

НАУКОВИЙ ВІСНИК
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ

Збірник наукових праць

Випуск 1 (188) 2024

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 4 від 24.05.2024 р.)

Збірник наукових праць «Науковий вісник ветеринарної медицини» («Scientific journal of veterinary medicine») є фаховим виданням, що включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз: *Index Copernicus*, *Google Scholar*, *Crossref*, *DOAJ*.

Періодичність виходу збірника «Науковий вісник ветеринарної медицини» – двічі на рік.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Рубленко М.В.**, академік НААН, д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Заступник головного редактора – **Царенко Т.М.**, канд. вет. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Власенко В.М., д-р вет. наук, проф., академік НААН, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Влізло В.В., д-р вет. наук, проф., академік НААН, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, Львів, Україна

Вілчек С., д-р наук, проф., Університет ветеринарної медицини та фармацевтики, Кошице, Словацька Республіка

Власенко С.А., д-р вет. наук, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Гугоннар М., д-р філософії, Національна ветеринарна школа VetAgro Sup, Ліон, Франція

Духницький В.Б., д-р вет. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Ільніцький М.Г., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Карповський В.І., д-р вет. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Касіманікам Р., д-р філософії, проф., Державний університет штату Вашингтон, Пулман, Сполучені Штати Америки

Кільбович З., д-р габіл., проф., Вроцлавський університет природничих наук, Вроцлав, Польща

Козій В.І., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Корнієнко Л.Є., д-р вет. наук, проф., Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, Київ, Україна

Коцюмбас І.Я., д-р вет. наук, проф., академік НААН, ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок, Львів, Україна

Куб'як К.Й., д-р габіл., проф., Вроцлавський природничий університет, Вроцлав, Польща

Куцан О.Т., д-р вет. наук, проф., Інститут ветеринарної медицини НААН, Київ, Україна

Леблон А., д-р філософії, проф., Національна ветеринарна школа VetAgro Sup, Ліон, Франція

Лясота В.П., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Мартіно С., д-р наук, проф., Національна ветеринарна школа VetAgro Sup, Ліон, Франція

Мисак А.Р., д-р вет. наук, проф., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, Львів, Україна

Мойжішова Я., д-р габіл., проф., Університет ветеринарної медицини та фармацевтики, Кошице, Словацька Республіка

Неджвеч А., д-р філософії, доц., Вроцлавський університет природничих наук, Вроцлав, Польща

Ніжанський В., д-р габіл., проф., Вроцлавський університет природничих наук, Вроцлав, Польща

Новак В.П., д-р біол. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Пістл Ю., д-р наук, проф., Університет ветеринарної медицини та фармацевтики, Кошице, Словацька Республіка

Рубленко І.О., д-р вет. наук, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Рубленко С.В., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Сахнюк В.В., д-р вет. наук, проф., член-кор. НААН, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Селюк Х.Б., д-р філософії, проф., Університет Афійон Косатепе, Афійон-Карахисар, Туреччина

Слівінська Л.Г., д-р вет. наук, проф., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, Львів, Україна

Сорока Н.М., д-р вет. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Стефаник В.Ю., д-р вет. наук, проф., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, Львів, Україна

Стравський Я.С., д-р вет. наук, ст. наук. співроб., Тернопільський національний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна

Томко М., д-р філософії, проф., Університет ветеринарної медицини та фармацевтики, Кошице, Словачька Республіка

Уховський В.В., д-р вет. наук, ст. наук. співроб., Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, Київ, Україна

Ушкалов В.О., д-р вет. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Хіцька О.А., канд. вет. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Коректор англійських текстів – **Марчук В.В.**, канд. пед. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Editorial board:

Editor-in-chief – **Rublenko M.V.**, D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Deputy Editor-in-chief – **Tsarenko T.M.**, PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Members of editorial board:

Dukhnytskyj V.B., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Hugonnard M., PhD, National Veterinary School VetAgro Sup, Lyon, France

Pinitsky M.G., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Kasimanickam R., D.Sc., Prof., Washington State University, Pullman, United States of America

Karpovskiy V.I., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Kielbowicz Z., D. habil, Prof., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

Koziy V.I., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Kornienko L.E., D.Sc., Prof., State Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary Expertise, Kyiv, Ukraine

Kotsymbas I.Ya., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, State Research Control Institute of veterinary medicinal products and feed additives (SCIVP), Lviv, Ukraine

Kubiak K., D.Sc., Prof., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

Kutsan O.T., D.Sc., Prof., Institute of Veterinary Medicine The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Khitska O.A., PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Leblond A., PhD, Prof., National Veterinary School VetAgro Sup, Lyon, France

Lyasota V.P., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Martino S., D.Sc., Prof., National Veterinary School VetAgro Sup, Lyon, France

Mysak A.R., D.Sc., Prof., Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhytskogo, Lviv, Ukraine

Mojzisova J., D. habil., Prof., University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Kosice, Slovak Republic

Niedźwiedz A., PhD, Ass. Prof., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

Nizanski W., D. habil, Prof., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

Novak V.P., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Pistl J., PhD, Prof., University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Kosice, Slovak Republic

Rublenko I.O., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Rublenko S.V., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Sakhniuk V.V., D.Sc., Prof., Corresponding Member NAAS, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Selcuk H.B., PhD, Prof., Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey

Slivinska L.G., D.Sc., Prof., Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhytskogo, Lviv, Ukraine

Soroka N.M., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Stefanyk V.Yu., D.Sc., Prof., Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhytskogo, Lviv, Ukraine

Stravskiy Ya.S., D.Sc., senior researcher, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

Tomko M., PhD, Prof., University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Kosice, Slovak Republic

Vilcek S., D.Sc., Prof., University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Kosice, Slovak Republic

Vlasenko S.A., D.Sc., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Vlasenko V.M., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Vlizlo V.V., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhytskogo, Lviv, Ukraine

Ukhovskiy V.V., Dr. Habil., Prof., State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine

Ushkalov V.O., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Proofreader of English texts – **Marchuk V.V.**, PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

ЗМІСТ

АКУШЕРСТВО І БІОТЕХНОЛОГІЯ ВІДТВОРЕННЯ

Склярів П.М., Колесник Я.В., Милостивий Р.В., Вакулик В.В., Суслова Н.І. Біохімічні показники крові неплідних корів дрібного фермерського господарства.....	6
Ордин Ю.М., Івасенко Б.П., Єрошенко О.В. Порівняльна оцінка сучасних методів діагностики субклінічного маститу у корів.....	21

ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

Лясота В.П., Богатко Н.М., Букалова Н.В., Хіцька О.А., Джміль В.І., Мазур Т.Г., Ткачук С.А., Приліпко Т.М. Безпечність та якість сметани різних вітчизняних виробників і визначення її фальсифікації.....	28
Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Кравченко І.М., Мазур Т.Г., Тишківський М.Я. Збільшення маси тіла, забійних показників туші та якість мяса бугайців під дією гумінових кислот.....	41

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

Савченко М.О., Шубара О.О., Шевченко М.В., Пантелєєнко О.В., Уховський В.В., Корнієнко Л.Є., Білик С.А., Довгаль О.В., Царенко Т.М. Порівняльне епізоотологічне дослідження поширення Африканської чуми свиней в Україні і деяких країнах Східної Європи.....	49
Зоценко В.М., Островський Д.М., Богатко Н.М., Гришко В.А. Безпечність м'яса перепелів за випоювання суспензії <i>Chlorella</i>	60

ПАЗИТАРНІ ХВОРОБИ

Кравченко А.І., Левицька В.А. Діагностика легеневого гельмінтозу котів спричиненого <i>Aelurostrongylus abstrusus</i>	72
---	----

ФІЗІОЛОГІЯ, ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І МОРФОЛОГІЯ

Лук'яненко К.Є., Порошинська О.А., Шаганенко Р.В., Козій Н.В., Шмаюн С.С., Шаганенко В.С., Кошелєв О.В., Поліщук А.М., Козій В.І. Анксиолітичні властивості в ряду нейролептиків, анестетиків та седативних препаратів у тварин.....	79
Ільніцький М.Г., Дудка В.Б., Мельниченко А.П., Бевз О.С. Вдосконалення методики обробки кісток тварин при виготовленні навчальних та музейних експонатів.....	88

ФАРМАКОЛОГІЯ І ТОКСИКОЛОГІЯ

Козій Н.В., Шаганенко Р.В., Авраменко Н.В., Шаганенко В.С., Рубленко С.В. Фармакологічні та правові аспекти використання лікарських засобів у сучасному тваринництві.....	95
---	----

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗИОЛОГІЯ

Тодосюк Т.П., Рубленко А.М. Гістоморфологічна оцінка впливу легованої германієм кальцій-фосфатної кераміки на репаративний остеогенез у кролів із системним остеопорозом.....	103
---	-----

CONTENT

OBSTETRICS AND REPRODUCTIVE BIOTECHNOLOGY

- Skliarov P., Kolesnyk Y., Mylostyvyi R., Vakulyk V., Suslova N., Koreyba L.** Biochemical indicators of the blood of infertile cows of the small farming..... 6
- Ordin Y., Ivasenko B., Yeroshenko O.** Comparative assessment of modern methods of diagnosis of subclinical mastitis in cows..... 21

VETERINARY HYGIENE, SANITATION AND EXAMINATION

- Lyasota V., Bogatko N., Bukalova N., Hitska O., Dzham V., Mazur T., Tkachuk S., Prylipko T.** Safety and quality of different domestic manufacturers and determination of its falsification..... 28
- Yakubchak O., Tyshkivskaya N., Kravchenko I., Mazur T., Tyshkivsky M.** The influence of humic acids on the organoleptic and physico-chemical indicators of veal..... 41

MICROBIOLOGY, EPISOOTOLOGY AND INFECTIOUS DISEASES

- Savcheniuk M., Shubara O., Shevchenko M., Panteleienko O., Ukhovskiy V., Kornienko L., Bilyk S., Dovgal O., Tsarenko T.** Comparative epidemiological study of the spread of African swine fever in Ukraine and some Eastern European countries..... 49
- Zotsenko V., Ostrovskiy D., Bogatko N., Grishko V.** Safety of quail meat after drinking *Chlorella* suspension..... 60

PARASITIC DISEASES

- Kravchenko A., Levytska V.** Biagnosis of feline pulmonary helminthiasis caused by *Aelurostrongylus abstrusus*..... 72

PHYSIOLOGY, PATHOLOGICAL PHYSIOLOGY AND MORPHOLOGY

- Lukyanenko K., Poroshynska O., Shaganenko R., Kozii N., Shmayun S., Shaganenko V., Koshchev O., Polishchuk A., Kozii V.** The use of neuroleptics, sedatives and anesthetics for anxiolytic therapy in animals..... 79
- Ilitsky M., Dudka V., Bevs O., Melnychenko A.** Improvement of the method of processing animal bones in the production of educational and museum exhibits..... 88

PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

- Kozii N., Shaganenko R., Avramenko N., Shaganenko V., Rublenko S.** Pharmacological and legal aspects of the drugs in modern animal husbandry..... 95

SURGERY AND ANESTHESIOLOGY

- Todosiuk T., Rublenko A.** Histomorphological assessment of the germanium-doped calcium phosphate ceramics on reparative osteogenesis in rabbits with systemic osteoporosis..... 103

АКУШЕРСТВО І БІОТЕХНОЛОГІЯ ВІДТВОРЕННЯ


УДК 619:618.177

Біохімічні показники крові неплідних корів дрібного фермерського господарства

Склярів П.М. , Колесник Я.В. , Милостивий Р.В. ,

Вакулик В.В. , Суслова Н.І. 

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

 Склярів П.М. E-mail: skliarov.p.m@dsau.dp.ua



Склярів П.М., Колесник Я.В., Милостивий Р.В., Вакулик В.В., Суслова Н.І. Біохімічні показники крові неплідних корів дрібного фермерського господарства. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 6–20.

Skliarov P., Kolesnyk Y., Mylostyvyi R., Vakulyk V., Suslova N., Koreyba L. Biochemical indicators of the blood of infertile cows of the small farming. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 6–20.

Рукопис отримано: 04.04.2024 р.

Прийнято: 17.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-6-20

Діагностика порушень репродуктивної функції має певні труднощі, особливо за прихованого перебігу і субклінічної маніфестації, що потребує проведення лабораторних досліджень. Мета роботи полягала у визначенні біохімічних показників крові неплідних корів дрібного фермерського господарства та інтерпретації одержаних даних щодо впливу на репродуктивну функцію.

Дослідження проводили в умовах ПП «Рога-Копита» Новомосковського району Дніпропетровської області на коровах чорно-рябої породи в період зимово-стійлового утримання і науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК «Biosafety center» м. Дніпро.

Об'єктом досліджень були корови з порушенням репродуктивної функції, предметом – біохімічні показники їх крові.

За результатами проведених досліджень у крові неплідних корів виявлено зміни біохімічних показників, що полягали у дефіциті глобулінів (27,9 г/л), азоту сечовини (5,65 мг%), глюкози (2,19 ммоль/л), Кальцію (2,02 ммоль/л), неорганічного Фосфору (1,21 ммоль/л), каротину (274,5 мкг%) та Селену (22,14 мкг/л); у зниженні до граничного вмісту сечовини (2,94 ммоль/л), вітамінів А (28,31 мкг/100 мл) та Е (3,84 мкг/мл), Купруму (52,98 мкг%) та Кобальту (2,21 мкг%); у перевищенні норми вмісту АСТ (81,3 Од/л), Мангану (39,44 мкг%), білкового коефіцієнту (1,19 од.), Са/Р (1,76 од.) та ліпопротеїдів заг. (1057,4 мг%).

Зазначені зміни можуть справляти вплив на прояв репродуктивної здатності тварин і зумовлювати затримку статевого дозрівання та статевої зрілості (дефіцит Фосфору, Купруму, Кобальту), погіршення моторної функції м'язів статевих шляхів (дефіцит глюкози, сечовини, вітаміну Е, Селену), порушення статевої циклічності анафродизія/анеструс (субеструс)/неплідність (дефіцит сечовини, каротину/вітамінів А та Е, Селену, Купруму, Кобальту, Кальцію, Фосфору, порушення співвідношення Са:Р), збільшення індексу осіменіння/запліднення (дефіцит глобулінів, сечовини, каротину/вітаміну А та Е, Селену, Купруму, Кобальту, Кальцію, Фосфору, порушення співвідношення Са:Р), зниження заплідненості яйцеклітин *in vitro* (дефіцит глюкози), порушення ембріогенезу (дефіцит Купруму, Кобальту, Кальцію, Фосфору, вітамінів Е та Селену) і процесів дозрівання плода (дефіцит глобулінів, Купруму), антенатальні патології (дефіцит каротину/вітамінів А), аборти (дефіцит сечовини, Кальцію, Фосфору, Кобальту, Купруму), збільшення частоти дистопій (дефіцит сечовини, каротину/вітамінів А та Е, Селену,

Купруму, порушення співвідношення Са:Р), народження мертвих, слабких чи нежиттєздатних телят (дефіцит глобулінів, вітамінів А та Е, Селену, Кобальту, Купруму, Фосфору), підвищення кількості післяродових захворювань (дефіцит каротину/вітамінів А та Е, Селену, Кобальту, Кальцію, Фосфору, порушення співвідношення Са:Р), подовження міжотельного періоду (дефіцит глюкози та Фосфору, порушення співвідношення Са:Р).

Ключові слова: самиці великої рогатої худоби, порушення репродуктивної функції, нутрієнти, вітаміни, макро- та мікроелементи.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Порушення репродуктивної функції у корів, що зумовлює неплідність, на жаль, залишається невирішеною проблемою. Складність її пов'язана з поліетіологічністю та полісимптомністю, а також із субклінічним перебігом, що створює труднощі за постановки діагнозу [52]. Особливу увагу слід приділяти дослідженням, що дозволяють виявити порушення функції окремих органів і пов'язані з обміном речовин усього організму [2, 7, 8, 39, 51]. Це, зокрема, біохімічні дослідження з визначення вмісту вітамінів, макро- та мікроелементів, не результатах яких базується розробка лікувальних та профілактичних заходів, наприклад, за аліментарної неплідності [60].

Проте, деякі вчені вказують, що, наприклад, показник каротину в крові не може слугувати критерієм забезпеченості організму тварин вітаміном А, оскільки у практиці нерідко спостерігаються випадки прояву ознак А-гіповітамінозу за досить високого рівня каротину в крові і, навпаки, нормального стану А-вітамінного обміну за критично низького вмісту каротину в крові [7, 12].

Методи визначення концентрації деяких вітамінів (наприклад, D) в крові корів досить складні, а тому їх не використовують у тваринництві та практичній ветеринарній медицині. Зокрема, про ступінь забезпечення потреби корів у вітаміні D судять за вмістом Кальцію, неорганічного та загального Фосфору, рентгенологічного дослідження кістяка, вмістом вітаміну D в організмі і активністю лужної фосфатази в плазмі крові [1, 7]. Останніми роками з цією метою визначають концентрацію в плазмі крові 25-гідроксिवітаміну D (25(OH)D₃) [33].

Критерієм ступеня забезпечення потреби корів у вітаміні Е є його вміст в крові. Установлена залежність між вмістом вітаміну Е в плазмі крові корів і його кількістю за парентерального і орального введення [1, 7].

Діагностика дефіциту мінералів є досить складною через надзвичайні варіації у забезпеченні дієтичних мінералів, наявність потенційних антагоністів, відмінності в доступності

мінералів з різних джерел добавок і уявлення про конкретні кормові мінеральні потреби, особливо для мікроелементів. Концентрації мінералів у цільній крові або її компонентах часто використовуються, оскільки вони корелюють із кормовим статусом, зокрема для Йоду, Феруму, Селену та Цинку. Однак концентрація більшості мінералів у крові швидко змінюється і залежить від низки інших чинників, крім раціону, таких як отелення, лактація та інші джерела стресу чи хвороби. Тому концентрацію будь-якого мінералу в крові слід інтерпретувати з обережністю та в поєднанні з іншими критеріями оцінки [7, 38].

Концентрацію різних ферментів крові та метаболітів також використовують як індикатори мінерального стану великої рогатої худоби. Наприклад, глутатіонпероксидаза є індикатором стану Селену, тимчасом лужна фосфатаза, супероксиддисмутаза та металотіонеїн є індикаторами стану Цинку. Подібним способом церулоплазмін, супероксиддисмутаза та металотіонеїн використовують як індикатори стану Купруму, а вітамін B₁₂ і метилмалоннову кислоту – Кобальту [38].

