.69               | 32.43               |
|                                          | 10 | 15.68               | 18.51               | 21.18               | 25.31               | 28.89               | -                   |
| Average Ct-value                         |    | 15.35               | 18.33               | 21.41               | 25.19               | 28.73               | 32.82               |
| SD                                       |    | 0.16                | 0.12                | 0.27                | 0.19                | 0.20                | 0.41                |
| CV                                       |    | 1.04                | 0.65                | 1.26                | 0.75                | 0.70                | 1.25                |
| CVv                                      |    | 3.26                | 2.73                | 2.34                | 1.98                | 1.74                | 1.52                |
| positive/negative                        |    | 10/10               | 10/10               | 10/10               | 10/10               | 10/10               | 4/7                 |
| Analytical sensitivity, %                |    | 100                 | 100                 | 100                 | 100                 | 100                 | 30                  |

Repeatability of the assay was determined as a measure of agreement between results obtained by testing 10-fold serial dilutions of plasmids at 10 runs using several operators in one laboratory (Tables 1 and 2). Repeatability was expressed as a coefficient of variation (CV). The standard deviation (SD) and CV was calculated for each concentration of six plasmids dilutions. Obtained SD values were lower than the maximum acceptable value of the standard deviation for the method ( $SD \leq 0.5$ ). The values of CV were also lower than the acceptable value of the coefficient of variation for the method (CVv). Therefore, repeatability of the assay was shown to be high enough, with coefficients of variation ranging from 0.65 to 1.34 %.

Analytical specificity (cross-reactivity) is a measure of the assay's ability to detect only the targets, in our case – ASFV, CSFV and IC. For analytical specificity determination the panel of samples, containing ASFV, CSFV or without was

prepared, moreover the cell cultures containing defined pathogens which cause similar to ASF and CSF clinical syndromes such as PCV-2, PRRS, Aujeszky's diseases were used. All biological materials, number of samples and values of crossing thresholds are summarized in Table 4. The samples were tested separately and in a mixture of "foreign agent + ASFV + CSFV" (1:1:1) in triplicate.

#### 4. Analytical specificity of the validated RT-qPCR assay

| №.  | Biological material                                                                                                                            | Number of replicates | Ct FAM (ASF) | Ct ROX (CSF) | Ct VIC (IC) |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------|
| 1.  | pathological material with ASFV – positive biological material (ASF PBM)                                                                       | 3                    | 17.80±0.13   | N/d          | 24.51±0.16  |
| 2.  | pathological material without ASFV                                                                                                             | 3                    | N/d          | N/d          | 23.21±0.29  |
| 3.  | swine blood with CSFV (strain "Washington") – positive biological material (CSF PBM)                                                           | 3                    | N/d          | 31.58±0.14   | 24.07±0.31  |
| 4.  | swine blood without CSFV                                                                                                                       | 3                    | N/d          | N/d          | 24.08±0.22  |
| 5.  | ASF PBM + CSF PBM (1:1)                                                                                                                        | 3                    | 18.22±0.39   | 31.53±0.16   | 24.27±0.29  |
| 6.  | cell culture with PRRS virus (strain "Lelystad")                                                                                               | 3                    | N/d          | N/d          | 23.96±0.16  |
| 7.  | cell culture with PRRS virus (strain "Lelystad") + ASF PBM + CSF PBM (1:1:1)                                                                   | 3                    | 18.11±0.17   | 31.89±0.23   | 24.39±0.26  |
| 8.  | cell culture with PCV-2 (straine "Stoon 1010")                                                                                                 | 3                    | N/d          | N/d          | 24.05±0.10  |
| 9.  | cell culture with PCV-2 (straine "Stoon 1010") + ASF PBM + CSF PBM (1:1:1)                                                                     | 3                    | 17.96±0.23   | 32.00±0.22   | 24.19±0.37  |
| 10. | cell culture with Aujeszky's diseases virus (straine "Petrikivskiy-2006")                                                                      | 3                    | N/d          | N/d          | 23.91±0.22  |
| 11. | культура клітин, що містить вірус хв.<br>cell culture with Aujeszky's diseases virus (straine "Petrikivskiy-2006") + ASF PBM + CSF PBM (1:1:1) | 3                    | 17.83±0.18   | 31,74±0.23   | 24.42±0.27  |

As result, the expected reactivity for ASFV and CSFV were observed and absence of cross-reactions for the other tested porcine viruses were confirmed. No amplification curves and Ct values on FAM and ROX were detected using nucleic acid extracted from samples with PRRSV, PCV-2 and ADV.

**Conclusions.** All investigated analytical performance criteria of validated PT-qPCR assay for differential diagnosis of African and classical swine fever are in compliance with international standards, which ensures accurate and definite results.

The limit of detection (LOD) of the validated test kit was 10 copies of the ASFV and CSFV genomes. High enough results of repeatability were achieved. There were confirmed absence of false results and cross-reactions with other porcine viruses. Therefore, this laboratory assay will be a valuable tool for rapid differential diagnosis in case of swine fever suspected outbreaks.