Зміни рівня забезпеченості тварин мінеральними речовинами слугують індикатором вмісту неорганічного Фосфору в сироватці крові. Тому дослідження крові та її сироватки використовують для оцінки рівня забезпеченості Фосфором організму тварин. Для отримання даних про цей показник в межах визначеного тривалого проміжку часу такі дослідження потрібно проводити регулярно. Рівень Фосфору в сироватці крові тварин не завжди співпадає з абсолютним надходженням його з кормом, однак він безпосередньо відображає ступінь задоволення потреби в ньому. Поряд з дослідженнями сироватки крові тварин як індикатора забезпеченості організму Фосфором можуть слугувати аналізи волоссяного покриву і кісток [5].

Рівень Купруму в крові (у сироватці чи плазмі) не є достовірною ознакою гіпокупремії. Проте оптимальною є величина 4,0–9,4 мкмоль/л (Медведев і др., 2019 – цит. за Склярів та ін., 2023) [12].

Необхідно зазначити, що надмірне надходження Калію та Натрію з кормами незначно впливає на рівень його в сироватці крові. Отже, сироватку крові не можна використовувати як індикатор забезпеченості організму тварин Калієм та Натрієм [5].

Для підтвердження статусу Селену рекомендують проводити аналізи крові [73]. Селен є частиною глутатіонпероксидази і забезпеченість організму оцінюють за вмістом у крові цього ферменту (Медведев і др., 2019 – цит. за Склярів та ін., 2023) [12].

Однак, дослідження щодо оцінки метаболізму в організмі корів у зв'язку зі станом їх репродуктивної функції обмежені і не розкривають достатньою мірою механізми розвитку патологічних процесів у статевих органах, що призводять до неплідності.

Мета дослідження – визначення біохімічних показників крові неплідних корів дрібного фермерського господарства та інтерпретація одержаних даних щодо впливу на прояв репродуктивної функції.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в умовах ПП «Рога-Копита» Новомосковського району Дніпропетровської області на коровах чорно-рябої породи в період зимово-стійлового утримання і науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК «Biosafety center» м. Дніпро.

Об'єктом досліджень були неплідні корови (що не запліднилися впродовж 80 діб після родів), предметом – біохімічні показники їх крові.

Вміст загального білка визначали біуретовим методом, альбумінів – за реакцією з бромкрезоловим зеленим, сечовини – за реакцією з діацетилмонооксимом, креатиніну – за Поппером, загального Кальцію – за реакцією з окрезолфталейн комплексом, неорганічного Фосфору – за Фіске-Субарроу в модифікації Івановського, глюкози – глюкозооксидазним методом, вітамінів А і Е – методом обернено-фазової ВЕРХ, каротину – спектрофотометрично, азоту – за Г.А. Узбековим в модифікації З.С. Чулкової, концентрацію загальних ліпопротеїдів – турбодиметрично, активність АлАТ і АсАТ – за Райтманом-Френкелем, лужної фосфатази – за Кінгом-Армстронгом. Вміст глобулінів визначали як різницю між вмістом загального білка і альбумінів. Розраховували Індекс де Рітца і кальцій-фосфорне співвідношення (Са:Р, Са/Р), виводили лейкоцитарну формулу.

Визначення біохімічних показників крові проводили з використанням автоматичних біохімічних аналізаторів BioChem 200 і Miura 200 та напівавтоматичного біохімічного аналізатора Humalyzer 3000 з набором реагентів фірм High Technology (США), PZ Cormay S.A. (Польща) та Spinreact S.A. (Іспанія), Кобальту, Купруму та Цинку – на атомно-абсорбційному спектрофотометрі Selmi FCM-115, вітамінів А і Е – на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1260 Infinity фірми «Agilent Technologies» з реагентами виробництва «Sigma» (Німеччина) та «LabScan» (Польща).

Одержані дані оброблені біометрично за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel з використанням персонального комп'ютера. Визначали середню арифметичну (М), статистичну похибку середньоарифметичного (m). Достовірність різниці між середнім арифметичним двох варіаційних рядів визначали за критерієм достовірності Р.

Результати дослідження. Попередньо було визначено поширеність та форми неплідності серед корів дрібного фермерського господарства [11] і виявлено такі порушення функції відтворення як зниження заплідненості, репродуктивні втрати (аборти та мертвонародження), патології отелення та післяродового періоду, народження слабкого нежиттєздатного приплоду.

За дослідження складу кормів встановлено, що нижчим за норму був вміст каротину (на 66,7–85 %) та вітаміну Е (на 45,7–57,1 %), Селену (на 50–80 %) та Купруму (на 70,6–83,8 %) [4].

За визначення біохімічних показників крові корів одержано наступні результати (табл. 1).

За даними таблиці 1, порівняно з нормою встановлено дефіцит глобулінів – 27,9 г/л (за норми 30–35), азоту сечовини – 5,65 мг% (8–14), глюкози – 2,19 ммоль/л (2,5–4,16), Кальцію – 2,02 ммоль/л (2,43–3,10), неорганічного Фосфору – 1,21 ммоль/л (1,45–1,94), каротину – 274,5 мкг% (275–965) та Селену – 22,14 мкг/л (50–80).

На граничній межі норми був вміст сечовини 2,94 ммоль/л (2,8–5,8), вітамінів А – 28,31 мкг/100 мл (22,5–80,0) та Е – 3,84 мкг/мл (3–14), Купруму – 52,98 мкг% (50–80), Кобальту – 2,21 мкг% (2,5–5,0).

Перевищували норму вміст АСТ – 81,3 Од/л (10–50), Мангану – 39,44 мкг% (5,0–30,0), білковий коефіцієнт – 1,19 од. (0,6–1,1) та Са/Р – 1,76 од (1,2–1,6), ліпопротеїди заг. – 1057,4 мг% (400–800).

Таблиця 1 – Біохімічні показники крові корів ($n=10$)

Показник	Фактичне значення	Норма	Порівняно з нормою
Загальний білок, г/л	61,1±0,95	55–75	0
Альбуміни, г/л	32,67±0,50	30–35,5	0
Глобуліни, г/л	27,9±0,67	30–35	–
Білковий коефіцієнт, од.	1,19±0,03	0,6–1,1	+
Сечовина, ммоль/л	2,94±0,27	2,8–5,8	0
Азот сечовини, мг%	5,65±0,43	8–14	–
Креатинін, мкмоль/л	65,3±1,05	45–140	0
АСТ, Од/л	81,3±4,46	10–50	+
АЛТ, Од/л	29,4±1,87	10–40	0
Індекс де Рітіса (АСТ/АЛТ), од.	2,85±0,15	1,0–3,4	0
Лужна фосфатаза, Од/л	53,1±4,59	20–150	0
Глюкоза, ммоль/л	2,19±0,08	2,5–4,16	–
Кальцій, ммоль/л	2,02±0,06	2,43–3,10	–
Неорганічний Фосфор, ммоль/л	1,21±0,05	1,45–1,94	–
Са/Р, од.	1,76±0,1	1,2–1,6	+
Ліпопротеїди заг., мг%	1057,4±97,82	400–800	+
Каротин, мкг%	274,5±44,48	275–965	–
Вітамін А, мкг/100 мл	28,31±2,89	22,5–80,0	0
Вітамін Е, мкг/мл	3,84±0,61	3–14	0
Купрум, мкг%	52,98±5,05	50–80	0
Цинк, мкг%	120,70±2,73	100–150	0
Кобальт, мкг%	2,21±0,23	2,5–5,0	–
Манган, мкг%	39,44±2,71	5,0–30,0	+
Ферум, мкмоль/л	23,04±1,29	17–35	0
Селен, мкг/л	22,14±0,92	50–80	–

Обговорення. Оцінка білків сироватки крові – це лабораторний метод, який добре зарекомендував себе в діагностиці багатьох захворювань. Визначення сироваткових білків може бути важливим інструментом для виявлення, діагностики та моніторингу різних захворювань і патологічних процесів. Однак, оцінка сироваткового білка наразі є відносно мало використовуваним діагностичним інструментом у ветеринарній медицині [64].

Якість раціону значною мірою залежить від вмісту в ньому протеїну, що має важливе значення як в отриманні продукції від тварин,

так і відтворенні поголів'я [44, 59]. Водночас вплив протеїну на функції відтворення є складним комплексним процесом. Повідомлялося про тривале недостатнє споживання білка і зниження репродуктивної здатності [21].

Глобуліни – це білки захисної системи, маркери запальних реакцій та спеціальні транспортні білки. Зниження їх рівня рееструють на початку лактації, а до її закінчення відбувається збільшення [24, 53].

Процеси дозрівання плода також справляють суттєвий вплив – на останніх стадіях вагітності кров збагачується глобулінами за

одночасного зниження загального вмісту білків [25, 36, 74]. За дефіциту протеїну у вагітних корів телята під час народження мали низьку масу, повільне зростання, зниження імунітету внаслідок зниження вмісту глобуліну в молозиві [40].

Зниження рівня глобулінів може спостерігатися і за пригнічення імунної системи організму. Рівень глобулінів знижується після лікування такими препаратами як цитостатики, імунодепресанти та кортикостероїди, а також за хіміотерапії та опромінення [7, 13]. Концентрації глобуліну безпосередньо пов'язані з кількістю осіменів, необхідних для запліднення [53].

У період вагітності і лактації потреба у глюкозі значно збільшується, а після отелення її вміст в крові знаходиться на низькому рівні [14]. Зниження концентрації глюкози у послідовій стадії родів погіршує скорочувальну функцію матки [3]. Від рівня глюкози в плазмі залежить час, необхідний для відновлення активності яєчників після отелення [43], що, напевно, пов'язано зі значним її вмістом у передовуляторних фолікулах [22]. Крім того, в умовах *in vitro* глюкоза підвищує заплідненість яйцеклітин [16].

Отже, рівень глюкози в крові відповідає інтенсивності метаболізму і регулюється рядом точних гормональних та нервових механізмів. У самок обмінні процеси глюкози значно впливають на результативність всіх етапів відтворної функції. У корів, у стані статевої охоти вміст глюкози в крові вірогідно більший порівняно з тваринами, яких після отелення ще не осіменяли. У тільних корів під час штучного осіменіння між вмістом глюкози та сечовини спостерігається негативний помірний та високого ступеня взаємозв'язок [14].

Обмін глюкози через глюконеогенез пов'язаний з обміном амінокислот, про інтенсивність якого свідчить вміст сечовини в крові. Досліджень щодо змін концентрації цього метаболіту залежно від морфофункціонального стану статевої системи корів досить мало [14]. Як і немає одностайного погляду про нешкідливість сечовини на функцію відтворення корів і нетелей. Повідомлялось, що деривати метаболізму сечовини можуть зумовлювати неплідність, негативно впливати на моторну функцію м'язів статевих шляхів самиць і безпосередньо на статеву функцію загалом. Однак в інших досліджах це не мало підтвердження [12]. Зокрема, у тривалому досліді на телицях голштинської породи впродовж двох лактацій вивчали вплив згодовування сечовини на активність яєчників і статевих гормонів.

Після другого отелення строки настання першої овуляції або інтервалу між овуляціями у тварин не розрізнялися. Згодовування сечовини значно збільшувало вміст прогестерону в плазмі крові тварин в усі періоди досліду. В усіх групах відзначали лише поодинокі випадки абортів, затримання посліду й порушень запліднення [26, 27].

За дефіциту Кальцію та Фосфору порушується кислотно-лужна рівновага, ембріогенез, виникають аборти, частішають післяродові захворювання [57]. Порушення статевого циклу і заплідненості на початку лактації за дефіциту Кальцію і Фосфору насамперед пов'язано з використанням його для синтезу молока, що обумовлено переважанням лактаційної домінанті [12].

За даними Linn et al. (1990) [40] дефіцит Кальцію та Фосфору рідко буває проблематичним, оскільки значна їх кількість, необхідна для росту плода, може бути мобілізовано з кісток вагітної самки.

Розлади, пов'язані з дефіцитом Кальцію, досить поширені переважно під час родів або впродовж кількох днів після родів [19]. Зокрема, у дослідженні Magnus and Lali (2009) [41] за післяродового метриту у корів виявляли гіпокальціємію, гіпоглікемію та знижену фракцію глобулінів.

Низький рівень Кальцію в крові також пов'язаний з анеструсом [72].

Збалансовані раціони корів за Фосфором на тлі високого рівня годівлі тварин разом з мінеральними речовинами значно покращують показники відтворення, а його нестача пригнічує функцію статевих органів самок і запліднювальну здатність у корів та нетелей [12]. Цей мінерал найчастіше асоціюється зі зниженням репродуктивної здатності молочних корів [19, 66]. Репродуктивні проблеми є поширеними за дефіциту Фосфору, адже велика рогата худоба особливо чутлива до його дефіциту – навіть незначна його нестача може призвести до порушення функції розмноження [45].

Фосфор вважається одним з важливих елементів для нормальної сексуальної поведінки, а гіпофосфатемія є чинником схильності до таких типових передродових захворювань молочних тварин як післяродова гемоглобінурія та синдром Даунер [12]. Значний дефіцит Фосфору може зумовлювати низку післяродових ускладнень, таких як неактивні яєчники та вагінальний пролапс [37]. Відмічено, що тривалий його дефіцит в раціонах телиць, тільних та лактуючих корів призводить до гіпофункції та атрофії яєчників, тяжких уражень яєчників із припиненням дозрівання фолікулів [12].

Дефіцит Фосфору може призвести до зниження плідності тварин, яке проявляється неплідністю у формі анеструсу або субеструсу (слабкого прояву охоти, «тихої овуляції»), нерегулярними статевими циклами, збільшенням частоти постестральних метрорагій [12]. Повідомляється про порушення нормальної статевої поведінки, затримку статевого дозрівання та статевої зрілості, збільшення кількості кістозних яєчників, зниження фертильності, подовження міжотельного періоду, ембріональну смертність, народження мертвих, слабких чи нежиттєздатних телят [2, 42, 48, 56, 72].

У стаді корів, забезпечених мінеральними речовинами, індекс осіменінь дорівнював 1,3, а втрати від неплідності – 20 %. У корів з фосфорною недостатністю ті ж показники становили відповідно 3,2 та 60 %. Близько 70 % тварин мали порушення статевого циклу [5].

Визначено залежність плодючості корів від вмісту Фосфору у ґрунті і кормах. Дефіцит Фосфору супроводжувався, здебільшого, надлишком Кальцію, що зумовлювало небажане співвідношення цих елементів. Чим менше вносили фосфорних добрив, тим менше Фосфору містилось в ґрунті і сіні, тим гіршою була функція відтворення у корів [12].

Зміна співвідношення Са:Р може вплинути на секрецію репродуктивних ферментів, що призводить до подовження першої тички та овуляції, затримки інволюції матки, збільшення частоти дистоції, затримки плаценти та випадіння матки [18]. Крім цього, незбалансований раціон корів за Са:Р відношенням в кормах призводить до ослаблення ознак стадії збудження статевого циклу, порушення його ритму та тривалої неплідності внаслідок анафродизії, опущення матки та затримки процесу її інволюції [12, 37, 72]. Зниження цього співвідношення призводить до важких отелень, післяродових ендометритів внаслідок атонії матки і надалі до зниження запліднювальної здатності й подовження сервіс-періоду. У самок великої рогатої худоби частішають такі захворювання як післяродові парез та еклампсія [12].

Каротин і вітамін А утворюють одну з багатьох рівноважних біологічних систем, виконують захисну функцію в організмі [57]. Бета-каротин має важливе значення у регуляції функціонального стану та виникненні патології репродуктивних органів у корів. Вітамін А є своєрідним регулятором відтворної функції [5, 58]. Тому ретинол називають вітаміном розмноження [5, 57].

Дефіцит вітаміну А безпосередньо впливає на структуру і функцію гіпофіза, статевих залоз і матки [21, 48]. Дефіцит вітаміну А може

чинити і прямий вплив на відтворну функцію через пригнічення синтезу статевих гормонів [12]. Відомо, що каротин і вітамін А сприяють підтримці специфічності епітелію слизових оболонок та збереженню захисних чинників ендометрію [12]. Тож за порушення обміну каротину та вітаміну А в організмі тільних корів виникає схильність до виникнення запального процесу у плаценті та слизовій оболонці матки наприкінці вагітності та в післяродовий період [20]. Спостерігаються метаплазматичний гіперкератоз слизової оболонки шийки матки, підвищена чутливість до інфекції слизових оболонок цього органа, атрофія яєчників, зниження запліднення, порушення статевих циклів, загибель ембріонів, передчасні роди, затримка посліду тощо [1, 12, 21].

Досліджено вплив вітаміну А на морфологічний і функціональний стан регуляторних систем функції розмноження корів і телиць, а також на морфологічний та функціональний стан фетоплацентарного комплексу у корів і нетелей. Зокрема, за нестачі вітаміну А порушується функція епітеліальної тканини, що призводить до її висихання, зроговіння та десквамації, знижується її захисна функція, з'являються запальні процеси. У корів і телиць спостерігається зроговіння слизової оболонки шийки матки та інших ділянок статевих шляхів; підвищується чутливість її до інфекції, що зумовлює виникнення ендометритів та цервіцитів, перешкоджає прикріпленню зиготи або спричинює вроджені аномалії, загибель плода та його вигнання у перші тижні або місяці внутрішньоутробного розвитку [5, 12, 58].

За своїм впливом на організм цей мікроелемент подібний до вітаміну Е і прояв дії Селену значною мірою залежить від наявності вітаміну Е [12, 58, 71]. Він входить до системи антиоксидантного захисту і разом з вітаміном Е запобігає пошкодженню клітинних мембран та окислювальній деградації низки біологічних систем. Низький рівень Селену в раціоні негативно впливає на антиоксидантну систему з наступними згубними наслідками щодо здоров'я тварин [34, 61].

Селен є мікроелементом, який має важливе значення для здоров'я і відтворення тварин, а його дефіцит пов'язаний із зниженням репродуктивних показників [62, 69].

Дефіцит вітаміну Е пов'язаний із нестачею Селену [40, 48, 67]. За умов їх дефіциту вільні радикали накопичуються і не лише пошкоджують клітинні мембрани, а також порушують деякі процеси, пов'язані із синтезом стероїдів, простагландинів і розвитком ембріонів [29, 32, 63]. Тому спостерігається негативний вплив

дефіциту вітаміну Е та Селену на різні компоненти репродуктивного процесу, зокрема рівень овуляції [31], скоротливість матки [55], рівень запліднення та післяродову діяльність [17], виведення плодових оболонок [70], виживання ембріонів, постнатальний ріст [15, 21, 73].