### References

1. «Development and optimisation of Nucleic acid detection assays» (2014). OIE Validation Guidelines – 3.6.3. Available at: [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/aahm/current/GUIDELINE\\_3.6.3\\_NAD\\_ASSAYS.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/current/GUIDELINE_3.6.3_NAD_ASSAYS.pdf).
2. Gallardo, C., Reoyo, A. T., Fernández-Pinero, J., Iglesias, I., Muñoz, J. and Arias, L. (2015). African swine fever: a global view of the current challenge. *Porcine Health Management*, 1, 1–14.
3. Korniienko, L.Ie. (2014). Afrykanska chuma svynei: istorychni aspekty, suchasna epizootychna sytuatsiia v sviti y v Ukraini, imunitet ta perspektyvy vaktsynoprofilaktyky [African swine fever: historical aspects, current epizootic situation in the world and in Ukraine and prospects for vaccine immunity]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny – Scientific Journal of Veterinary Medicine*, 14 (114), 5–12 [in Ukrainian].
4. Korniienko, L.Ie. (2015). Clasicna chuma sviney: istorichni aspekti, suchasna epizootychna situatsiia v sviti ta ukrayini, imunitet i vaktsynoprofilaktika [A historical perspective, modern epizootic situation in the world and in Ukraine, immunity and the vaccine of classical swine fever]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny – Scientific Journal of Veterinary Medicine*, 2, 5–13 [in Ukrainian].
5. Maksimovich, V. V. and Semenov, S. V. (2016). Differentsialnaya diagnostika afrikanskoy chumy sviney [Differential diagnosis of African swine fever]. *Uchenye zapiski UO VGAVM – Scientific notes UO VSAVM*, 52 (1), 60–67 [in Russian].
6. Mandygra, S.S., Muzykina, L.M., Ishchenko, L.M., Kovalenko, G.A., Halka, I.V., Sytjuk, M.P., Nychyk, S.A. and Spyrydonov, V.G. (2017). Rozrobka test-systemy dlia dyferentsiinoi diahnostryky afrykanskoi ta klasychnoi chumy svynei metodom ZT-PLR u rezhymi realnoho chasu [Development of the test kit for the differential diagnostics of African and classical swine fever by RT-PCR in real time]. *Veterynarna biotekhnolohiia – Veterinary Biotechnology*, 31, 103–111 [in Ukrainian].
7. Moennig, V., Floegel-Niesmann, G., Greiser-Wilke, I. (2003). Clinical signs and epidemiology of classical swine fever: a review of new knowledge. *Veterinary Journal*, 165, 11–20.
8. Nevolko, O. M. (2015). Dyferentsiina diahnostryka pry afrykanskii chumi svynei [Differential diagnosis of African swine fever]. *Veterynarna Medytsyna Ukrainy – Veterinary Medicine of Ukraine*, 7, 14–19 [in Ukrainian].

## ВАЛИДАЦИЯ ОТ-ПЦР ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ АФРИКАНСКОЙ И КЛАССИЧЕСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ

С. С. Мандыгра, Л. М. Музыкина, Л. Н. Ищенко, Г. А. Коваленко,  
И. В. Галка, В. Г. Спиридонов, Н. П. Сытюк, С. А. Ничик, С. Д. Мельничук

**Аннотация.** В Институте ветеринарной медицины НААН разработана тест-система для дифференциальной диагностики африканской и классической чумы свиней методом обратнo-транскриптазной полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР) в режиме реального времени. Предложенная методика позволяет одновременно в одной пробирке детектировать три мишени: вирус АЧС, вирус КЧС и внутренний контроль, что способствует экономии времени и средств. В статье представлены результаты проведения внутрилабораторной валидации разработанного ОТ-ПЦР диагностикума. Валидацию осуществляли в соответствии с международными требованиями, учитывая показатели чувствительности, специфичности и сходимости. Предел обнаружения (LOD) валидированного ОТ-ПЦР диагностикума составил 10 копий ДНК вируса АЧС и 10 копий кДНК вируса КЧС. Установлено достаточно высокую сходимость результатов. При исследовании специфичности не наблюдалось перекрестных реакций с штаммами возбудителей, вызывающих сходные с АЧС и КЧС симптомы (цирковирс свиней 2-го типа, вирус репродуктивно-респираторного синдрома свиней и болезни Ауески). В целом, исследованные аналитические показатели валидированной ОТ-ПЦР тест-системы для дифференциальной диагностики АЧС и КЧС соответствуют международным стандартам, что гарантирует получение точных и надежных результатов. Эта тест-система станет ценным средством быстрой дифференциальной диагностики в случае возникновения подозрения на вспышку чумы свиней.

**Ключевые слова:** африканская чума свиней (АЧС), классическая чума свиней (КЧС), ОТ-ПЦР в режиме реального времени, валидация

## ВАЛІДАЦІЯ ЗТ-ПЛР ТЕСТ-СИСТЕМИ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ АФРИКАНСЬКОЇ ТА КЛАСИЧНОЇ ЧУМИ СВИНЕЙ

С. С. Мандигра, Л. М. Музикіна, Л. М. Іщенко, Г. А. Коваленко,  
І. В. Галка, В. Г. Спиридонов, М. П. Ситюк, С. А. Ничик, С. Д. Мельничук

**Анотація.** В Інституті ветеринарної медицини НААН розроблено тест-систему для диференційної діагностики африканської та класичної чуми свиней методом зворотнo-транскриптазної полімеразної ланцюгової реакції (ЗТ-ПЛР) у режимі реального часу. Запропонована методика дозволяє одночасно в одній пробірці виявляти три мішені: вірус АЧС, вірус КЧС і внутрішній контроль, що сприяє економії часу та коштів. У статті представлені результати проведення внутрішньолaborаторної валідації

розробленого ЗТ-ПЛР діагностикума. Валідацію здійснювали відповідно до міжнародних вимог за показниками чутливості, специфічності і збіжності. Межа виявлення (LOD) валідованого ЗТ-ПЛР діагностикума склала 10 копій ДНК вірусу АЧС і 10 копій кДНК вірусу КЧС. Встановлено достатньо високу збіжність результатів. При дослідженні специфічності не спостерігалось перехресних реакцій із штамами патогенів, що викликають подібні з АЧС і КЧС симптоми (цирковірус свиней 2-го типу, вірус репродуктивно-респіраторного синдрому свиней і хвороби Ауєскі). Вцілому, досліджені аналітичні показники валідованої ЗТ-ПЛР тест-системи для диференціальної діагностики АЧС та КЧС відповідають міжнародним стандартам, що гарантує отримання точних та надійних результатів. Ця тест-система стане цінним засобом швидкої диференційної діагностики в разі виникнення підозри на спалах чуми свиней.