Дефіцит Купруму є поширеним явищем у великої рогатої худоби [65]. Конкретними наслідками дефіциту Купруму можуть бути: затримання статевого дозрівання; неповноцінність статевих циклів та їх аритмія, анеструс, затримка та/або пригнічення тички, німфоманія; зниження заплідненості; резорбція та рання загибель ембріонів, порушення нормального розвитку плода; затримка плаценти та її некроз; низька життєдіяльність новонароджених.

За згодовування Купрум-дефіцитних раціонів симентальська велика рогата худоба мала показники Купруму нижчі, ніж у ангуської породи [46, 68]. Fry et al. (2013) [28] повідомили про вплив як раціону, так і породи на вміст Купруму в плаценті, причому корови, яких годували раціоном з його дефіцитом, і корови симентальської породи × Ангус мали знижені концентрації Купруму в плаценті порівняно з коровами, яких годували раціоном з адекватним вмістом Купруму (Ward et al., 1995) [68].

Дефіцит Купруму і негативний вплив на відтворення може проявлятися у поєднанні з іншими мінералами [57], зокрема з Манганом [12].

Механізм, за допомогою якого Кобальт діє на покращення репродуктивних показників, не встановлений, хоча поточні дані показують, що він може впливати на функцію яєчників і ембріогенез [65]. Неплідність, ймовірно, виникає як вторинний наслідок таких станів як значний дефіцит Кобальту через зниження загального метаболізму [66]. Недостатність пов'язана із нерегулярністю естрального циклу, збільшенням частоти «тихої» охоти, нефункціональними яєчниками, затримкою статевого дозрівання, виникненням післяродових захворювань (залежування, затримання посліду, субінволюція матки, ендометрити), зниженням частоти запліднення, абортми та неплідністю, а також корелює з народженням телят зі зниженою життєздатністю і їх ранньою смертністю [5, 19, 21, 30, 37, 50].

Перевищення норми вмісту аспартамінотрансферази свідчить про ураження, здебільшого, серця та печінки і меншою мірою – нирок і м'язів. Тобто прямого впливу на відтворення немає, однак, наприклад, печінка відіграє ключове значення у метаболізмі та продукуванні гормонів у організмі самки, тож відповідно впливає на її репродуктивне здоров'я. Взаємозв'язок між цими системами у

вигляді функціональної системи гіпоталамус – гіпофіз – яєчники – печінка відомий давно. З одного боку, у пацієнтів із захворюваннями репродуктивної системи часто виявляють захворювання печінки і жовчовивідних шляхів, що зумовлюють розвиток порушень метаболізму гормонів, з іншого – надлишок в крові статевих стероїдів негативно впливає на різні функції печінки [9, 54].

З ряду різноманітних функцій Мангану він має безпосередній вплив на розвиток і функціонування статевих апаратів тварин [57]. Водночас на це вказує і те, що Манган у значних кількостях накопичується в печінці, тимусі, надниркових залозах, яєчниках і матці – особливо в період вагітності [5]. Він виконує низку функцій і має життєво важливе значення у процесі відтворення [66], зокрема під час вагітності [65].

Тобто, Манган є одним з основних мікроелементів в регуляції статевої функції у великої рогатої худоби, однак в літературі даних про його вплив на відтворну здатність за перевищення норми не виявлено.

Порушення ліпідного обміну може мати вплив на прояв репродуктивної функції, оскільки ліпопротеїди є субстратом для синтезу стероїдних гормонів. Доказів, які ілюструють цей зв'язок на механічному рівні наразі недостатньо. Такими, наприклад, є результати, що узгоджуються з іншим дослідженням, які пов'язують концентрацію ліпідів із заплідненням та плідністю [49].

Транспортна система ліпопротеїдів відповідає за важливі функції організму і, у зв'язку з репродукцією, метаболізм ліпопротеїдів має вирішальний зв'язок з оогенезом, змінами у статевому циклі, реакцією на статеві стероїдні гормони та, ймовірно, найскладнішим його проявом – вагітністю, де функція кожної фізіологічної системи змінюється [35].

Висновки. Отже, за результатами проведених досліджень у крові неплідних корів виявлено зміни біохімічних показників, що полягали у:

- дефіциті глобулінів – 27,9 г/л (за норми 30–35), азоту сечовини – 5,65 мг% (8–14), глюкози – 2,19 ммоль/л (2,5–4,16), Кальцію – 2,02 ммоль/л (2,43–3,10), неорганічного Фосфору – 1,21 ммоль/л (1,45–1,94), каротину – 274,5 мкг% (275–965) та Селену – 22,14 мкг/л (50–80);

- зниженні до граничного вмісту сечовини – 2,94 ммоль/л (2,8–5,8), вітамінів А – 28,31 мкг/100 мл (22,5–80,0) та Е – 3,84 мкг/мл (3–14), Купруму – 52,98 мкг% (50–80) та Кобальту – 2,21 мкг% (2,5–5,0);

- перевищенні норми вмісту АСТ – 81,3 Од/л (10–50), Мангану – 39,44 мкг% (5,0–30,0), білкового коефіцієнту – 1,19 од. (0,6–1,1), Са/Р – 1,76 од. (1,2–1,6) та ліпопротеїдів заг. – 1057,4 мг% (400–800).

Зазначені зміни можуть мати вплив на прояв репродуктивної здатності тварин і зумовлювати наступні її дисфункції:

- затримка статевого дозрівання та статевої зрілості (дефіцит Фосфору, Купруму, Кобальту);

- погіршення моторної функції м'язів статевих шляхів (дефіцит глюкози, сечовини, вітаміну Е, Селену);

- порушення статевої циклічності анафродизія/анеструс (субеструс)/неплідність (дефіцит сечовини, каротину/вітамінів А та Е, Селену, Купруму, Кобальту, Кальцію, Фосфору, порушення співвідношення Са:Р);

- збільшення кількості осіменін, необхідних для запліднення (індексу осіменіння/запліднення (дефіцит глобулінів, сечовини, каротину/вітамінів А та Е, Селену, Купруму, Кобальту, Кальцію, Фосфору, порушення співвідношення Са:Р);

- зниження заплідненості яйцеклітин *in vitro* (дефіцит глюкози);

- порушення ембріогенезу (дефіцит Купруму, Кобальту, Кальцію, Фосфору, вітамінів Е та Селену);

- порушення процесів дозрівання плода (дефіцит глобулінів, Купруму);

- антенатальні патології (дефіцит каротину/вітаміну А);

- аборти (дефіцит сечовини, Кальцію, Фосфору, Кобальту, Купруму);

- збільшення частоти дистокії (дефіцит сечовини, каротину/вітамінів А та Е, Селену, Купруму, порушення співвідношення Са:Р);

- народження мертвих, слабких чи нежиттєздатних телят (дефіцит глобулінів, вітамінів А та Е, Селену, Кобальту, Купруму, Фосфору);

- підвищення кількості післяродових захворювань (дефіцит каротину/вітамінів А та Е, Селену, Кобальту, Кальцію, Фосфору, порушення співвідношення Са:Р);

- подовження міжотельного періоду (дефіцит глюкози та Фосфору, порушення співвідношення Са:Р).

Відомості про дотримання біоетичних норм. Процедури, що передбачають експерименти на тваринах, проводили із дотриманням біоетичних норм відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2006), згідно з основними принципами «Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986),

декларації «Про гуманне ставлення до тварин» (Гельсінкі, 2000) і Національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» (Київ, 2001).

Відомості про конфлікт інтересів. Представлені дослідження виконані відповідно до затверджені теми дисертаційної роботи «Репродуктивна функція корів за впливу аліментарно-дефіцитних факторів: діагностика та розробка превентивних заходів» (протокол № 5 від 17 грудня 2020 року) в межах науково-дослідної роботи кафедри ветеринарної хірургії і репродуктології Дніпровського державного аграрно-економічного університету за темою «Клінічна корекція екологічних деструкцій антропогенного походження у домашніх тварин Придніпровського промислового району» (номер державної реєстрації 0115U002143, 1.01.2015-1.01.2025 рр.).

Автори статті (Склярів П.М., Колесник Я.В., Милостивий Р.В., Вакулик В.В., Сулова Н.І.) заявляють про відсутність потенційного конфлікту інтересів у представленій роботі щодо результатів дослідження, їх внеску та авторства.

Подяки. Автори статті вдячні власникам та працівникам ПП «Рога-Копита» за співпрацю і допомогу у проведенні досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Біохімічні основи нормування вітамінного живлення корів 1. Жиророзчинні вітаміни / В.В. Влізло та ін. Біологія тварин. 2007. Т. 7. № 1–2. С. 25–42. URL:<http://archive.inenbiol.com.ua:8080/bt/2007/1/2.pdf>.
2. Гноєвий І.В. Годівля і відтворення поголів'я сільськогосподарських тварин в Україні. Харків: Контур, 2006. 400 с.
3. Демчук С.Ю. Скорочення матки в послідовій стадії родів у м'ясних корів при різних концентраціях глюкози в крові. Селекція та відтворення української м'ясної породи. 1995. С. 42–44.
4. Колесник Я., Склярів П. Вплив експериментального мінерально-вітамінного комплексу на репродуктивну функцію корів. Збірник матеріалів конференцій з ветеринарної медицини (м. Київ, 31 жовтня 2023 р.). Київ: НМЦ ВФПО, 2023. С. 4–6. URL:<https://onedrive.live.com/?authkey=%21AAMm%5FkbHS1XsNa4&id=A7825D87155CC49%212985&cid=AA7825D87155CC49&parId=root&parQt=sharedby&o=OneUp>.
5. Кошовий В.П. Акушерсько-гінекологічна патологія у корів. Харків: Золоті сторінки, 2004. 156 с. ISBN 966-8494-66-0.
6. Левченко В.І., Головаха В.І., Кондрахін І.П. та ін. Методи лабораторної клінічної діагностики хвороб тварин. Київ: Аграрна освіта, 2010. 437 с. ISBN 978-966-7906-77-1. URL:<https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/467>.

7. Левченко В.І., Влізло В.В., Кондрахін І.П. та ін. Ветеринарна клінічна біохімія. Біла Церква, 2002. 400 с. URL:<https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/4317/klinbioximialevchenko01.pdf>.
8. Лисенко В.В., Сусллова Н.І., Семьонов О.В. та ін. Хвороби порушення обміну речовин. Дніпропетровськ: Видавництво ДДАУ, 2010. 181 с.
9. Олійник Н.С. Роль печінки в репродуктивній системі. Актуальні питання акушерства, гінекології і репродуктивної медицини: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 1 листопада 2017 р.). Запоріжжя, 2017. С. 76–77. URL:http://dspace.zsmu.edu.ua/bitstream/123456789/7871/1/%d0%a2% d0%95%d0 %97%d0%98_%d0%97%d0%94% d0%9c%d0%a3_2017_76-77.pdf.
10. Сачук Р.М. Біохімічні показники крові корів у різні фізіологічні періоди та їх зв'язок з розвитком акушерської патології. Ветеринарна біотехнологія. 2020. Вип. 36. С. 146–154. DOI:10.31073/vet_biotech36-15.
11. Склярів П., Колесник Я., Хомич Я. Поширеність і форми неплідності корів фермерського та присадибних господарств. Аграрний вісник Причорномор'я. 2023. Вип. 108. С. 63–68. DOI:10.37000/abbsl.2023.108.08.
12. Склярів П., Федоренко С., Науменко С. та ін. Аліментарна неплідність корів та телиць. Дніпро: Журфонд, 2023. 169 с. ISBN 978-966-934-457-1.
13. Томчук В.А., Грищенко В.А., Цвіліховський В.І. Ветеринарна біохімія. Київ: НУБіП України, 2022. 376 с. ISBN 978-617-8102-52-4. URL:<https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d48311b6-40a3-4b7a-8672-c70b3b30b667/content>.
14. Шеремета В.І., Грунтковський М.С. Заплідненість корів залежно від вмісту в крові глюкози та сечовини під час штучного осіменіння. Наук. вісник Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. 2011. Т. 13, № 4 (50). С. 357–362. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/zaplidnenistkoriv-zalezno-vid-vmistu-v-krovi-glyukozi-ta-sechovini-pid-chas-shtuchnogo-osimeninnya>.
15. The effect of selenium deficiency on reproduction and milk performance of goats / M. Anke et al. Archives of Animal Nutrition. 1989. Vol. 39. Issue 4–5. P. 483–490. DOI:10.1080/17450398909428326.
16. Arashima C. Effects of oxygen tension and glucose concentrations on in vitro fertilization of bovine oocytes. Japanese Journal of Veterinary Research. 1995. Vol. 43. No 1. 54 p. URL:<https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/2499/1/KJ00002398162.pdf>.
17. Arechiga C.F., Ortiz O., Hansen P.J. Effect of prepartum injection of vitamin E and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. Theriogenology. 1994. Vol. 41. Issue 6. P. 1251–1258. DOI:10.1016/0093-691X(94)90482-X.
18. Effects of a sustained release formulation of 1, 25-dihydroxyvitamin D3-glycosides for milk fever prevention on serum 1, 25-dihydroxyvitamin D3, calcium and phosphorus in dairy cows / H. Bachmann et al. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 2017. Vol. 173. P. 301–307. DOI:10.1016/j.jsmb.2017.03.020.
19. Mineral an important nutrient for efficient reproductive health in dairy cattle / B. Balamurugan et al. International Journal of Environmental Science and Technology. 2017. Vol. 6. Issue 1. P. 694–701. ISSN 2278-3687 (O), 2277-663X (P). URL:https://www.researchgate.net/profile/Rahul_Kattiyar/publication/313398989_MINERAL_AN_IMPORTANT_NUTRIENT_FOR_EFFICIENT_REPRODUCTIVE_HEALTH_IN_DAIRY_CATTLE/links/58996b64a6fdcc32dbdd192c/MINERAL-AN-IMPORTANT-NUTRIENT-FOR-EFFICIENT-REPRODUCTIVE-HEALTH-IN-DAIRY-CATTLE.pdf.
20. Bendich A. Recent advances in clinical research involving carotenoids. Pure and Applied Chemistry. 1994. Vol. 66. Issue 5. P. 1017–1024. DOI:10.1351/pac199466051017.
21. Effects of nutrition on reproduction – A review / Y.R. Bindari et al. Advances in Applied Science Research. 2013. Vol. 4. Issue 1. P. 421–429. ISSN: 0976-8610. URL:<https://www.topsoils.co.nz/wp-content/uploads/2014/09/Effects-of-nutrition-on-reproduction-Himalayan-College-of-Agricultural-Sciences-and-Technology.pdf>.
22. Boryczko Z., Bostedt H., Hoffmann B. Comparison of the hormonal and chemical composition of the fluid from bovine ovarian follicles and cysts. Reproduction in Domestic Animals. 1995. Vol. 30. No 1. P. 36–28. DOI:10.1111/j.1439-0531.1995.tb00745.x.
23. Cote J.F., Hoff B. Interpretation of blood profiles in problem dairy herds. The Bovine Practitioner. 1991. P. 7–11. DOI:10.21423/bovine-vol1991no26p7-11.
24. Dixon F.J., Weigle W.O., Vazquez J.J. Metabolism and mammary secretion of serum proteins in the cow. Laboratory Investigation. 1961. Vol. 10. P. 216–237. PMID: 13723141.
25. Elshahawy I.I., Abdullaziz I.A. Hemato-biochemical profiling in relation to metabolic disorders in transition dairy cows. Alexandria Journal of Veterinary Sciences. 2017. Vol. 55. Issue 2. 25 p. DOI:10.5455/ajvs.275430.
26. Dietary urea for dairy cattle IV. Effect on reproductive hormones / R.E. Erb et al. Theriogenology. 1976. Vol. 5. Issue 5. P. 213–226. DOI:10.1016/0093-691X(76)90234-X.
27. Erdman Jr J.W. Control of serum lipids with soy protein. New England Journal of Medicine. 1995. Vol. 333. Issue 5. P. 313–315. DOI:10.1056/NEJM199508033330511.
28. Effect of dietary copper and breed on gene products involved in copper acquisition, distribution, and use in Angus and Simmental cows and fetuses / R.S. Fry et al. Journal of Animal Science. 2013. Vol. 91. Issue 2. P. 861–871. DOI:10.2527/jas.2011-3888.
29. Oxidative stress on mouse embryo development in vitro / Y. Goto et al. Free Radical Biology and Medicine. 1992. Vol. 13. Issue 1. P. 47–53. DOI:10.1016/0891-5849(92)90165-D.
30. Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows / K.S. Hackbart et al.

Journal of Animal Science. 2010. Vol. 88. Issue 12. P. 3856–3870. DOI:10.2527/jas.2010-3055.

31. Harrison J.H., Conrad H.R. Effect of selenium intake on selenium utilization by the nonlactating dairy cow. *Journal of Dairy Science*. 1984. Vol. 67. Issue 1. P. 219–223. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(84)81288-6.

32. Hemler M.E., Lands W.E. Evidence for a peroxide-initiated free radical mechanism of prostaglandin biosynthesis. *Journal of Biological Chemistry*. 1980. Vol. 255. Issue 13. P. 6253–6261. DOI:10.1016/S0021-9258(18)43731-3.

33. Horst R.L., Goff J.P., Reinhardt T.A. Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow. *Journal of Dairy Science*. 1994. Vol. 77. Issue 7. P. 1936–1951. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77140-X.

34. Effect of nutrition on reproductive efficiency of dairy animals / F. Ibtisham et al. *Medycyna weterynaryjna*. 2018. Vol. 74. Issue 6. P. 356–361. DOI:10.21521/mw.6025.

35. Lipoprotein metabolism in pregnancy / R.H. Knopp et al. *Perinatal biochemistry*. 2020. P. 19–51. eBook ISBN 9781003068624.

36. Relationship between globulins in the late dry period with biochemical parameters, fertility and culling of cows within 90 days after calving / A. Kraevskiy et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25. Issue 8. P. 59–66. DOI:10.48077/scihor. 25(8).2022.59-66.

37. Kumar S. Management of infertility due to mineral deficiency in dairy animals. *Advance diagnostic techniques and therapeutic approaches to metabolic and deficiency diseases in dairy animals: proceedings of ICAR summer school (15th July to 4th Aug. 2003)*. Held at IVRI, Izatnagar, UP, 2003. P. 128–137.

38. Lalman D., McMurphy C. Vitamin and mineral nutrition of grazing cattle. *Oklahoma Cooperative Extension Service*, 2009. 13 p. URL: https://shareok.org/bitstream/handle/11244/333938/oksa_E-0861_2009-02.pdf?sequence=1.

39. Blood metabolic profiles: their use and relation to nutritional status of dairy cows / A.J. Lee et al. *Journal of Dairy Science*. 1978. Vol. 61. Issue 11. P. 1652–1670. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(78)83780-1.

40. Linn J.G., Otterby D.E., Reneau J.K. *Dairy management manual (In 2 Vols)*. 1990.

41. Magnus P.K., Lali F.A. Serum biochemical profile of post-partum metritic cow. *Veterinary World*. 2009. Vol. 2. Issue 1. P. 27–28. ISSN 0972-8988. URL: <https://www.veterinaryworld.org/Vol.2/January/Serum%20Biochemical%20Profile%20of%20Post-Partum%20Metritic%20Cow.pdf>.

42. Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease / N. Martinez et al. *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95. Issue 12. P. 7158–7172. DOI:10.3168/jds.2012-5812.

43. Merelles C.F., Vitti D.M.S.S., Abdalla A.L. Reproductive performance and nutritional status of holstein cows in Brazil. *Livestock Reprod. Lat Amer.: Proc. Fin. Res. Co-ord Meet. FAO/ IAEA/ARCA III Reg. Network Improv. Reprod. Manag. Meat-and Milk Prod. Livestok Lat. Amer. AID Radioimmunoassay*, Bogota 19–23 Sept., 1988. Vienna, 1990. P. 73–80.

44. Miettinen P.J. Effects of nutrition on reproduction (fertility and infertility) of dairy and beef cattle. *The Bovine Practitioner*. 1996. No 30. P. 62–66. URL:<https://bovine-ojs-tamu.tdl.org/bovine/article/view/2459/2451>.

45. Morrow D.A. Diagnosis and prevention of infertility in cattle. *Journal of Dairy Science*. 1970. Vol. 53. Issue 7. P. 961–969. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(70)86325-1.

46. Mullis L.A., Spears J.W., McCraw R.L. Estimated copper requirements of Angus and Simmental heifers. *Journal of Animal Science*. 2003. Vol. 81. Issue 4. P. 865–873. DOI:10.2527/2003.814865x.

47. Otter A. Diagnostic blood biochemistry and haematology in cattle. In *Practice*. 2013. Vol. 35. Issue 1. P. 7–16. DOI:10.1136/inp.e8719.

48. Pradhan R., Nakagoshi N. Reproductive disorders in cattle due to nutritional status. *Journal of International Development and Cooperation*. 2008. Vol. 14. Issue 1. P. 45–66. URL:https://www.researchgate.net/profile/Kusumi-Dhanapala/publication/41117775_Motivation_and_L2_Reading_Behaviors_of_University_Students_in_Japan_and_Sri_Lanka/links/00463525d448322a1e000000/Motivation-and-L2-Reading-Behaviors-of-University-Students-in-Japan-and-Sri-Lanka.pdf#page=49.

49. Preconception maternal lipoprotein levels in relation to fecundability / S.J. Pugh et al. *Human reproduction*. 2017. Vol. 32. Issue 5. P. 1055–1063. DOI:10.1093/humrep/dex052.

50. Puls R. *Mineral levels in animal health: diagnostic data (No. Ed. 2)*. Sherpa International, Clearbrook, BC, 1994. ISBN 0969342926, 9780969342922.

51. Puppel K., Kuczyńska B. Metabolic profiles of cow's blood: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2016. Vol. 96. Issue 13. P. 4321–4328. DOI:10.1002/jsfa.7779.

52. Purohit G.N. Recent developments in the diagnosis and therapy of repeat breeding cows and buffaloes. *CABI Reviews*, 2008. DOI:10.1079/PAVSNR.20083062.

53. Rowlands G.J., Little W., Kitchenham B.A. Relationships between blood composition and fertility in dairy cows – a field study. *Journal of Dairy Research*. 1977. Vol. 44. Issue 1. P. 1–7. DOI:10.1017/S0022029900019889.

54. Reproductive health and liver disease: practice guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases / M. Sarkar et al. *Hepatology*. 2021. Vol. 73. Issue 1. P. 318–365.

55. Segerson E.C., Libby D.W. Ova fertilization and sperm number per fertilized ovum for selenium and vitamin E-treated charolais cattle. *Theriogenology*. 1982. Vol. 17. Issue 3. P. 333–341. DOI:10.1016/0093-691X(82)90093-0.

56. Sheela C., Ajay S. Role of nutrition in reproduction: a review. *Intas Polivet*. 2004. Vol. 5. Issue 2. P. 229–234. ISSN (Print): 0972-1738, ISSN (Electronic): 2249-8796. URL:<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20053131305>.

57. Reviewing effective factors of alimentary deficiency in animals reproductive functions / P. Skliarov et

al. *World's Veterinary Journal*. 2021. Vol. 11. Issue 2. P. 157–169. DOI:10.54203/scil.2021.wvj21.

58. Retinol deficiency in animals: Etiopathogenesis and consequences / P.M. Skliarov et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2020. Vol. 11. No 2. P. 162–169. DOI:10.15421/022024.

59. Alimentary infertility in female cattle: Part II – the effect of macronutrients on reproductive function (Overview) / P.M. Skliarov et al. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2023. Vol. 11. Issue 1. P. 30–42. DOI:10.32819/2023.11005.

60. Alimentary infertility in female cattle: I – prevalence, the relationship between feeding and reproductive ability (Overview) / P.M. Skliarov et al. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2022. Vol. 10. No 3. P. 33–44. DOI: 10.32819/2022.10015.

61. Spears J.W. Micronutrients and immune function in cattle. *Proceedings of the nutrition society*. 2000. Vol. 59. Issue 4. P. 587–594. DOI:10.1017/S0029665100000835.

62. Spears J.W., Weiss W.P. Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*. 2008. Vol. 176. Issue 1. P. 70–76. DOI:10.1016/j.tvjl.2007.12.015.

63. Staats D.A., Lohr D.P., Colby H.D. Effects of tocopherol depletion on the regional differences in adrenal microsomal lipid peroxidation and steroid metabolism. *Endocrinology*. 1988. Vol. 123. Issue 2. P. 975–980. DOI:10.1210/endo-123-2-975.

64. Tothova C., Nagy O., Kovac G. Serum proteins and their diagnostic utility in veterinary medicine: A review. *Veterinární medicína*. 2016. Vol. 61, Issue 9. P. 475–496. DOI:10.17221/19/2016-VETMED.

65. Van Emon M., Sanford C., McCoski S. Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. *Animals*. 2020. Vol. 10. Issue 12. 2404 p. DOI:10.3390/ani10122404.

66. Velladurai C., Selvaraju M., Napoleon R.E. Effects of macro and micro minerals on reproduction in dairy cattle a review. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*. 2016. Vol. 2. Issue 1. P. 68–70. Print ISSN: 2395-6011, Online ISSN: 2395-602X. URL:https://www.academia.edu/70967840/IJSRST162117_Effects_of_Macro_and_Micro_Minerals_on_Reproduction_in_Dairy_Cattle_A_Review.

67. Selenium status in cattle / D. Villar et al. *The Bovine Practitioner*. 2002. Vol. 36. No 1. P. 73–80. DOI:10.21423/bovine-vol36no1p73-80.

68. Ward J.D., Spears J.W., Gengelbach G.P. Differences in copper status and copper metabolism among Angus, Simmental, and Charolais cattle. *Journal of Animal Science*. 1995. Vol. 73. Issue 2. P. 571–577. DOI:10.2527/1995.732571x.

69. Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin E on periparturient dairy cows / W.P. Weiss et al. *Journal of Dairy Science*. 1990. Vol. 73. Issue 11. P. 3187–3194. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(90)79009-1.

70. Wichtel J.J., Craigie A.L., Thompson K.G., Williamson N.B. Effect of selenium and A-tocopherol supplementation on postpartum reproductive func-

tion of dairy heifers at pasture. *Theriogenology*. 1996. Vol. 46. Issue 3. P. 491–502. DOI: 10.1016/0093-691X(96)00171-9.

71. The antioxidant properties of selenium and vitamin E; their role in periparturient dairy cattle health regulation / J. Xiao et al. *Antioxidants*. 2021. Vol. 10. Issue 10. P. 1–17. DOI:10.3390/antiox10101555.

72. Yasothai R. Importance of minerals on reproduction in dairy cattle. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 2014. Vol. 3. Issue 6. P. 2051–2057. ISSN 2278-3687 (O). URL:https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e398330f647eef0dfd8b513504cf04ad7cc8761a.

73. Yasothai R. Importance of vitamins on reproduction in dairy cattle. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 2014. Vol. 3. Issue 6. P. 2105–2108. ISSN 2278-3687 (O). URL: https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e296868c510d69a608beee5a0c1ea9380e8062c5

74. Blood serum proteinograms in pregnant and non-pregnant cows / Ž. Žvorc et al. *Veterinarski arhiv*. 2000. Vol. 70. Issue 1. P. 21–30. ISSN 0372-5480. URL: https://wwwi.vet.hr/vetarhiv/papers/70-1/zvorc.pdf.

REFERENCES

1. Vlizlo, V.V., Kurtyak, B.M., Yanovych, V.G., Yuskiv, L.L., Sologub, L.I. (2007). *Biohimichni osnovy normuvannya vitaminynogo zhyvlennja koriv 1* [Biochemical bases of rationing vitamin nutrition of cows 1]. *Biologija tvaryn* [Animal biology]. Vol. 7, no. 1–2, pp. 25–42. Available at:http://archive.inenbiol.com.ua:8080/bt/2007/1/2.pdf. (in Ukrainian).

2. Gnojevyj, I.V. (2006). *Godivlja i vidtvorennja pogoliv'ja sil'skogospodars'kyh tvaryn v Ukraïni* [Feeding and breeding of farm animals in Ukraine]. Kharkiv: Contour, 400 p. (in Ukrainian).

3. Demchuk, S.J. (1995). *Skorochnnja matky v poslidovij stadii' rodiv u m'jasnyh koriv pry riznyh koncentracijah gljukozy v krovì* [Contraction of the uterus in the successive stages of labor in beef cows at different concentrations of glucose in the blood]. *Selekcija ta vidtvorennja ukrai'ns'koi' m'jasnoi' porody* [Selection and reproduction of Ukrainian meat breeds]. pp. 42–44. (in Ukrainian).

4. Kolesnyk, Y., Skliarov, P. (2023). *Vplyv eksperymental'nogo mineral'no-vitaminynogo kompleksu na reproduktyvnu funkciju koriv* [The effect of an experimental mineral-vitamin complex on the reproductive function of cows]. *Zbirnyk materialiv konferencij z veterynarnoi' medycyny (m. Kyi'v, 31 zhovtnja 2023 r.)* [Collection of materials of conferences on veterinary medicine (Kyiv, October 31, 2023)]. Kyiv: NMC VFPO, pp. 4–6. Available at:https://onedrive.live.com/?authkey=%21AAMm%5FkbHS1XsNa4&id=AA7825D-87155CC49%212985&cid=AA7825D87155CC49&parId=root&parQt=sharedby&o=OneUp. (in Ukrainian).

5. Koshovyj, V.P. (2004). *Akushers'ko-ginekologichna patologija u koriv* [Obstetrical and gynecological pathology in cows]. Kharkiv: Golden Pages, 156 p. ISBN 966-8494-66-0. (in Ukrainian).

6. Levchenko, V.I., Golovaha, V.I., Kondrahin, I.P., Rublenko, M.V., Sahnjuk, V.V., Cvilihovs'kyj, M.I., Chub, O.V. (2010). *Metody laboratornoi' klinichnoi' diagnostyky hvorob tvaryn* [Methods of laboratory clinical diagnosis of animal diseases]. Kyiv: Agrarian Education, 437 p. ISBN 978-966-7906-77-1. Available at: <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/467>. (in Ukrainian).
7. Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrakhin, I.P., Melnychuk, D.O., Apukhovska, L.I., Galyas, V.L., Tsvilikhovskiy, M.I. (2002). *Veterynarna klinichna biohimija* [Veterinary clinical biochemistry]. Bila Tserkva, 400 p. Available at: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/4317/klinbioximialevchenko01.pdf>. (in Ukrainian).
8. Lysenko, V.V., Suslova, N.I., Semionov, O.V., Antonenko, P.P., Nemyrovskiy, V.I., Shkvaria, M.M., Maslikov, S.M. (2010). *Hvoroby porushennja obminu rechovyn* [Diseases of metabolic disorders]. Dnipropetrovsk: DDAU Publishing House, 181 p. (in Ukrainian).
9. Olijnyk, N.S. (2017). *Rol' pechinky v reproductyvnyj systemi* [The role of the liver in the reproductive system]. Aktual'ni pytannja akusherstva, ginekologii' i reproductyvnoi' medycyny: tezy dop. Vseukr. nauk.-prakt. konf. (m. Zaporizhzhja, 1 lystopada 2017 r.) [Actual issues of obstetrics, gynecology and reproductive medicine: theses add. All-Ukrainian science and practice conf. (Zaporizhzhia, November 1, 2017)]. Zaporizhzhia, pp. 76–77. Available at: http://dspace.zsmu.edu.ua/bitstream/123456789/7871/1/%d0%a2%d0%95%d0%97%d0%98_%d0%97%d0%94%d0%9c%d0%a3_2017_76-77.pdf. (in Ukrainian).
10. Sachuk, R.M. (2020). *Biohimichni pokaznyky krovi koriv u rizni fiziologichni periody ta i'h zv'jazok z rozvytkom akushers'koi' patologii'* [Biochemical indicators of the blood of cows in different physiological periods and their relationship with the development of obstetric pathology]. *Veterynarna biotekhnologija* [Veterinary biotechnology], Issue 36, pp. 146–154. DOI:10.31073/vet_biotech36-15.
11. Skliarov, P., Kolesnyk, Y., Khomych, Y. (2023). *Poshyrenist' i formy neplidnosti koriv fermers'kogo ta prysadybnyh gospodarstv* [Prevalence and forms of infertility in cows of farms and homesteads]. *Agrarnyj visnyk Prychornomor'ja* [Agrarian Bulletin Black Sea Littoral], Issue 108, pp. 63–68. DOI:10.37000/abbsl.2023.108.08. (in Ukrainian).
12. Skliarov, P., Fedorenko, S., Naumenko, S., Stefanyk, V., Kostyshyn, J., Stadnytska, O., Bezalychna, O. (2023). *Alimentarna neplidnist' koriv ta telyc'* [Alimentary infertility of cows and heifers]. Dnipro: Zhurfond, 169 p. ISBN 978-966-934-457-1. (in Ukrainian).
13. Tomchuk, V.A., Gryshhenko, V.A., Cvilihovs'kyj, V.I. (2022). *Veterynarna biohimija* [Veterinary biochemistry]. Kyiv: NUBiP of Ukraine, 376 p. ISBN 978-617-8102-52-4. Available at: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d48311b6-40a3-4b7a-8672-c70b3b30b667/content>. (in Ukrainian).
14. Sheremeta, V.I., Gruntkovs'kyj, M.S. (2011). *Zaplidnenist' koriv zalezno vid vmistu v krovi gljukozy ta sechovyny pid chas shtuchnogo osimeninnja* [Fertility of cows depending on blood glucose and urea content during artificial insemination]. *Nauk. visnyk L'viv. nac. un-tu vet. medycyny ta biotekhnologij im. S.Z. G'zhyc'kogo*. [Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhitskyi]. Vol. 13, no. 4 (50), pp. 357–362. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaplidnenist-koriv-zalezno-vid-vmistu-v-krovi-glyukozi-ta-sechoviny-pid-chas-shtuchnogo-osimeninnya>. (in Ukrainian).
15. Anke, M., Angelow, L., Groppe, B., Arnhold, W., Gruhn, K. (1989). The effect of selenium deficiency on reproduction and milk performance of goats. *Archives of Animal Nutrition*, Vol. 39, Issue 4–5, pp. 483–490. DOI:10.1080/17450398909428326.
16. Arashima, C. (1995). Effects of oxygen tension and glucose concentrations on in vitro fertilization of bovine oocytes. *Japanese Journal of Veterinary Research*, Vol. 43 (1), 54 p. Available at: <https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/2499/1/KJ00002398162.pdf>.
17. Arechiga, C.F., Ortiz, O., Hansen, P.J. (1994). Effect of prepartum injection of vitamin E and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. *Theriogenology*, Vol. 41, Issue 6, pp. 1251–1258. DOI:10.1016/0093-691X(94)90482-X.
18. Bachmann, H., Lanz, M., Kehrle, S., Bittner, W., Toggenburger, A., Mathis, G.A., Rambeck, W. (2017). Effects of a sustained release formulation of 1, 25-dihydroxyvitamin D3-glycosides for milk fever prevention on serum 1, 25-dihydroxyvitamin D3, calcium and phosphorus in dairy cows. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, Vol. 173, pp. 301–307. DOI:10.1016/j.jsbmb.2017.03.020.
19. Balamurugan, B., Ramamoorthy, M., Mandal, R.S.K., Keerthana, J., Gopalakrishnan, G., Kavaya, K., Katiyar, R. (2017). Mineral an important nutrient for efficient reproductive health in dairy cattle. *International Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 6, Issue 1, pp. 694–701. ISSN 2278-3687 (O), 2277-663X (P). Available at: https://www.researchgate.net/profile/Rahul_Katiyar/publication/313398989_MINERAL_AN_IMPORTANT_NUTRIENT_FOR EFFICIENT_REPRODUCTIVE_HEALTH_IN_DAIRY_CATTLE/links/58996b64a6f6dccc32dbdd192c/MINERAL-AN-IMPORTANT-NUTRIENT-FOR-EFFICIENT-REPRODUCTIVE-HEALTH-IN-DAIRY-CATTLE.pdf.
20. Bendich, A. (1994). Recent advances in clinical research involving carotenoids. *Pure and Applied Chemistry*, Vol. 66, Issue 5, pp. 1017–1024. DOI:10.1351/pac199466051017.
21. Bindari, Y.R., Shrestha, S., Shrestha, N., Gaire, T.N. (2013). Effects of nutrition on reproduction—A review. *Advances in Applied Science Research*, Vol. 4, Issue 1, pp. 421–429. ISSN: 0976-8610. Available at: <https://www.topsoils.co.nz/wp-content/uploads/2014/09/Effects-of-nutrition-on-reproduction-Himalayan-College-of-Agricultural-Sciences-and-Technology.pdf>.
22. Boryczko, Z., Bostedt, H., Hoffmann, B. (1995). Comparison of the hormonal and chemical composition of the fluid from bovine ovarian follicles and cysts.

Reproduction in Domestic Animals, Vol. 30, no. 1, pp. 36–38. DOI:10.1111/j.1439-0531.1995.tb00745.x.