**Ключові слова:** африканська чума свиней (АЧС), класична чума свиней (КЧС), ЗТ-ПЛР у режимі реального часу, валідація

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЛІТНОГО БАЛАНСУ В КОНСЕРВОВАНІЙ КРОВІ ТВАРИН ЗА ЗБЕРІГАННЯ

**Н. В. АРНАУТА**, кандидат фізико-математичних наук

**О. В. АРНАУТА**, кандидат ветеринарних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: arnauta\_nata@ukr.net, arnauta\_alex@ukr.net*

**Анотація** У цій роботі розглядається задача побудови математичної моделі електролітного балансу в консервованій крові на основі результатів експериментальної роботи. Важливим біохімічним показником, який відображає стан збереженості консервованої крові, є підтримка сталого градієнта концентрації електролітів між плазмою та форменими елементами. В консервованій крові при зберіганні відбувається порушення функції систем транспорту електролітів через мембрану внаслідок дефіциту забезпечення енергетичних потреб. Тому, дослідження електролітного балансу є необхідною умовою для визначення придатності до використання збереженої крові. Математична модель будь-якого процесу, у тому числі біохімічного, дозволяє отримати потрібну інформацію без проведення експерименту, часто зумовленого складністю протікання реальних процесів, високою вартістю експериментальних досліджень та відсутністю належних умов, коли з економічних міркувань доцільніше перенести їх на модель. Для побудови даної математичної моделі використовувалися елементи кореляційного зв'язку, а саме: побудова рівняння регресії, на основі якого проведено аналіз отриманих результатів.

**Ключові слова:** математичне моделювання, електролітний баланс, , консервована кров

Важливим біохімічним показником, який відображає стан збереженості консервованої крові, є підтримка сталого градієнта концентрації електролітів між плазмою та форменими елементами. В консервованій крові при зберіганні відбувається порушення функції систем транспорту електролітів через мембрану внаслідок дефіциту забезпечення енергетичних потреб. Тому, дослідження електролітного балансу, їх функціонального стану є необхідною умовою для визначення придатності до використання збереженої крові.

**Актуальність.** Математична модель будь-якого процесу, у тому числі біохімічного, дозволяє отримати потрібну інформацію без проведення

Арнаута Н. В., Арнаута О. В.

експерименту, часто зумовленого складністю протікання реальних процесів, високою вартістю експериментальних досліджень та відсутністю належних умов, коли з економічних міркувань доцільніше перенести їх на модель. Тому, побудова математичної моделі електролітного балансу консервованої крові тварин при зберіганні є актуальною, як з теоретичної так і практичної позиції [6, 7].

**Мета досліджень** – побудова математичної моделі електролітного балансу в консервованій крові тварин при зберіганні.

**Матеріали і методи досліджень.**

У цій роботі розглядається задача побудови математичної моделі електролітного балансу в консервованій крові на основі результатів експериментальної роботи. Для досліджень брались зразки крові молодняку великої рогатої худоби віком 10-12 місяців, з яких формувались дослідна та контрольна групи. Концентрацію електролітів визначали атомно-абсорбційним спектрофотометром ААС-30. Детально методика формування дослідної та контрольної групи зразків консервованої крові описана у попередніх публікаціях [2, 3].

Для побудови математичної моделі використовувалися елементи кореляційного зв'язку, а саме: побудова рівняння регресії, на основі якого проведено аналіз отриманих результатів. З математичного погляду кореляційна залежність – це функціональне співвідношення тільки між середніми значеннями досліджуваних ознак.

Залежно від форми зв'язку між факторною та результативною ознаками вибирають тип математичного рівняння. Аналізуючи дані експерименту, вибираємо прямолінійну форму зв'язку, яка визначається рівнянням прямої лінії

$$y = ax + b,$$

де:  $y$  – значення результативної ознаки,  $x$  – значення факторної ознаки,  $a$ ,  $b$  – шукані параметри.

Арнаута Н. В., Арнаута О. В.

Лінійна функція дозволяє спростити процес математичної формалізації та забезпечення доволі ясної інтерпретації результатів моделювання взаємозв'язки між вихідними та вхідними величинами [4, 5, 6].

Параметри  $a$  і  $b$  лінійного рівняння регресії знаходимо методом найменших квадратів. Має виконуватися умова

$$\sum_{i=1}^n (ax_i + b - y_i)^2 = \min,$$

з якої отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n y_i &= nb + a \sum_{i=1}^n x_i; \\ \sum_{i=1}^n y_i x_i &= b \sum_{i=1}^n x_i + a \sum_{i=1}^n x_i^2, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $n$  – кількість спостережень.

Розв'язок системи (1) має вигляд:

$$\begin{aligned} a &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \\ b &= \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i \right). \end{aligned} \quad (2)$$

**Результати досліджень та обговорення.** В результаті проведеного експерименту отримали дані, які показані в таблиці 1.

**1. Зміна катіонного складу досліджуваних зразків консервованої крові при зберіганні**

| Катіони | Доба зберігання |      |      |      |      |      |      |
|---------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
|         | 1               | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   |
| Калій   | 3.12            | 3.48 | 3.76 | 4.82 | 4.88 | 5.28 | 5.63 |
| Натрій  | 1.23            | 1.22 | 1.13 | 1.09 | 1.03 | 0.99 | 0.94 |
| Кальцій | 1.53            | 1.51 | 1.47 | 1.44 | 1.38 | 1.24 | 1.17 |
| Магній  | 0.63            | 0.66 | 0.71 | 0.91 | 0.97 | 1.05 | 1.12 |

Арнаута Н. В., Арнаута О. В.

Спочатку побудуємо рівняння регресії залежності кількості калію від часу. Обчислюємо суми, які входять у формули (1) – (2). Для зручності результати всіх обчислень розміщуємо у таблиці 2.

**2. Вихідні та розрахункові дані для обчислення рівняння зв'язку між кількістю калію в консервованій крові тварин від терміну зберігання**

|            | $x_i$ | $y_i$ | $x_i y_i$ | $x_i^2$ |
|------------|-------|-------|-----------|---------|
|            | 1     | 3,12  | 3,12      | 1       |
|            | 5     | 3,48  | 17,40     | 25      |
|            | 10    | 3,76  | 37,60     | 100     |
|            | 15    | 4,82  | 72,30     | 225     |
|            | 20    | 4,88  | 97,6      | 400     |
|            | 25    | 5,28  | 132       | 625     |
|            | 30    | 5,63  | 168,9     | 900     |
| $\Sigma :$ | 106   | 30,67 | 528,92    | 2276    |

Система (1) для дослідження калію має вигляд

$$\begin{cases} 106b + 2276a = 528,92; \\ 7b + 106a = 30,67, \end{cases}$$

її розв'язок

$$a \approx 0,096, \quad b \approx 2,93,$$

тому рівняння лінійного зв'язку матимемо вигляд:

$$y_x = 0,096x + 2,93.$$

Аналогічно знаходимо рівняння регресії для дослідження кількості натрію, кальцію і магнію.

Для натрію отримали рівняння регресії:

$$y_x = -0,01x + 1,24.$$

Для кальцію отримали рівняння регресії

$$y_x = -0,013x + 1,58.$$

Для магнію отримали рівняння регресії:

$$y_x = 0,018x + 0,59.$$

Рівняння регресії використовують для прогнозування очікуваних рівнів результативних ознак при встановлених значеннях факторних ознак [1, 3]. Очікувані значення кількості калію, натрію, кальцію і магнію в консервованій крові, обчислені за допомогою рівняння зв'язку, будуть такі (табл. 3):

Арнаута Н. В., Арнаута О. В.

### 3. Очікувані значення катіонного складу досліджуваних зразків в консервованій крові тварин залежно від терміну зберігання

| Катіони | Доба зберігання |      |      |      |      |      |      |
|---------|-----------------|------|------|------|------|------|------|
|         | 1               | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   |
| Калій   | 3,03            | 3.41 | 3.80 | 4.40 | 4.85 | 5.30 | 5.80 |
| Натрій  | 1.23            | 1.19 | 1.14 | 1.09 | 1.04 | 0.99 | 0.94 |
| Кальцій | 1.56            | 1.51 | 1.45 | 1.40 | 1.33 | 1.27 | 1.20 |
| Магній  | 0.61            | 0.68 | 0.76 | 0.90 | 0.95 | 1.04 | 1.13 |

Порівнюючи експериментальні і очікувані дані ми бачимо, що побудовані лінійні рівняння дозволяють прогнозувати зміни, які відбуваються в даній біохімічній системі з великою ступеню вірогідності.

#### Список літератури

1. Антонов, Ю. Г. Моделирование биологических систем: Справочник / Ю.Г. Антонов – К.: Наук. думка, 1977. – 260 с.
2. Арнаута, О. В. Вплив високих концентрацій вуглекислоти на рівень енергетичного обміну в клітинах консервованої крові тварин // Ветеринарна медицина України. – 2004. -№1. – С. 27 – 28.
3. Арнаута, Н.В. Використання елементів статичного моделювання за побудови математичної моделі біохімічних процесів. [Електронний ресурс] / Н. В. Арнаута, О. В. Арнаута // Наукові доповіді НУБіП України. – 2016 – 7 (64). – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7733>
4. Вергунова, І. М. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів / І. М. Вергунова–К.: «НОРА-ПРІНТ», 2000. – 145 с.
5. Горковий, В. К. Математична статистика / В. К. Горковий, В. В. Ярова. – К.: ВД «Професіонал», 2004, - 384 с.
6. Ермаков, С. М. Курс статического моделирования / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. – М.: «Наука», 1977. – 350 с.
7. Суліма, І. М. Вища математика. Теорія ймовірностей. Математична статистика. / І. М. Суліма, В. М. Яковенко. – К.: НАУ, 2004. – 238 с.

#### Reference

1. Antonov, Yu. G. (1977). Modelirovanie biologicheskikh sistem. Spravochnik [Modelirovanie of the biologicheskikh systems. Spravochnik]. Naukoova dumka, 260.
2. Arnauta, O.V. (2004). Vplyv vysokikh kontsentratsii vuhlekysloty na riven enerhetychnoho obminu v klitynakh konservovanoi krovi tvaryn. [Influence of high

Арнаута Н. В., Арнаута О. В.

concentration of carbon on level of energy metabolism in cells of preserved blood]. Veterinary medicine of Ukraine, №1, 27-28.

3. Arnauta, N.V., Arnauta, O.V. (2016). Vykorystannua elementiv statychnogo modelyuvannua pry pobudovi mftematychnoi modeli biohimichnyh protsesiv. Elektronne vydannia [Use of elements static modeling at construction of mathematical model of biochemical processes]. Scientific reports of NUDiP of Ukraine – 7 (64), Available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7733>

4. Vergunova, I.M. (2000). Osnovy matematychnogo modelyuvannya dlya analizu ta prognozy agnomichnykh protsesiv [Bases of mathematical design are for an analysis and prognosis of agronomical processes]. Nora-Print, 145.

5. Gorkovyi, V.K., Yarova, V.V. (2004). Matematychna ststistika [Mathematical statistics]. Profesional, 384.

6. Ermakov, S.M., Mihailov, G.A. (1977). Kurs staticheskogo modelirovania. [Course of staticheskogo modelirovaniya]. Moskov, Russia: Science, 350.