23. Cote, J.F., Hoff, B. (1991). Interpretation of blood profiles in problem dairy herds. *The Bovine Practitioner*, September, pp. 7–11. DOI:10.21423/bovine-vol 1991no26p7-11.

24. Dixon, F.J., Weigle, W.O., Vazquez, J.J. (1961). Metabolism and mammary secretion of serum proteins in the cow. *Laboratory Investigation*, Vol. 10, pp. 216–237. PMID: 13723141.

25. Elshahawy, I.I., Abdullaziz, I.A. (2017). Hema-to-biochemical profiling in relation to metabolic disorders in transition dairy cows. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, Vol. 55, Issue 2, 25 p. DOI:10.5455/ajvs.275430.

26. Erb, R.E., Garverick, H.A., Patton, R.S., Randel, R.D., Monk, E.L., Udo-Aka, M.I., Callahan, C.J. (1976). Dietary urea for dairy cattle IV. effect on reproductive hormones. *Theriogenology*, Vol. 5, Issue 5, pp. 213–226. DOI:10.1016/0093-691X(76)90234-X.

27. Erdman Jr, J.W. (1995). Control of serum lipids with soy protein. *New England Journal of Medicine*, Vol. 333, Issue 5, pp. 313–315. DOI:10.1056/NEJM199508033330511.

28. Fry, R.S., Spears, J.W., Lloyd, K.E., O'Nan, A.T., Ashwell, M.S. (2013). Effect of dietary copper and breed on gene products involved in copper acquisition, distribution, and use in Angus and Simmental cows and fetuses. *Journal of Animal Science*, Vol. 91, Issue 2, pp. 861–871. DOI:10.2527/jas.2011-3888.

29. Goto, Y., Noda, Y., Narimoto, K., Umaoka, Y., Mori, T. (1992). Oxidative stress on mouse embryo development in vitro. *Free Radical Biology and Medicine*, Vol. 13, Issue 1, pp. 47–53. DOI:10.1016/0891-5849(92)90165-D.

30. Hackbart, K.S., Ferreira, R.M., Dietsche, A.A., Socha, M.T., Shaver, R.D., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M. (2010). Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *Journal of Animal Science*, Vol. 88, Issue 12, pp. 3856–3870. DOI:10.2527/jas.2010-3055.

31. Harrison, J.H., Conrad, H.R. (1984). Effect of selenium intake on selenium utilization by the non-lactating dairy cow. *Journal of Dairy Science*, Vol. 67, Issue 1, pp. 219–223. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(84)81288-6.

32. Hemler, M.E., Lands, W.E. (1980). Evidence for a peroxide-initiated free radical mechanism of prostaglandin biosynthesis. *Journal of Biological Chemistry*, Vol. 255, Issue 13, pp. 6253–6261. DOI:10.1016/S0021-9258(18)43731-3.

33. Horst, R.L., Goff, J.P., Reinhardt, T.A. (1994). Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow. *Journal of Dairy Science*, Vol. 77, Issue 7, pp. 1936–1951. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(94)77140-X.

34. Ibtisham, F., Nawab, A.A.M.I.R., Li Guang-Hui, L.G., Xiao Mei, X.M., An LiLong, A.L., Naseer, G. (2018). Effect of nutrition on reproductive efficiency of dairy animals. *Medycyna weterynaryjna*, Vol. 74, Issue 6, pp. 356–361. DOI:10.21521/mw.6025.

35. Knopp, R.H., Bonet, B., Lasuncion, M.A., Montelongo, A., Herrera, E. (2020). Lipoprotein metabolism in pregnancy. *Perinatal biochemistry*, pp. 19–51. eBook ISBN 9781003068624.

36. Kraevskiy, A., Yefimov, V., Stefanyk, V., Vlasenko, S., Basarab, T. (2022). Relationship between globulins in the late dry period with biochemical parameters, fertility and culling of cows within 90 days after calving. *Scientific Horizons*, Vol. 25, Issue 8, pp. 59–66. DOI:10.48077/sciHor.25(8).2022.59-66.

37. Kumar, S. (2003). Management of infertility due to mineral deficiency in dairy animals. *Advance diagnostic techniques and therapeutic approaches to metabolic and deficiency diseases in dairy animals: proceedings of ICAR summer school (15th July to 4th Aug. 2003)*. Held at IVRI, Izatnagar, UP, pp. 128–137.

38. Lalman, D., McMurphy, C. (2009). Vitamin and mineral nutrition of grazing cattle. *Oklahoma Cooperative Extension Service*. 13 p. Available at: https://shareok.org/bitstream/handle/11244/333938/oksa_E-0861_2009-02.pdf?sequence=1.

39. Lee, A.J., Twardock, A.R., Bubar, R.H., Hall, J.E., Davis, C.L. (1978). Blood metabolic profiles: their use and relation to nutritional status of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 61, Issue 11, pp. 1652–1670. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(78)83780-1.

40. Linn, J.G., Otterby, D.E., Reneau, J.K. (1990). *Dairy management manual (In 2 Vols)*.

41. Magnus, P.K., Lali, F.A. (2009). Serum biochemical profile of post-partum metritic cow. *Veterinary World*, Vol. 2, Issue 1, pp. 27–28. ISSN 0972-8988. Available at: <https://www.veterinaryworld.org/Vol.2/January/Serum%20Biochemical%20Profile%20of%20Post-Partum%20Metritic%20Cow.pdf>.

42. Martinez, N., Risco, C.A., Lima, F.S., Bisinotto, R.S., Greco, L.F., Ribeiro, E.S., Santos, J.E.P. (2012). Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *Journal of Dairy Science*, Vol. 95, Issue 12, pp. 7158–7172. DOI:10.3168/jds.2012-5812.

43. Merelles, C.F., Vitti, D.M.S.S., Abdalla, A.L. (1990). Reproductive performance and nutritional status of holstein cows in Brazil. *Livestock Reprod. Lat Amer.: Proc. Fin. Res. Co-ord Meet. FAO/IAEA/ARCA III Reg. Network Improv. Reprod. Manag. Meat-and Milk Prod. Livestok Lat. Amer. AID Radioimmunoassay 19-23 Sept., 1988, Bogota, Vienna*, pp. 73–80.

44. Miettinen, P.J. (1996). Effects of nutrition on reproduction (fertility and infertility) of dairy and beef cattle. *The Bovine Practitioner*, no. 30, pp. 62–66. Available at: <https://bovine-ojs-tamu.tdl.org/bovine/article/view/2459/2451>.

45. Morrow, D.A. (1970). Diagnosis and prevention of infertility in cattle. *Journal of Dairy Science*, Vol. 53, Issue 7, pp. 961–969. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(70)86325-1.

46. Mullis, L.A., Spears, J.W., McCraw, R.L. (2003). Estimated copper requirements of Angus and Simmental heifers. *Journal of Animal Science*, Vol. 81 Issue 4, pp. 865–873. DOI:10.2527/2003.814865x.

47. Otter, A. (2013). Diagnostic blood biochemistry and haematology in cattle. In *Practice*, Vol. 35, Issue 1, pp. 7–16. DOI:10.1136/inp.e8719.
48. Pradhan, R., Nakagoshi, N. (2008). Reproductive disorders in cattle due to nutritional status. *Journal of International development and cooperation*, Vol. 14, Issue 1, pp. 45–66. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Kusumi-Dhanapala/publication/41117775_Motivation_and_L2_Reading_Behaviors_of_University_Students_in_Japan_and_Sri_Lanka/links/00463525d448322a1e000000/Motivation-and-L2-Reading-Behaviors-of-University-Students-in-Japan-and-Sri-Lanka.pdf#page=49.
49. Pugh, S.J., Schisterman, E.F., Browne, R.W., Lynch, A.M., Mumford, S.L., Perkins, N.J., Grantz, K.L. (2017). Preconception maternal lipoprotein levels in relation to fecundability. *Human reproduction*, Vol. 32, Issue 5, pp. 1055–1063. DOI: 10.1093/humrep/dex052.
50. Puls, R. (1994). Mineral level in animal health. *Diagnostic data* (2nd ed.). Sherpa International, Clearbrook, BC. ISBN 0969342926, 9780969342922.
51. Puppel, K., Kuczyńska, B. (2016). Metabolic profiles of cow's blood: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 96, Issue 13, pp. 4321–4328. DOI:10.1002/jsfa.7779.
52. Purohit, G.N. (2008). Recent developments in the diagnosis and therapy of repeat breeding cows and buffaloes. *CABI Reviews*. DOI: 10.1079/PAVSN-NR20083062.
53. Rowlands, G.J., Little, W., Kitchenham, B.A. (1977). Relationships between blood composition and fertility in dairy cows – a field study. *Journal of Dairy Research*, Vol. 44, Issue 1, pp. 1–7. DOI:10.1017/S0022029900019889.
54. Sarkar, M., Brady, C.W., Fleckenstein, J., Forde, K.A., Khungar, V., Molleston, J.P., Terrault, N.A. (2021). Reproductive health and liver disease: practice guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology*, Vol. 73, Issue 1, pp. 318–365.
55. Segerson, E.C., Libby, D.W. (1982). Ova fertilization and sperm number per fertilized ovum for selenium and vitamin E-treated charolais cattle. *Theriogenology*, Vol. 17, Issue 3, pp. 333–341. DOI:10.1016/0093-691X(82)90093-0.
56. Sheela Choudhary, S.C., Ajay Singh, A.S. (2004). Role of nutrition in reproduction: a review. *Intas Polivet*, Vol. 5, Issue 2, pp. 229–234. ISSN (Print): 0972-1738, ISSN (Electronic): 2249-8796. Available at: <https://www.cabidigi.tallibrary.org/doi/full/10.5555/20053131305>.
57. Skliarov, P., Fedorenko, S., Naumenko, S., Onyshchenko, O., Pasternak, A., Roman, L., Bobrytska, O. (2021). Reviewing effective factors of alimentary deficiency in animals reproductive functions. *World's Veterinary Journal*, Vol. 11, Issue 2, pp. 157–169. DOI:10.54203/scil.2021.wvj21.
58. Skliarov, P.M., Fedorenko, S.Y., Naumenko, S.V., Onischenko, O.V., Holda, K.O. (2020). Retinol deficiency in animals: Etiopathogenesis and consequences. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, Vol. 11, Issue 2, pp. 162–169. DOI:10.15421/022024.
59. Skliarov, P.M., Naumenko, S.V., Koshevoy, V.I., Fedorenko, S.Y., Bilyi, D.D., Vakulyk, V.V., Fedorenko, V.S. (2023). Alimentary infertility in female cattle: Part II – the effect of macronutrients on reproductive function (Overview). *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, Vol. 11, Issue 1, pp. 30–42. DOI:10.32819/2023.11005.
60. Skliarov, P.M., Naumenko, S.V., Koshevoy, V.I., Fedorenko, S.Y., Bilyi, D.D., Vakulyk, V.V., Fedorenko, V.S. (2022). Alimentary infertility in female cattle: I – prevalence, the relationship between feeding and reproductive ability (Overview). *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, Vol. 10, Issue 3, pp. 33–44. DOI:10.32819/2022.10015.
61. Spears, J.W. (2000). Micronutrients and immune function in cattle. *Proceedings of the nutrition society*, Vol. 59, Issue 4, pp. 587–594. DOI:10.1017/S0029665100000835.
62. Spears, J.W., Weiss, W.P. (2008). Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*, Vol. 176, Issue 1, pp. 70–76. DOI:10.1016/j.tvjl.2007.12.015.
63. Staats, D.A., Lohr, D.P., Colby, H.D. (1988). Effects of tocopherol depletion on the regional differences in adrenal microsomal lipid peroxidation and steroid metabolism. *Endocrinology*, Vol. 123, Issue 2, pp. 975–980. DOI:10.1210/endo-123-2-975.
64. Tothova, C., Nagy, O., Kovac, G. (2016). Serum proteins and their diagnostic utility in veterinary medicine: A review. *Veterinárni medicína*, Vol. 61, Issue 9, pp. 475–496. DOI:10.17221/19/2016-VETMED.
65. Van Emon, M., Sanford, C., McCoski, S. (2020). Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. *Animals*, Vol. 10, Issue 12, 2404 p. DOI:10.3390/ani10122404.
66. Velladurai, C., Selvaraju, M., Napoleon, R.E. (2016). Effects of macro and micro minerals on reproduction in dairy cattle a review. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, Vol. 2, Issue 1, pp. 68–70. Print ISSN: 2395-6011, Online ISSN: 2395-602X. Available at: https://www.academia.edu/70967840/IJSRST162117_Effects_of_Macro_and_Micro_Minerals_on_Reproduction_in_Dairy_Cattle_A_Review.
67. Villar, D., Arthur, J.R., Gonzalez, J.M., Palares, F.J., Carson, T.L. (2002). Selenium status in cattle: Interpretation of laboratory results. *The Bovine Practitioner*, Vol. 36, no. 1, pp. 73–80. DOI:10.21423/bovine-vol36no1p73-80.
68. Ward, J.D., Spears, J.W., Gengelbach, G.P. (1995). Differences in copper status and copper metabolism among Angus, Simmental, and Charolais cattle. *Journal of Animal Science*, Vol. 73, Issue 2, pp. 571–577. DOI:10.2527/1995.732571x.
69. Weiss, W.P., Todhunter, D.A., Hogan, J.S., Smith, K.L. (1990). Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin E on periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 73, Issue 11, pp. 3187–3194. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(90)79009-1.
70. Wichtel, J.J., Craigie, A.L., Thompson, K.G., Williamson, N.B. (1996). Effect of selenium and A-to-

copherol supplementation on postpartum reproductive function of dairy heifers at pasture. *Theriogenology*, Vol. 46, Issue 3, pp. 491–502. DOI:10.1016/0093-691X(96)00171-9.

71. Xiao, J., Khan, M. Z., Ma, Y., Alugongo, G. M., Ma, J., Chen, T., Cao, Z. (2021). The antioxidant properties of selenium and vitamin E; their role in periparturient dairy cattle health regulation. *Antioxidants*, Vol. 10, Issue 10, pp. 1–7. DOI:10.3390/antiox10101555.

72. Yasothai, R. (2014). Importance of minerals on reproduction in dairy cattle. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 3, Issue 6, pp. 2051–2057. ISSN 2278-3687 (O). Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e398330f647eef0dfd8b513504cf04ad7cc8761a>.

73. Yasothai, R. (2014). Importance of vitamins on reproduction in dairy cattle. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 3, Issue 6, pp. 2105–2108. ISSN 2278-3687 (O). Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e296868c510d69a608beec5a0c1ea9380e8062c5>

74. Žvorc, Z., Matijatko, V., Beer, B., Foršek, J., Bedrica, L., Kučer, N. (2000). Blood serum proteinograms in pregnant and non-pregnant cows. *Veterinarski arhiv*, Vol. 70, Issue 1, pp. 21–30. ISSN 0372-5480. Available at: <https://www.vf.hr/vetarhiv/papers/70-1/zvorc.pdf>.

Biochemical indicators of the blood of infertile cows of the small farming

Skliarov P., Kolesnyk Y., Mylostyvyi R., Vakulyk V., Suslova N., Koreyba L.

Diagnostics of disorders of reproductive function has certain complications and difficulties, especially in case of hidden course and subclinical manifestation, which requires laboratory tests. Therefore, the purpose of our work was to determine the biochemical parameters of the blood of infertile cows of a small farm and to interpret the obtained data regarding the effect on reproductive function.

The research was carried out in the conditions of the Roga-Kopita PE of the Novomoskovsk district of the Dnipropetrovsk region on cows of the black and spotted breed during the winter-stall period and the scientific research center of biosafety and ecological control of agricultural resources "Biosafety center" in the city of Dnipro.

The object of research was cows with impaired reproductive function, the subject was biochemical indicators of their blood.

According to the results of the research, changes in biochemical indicators were found in the blood of infertile cows, which consisted in the deficiency of globulins (27.9 g/l), urea nitrogen (5.65 mg%), glucose (2.19 mmol/l), calcium (2.02 mmol/l), inorganic phosphorus (1.21 mmol/l), carotene (274.5 µg%) and selenium (22.14 µg/l); decrease to the limit content of urea (2.94 mmol/l), vitamins A (28.31 µg/100 ml) and E (3.84 µg/ml), copper (52.98 µg%) and cobalt (2.21 µg%); exceeding the normal content of AST (81.3 Units/l), manganese (39.44 µg%), protein coefficient (1.19 units), Ca/P (1.76 units) and total lipoproteins (1057.4 mg%).

The specified changes can affect the manifestation of the reproductive capacity of animals and lead to delayed puberty and sexual maturity (deficiency of phosphorus, copper, cobalt), deterioration of the motor function of the muscles of the genital tract (deficiency of glucose, urea, vitamin E, selenium), violation of the sexual cycle anaphrodisia / anestrus (subestrus) / infertility (deficiency of urea, carotene / vitamins A and E, selenium, copper, cobalt, calcium, phosphorus, violation of the Ca:P ratio), increased insemination/fertilization index (deficiency of globulins, urea, carotene/vitamin A and E, selenium, copper, cobalt, calcium, phosphorus, violation of the Ca:P ratio), reduction of fertilization of eggs in vitro (glucose deficiency), violation of embryogenesis (deficiency of copper, cobalt, calcium, phosphorus, vitamins E and selenium) and processes fetal maturation (deficiency of globulins, copper), antenatal pathologies (deficiency of carotene/vitamin A), abortions (deficiency of urea, calcium, phosphorus, cobalt, copper), increased frequency of dystocia (deficiency of urea, carotene/vitamin A and E, selenium, copper) a violation of the Ca:P ratio), the birth of dead, weak or non-viable calves (deficiency of globulins, vitamins A and E, selenium, cobalt, copper, phosphorus), an increase in the number of postpartum diseases (deficiency of carotene/vitamin A and E, selenium, cobalt, calcium, phosphorus, violation of the Ca:P ratio), lengthening of the intercalary period (deficiency of glucose and phosphorus, violation of the Ca:P ratio).

Key words: female cattle, disorders of reproductive function, nutrients, vitamins, macro- and microelements.



Copyright: Склярів П.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Склярів П.М.

<https://orcid.org/0000-0002-4379-9583>

Колесник Я.В.

<https://orcid.org/0000-0002-5836-710X>

Милостивий Р.В.

<https://orcid.org/0000-0002-4450-8813>

Вакулик В.В.

<https://orcid.org/0000-0001-8773-2287>

Сулова Н.І.