7. Sylima, I.M., Yakovenko, V.M. (2004). Vyshcha matamatyka. Teoria imovirnostei. Matematychna statistika [Higher mathematics. Theory of chances. Mathematical statistics]. NAU, 238.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО БАЛАНСА В КОНСЕРВИРОВАННОЙ КРОВИ ЖИВОТНЫХ ПРИ СОХРАНЕНИИ

Н. В. Арнаута, А. В. Арнаута

**Аннотация.** В данной работе рассматривается задача построения математической модели электролитного баланса в консервированной крови на основании результатов экспериментальной работы. Важным биохимическим показателем, который отображает состояние сохранности консервированной крови, есть сохранение постоянства градиента концентрации электролитов между плазмой и форменными элементами. В консервированной крови при сохранении происходит нарушение функций систем транспорта электролитов через мембрану вследствие дефицита обеспечения энергетических потребностей. Поэтому, исследование электролитного баланса есть необходимым условием для определения способности к использованию сохранённой крови. Математическая модель любого процесса, в том числе биохимического, позволяет получить нужную информацию без проведения эксперимента, что часто сопряжено с сложностями реальных процессов, большой стоимостью экспериментальных исследований и отсутствием надлежащих условий, когда с экономических соображений целесообразней перенести их на модель. Для построения данной математической модели использовали элементы корреляционной связи: построение уравнения регрессии, на основании которого проведен анализ полученных результатов.

Арнаута Н. В., Арнаута О. В.

**Ключевые слова:** математическая модель, электролитный баланс, консервированная кровь

## MATHEMATICAL MODELING OF ELECTROLYTIC BALANCE IN TINNED BLOOD OF ANIMALS AT STORAGE

N. V. Arnauta, O. V. Arnauta

**Annotation.** In this work the problem of construction of mathematical model of electrolytic balance in tinned blood on the basis of results of experimental work is considered. The research of electrolytic balance, their functional state is a necessary condition for determination of the validity to use of the kept blood. The mathematical model of any process, including biochemical, allows to obtain the necessary information without carrying out the large experiment which is often caused by complexity of a technique and high cost of pilot studies. For construction of electrolytic balance mathematical model of tinned blood from type of the preserving environment, elements of mathematical statistics were used, namely: construction of the regression equation on the basis of which it is carried out the analysis of the received results. The direction and a form of communication are established through statistical groups and schedules, constants in the system of rectangular coordinates on the basis of empirical data. The constant regression equations allow to predict changes which happen in this biological system to big degree of probability, allow to define a quantitative measure of that influence or other factor (or their complex) on results.

**Keywords:** mathematical modeling, electrolytic balance, tinned blood

UDC 661.183.1:633.62

## MICROPOROUS CARBONATE CATALYSTS FROM LIGNOCELLULAR WASTE PROCESSING SORGO (BAGASSE)

L. A. KUPCHYK, Candidate of Technical Sciences, sen. res. worker,

L. Y. KOTYNSKA, postgraduate student,

N. V. SYCH, Candidate of Technical Sciences, sen. res. worker,

*Institute of sorption and problems of endoecology of NAS of Ukraine*

N. A. GRIGORENKO, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher

*Institute of Food Resources of the National Academy of Sciences of Ukraine*

*E-mail: grygorenko.na@gmail.com*

**Abstract.** *New microporous carbon materials from lignocellulosic sorghum waste (bagasse) were synthesized and their structural-porous and ion-exchange characteristics were studied. A method of thermochemical modification of the surface of synthesized coals is proposed to improve the sorption and catalytic ability. The activity of the obtained carbon catalysts in the process of hydrolytic splitting of sucrose was studied.*

**Keywords:** *bagasse, structural-sorption properties, catalyst, hydrolysis, sucrose*

Over the past two decades, a new field of knowledge has been established and formed - the technical chemistry of carbon materials. It is in constant development, its theoretical positions are refined and enriched, and technologies for the production and application of coals are being improved [1-3]. One of the main problems of technical chemistry of carbon sorbents is the study of new types of carbon-containing compounds for the synthesis of special-purpose materials, increasing the efficiency of their use in various technologies.

In contemporary life, carbon sorbents from vegetable raw materials are widely used [2-8]. Such sorbents include carbon-containing materials obtained by pyrolysis of lignocellulose waste from the food industry, wood processing, etc. In [4-8], new methods of pyrolysis were developed, and hence new directions for the synthesis of

adsorbents of various classes from lignocellulosic waste of enterprises, such as combined pyrolysis process – steam-gas activation, oxidative pyrolysis and thermochemical activation, etc. The purpose of this work was the study of some of the structural-sorption and physico-chemical properties of active coal obtained by thermal activation of lignocellulose waste formed during the processing of sugar sorghum (bagasse), the development of a method for thermochemical modification of the carbon surface to improve the sorption and catalytic ability of the samples studied and the determination of possible ways of its practical use as catalysts in the reaction of sucrose hydrolysis.

**Methods of research and research results.** When processing sorghum saccharatum (L.) Moench in order to obtain glucose-fructose syrups and patches, a significant amount of lignocellulosic waste bagasse is formed - the yield of which is about half of the total amount of processed raw materials. Bagasse is a valuable raw material for the synthesis of carbon adsorbents.

At the initial stage of the synthesis of the carbon material, we used a well-known method of obtaining sorbents from lignocellulosic raw materials, which involves preliminary carbonization and its subsequent vapor-gas activation according to the procedure [4,5]. The initial sample of crushed bagasse (particle size 0.2-0.5 mm) was heated in a quartz reactor, which was placed in a muffle furnace heated to the temperature of 800 ° C and kept at this temperature under an inert gas atmosphere (argon) for 1 hour. First, the removal of free and bound moisture and other volatile constituents (at 100-170 ° C) took place, and secondly, when the temperature was raised to 800 ° C, the pyrolysis products turned out to be structurally transformed, the mass of the product decreased by almost 50 %. The pyrolyzate obtained in this way was activated (at the temperature of 800 °C) in a water vapor atmosphere for 20 minutes. Such activation leads to an increase in the specific surface area of the material, the total pore volume and the static exchange capacity (Table 1). The yield of finished activated carbon is 30 - 45% of the initial mass of waste. From Table 1 it can be seen that the coal obtained by us has a mixed porous structure with predominance of mesopores.

Laboratory tests of the coal sample of obtained from bagasse conducted in accordance with generally accepted procedures [6-8] attested to its following characteristics.

Table 1.

Structural-porous and ion-exchange characteristics activated carbon from lignocellulosic sorghum waste (bagasse)

| Name sample       | Specific area surface, m <sup>2</sup> / g | Specific area of surface | Specific area surfaces micropores, m <sup>2</sup> / g | Total pore volume, | Microporous volume, | Average radius pore, Å | Static exchange capacity by (Na <sup>+</sup> ), | Static exchange capacity according |
|-------------------|-------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|
| Coal from bagasse | 1265                                      | 1147                     | 118                                                   | 0,46               | 0,18                | 5,58                   | 0,25                                            | 0,22                               |

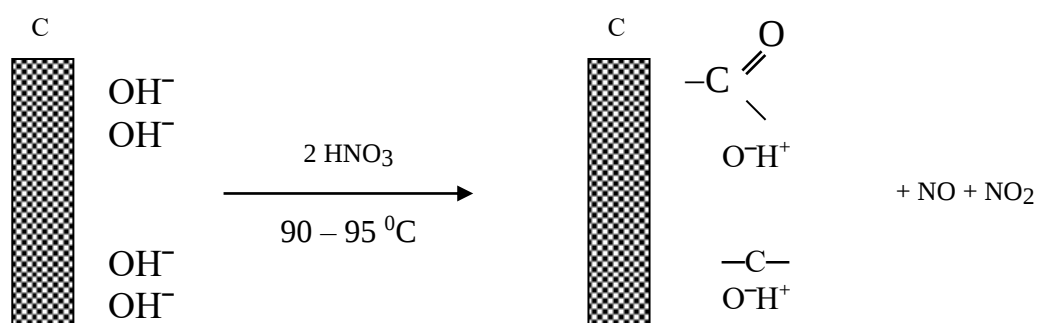
Thus, the coal obtained from bagasse is a carbon material of medium activation degree with a specific surface of 1265 m<sup>2</sup> / g, with a predominant content of mesopores of average radius is 5.58 Å.

To improve the sorption characteristics of the material, giving it greater microporosity, ion exchange and catalytic properties, the obtained sample of coal was subjected to additional treatment - washing with hot distilled water to neutral pH of aqueous extract, special oxidation in the liquid phase with 25% nitric acid by boiling in a water bath (oxidation) in order to impart to the coal the properties of effective cationic or anion exchangers [9, 10].

The process of coal oxidation with nitric acid can be schematically represented as follows:

Activated carbon

Oxidized coal



Parameters of the obtained coals (Table 2) were evaluated according to the standart methods (GOST 6217-74, GOST 4453-74): the total volume of sorption pores for benzene (Ws), sample moisture, ash content, pH of aqueous extract, bulk density, anion exchange capacity - by sorption of Cl<sup>-</sup> ions from 0.01 N. aqueous solution of HCl and a cation exchange capacity (COE) for the sorption of Na<sup>+</sup> ions from 0.1N. solution of NaOH; The specific surface was measured by the gas-chromatographic method of thermal desorption of argon. To characterize the porous structure, the low-temperature sorption method N<sub>2</sub> was used [11].

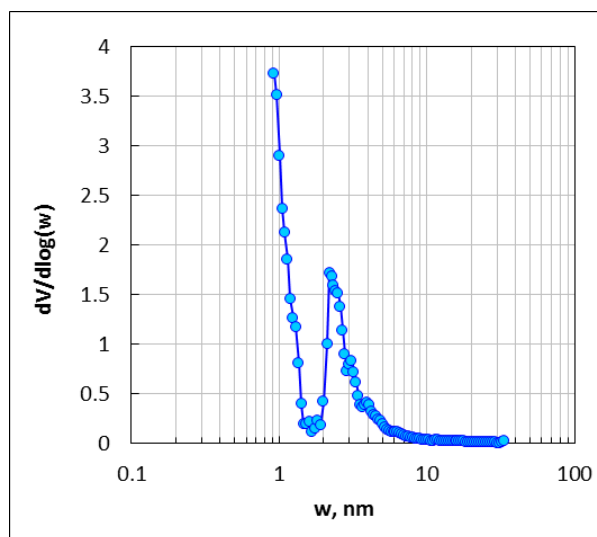
Table 2

Structural-porous characteristics coal from lignocellulosic sorghum waste (baggas)

| Indicators                                | Coal from baggas  |                 |          | KAU  |
|-------------------------------------------|-------------------|-----------------|----------|------|
|                                           | Initial activated | Initial washout | Oxidized |      |
| Ws in benzene, cm <sup>3</sup> / g        | 1.1               | 1.16            | 1.12     | 0.9  |
| Humidity, %                               | 18                | 12              | -        | 10   |
| Ash content, %                            | 10.8              | 9.0             | -        | 3.0  |
| Bulk density Δ, g / cm <sup>3</sup>       | 0.78              | 0.37            | 0.25     | 0.36 |
| PH of the water extractor                 | 4.4               | 6.0             | -        | 6.5  |
| Specific area surface, m <sup>2</sup> / g | 1265              | 2950            | 2200     | 1010 |
| COE according to NaOH, meq / g            | 0.25              | 0.6             | 4.6      | 0.1  |
| COE according to HCl, meq / g             | 0.22              | 0.2             | 0.1      | 0.35 |