<https://orcid.org/0000-0001-9500-9224>

АКУШЕРСТВО І БІОТЕХНОЛОГІЯ ВІДТВОРЕННЯ

УДК 619:618.19–002:616–073.7:636.2

Порівняльна оцінка сучасних методів діагностики субклінічного маститу у корів

Ордин Ю.М. , Івасенко Б.П. , Єрошенко О.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: Ордин Ю.М. yuriu.ordin@gmail.com; Івасенко Б.П. Boris.ivasenko@gmail.com;
Єрошенко О.В. sacha.yerochtnko@gmail.com

Ордин Ю.М., Івасенко Б.П., Єрошенко О.В. Порівняльна оцінка сучасних методів діагностики субклінічного маститу у корів. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 21–27.

Ordin Y., Ivasenko B., Yeroshenko O. Comparative assessment of modern methods of diagnosis of subclinical mastitis in cows. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 21–27.Рукопис отримано: 30.11.2023 р.
Прийнято: 11.12.2023 р.
Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-21-27

Значних збитків молочному скотарству завдають хвороби молочної залози, серед яких найбільш поширеною є мастит. На різних фермах хворіє від 3 до 50 % лактуючих корів і лише у 30 % випадків захворювання проявляється клінічно, а в більшості випадків має субклінічний перебіг. Рання діагностика субклінічної стадії маститу має велике господарське, санітарне і технологічне значення. Саме від неї значною мірою залежить ефективність своєчасного лікування хворих тварин і профілактики клінічної стадії маститу та забезпечення нормальної якості молока.

Дослідження проводили в НВЦ БНАУ на 92 лактуючих коровах української чорно-рябої породи. У кожній тварини проводили діагностику на субклінічний мастит.

Дослідження на субклінічний мастит проводили за допомогою німецького молочного тесту EIMU і визначенням електричного опору молока. Контролювали діагностичну цінність цих методів пробною відстоюванням.

За результатами проби відстоювання під час проведення дослідження 92 лактуючих корів у 30 (32,6 %) виявили субклінічний мастит (було уражено 49 чвертей). Непряме визначення кількості соматичних клітин за допомогою німецького молочного тесту дозволяє експресно діагностувати субклінічний мастит з точністю 84,8 %.

Використання “Електронного визначника маститу у корів” з інтерпретацією отриманих результатів за величиною електричного опору, чи різницею між показниками окремих чвертей, згідно з інструкцією, забезпечує точність результату у 82,6 і 91,3 % випадків, відповідно.

Інтерпретувати показники електричного опору молока доцільно з урахуванням обох показників. Зокрема, здоровими слід вважати корів з показниками числової величини електричного опору молока 340 Y.O. і більше та з різницею між показниками чвертей 50 Y.O. і менше; для хворих тварин характерним є електричний опір секрету молочної залози в межах 260 Y.O. і менше з різницею між найбільшим і найменшим показниками окремих чвертей 100 Y.O. і більше.

Сумнівним діагноз на субклінічний мастит можна вважати за показників електричного опору молока в межах 270–330 Y.O. та різниці між показниками чвертей 60–90 Y.O.

Ключові слова: корови, субклінічний мастит, електронний визначник маститу, EIMU.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Субклінічний мастит на початку та у пік лактації може мати негативний вплив на продуктивність корів, включаючи тимчасове або постійне зниження якості молока та продуктивності. Діагностика маститу на ранній прихованій стадії допоможе в успішному лікуванні захворювання та знизить ризик передачі збудника. Крім того, раннє втручання може полегшити будь-який біль або дискомфорт і, отже, підвищити добробут корів. Лише у 30 % випадків захворювання проявляється клінічно, здебільшого перебігає приховано.

Для постановки діагнозу на субклінічний мастит використовують біохімічні, цитологічні та бактеріологічні методи [1–10].

Зокрема біохімічні методи розподіляють на дві підгрупи: визначення за допомогою індикаторів змін реакції (рН) секрету та непрямі методи визначення підвищеної кількості соматичних клітин у молоці, які базуються на взаємодії поверхнево-активних речовин із ДНК їхніх ядер. Залежно від кількості соматичних клітин змінюється консистенція секрету.

Оскільки за маститу не завжди змінюється концентрація водневих іонів, цей показник є не досить об'єктивним для їх виявлення. Тому останнім часом індикаторні методи втратили самостійне значення і використовуються разом із поверхнево-активними речовинами.

До швидких непрямих методів визначення збільшення кількості соматичних клітин у молоці відносять проби Уатсайда, каліфорнійську маститну, з димастином, мастидином, а також – відстоювання.

Цитологічні методи діагностики маститу ґрунтуються на підрахунку кількості соматичних клітин у молоці. До них відносять метод Прескотт-Бріда, камерний метод, використання автоматичних лічильників. Ці методи є високоінформативними і точними, однак потребують використання спеціального обладнання і не дають змоги поставити діагноз безпосередньо під час дослідження тварини [11].

Суть бактеріологічного методу полягає у виділенні і типізації мікроорганізмів із проб молока, що дозволяє ефективно використовувати засоби етіотропної терапії, проте результати цього методу не завжди достовірні, оскільки в процесі розвитку захворювання видовий склад мікрофлори може змінюватися; іноді запалення молочної залози деякий час розвивається і без участі мікрофлори.

Для діагностики субклінічного маститу в молозивний період використовують імуноферментний метод [12], що дозволяє діагностувати захворювання на п'ять добу після отелення.

Л.Г. Розенфельд [13] повідомляв про високу ефективність доклінічної діагностики захворювання методом дистанційної інфрачервоної термографії.

На основі вивчення змін електричного опору секрету за маститу були розроблені прилади ПЕДМ, АСМ, ЕА. Однак вони не знайшли широкого застосування на виробництві через недосконале технічне виконання. Лунки для зразків молока були розміщені дуже близько одна від одної, тому отримати молоко з кожної чверті окремо було важко. Ще одним недоліком приладів було те, що результат оцінювали лише за величиною електричного опору, що призводило до низької точності використання приладу. Іноземні фірми “Крістенс”, “Бовітек”, “Дяболо–Манус” (Франція), “Афікім” (Ізраїль) розробили і реалізують доільні установки з автоматичним виявленням корів, хворих на мастит на основі визначення електричного опору молока [14].

Проте, незважаючи на значний арсенал методів діагностики, їх мало використовують у господарствах. Причини цього різні: небажання проводити трудомістку пробу відстоювання, відсутність приладів чи спеціалістів для підрахунку кількості соматичних клітин, нестача коштів для проведення бактеріологічного аналізу проб молока. Ще одним чинником, який відштовхує спеціалістів від проведення діагностики маститу, є значний проміжок часу між дослідженням і отриманням результату, що властиво для переважної більшості перерахованих вище методів.

Мета дослідження. Визначення ефективності використання ЕІМУ® молочного тесту і приладу “Електронного визначника маститу у корів” для діагностики субклінічного маститу.

Матеріал та методи. Дослідження проводили в НВЦ БНАУ на 92 лактуючих коровах української чорно-рябої породи. У кожній тварині проводили діагностику на субклінічний мастит.

Дослідження на субклінічний мастит проводили за допомогою німецького молочного тесту і визначенням електричного опору молока. Контролювали діагностичну цінність цих методів пробою відстоювання.

Дослідження секрету з ЕІМУ® молочним тестом проводили після здоювання молока з кожної чверті вимені в невелике заглиблення контрольної пластини. У кожну лунку одноразовим натисканням дозатора додавали 3 мл реагенту і змішували з молоком круговими рухами. Оцінку проводили згідно з інструкцією за зміною консистенції суміші:

– негативна реакція (до 500 тис. соматичних клітин в 1 мл) – суміш однорідна, без згустків і

слизових включень або спостерігаються сліди утворення желе по краю пластини;

– позитивна реакція (більше 500 тис. клітин в 1 мл) – утворюється желеподібний згусток, який фіксується до дна пластини. Чим більша кількість соматичних клітин у зразку, тим щільніший згусток утворюється.

Для діагностики субклінічної стадії маститу “Електронним визначником маститу у корів” у чашку приладу послідовно з кожної чверті вимені здоювали секрет і визначали електричний опір в умовних одиницях (У.О.) за стійкими показниками на табло.

Отриманий результат оцінювали за числовою величиною та різницею між найбільшим і найменшим показниками електричного опору молока з чвертей вимені.

Згідно з настановою до приладу показники менше 250 У.О. оцінюються як позитивний результат визначення захворювання на мастит. У разі показників більше 300 У.О. результат вважається негативним, а тварина здоровою. Показники між 250–300 У.О. оцінюються як сумнівний результат і для уточнення діагнозу потрібно повторно досліджувати тварин через деякий час.

Різниця між найбільшим і меншими показниками електричного опору секрету в окремих чвертях вимені більше 50–60 У.О. вказує на наявність субклінічного маститу, але якщо мінімальний показник вище 250 У.О., то результат вважається сумнівним.

Для контролю ефективності цих методів діагностики проводили пробу відстоювання за В.І. Мутовіним. Для цього в пробірки з кожної чверті вимені відбирали по 10 мл секрету і ставили його на 16–18 годин у холодильник за температури 4–6 °С. Основною діагностичною ознакою субклінічного маститу є утворення

у молоці після відстоювання осаду або пластівчастих, слизових вершків; колір секрету синоватий, консистенція – водяниста, товщина шару вершків менша 5 мм.

Після відстоювання молоко здорових корів білого кольору або з ледь синоватим відтінком, осад не утворюється.

Визначення точності методів діагностики субклінічного маститу проводили за формулою:

$$X=100-(a+v),$$

де X – точність методу, %; 100 – точність проби відстоювання, %; a – похибка позитивних результатів, %; v – похибка негативних результатів, %.

Результати досліджень. За результатами проби відстоювання під час проведення дослідження 92 лактуючих корів у 30 (32,6 %) виявили субклінічний мастит (було уражено 49 чвертей). Результати дослідження корів іншими методами подано у таблиці 1.

Аналізуючи отримані результати, подані у таблиці 1, відзначили, що визначення ефективності методів діагностики за кількістю хворих тварин або чвертей вимені не є об’єктивними показниками, оскільки не враховується тотожність результатів. Тому для визначення точності використання досліджуваних методів діагностики субклінічного маститу проаналізували, як збігаються їх позитивні і негативні результати із результатами проби відстоювання (табл. 2). Використовуючи новий ЕІМУ® молочний тест, позитивну реакцію на субклінічний мастит виявили у 26 тварин, що на 7,2 % менше, ніж у контролі. З них у двох корів (7,6 %) результати не збігалися з результатами проби відстоювання; кількість уражених чвертей відрізнялася незначно (+2 %), але аналіз їх збігу з контролем показав, що у 10 чвертях (20 %), визнаних хворими, проба відстоювання була негативною.

Таблиця 1 – Порівняння оцінки методів діагностики субклінічного маститу різними методами

Методи діагностики субклінічного маститу	Виявлено позитивно реагуючих на субклінічний мастит		
	тварин		чвертей вимені
	n	%	n
ЕІМУ® молочний тест	26	28,2*	50
Визначення електричного опору секрету:			
за числовою величиною	18	19,6***	37
за різницею між показниками окремих чвертей	34	36,9*	51
Проба відстоювання	30	32,6	49

Примітка: Значення p: * – <0,05; *** – <0,001, порівняно з пробю відстоювання.

Таблиця 2 – Ефективність різних методів дослідження корів на субклінічний мастит за їх збігом з пробю відстоювання

Методи діагностики	Результат дослідження							
	позитивний				негативний			
	гол.	%	часток	%	гол.	%	часток	%
ЕІМУ® молочний тест	26	28,2*	50	48,0	66	71,7	264	100,0
Визначення електричного опору секрету: за числовою величиною за різницею між показниками	18	19,6***	37	51,4	74	80,4	296	100,0
	34	36,9*	51	37,5	58	63,0	232	100,0
Проба відстоювання	30	36,2	49	100	62	100	248	100

Примітка. Значення р: * – <0,05; *** – <0,001, порівняно з пробю відстоювання.

Негативний результат ЕІМУ® молочного тесту збігався з результатами проби відстоювання у 66 (71,7 %) тварин; 5 (7,6 %) тварин виявилися хворими на мастит.

Враховуючи похибку позитивного і негативного результатів дослідження точність використання ЕІМУ® молочного тесту для діагностики прихованого маститу становила:

$$X=100 - (7,6+7,6)=84,8 \%$$

Аналізуючи показники електропровідності молока за числовою величиною, хворими на субклінічний мастит визнали 18 корів з ураженням 37 (51,4) чвертей, що менше, ніж за результатами проби відстоювання на 11,4 %, відповідно. Діагноз не підтвердився в 11,1 % тварин, визнаних хворими та у 4,4 % тварин, визнаних здоровими. Точність діагностики субклінічного маститу за допомогою “Електронного визначника маститу у корів” при аналізі електричного опору молока за числовою величиною становила:

$$X=100 - (13,0+4,4)=82,6 \%$$

За аналізу показників електричного опору молока з окремих чвертей, хворими визнали на 4,3 % корів більше, відповідно кількість позитивно реагуючих чвертей зросла на 0,6 %. Результати дослідження чвертей збігалися з результатами проби відстоювання у 36,9 % хворих та у 60,3 % здорових тварин. Точність діагностики субклінічного маститу за допомогою “Електронного визначника маститу у корів” при аналізі електричного опору молока за різницею між найбільшим і найменшим показниками дійок становила:

$$X=100 - (4,3+4,4)=91,3 \%$$

Аналізуючи отримані в процесі досліджень дані дійшли висновку, що діагноз на субклінічний мастит за зміною електричного опору секрету слід визначати після уточнення системи оцінки. З цією метою встановили частоту

реєстрації позитивних результатів проби відстоювання за різних величин електричного опору молока та різниці між показниками окремих чвертей. Виявили, що за показників електричного опору молока 250 Y.O. і менше ймовірність субклінічного маститу становить 76,3 %, за показників 260–330 Y.O. – зменшується до 29,9 %, а за показників 340 Y.O. і більше захворювання не реєстрували. За різниці між електричним опором секрету окремих чвертей 100 Y.O. і більше проба відстоювання була позитивною у 100 % досліджених зразків; за різниці в межах 60–90 Y.O. ймовірність захворювання становила 42,2 %, а за подальшого зменшення різниці до 50 Y.O. і менше – усього 3,6 %.

Враховуючи наведені результати, зробили висновок, що метод може бути значно ефективнішим, якщо ввести інші межі показників. До здорових слід відносити корів з показниками числової величини електричного опору молока 340 Y.O. і більше та з різницею між показниками чвертей вим'я 50 Y.O. і менше.

Хворими можна вважати тварин з показниками електричного опору секрету молочної залози 260 Y.O. і менше та з різницею між найбільшим і найменшим показниками окремих чвертей 100 Y.O. і більше.

Сумнівним є діагноз на субклінічний мастит за показників електричного опору молока в межах 270–330 Y.O. та різниці між показниками чвертей 60–90 Y.O.

Апробацію запропонованої системи оцінки діагностичних показників субклінічного маститу провели на 92 коровах. З досліджених 368 чвертей виявлено 5 з клінічною формою маститу і 2 – з індурацією.

За показниками електричного опору і різниці його між окремими чвертями 245 чвертей визнані здоровими, що було підтверджено

результатами проби відстоювання. Ураженими були 20 четвертей, що теж повністю підтвердилося контрольним дослідженням.

Сумнівні показники електричного опору молока виявили у 96 четвертях вимені. За результатами проби відстоювання 64,5 % з них визнали здоровими; 35,4 % – хворими. У випадках коли величина електричного опору і різниця між показниками окремих чвертей відповідала показникам сумнівного діагнозу частота реєстрації хворих становила 70,6 %. Серед тварин, у яких величина електричного опору відповідала сумнівному діагнозу, а різниця між показниками – позитивному в усіх зразках проба відстоювання була позитивною (усі тварини були хворі). За величини електричного опору секрету, яка відповідала показникам сумнівного діагнозу, а різниця між показниками окремих часток – негативним результатам, частота реєстрації хворих на субклінічний мастит становила 14,5 %. За результатами апробації системна оцінка показників електричного опору молока за уточненими величинами забезпечила точність діагностики маститу у 97,5 % випадків.

Обговорення. Мастит у корів належить до поліетіологічного захворювання, що розвивається внаслідок впливу на молочну залозу низки чинників, серед яких механічні, термічні, хімічні та біологічні. За даними як вітчизняних так і зарубіжних авторів мастити реєструються від 5 до 50 % тварин, а у близько 70 % – вони перебігають у субклінічній формі.

На жаль, дотепер немає єдиної думки щодо етіології, патогенезу та ефективності наявних лабораторних методів діагностики субклінічного маститу в корів.

На сьогодні поширеними методами діагностики субклінічного маститу у корів є проба з мастидином, димастином, Прескота-Бріда. Саме від них значною мірою залежить ефективність своєчасного лікування хворих тварин і профілактики клінічної стадії маститу та забезпечення належної якості молока, що може бути базисом для науково обґрунтованої програми боротьби з маститом корів.

Проте, незважаючи на значну кількість методів діагностики, їх мало використовують в господарствах у зв'язку з складністю виконання, високою ціною, а також низькою точністю [1–9].

У зв'язку з цим проведено дослідження на субклінічний мастит за допомогою німецького молочного тесту ЕІМУ® і визначенням електричного опору молока.

За результатами проведених досліджень встановлено, що застосування німецького молочного тесту дозволяє експресно діагносту-

вати субклінічний мастит з точністю 84,8 %. Тимчасом використання з цією метою електронного визначника маститу забезпечує точність результату у 82,6 і 91,3 % випадків, відповідно.

Висновок. Непряме визначення кількості соматичних клітин за допомогою німецького молочного тесту дозволяє експресно діагностувати субклінічний мастит з точністю 84,8 %.

Використання “Електронного визначника маститу у корів” з інтерпретацією отриманих результатів за величиною електричного опору чи різницею між показниками окремих чвертей згідно з інструкцією забезпечує точність результату у 82,6 і 91,3 % випадків, відповідно.

Інтерпретувати показники електричного опору молока доцільно з урахуванням обох показників. При цьому здоровими слід вважати корів з показниками числової величини електричного опору молока 340 У.О. і більше та з різницею між показниками чвертей 50 У.О. і менше; для хворих тварин характерним є електричний опір секрету молочної залози в межах 260 У.О. і менше з різницею між найбільшим і найменшим показниками окремих чвертей 100 У.О. і більше.

Сумнівним діагноз на субклінічний мастит можна вважати за показників електричного опору молока в межах 270–330 У.О. та різниці між показниками четвертей 60–90 У.О.