From the data in Table 2 it can be seen that the coals from bagasse studied in their structural and sorption characteristics are not inferior to known granular sorbents (for example, coal from natural stone fruit raw materials of KAU). The presence of microporous structure in the studied samples is confirmed by the results of studies of the structural-sorption characteristics of N<sub>2</sub> samples obtained with the

use of high-speed gas sorption analyzer NOVA-2300. It was established that the coal obtained during the acid modification had a high specific surface area of 2200-2950 m<sup>2</sup> / g, and large volume of sorption space ( $W_s = 1-1.16$  cm<sup>3</sup> / g). Figure 2 shows the curve of the distribution of pores along radii for oxidized coal based on bagasse.



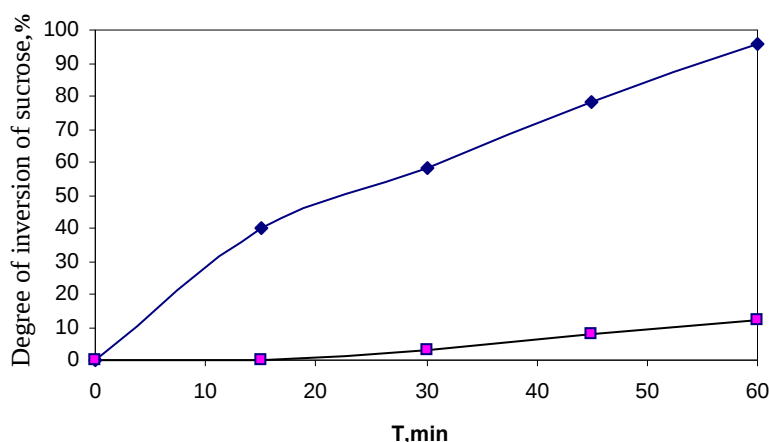
**Fig.1. Pore size distribution for oxidized coal obtained from bagasse.**

The sample appeared to be really uniformly microporous with pore sizes  $w$  3-10 Å, which is a valuable quality for the practical use of materials of this type. The experiments showed that the coal under investigation is easily oxidized: after 1 h of boiling in nitric acid on a water bath, it was possible to achieve a fairly high ion-exchange capacity ( $COE = 4.6$  meq / g) with a predominant content of surface strongly acidic and phenolic groups, whereas under similar conditions, coals from the fruit bone KAU for example are oxidized to similar values of COE in only 15-20 hours [12, 13]. Probably, the catalytic effect of mineral impurities in them (ash 10%) exerts a catalytic effect on the oxidation rate of the investigated coal. Similar phenomena had been noted earlier in [14].

The chemical methods used to determine the amount of acid groups of oxidized coals from bagasse by titrating them with alkalies of different strengths allowed us to determine that 4.68 meq / g of the total exchange capacity of the coals strong carboxylic acid groups of 2.08 meq / g and phenolic 2.5 meq / g we contained.

Thus, coal produced by additional oxidation is a polyfunctional cation exchanger with a wide range of acid properties, determining responsible for the ability to ion exchange of protonogenic groups. Due to its sufficiently developed surface, such coal is a good sorbent, and thanks to microporosity it is a very suitable catalyst for liquid-phase oxidation processes.

The catalytic activity of the samples of carbon materials obtained by us was investigated in the sucrose hydrolysis reaction (inverting). The hydrolysis of sucrose was carried out at a temperature of 100 ° C in the presence of a carbon catalyst. The initial concentration of sucrose was 10% by weight, the ratio of the weight of the solid catalyst to the mass of sucrose was 1:10. In the hydrolyzate, the content of the hydrolysis products (glucose and fructose) was determined by the Knight and Allen method (ICUMSA method) [15]. The results of experiments on hydrolytic cleavage of sucrose by heterogeneous catalysis on sulfonated carbon materials are shown in Fig. 2.



**Fig.2. The kinetics of catalytic decomposition of sucrose: ■ - activated (washed), ♦ - oxidized coals from bagasse.**

From the data presented, it can be seen that the catalytic activity of the obtained coals from bagasse (washed and oxidized) in the process of hydrolysis of sugar solutions is almost by an order of magnitude different for samples with a static exchange capacity of 0.6 and 4.6 meq / g. It can be assumed that the chemistry of the material surface (the presence and concentration of oxygen-containing groups) has

determining effect on the kinetics of the decomposition of sucrose. The maximum decomposition of sucrose under the action of the resulting catalysts is 85-96% with a duration of hydrolysis of 60 min, which exceeds the properties of the most effective solid acid catalysts  $V_2O_5 / \gamma-Al_2O_3$ , Amberlite IR-120B and Amberlite IR-120H [16, 17].

### **Conclusions**

1. New microporous carbon materials were obtained on the basis of lignocellulosic sugar sorghum (bagasse) waste, by thermal treatment and steam-gas activation. Using the modern methods of analysis, the basic structural parameters of the synthesized carbon sorbents were determined, the specific surface ( $\sim 1200 \text{ m}^2 / \text{g}$ ), the total volume of the sorption pores ( $W_s \sim 1.1 \text{ cm}^3 / \text{g}$ ) were found. The prevailing presence of micropores in them is established, their radii were calculated.

2. Directional changes in the chemical nature of the surface of the coal under investigation were carried out using liquid-phase oxidation with nitric acid (catalytic properties). The catalysts, investigated by the method of low-temperature nitrogen adsorption and acid-base titration, have a rather high BET specific surface area ( $2200 \text{ m}^2 / \text{g}$ ), the acidity of the surface reaches  $4.5\text{-}4.6 \text{ mmol} / \text{g}$ , the predominant presence of micropores with a radius of  $3\text{-}10 \text{ \AA}$ .

3. The activity of the obtained catalysts in the process of hydrolytic decomposition of sucrose was studied. It is shown that the chemistry of the material surface (concentration of oxygen-containing groups) has a determining effect on the kinetics of decomposition of sucrose. The maximum decomposition of sucrose under the action of the resulting catalysts is 85-96% with a duration of hydrolysis of 60 min, which exceeds the properties of the most effective solid acid catalysts  $V_2O_5 / \gamma-Al_2O_3$ , Amberlite IR-120B and Amberlite IR-120H.

### **References**

1. Strelko, V. V. (2007). Selective sorption and catalysis on active coals and inorganic ion exchangers. Kyiv, Ukraine: Naukova Dumka, 205.
2. Kupchik, L. A, Nikolaychuk, A. A., Cartel, N. T., Denisovich, V. A. (2006). Synthesis and properties of biosorbents obtained on the basis of cellulose-lignin plant

material – wastes of the agro-industrial complex. Sorption and chromatographic processes, 7 (3), 489–498.

3. Kupchik, L. A., Gololob, E. Yu., Korostyatsynets, V. D., Kartel, N.T. (2000). Prospects of use of polysaccharide-containing natural materials for the creation of adsorptive means. Sorption Methods and Technologies in the Settlement of Ecological and Endoecological Problems of the Chernobyl Accident, 30.

4. Nikolaychuk, A. A. (2005). Synthesis of the power of biosorbents on the basis of cellulose and lignin in sislini. The scientific notes of NAUKMA. Chemical Sciences of Technologies, 42, 28–31.

5. Mikhalovsky, S. V., Nikolaev, V. G. (2006). Activated carbon surfaces in environmental remediation. Amsterdam: Academic Press, 529–561.

6. Ion exchangers: Methods for determining exchange capacity. (1989). GOST 20255.1–89. Moscow, USSR.

7. Gregg, S. J., Sing, K. S. W. (1982). Adsorption, Surface Area and Porosity. 2nd ed. London, New York, Paris, San Diego, San Francisco, San Paulo, Sydney, Tokyo, Toronto: Academic Press, 303.

8. Stavitskaya, S. S. (2004). Acid-base properties of carbon adsorbents, determined by the potentiometric titration method. ZhHKh, 77 (8), 1279–1283.

9. Zaitsev, Y., Stavitskaya, S., Zhuravsky, S., Strelko, V. (2004). Catalytic oxidation of hydrogen sulfide by molecular oxygen on N-contained activated carbons. International Conference Carbon for catalysis "CarboCat-04". Kyiv (Ukraine), 51–57.

10. Tarkovskaya, I. A. (1981). Oxidized coal. Kyiv: Naukova Dumka, 328.

11. Strelko, V. V., Stavitsrkaya, S. S., Gorlov, Yu. I. (2014). Proton catalysis with active carbons and partially pyrolyzed carbonaceous materials. Chine Journal of Catalysis, 35, 815–823.

12. Mikhalovsky, S. V., Nikolaev, V. G. (2006). Activated carbon surfaces in environmental remediation. Amsterdam: Academic Press, 529–561.

13. Danilenko, V. S., Nosenko, V. M., Zabarsky, O. M. (2002). A new adsorbent preparation – activated carbon "KM". New medicinal preparations. Express information, 2, 487 - 491.
14. Baranov, S. N., Saranchuk, V. I., Sapunov, V. A. (1983). Chemical products from coal. Kiev: Naukova dumka, 116.
15. Methods for determination of reducing substances. (2001). GOST 12575-2001 from 1st January 2003. Russia.
16. Chesnokov, N. V., Yatsenkov, O. V. (2012). The study of the reaction of acid-catalytic hydrolysis of sucrose. Journal of Siberian Federal University. Chemistry, 3 (5), 311–319.
17. Zajseck, K., Grizec, A. (2010). A kinetic study of sucrose hydrolysis over Amberlite IR-120 as a heterogeneous catalyst using in situ FTIR spectroscopy. React. Kinet. Mech. Cat., 100, 265–276.

### **МІКРОПОРИСТІ ВУГЛЕЦЕВІ КАТАЛІЗАТОРИ З ЛІГНОЦЕЛЮЛОЗНИХ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ СОРГО (БАГАСИ)**

**Л. А. Купчик, Л. И. Котинская, Н. В. Сич, Н. А. Григоренко**

***Анотація.** Синтезовані нові мікропористі вуглецеві матеріали з лігноцелюлозних відходів переробки сорго (багаси) і вивчені їх структурно-пористі і іонообмінні характеристики. Запропоновано спосіб термохімічного модифікування поверхні синтезованих вугілля для поліпшення сорбційної і каталітичної здатності. Досліджено активність отриманих вуглецевих каталізаторів в процесі гідролітичного розщеплення сахарози.*

***Ключові слова:** багаса, структурно-сорбційні властивості, каталізатор, гідроліз, сахароза*

### **МИКРОПОРИСТЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ СОРГО (БАГАСЫ)**

**Л. А. Купчик, Л. И. Котинская, Н. В. Сыч, Н. А. Григоренко**

***Аннотация.** Синтезированы новые микропористые углеродные материалы из лигноцеллюлозных отходов переработки сорго (багасы) и изучены их структурно-пористые и ионообменные характеристики. Предложен способ термохимического модифицирования поверхности синтезированных углей для улучшения сорбционной и каталитической*

*способности. Исследована активность полученных углеродных катализаторов в процессе гидролитического расщепления сахарозы.*

**Ключевые слова:** багаса, структурно-сорбционные свойства, катализатор, гидролиз, сахароза