У випадках, коли величина електричного опору і різниця між показниками окремих чвертей визначається у межах сумнівного діагнозу та коли величина електричного опору відповідає сумнівному діагнозу, а різниця між показниками – позитивному, ймовірність захворювання становить 70,6–100 %. Тварин з такими показниками слід вважати хворими. Коли величина електричного опору секрету відповідає показникам сумнівного діагнозу, а різниця між показниками окремих часток – негативним результатам, ймовірність реєстрації хворих на субклінічний мастит тварин становить 14,5 %. У таких випадках для уточнення діагнозу потрібно проводити повторне дослідження через 12–24 години.

Використання системи діагностичних показників електричного опору молока для діагностики субклінічного маститу дозволяє швидко визначати стан молочної залози, з точністю 97,5 %.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Маніпуляції з відбору проб молока проводили із дотриманням біоетичних вимог щодо ставлення до тварин і відповідно до закону України „Про захист тварин від жорстокого поводження” (2006) та Європейської конвенції „Про захист тварин” (1987).

Відомості про конфлікт інтересів. Автори (Ордин Ю.М., Івасенко Б.П., Єрошенко О.В.) статті „Порівняльна оцінка сучасних методів діагностики субклінічного маститу у корів” стверджують про відсутність конфлікту щодо їх вкладу та результатів дослідження. Матеріали статті можуть бути опубліковані.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бородиня В. І., Гончаренко В. Б. Ефективність лікування корів, хворих субклінічним маститом, препаратами для внутрішньоцистернального застосування. Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України "Кримський агротехнологічний університет". Сер.: Ветеринарні науки. 2013. Вип. 151. С. 148–154.

2. Плахотнюк, І.М., Ордин Ю.М. Поширеність індурації вим'я у корів. Науковий вісник вет. медицини: зб. наук. праць. Біла Церква. 2012. Вип. 10 (99). С. 71–74.

3. Vilar M. Dzh., Radzhala-Shul'ts P. Dzh. Udder health and well-being of dry and dairy cows: effects of different methods of stopping milk. *Vet. J.* 2020. 262 p. DOI:10.1016/j.tvjl.2020.105503.

4. Скляр О. І. Кореляційна залежність надою молока корів та кількості соматичних клітин у секреті вим'я при субклінічному маститі. Ветеринарна медицина України. 2011 С. 37–38.

5. Шуманський Ю. І. Мастити корів в період запуску та сухостою (діагностика, лікування, профілактика): автореф. дис... канд. вет.наук / 16.00.07. Львів, 2013. 20 с.

6. Mastitis detection: current trends and future perspectives / C. Viguier et al. *Trends in Biotechnology.* 2009. P 486–493. DOI:10.1016/j.tibtech.2009.05.004

7. Effect of gradual or abrupt cessation of milking at dry off on milk yield and somatic cell score in the subsequent lactation / P. N. Gott et al. *J. Dairy Sci.* 2017. No. 100. P. 2080–2089. DOI:10.3168/jds.2017-11444.

8. Malinowski E. Mastitis u krow – Pulawy. 2004. 50 p.

9. Ордин Ю.М. Порівняльна ефективність лікування корів хворих на гнійно-катаральний мастит. Здоров'я тварин і ліки. 2008. № 10. С. 14–15.

10. Kozii N.V., Shaganenko V.G., Plachotniuk I.M., Koziy V.I. Modern chelanges in antibiotic treatment of mastitis in dairy cows. *Науковий вісник ветеринарної медицини: зб. наук. праць.* 2017. Вип. 2 (136). С. 5–13. URL: [http:// rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/689](http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/689)

11. Dohoo I. R., Smith J. A., Andersen S. P., Kelton D. F. Diagnosing intramammary infections: Evaluation of definitions based on a single milk sample. *J. Dairy Sci.* 2015. 94. P. 250–261. DOI:10.3168/jds.2015-3559.

12. Рубленко М. В., Єрошенко О. В., Плахотнюк І. М. Концентрація в крові реактантів гострої фази за різних нозологічних форм маститу та в зв'язку із ортопедичною патологією у корів. *Вісник Сумського НАУ.* 2018. Вип. 1 (42). С. 241–244.

13. Плахотнюк І. М., Ордин Ю. М. Частота виникнення індурації у різних частках вим'я корів залежно від форми маститу та кількості уражених часток. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету.* №1(60), т.3. 2017. 292–296.

14. Electrical Conductivity of Milk: Ability to Predict Mastitis Status / E. Norberg et al. *Journal of Dairy Science.* Vol. 87. Issue 4. 2004. P. 1099–1107. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(04)73256-7

REFERENCES

1. Borodynya, V. I., Honcharenko, V. B. (2013). Efektyvnist' likuvannya koriv, khvorykh subklinichnym mastytom, preparatamy dlya vnutrishno'otsystemal'noho zastosuvannya [Effectiveness of treatment of cows with subclinical mastitis with drugs for intracisternal use]. *Naukovi pratsi Pivdennoho filialu Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny "Kryms'kyu ahrotekhnolohichnyy universytet"* [Scientific works of the Southern Branch of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine "Crimean Agro-Technological University"]. Ser.: *Veterynarni nauky* [Ser.: *Veterinary Sciences*]. Issue 151, pp. 148–154. (In Ukrainian).

2. Plakhotnyuk, I. M., Ordyn, Yu. M. (2012). Poshyrenist' induratsiyi vym'ya u koriv [Prevalence of udder induration in cows]. *Naukovyy visnyk vet. medytsyny: zb. nauk. prats'* [Scientific Bulletin Vet. of medicine: Coll. of science works]. *Bila Tserkva*, Vol. 10 (99), pp. 71–74. (In Ukrainian).

3. Vilar, M. Dzh., Radzhala-Shul'ts, P. Dzh. (2020). Udder health and well-being of dry and dairy cows: effects of different methods of stopping milk. *Vet. J.*, 262 p. DOI:10.1016/j.tvjl.2020.105503.

4. Sklyar, O. I. (2011). Korelyatsiyna zalezhnist' nadoyu moloka koriv ta kil'kosti somatychnykh klityn u sekreti vym'ya pry subklinichnomu mastyti [Correlation dependence of milk yield of cows and the number of somatic cells in udder secretion in subclinical mastitis]. *Veterynarna medytsyna Ukrayiny* [Veterinary medicine of Ukraine]. pp. 37–38. (In Ukrainian).

5. Shumans'kyi, Yu. I. (2013). Mastyty koriv v period zapusku ta suhostoju (diagnostyka, likuvannya, profilaktyka): avtoref. dys... kand. vet.nauk / 16.00.07. [Lubricate cows during the start-up period and dryness (diagnosis, treatment, prevention): autoref. thesis... candidate veterinary science / 16.00.07.]. Lviv, 20 p. (In Ukrainian).

6. Viguier, C., Arora, S., Gilmartin, N., Welbeck, K., O'Kennedy, R. (2009). Mastitis detection: current trends and future perspectives. *Trends in Biotechnology.* pp. 486–493. DOI:10.1016/j.tibtech.2009.05.004

7. Gott, P. N., Rajala-Schultz, P. J., Schuenemann, G. M., Proudfoot, K. L., Hogan, J. S. (2017). Effect of gradual or abrupt cessation of milking at dry off on milk yield and somatic cell score in the subsequent lactation. *J. Dairy Sci.*, 100, pp. 2080–2089. DOI:10.3168/jds.2017-11444.

8. Malinowski, E. (2004). Mastitis u krow – Pulawy. 50 p.

9. Ordyn, Yu. M. (2008). Porivnyal'na efektyvnist' likuvannya koriv khvorykh na hniyno-kataral'nyy mas-

tyt [Comparative effectiveness of treatment of cows suffering from purulent catarrhal mastitis]. *Zdorov'ya tvaryn i liky* [Animal health and medicine], no. 10, pp. 14–15. (In Ukrainian).

10. Kozii, N. V., Shaganenko, V. G., Plachotniuk, I. M., Koziy, V. I. (2017). Modern challenges in antibiotic treatment of mastitis in dairy cows. *Naukovyj visnyk veterynarnoi' medycyny: zb. nauk. prac'*. [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine: collection of scientific papers.]. Issue 2 (136), pp. 5–13. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/689> (In Ukrainian).

11. Dohoo, I. R., Smith, J. A., Andersen, S. P., Kelton, D. F. (2015). Diagnosing intramammary infections: Evaluation of definitions based on a single milk sample. *J. Dairy Sci.*, 94, pp. 250–261. DOI:10.3168/jds.2015-3559.

12. Rublenko, M. V., Yeroshenko, O. V., Plakhotnyuk, I. M. (2018). Kонтсентрація в крові реактантів гострої фази за різних нозологічних форм маститу та в зв'язку із ортопедичною патологією у корів [Concentration in the blood of acute phase reactants in different nosological forms of mastitis and in connection with the orthopedic pathology of cows]. *Visnyk Sums'koho NAU* [Bulletin of the Sumy NAU]. Issue 1 (42), pp. 241–244. (In Ukrainian).

13. Plakhotnyuk, I. M., Ordin, Yu. M. (2017). Chastota vynyknennya induratsiyi y riznykh chastkakh vym'ya koriv zalezno vid formy mastytu ta kil'kosti urazhenykh chastok [The frequency of occurrence of induration in different lobes of the udder of cows depending on the form of mastitis and the number of affected lobes]. *Visnyk Zhytomyrs'koho natsional'noho ahroekologichnoho universytetu* [Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University], no. 1 (60), pp. 292–296. (In Ukrainian).

14. Norberg, E., Korsgaard, I. R., Friggens, N. C., Sloth, K. H. M. N., Løvendahl, P. (2004). Electrical Conductivity of Milk: Ability to Predict Mastitis Status. *Journal of Dairy Science*, Vol. 87, Issue 4, pp. 1099–1107. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(04)73256-7

Comparative assessment of modern methods of diagnosis of subclinical mastitis in cows

Ordin Y., Ivashenko B., Yeroshenko O.

Diseases of the mammary gland, among which mastitis is the most common, cause significant damage to dairy farming. On different farms, from 3 to 50% of

lactating cows are sick, and only in 30% of cases the disease manifests itself clinically, and in most cases it has a subclinical course. Early diagnosis of the subclinical stage of mastitis is of great economic, sanitary and technological importance. The effectiveness of timely treatment of sick animals and prevention of the clinical stage of mastitis and ensuring normal milk quality largely depends on it.

The study was conducted at the National Research Center of the Ukrainian National Academy of Sciences on 92 lactating cows of the Ukrainian black-spotted breed. Each animal was diagnosed with clinical and subclinical mastitis.

Research on subclinical mastitis was carried out using the German milk test and determining the electrical resistance of milk. The diagnostic value of these methods of settling breakdown was monitored.

According to the results of the standing test, subclinical mastitis was detected in 30 (32.6%) of 92 lactating cows during the study (49 quarters were affected). Indirect determination of the number of somatic cells using the German milk test allows rapid diagnosis of subclinical mastitis with an accuracy of 84.8%.

The use of the "Electronic determinant of mastitis in cows" with the interpretation of the obtained results according to the value of electrical resistance or the difference between the indicators of individual quarters according to the instructions ensures the accuracy of the result in 82.6 and 91.3% of cases, respectively.

It is advisable to interpret the indicators of electrical resistance of milk taking into account both indicators. At the same time, cows with indicators of the numerical value of the electrical resistance of milk of 340 (u).o. should be considered healthy, and more and with a difference between the indicators of the quarters of 50 (u).o. and less; for sick animals, the electrical resistance of the secretion of the mammary gland in the range of 260 (U).O. is characteristic, and less with a difference between the largest and smallest indicators of individual quarters of 100 (u).o. and more.

A diagnosis of subclinical mastitis can be considered doubtful if the electrical resistance of milk is between 270 and 330 (u).o. and differences between indicators of quarters 60 - 90 (u).o.

Key words: cows, subclinical mastitis, electronic mastitis detector, EIMU.



Copyright: Ordін Ю.М., Івашенко Б.П., Єрошенко О.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Ordін Ю.М.

<https://orcid.org/0000-0002-8547-5608>

Івашенко Б.П.

<https://orcid.org/0000-0002-6187-441X>

Єрошенко О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-3461-6095>



ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

УДК 614.31:637.12/.3:619

Безпечність та якість сметани різних вітчизняних виробників і визначення її фальсифікації

Лясота В.П.¹, Богатко Н.М.¹, Букалова Н.В.¹, Хіцька О.А.¹,
Джміль В.І.¹, Мазур Т.Г.¹, Ткачук С.А.², Приліпко Т.М.³

¹ Білоцерківський національний аграрний університет

² Національний університет біоресурсів і природокористування України

³ Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

✉ E-mail: Кореспондентний автор Лясота В.П. lyasota777@gmail.com; 098-334-63-91



Лясота В.П., Богатко Н.М., Букалова Н.В., Хіцька О.А., Джміль В.І., Мазур Т.Г., Ткачук С.А., Приліпко Т.М. Безпечність та якість сметани різних вітчизняних виробників і визначення її фальсифікації. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 28–40.

Lyasota V., Bogatko N., Bukalova N., Hitska O., Dzhtml V., Mazur T., Tkachuk S., Prylipko T. Safety and quality of different domestic manufacturers and determination of its falsification. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 28–40.

Рукопис отримано: 07.03.2024 р.

Прийнято: 20.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-28-40

На сучасному етапі в Україні молочна промисловість перебуває на досить високому рівні, хоча в порівнянні зі світовими стандартами за низкою показників не відповідає світовому рівню. Одним із основних завдань для України як члена СОТ і у зв'язку з перспективою її вступу до ЄС є узгодження національних нормативно-правових вимог з міжнародними в галузі безпечності та якості харчових продуктів.

Мета дослідження – провести оцінювання безпечності та якості сметани, отриманої від різних вітчизняних виробників, а також визначити її фальсифікацію за загальноприйнятими методами та розробленими запатентованими експресними методами. Для реалізації мети дослідження використані аналітичні, органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, токсикологічні та статистичні методи досліджень.

Сметана, вироблена українськими молочними підприємствами за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак) та фізико-хімічними показниками (масова частка жиру, титрована кислотність, фосфатаза, температура під час зберігання) відповідала вимогам чинного національного стандарту України – ДСТУ 4418:2005. За виключенням сметани зразків № 1 і № 5 – вміст жиру знижений, відповідно $8,72 \pm 0,07$ % і $9,10 \pm 0,95$ % (за нормативів 15–40 %) та підвищена титрована кислотність (зразок № 1) – $109,0 \pm 1,43$ °Т (за нормативів 60–100 °Т).

За мікробіологічних випробувань сметани вміст життєздатних молочнокислих бактерій був значно меншим – від $(1,16 \pm 0,21) \times 10^2$ до $(1,42 \pm 0,21) \times 10^3$ КУО/г порівняно з нормативними показниками ($1,0 \times 10^7$ КУО/г), що вказувало про значне зменшення обсягів продукту мікроорганізмами в результаті дотримання санітарно-гігієнічних вимог за виробництва сметани. Вміст бактерій групи кишкової палички (коліформи), бактерії роду *Salmonella*, бактерії виду *Listeria monocytogenes*, бактерії виду *Staphylococcus aureus*, дріжджів, пліснявих грибів у сметані відповідав нормативним вимогам чинного національного стандарту України – ДСТУ 4418:2005.

Під час визначення фальсифікації продукції встановлено наявність домішки крохмалю, натрію гідрокарбонату, лужних мийних засобів, пероксиду водню, желатину, рослинних жирів у сметані виробників (зразки № 1 та № 5), у сметані інших виробників домішок не виявлено. Вміст токсичних елементів (важкі метали), мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів у сметані не перевищував гранично допустимого рівня (ГДР). Розроблені експресні та оптимізовані методики визначення фальсифікації сметани.

Ключові слова: молочна промисловість, харчовий продукт, сметана, органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, токсикологічні показники, безпечність, якість, споживач.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. На сучасному етапі в Україні молочна промисловість перебуває на досить високому рівні, хоча в порівнянні зі світовими стандартами за низкою показників не відповідає світовому рівню [25–34].

До складу молочної промисловості входять підприємства з виробництва тваринного масла, цільномолочної продукції, молочних консервів, сухого молока, сира, морозива, казеїну тощо. Загальна кількість людей в країні з часом зростає, тому щоб забезпечити їх продукцією має весь час відбуватися збільшення виробництва [3].

Важливим завданням є також більш повне використання сільськогосподарської сировини для виробітку повноцінних продуктів з високим вмістом білка, вітамінів, біологічно активних речовин. Для досягнення поставленої мети необхідно підвищувати технічний рівень підприємств, застосовувати найновіші методи технології та прогресивне обладнання, впроваджувати механізовані та автоматизовані системи виробництва. Збільшення виробничих потужностей передбачається завдяки розвитку як державного сектору, так і відкриття малих підприємств виробництва молочної продукції [1, 5].

Молоко і молочні продукти характеризуються високою засвоюваністю і калорійністю. Вони містять усі необхідні для життя людини, росту і розвитку її організму поживні речовини і належать до найбільш повноцінних продуктів харчування. Отже, молоко та молочні продукти мають важливе значення для організації здорового та якісного харчування населення. Тому на переробні підприємства має надходити молоко від здорових тварин із господарств, благополучних щодо інфекційних захворювань, відповідно до правил Законодавства ветеринарної медицини, якість якого відповідає вимогам стандарту ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» [4, 7].

Сметана – один з найпоживніших молочних продуктів, який здавна готували в Україні. І це дійсно так, тому що за кордоном про сметану дізналися лише з 1950-х років, тимчасом древні русичі готували її досить простим і одним з доступних для них способом: знімали вершки з відстояного молока і давали їм вистоятися в холодному місці. Тому цей продукт так і називається – сметана, тобто зметена з молока [16, 19]. Нині на молокопереробних підприємствах сметану виробляють згідно із вимогами ДСТУ 4418:2005 «Сметана. Технічні умови» [15].

Природа потурбувалася про те, щоб молоко в будь-якому вигляді не втрачало цінності для

харчування людини і її здоров'я, зокрема кисломолочні продукти, до цінних властивостей яких можна віднести їх здатність до сквашування. До цієї групи належить і сметана.

Якість готового продукту залежить від вихідної сировини та додержання режимів технологічного процесу його виробництва. Виробництво та якість вихідних вершків залежить від прийнятих на підприємствах схем їх одержання, найкращою з яких є отримання вершків безпосередньо на підприємстві з пастеризованого молока [20, 21, 28].

Збільшення виробництва, розширення асортименту необхідно суміщати з постійним покращенням якості продукції, біологічної цінності та смакових властивостей молочних продуктів [22, 23, 35–38].

Мета дослідження – провести оцінювання безпечності та якості сметани, отриманої від різних вітчизняних виробників, а також визначити її фальсифікацію за загальноприйнятими методами та розробленими запатентованими експресними методами.

Матеріал та методи дослідження. Науково-дослідну роботу виконано впродовж 2022–2023 рр. на кафедрах ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продукції тваринництва та патанатомії ім. Й.С. Загаєвського, ветеринарно-санітарної експертизи та лабораторної діагностики ПНКСВМ Білоцерківського національного аграрного університету та Державному підприємстві «Київський обласний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації».

З метою визначення безпечності та якості сметани використовували продукцію різних молокопереробних підприємств України у кількості 5 зразків (n=5): зразок № 1; зразок № 2; зразок № 3, зразок № 4 та зразок № 5. Загальна кількість зразків становила 25 штук.

Науково-дослідну роботу проводили згідно з Державною ініціативною тематикою на кафедрі ветеринарно-санітарної експертизи та лабораторної діагностики: «Розробка експресних та оптимізованих методик контролювання безпечності та якості харчових продуктів» (Державний реєстраційний номер 0121U114170, дата реєстрації від 04.12. 2021 р.).

Методи виконання роботи. Аналітичні, органолептичні (зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак, присмак, наявність плісняви, механічні домішки (ДСТУ 4418:2005) [2, 6, 21].

Фізико-хімічні (масова частка жиру, титрованої кислотності, фосфатази, температура під час зберігання сметани за ДСТУ 4418:2005 [15], ДСТУ ISO 11870:2007 зокрема, активність

лужної фосфатази флюорометричним методом (ДСТУ ISO 11816-1:2016. Молоко та молочні продукти. Визначення активності лужної фосфатази. Частина 1. Флюорометричний метод для молока та молочних напоїв) [11, 21].

Правила ветеринарно-санітарної експертизи молока і молочних продуктів та вимог щодо їх реалізації [21].

Мікробіологічні (згідно з ДСТУ 4418:2005, ДСТУ 7357:2013): визначення кількості життєздатних молочнокислих бактерій (КУО/г); бактерії групи кишкових паличок (коліформи) (в 0,001 г продукту); бактерій роду *Staphylococcus aureus* (у 1,0 г продукту), патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду *Salmonella*, бактерії виду *Listeria monocytogenes* (у 25 г продукту); дріжджів та пліснявих грибів (у 1,0 г продукту) [2, 6, 15, 18].

Визначення фальсифікації сметани. Визначення домішки крохмалю у сметані проводили з розчином Люголя. За наявності домішки крохмалю розчин сметани синіє; за відсутності – синій колір відсутній [2].

Визначення домішки натрію гідрокарбонату у сметані проводили, використовуючи 2,0 см³ розчину сметани у співвідношенні 1:2, додаючи 2,0 см³ спиртового розчину розолової кислоти з масовою концентрацією 0,2 %. За наявності домішки натрію гідрокарбонату утворюється рожевий колір (Патент України № 118244, 2017) [39].

Визначення домішки натрію гідрокарбонату у сметані із застосуванням хромового темно-синього проводили за використання розчину сметани у співвідношення 1:3 в кількості 2,0 см³, додаючи 0,1–0,2 см³ спиртового розчину хромового темно-синього з масовою концентрацією 0,2 %. За наявності домішки натрію гідрокарбонату у сметані утворювався колір від світло-фіолетового до темно-фіолетового; за відсутності – світло-рожевий (Патент України № 132360, 2019) [40].

Визначення домішки лужних мийних засобів у сметані із застосуванням бромтимолового синього проводили за використання розчину сметани у співвідношенні 1:3 в кількості 2,0 см³, додаючи 0,2–0,3 см³ спиртового розчину бромтимолового синього з масовою концентрацією 0,02 %. За наявності домішки лужних мийних засобів у сметані утворювався колір від світло-зеленого до темно-зеленого; за відсутності – світло-жовтий (Патент України № 153117, 2023) [41].

Визначення домішки пероксиду гідрогену у сметані проводили за використання розчину сметани у співвідношення 1:3 в кількості 2,0 см³, додаючи 1–2 краплі розчину сірчаної

кислоти (2,0 см³ концентрованої сірчаної кислоти і 6,0 см³ дистильованої води) та 0,2 см³ крохмального розчину йодиду калію. За наявності домішки пероксиду гідрогену у сметані утворювалися плями синього кольору (Патент України № 152945, 2023) [42].

Визначення домішки желатину у сметані із застосуванням таніну проводили за використання розчину сметани у співвідношенні 1:4 в кількості 2,0 см³, додаючи 10–11 крапель водного розчину таніну з масовою концентрацією 4 %. За наявності домішки желатину у сметані утворювався желеподібний осад або згусток; за відсутності – розчин сметани злегка каламутний (Патент України № 116523, 2017) [43].

Визначення домішки рослинних жирів у сметані проводили за використання розчину сметани у співвідношенні 1:3 в кількості 1,5 см³, додаючи 1,5 см³ розчину резорцину в бензолі з масовою концентрацією 2,0 % та концентрованої азотної кислоти. За наявності домішки рослинних жирів утворювався у пробірці червоно-фіолетовий колір; за відсутності – жовто-коричневий колір (Патент України № 152945, 2023) [44]. Вірогідність кількісних показників за розробленими запатентованими методиками виявлення фальсифікації сметани становила 99,9 % відповідно до загальноприйнятих методів.

Визначення вмісту токсичних елементів: (свинець, кадмій, миш'як, ртуть, мідь, олово (мг/кг) – за використання оптико-емесійного спектрометра з індуктивно зв'язаною плазмою Perken Elmer "Avio 500"; мікотоксинів: афлатоксин v₁ та m₁, (мг/кг) – мікропланшетний рідер "CHROMATE READER 4300"; антибіотиків: тетрациклінова група, пеніцилін (од/г) – мікробіологічний метод; гормональних препаратів у сметані (діетистильбестрол, естрадіол-17β (мг/кг) – хроматограф рідинний Perkin Elmer Altus A10. Дослідження проведені на Державному підприємстві «Київський обласний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації».

Варіаційно-статистичну обробку експериментальних даних проводили, використовуючи комп'ютерні програмні пакети «Microsoft Excel», «Maple-12» (фірми Maplesoft, 2008), здійснювали варіаційно-статистичну обробку цифрових даних. Достовірність визначали за критерієм Ст'юдента з урахуванням меж достовірності: p≤0,05; p≤0,01 [2, 6, 24].

Результати дослідження. Результати визначення органолептичних і фізико-хімічних показників зразків сметани, отриманих від різних вітчизняних виробників, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Органолептична оцінка та фізико-хімічні показники сметани, $M \pm m$, $n=5$

Показник	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5
	<i>Органолептичні показники</i>				
Зовнішній вигляд	Маркування наявне, упаковане у цільну пластикову банку. Маса з глянцевою поверхнею, недостатньо густа, незначна крупинчатість.	Маркування наявне, упаковане у цільну пластикову банку. Маса з глянцевою поверхнею, недостатньо густа, незначна крупинчатість.	Маркування наявне, упаковане у цільну пластикову банку. Маса з глянцевою поверхнею, недостатньо густа, незначна крупинчатість.	Маркування наявне, упаковане у цільну пластикову банку. Маса з глянцевою поверхнею, достатньо густа, незначна крупинчатість.	Маркування наявне, упаковане у цільну пластикову банку. Маса з глянцевою поверхнею, достатньо густа, незначна крупинчатість.
Колір	Білий	Білий	Білий	Білий	Білий
Консистенція	Однорідна	Однорідна	Однорідна	Однорідна	Однорідна
Запах	Приємний, без сторонніх запахів	Приємний, без сторонніх запахів	Приємний, без сторонніх запахів	Приємний, без сторонніх запахів	Приємний, без сторонніх запахів
Смак	Приємний, без сторонніх присмаків	Приємний, без сторонніх присмаків	Приємний, без сторонніх присмаків	Приємний, без сторонніх присмаків	Приємний, без сторонніх присмаків
<i>Фізико-хімічні показники</i>					
Масова частка жиру, %	8,72±0,07	19,73±3,17	16,98±2,87	15,75±2,17	9,10±0,95
Титрована кислотність, °Т (не більше ніж 60–100 °Т)	109,0±1,43	85,0±4,041	93,0±5,13	75,0±6,03	80,0±3,83
Фосфатаза	Відсутня	Відсутня	Відсутня	Відсутня	Відсутня
Температура під час зберігання, °С (4±2 °С)	4,01±0,03	4,23±0,05	4,05±0,07	4,15±0,04	4,17±0,02

За представленими у таблиці показниками слідує, що всі зразки сметани за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідали вимогам національного стандарту України ДСТУ 4418:2005 [15], ДСТУ ISO 11870:2007 [11] та Правилам ветеринарно-санітарної експертизи молока і молочних продуктів та вимог щодо їх реалізації [21], окрім зразків 1 та 5 через низький вміст жиру: знижено на 2,0–3,0 %.

Аналізуючи дані таблиці 1, було встановлено у зразках сметани 1 та 5 знижену масову частку жиру від нормативів (від 15 до 40 %), яка становила відповідно 8,72±0,07 та 9,10±0,95 %. Також спостерігалася підвищена титрована кислотність у зразку сметани № 1 – 109,0±1,43 °Т.

Результати мікробіологічного дослідження та результати визначення натуральності (фаль-

сифікації) у зразках сметани, отриманих від різних виробників молокопереробних підприємств України наведено в таблиці 2.

Отже, за мікробіологічних випробувань сметани вміст життєздатних молочнокислих бактерій був значно меншим – від $(1,16 \pm 0,21) \times 10^2$ до $(1,42 \pm 0,21) \times 10^3$ КУО/г порівняно з нормативними показниками $(1,0 \times 10^7)$ КУО/г, що вказувало про значне зменшення обсіменіння продукту мікроорганізмами в результаті дотримання санітарно-гігієнічних вимог за виробництва сметани. Вміст бактерій групи кишкової палички (коліформи), бактерії роду *Salmonella*, бактерії виду *Listeria monocytogenes*, бактерії виду *Staphylococcus aureus*, дріжджів, пліснявих грибів у сметані відповідав нормативним вимогам чинного національного стандарту України – ДСТУ 4418:2005.

Таблиця 2 – Оцінка мікробіологічних критеріїв та натуральності сметани, $M \pm m$, $n=5$

Показник	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5
Кількість життєздатних молочнокислих бактерій, КУО/г (1,0x10 ⁷ КУО/г)	Мікробіологічні показники				
	(1,16±0,21)x10 ²	(1,05±0,10)x10 ³	(1,42±0,21)x10 ³	(1,38±0,12)x10 ²	(1,17±0,13)x10 ²
БГКП (колі-форми) (не дозволено в 0,001 г продукту)	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> (не дозволено у 25 г продукту)	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії виду <i>Listeria</i>					
<i>monocytogenes</i> (не дозволено у 25 г продукту)	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії виду <i>Staphylococcus aureus</i> (не дозволено у 1,0 г продукту)	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Дріжджі, КУО/г (не більше ніж 50 загалом)	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняві гриби, КУО/г (не більше ніж 50 загалом)	Відсутні	8,15±1,151	6,22±1,02	Відсутні	Відсутні

У таблиці 3 наведено результати проведення якісних випробувань на встановлення фальсифікації сметани: крохмалем; натрію гідрокарбонатом, лужними мийними засобами, пероксидом гідрогену, желатином, рослинними жирами. За виробництва сметани не дозволяється додавати вказані хімічні реагенти.

Отже, за визначення фальсифікації сметани встановлено у зразках 1 та 5 наявність домішок: крохмалю (утворення синього кольору); натрію ідрокарбонату (утворення рожево-малинового кольору – за використання спиртового розчину розолової кислоти; утворення світло-фіолетового кольору – за використання спиртового розчину хромового темно-синього); лужних мийних засобів (утворення світло-зеленого та темно-зеленого кольору – за

використання спиртового розчину бромтимолового синього; пероксиду гідрогену (утворення плям синього кольору – за використання розчину сірчаної кислоти та крохмального розчину йодиду калію); желатину (утворення желеподібного згустку – за використання розчину таніну); рослинними жирами (утворення червоно-фіолетового кольору – за використання азотної кислоти та резорцину в бензолі). Згідно з вимогами національного стандарту України ДСТУ 4418:2005 у сметані не допускається наявність зазначених вище домішок, тобто молочний продукт не відповідав вимогам чинного стандарту за цими показниками. Зразки сметани 2, 3 та 4 були натуральними, тобто відповідали вимогам національного стандарту України ДСТУ 4418:2005.

Таблиця 3 – Встановлення фальсифікації сметани за розробленими якісними методиками, n=5

Перелік випробувань щодо встановлення фальсифікації сметани	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5
Визначення фальсифікації крохмалем за використання розчину Люголя	Виявлено наявність домішки крохмалю (утворення синього кольору)	Не виявлено наявності домішки крохмалю (витяжка не забарвлюється)	Не виявлено наявності домішки крохмалю (витяжка не забарвлюється)	Не виявлено наявності домішки крохмалю (витяжка не забарвлюється)	Виявлено наявність домішки крохмалю (утворення синього кольору)
Визначення фальсифікації натрію гідрокарбонатом за використання спиртового розчину розолової кислоти	Виявлено фальсифікацію – утворення рожево-малинового кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення жовто-оранжевого кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення жовто-оранжевого кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення жовто-оранжевого кольору	Виявлено фальсифікацію – утворення рожево-малинового кольору
Визначення фальсифікації натрію гідрокарбонатом за використання спиртового розчину хромового темно-синього	Виявлено фальсифікацію – утворення світло-фіолетового кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення світло-рожевого кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення світло-рожевого кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення світло-рожевого кольору	Виявлено фальсифікацію – утворення світло-фіолетового кольору
Визначення фальсифікації лужними мийними засобами за використання спиртового розчину бромтимолового синього	Виявлено фальсифікацію утворення світло-зеленого кольору	Не виявлено фальсифікацію утворення світло-жовтого кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення світло-жовтого кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення світло-жовтого кольору	Виявлено фальсифікацію – утворення темно-зеленого кольору
Визначення фальсифікації пероксидом гідрогену за використання розчинів сірчаної кислоти та крохмального йодиду калію	Виявлено фальсифікацію – наявність плям синього кольору	Не виявлено фальсифікацію – відсутність плям синього кольору	Не виявлено фальсифікацію – відсутність плям синього кольору	Не виявлено фальсифікацію – відсутність плям синього кольору	Виявлено фальсифікацію – наявність плям синього кольору
Визначення фальсифікації желатином за використання розчину таніну	Виявлено фальсифікацію – наявність желеподібного згустку	Не виявлено фальсифікацію – розчин сметани злегка каламутний	Не виявлено фальсифікацію – розчин сметани злегка каламутний	Не виявлено фальсифікацію – розчин сметани злегка каламутний	Виявлено фальсифікацію – наявність желеподібного згустку
Визначення фальсифікації сметани рослинними жирами за використання азотної кислоти та резорцину в бензолі	Виявлено фальсифікацію – утворення червоно-фіолетового кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення жовто-коричневого кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення жовто-коричневого кольору	Не виявлено фальсифікацію – утворення жовто-коричневого кольору	Виявлено фальсифікацію – утворення червоно-фіолетового кольору

Результати визначення вмісту токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів у сметані відображено у таблиці 4.

Отже, за визначення вмісту токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів у досліджуваних зразках сметани перевищення згідно з максимально допустимим рівнем (МДР) не встановлено, тобто молочний продукт відповідав вимогам чинного національного стандарту за цими показниками.

Обговорення. У результаті експериментальних і науково-практичних досліджень встановлено та обґрунтовано і доведено доцільність постійного проведення визначення безпечності та якості сметани молокопереробних підприємств України, згідно з вимогами чинних національних стандартів з визначення її фальсифікації.

Встановлено, що сметана вироблена українськими підприємствами за органолептичними показниками (зовнішнім виглядом, кольором, консистенцією, запахом, смаком) відповідали вимогам чинного національного стандарту України ДСТУ 4418:2005.

Таблиця 4 – Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів у сметані (M±m, n=5)

Найменування показників безпечності	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5
Токсичні елементи					
Свинець, мг/кг (МДР 0,10)	0,021±0,001	<0,001±0,001	0,031±0,001	0,015±0,001	0,023±0,001
Кадмій, мг/кг (МДР 0,03)	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0002±0,0001	0,017±0,001
Миш'як, мг/кг (МДР 0,05)	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0003±0,0001	0,0002±0,0001
Ртуть, мг/кг (МДР 0,005)	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001
Мідь, мг/кг (МДР 1,0)	0,11±0,01	0,08±0,002	0,21±0,05	0,07±0,003	0,05±0,003
Олово, мг/кг (МДР 0,5)	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Мікотоксини					
Афлатоксин В ₁ , мг/кг	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001
Афлатоксин М ₁ , мг/кг	0,00003±0,0001	0,0001±0,0001	0,00003±0,00001	0,00001±0,00001	0,00002±0,00001
Тетрациклінова група, ОД/г					
Пеніцилін, ОД/г	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01
Стрептоміцин, ОД/г	0,3±0,01	0,2±0,01	0,3±0,01	0,1±0,01	0,2±0,01
Гормональні препарати					
Діетистильбестрол, мг/кг	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001
Естрадіол-17β, мг/кг	0,0001±0,0001	0,00012±0,0001	0,00014±0,0001	0,0001±0,0001	0,0001±0,0001

Фізико-хімічні показники сметани (масова частка жиру, титрована кислотність, фосфатаза, температура під час зберігання) зазначених вище виробників відповідали вимогам чинного національного стандарту України ДСТУ 4418:2005. За виключенням сметани, зразків № 1 та № 5 – масова частка жиру знижена і становила відповідно $8,72 \pm 0,07$ % і $9,10 \pm 0,95$ % (за нормативів 15–40 %); підвищена титрована кислотність – $109,0 \pm 1,43$ °T (за нормативів 60–100 °T).

За мікробіологічними випробуваннями сметани на наявність: життєздатних молочно-кислих бактерій, КУО/г, дріжджів, пліснявих грибів, БГКП (бактерії групи кишкової палички), патогенних бактерій роду *Salmonella*, умовно- патогенної мікрофлори (бактерій виду *Staphylococcus aureus*) встановлено, що молочні продукти усіх виробників відповідали вимогам чинного національного стандарту України ДСТУ 4418:2005.

За визначення фальсифікації продукції встановлено наявність домішки крохмалю, натрію гідрокарбонату, лужних мийних засобів, пероксиду водню, желатину та рослинних жирів у сметані виробників зразків № 1 та № 5, у сметані інших виробників – не виявлено досліджуваних домішок.

Про відхилення у показниках натуральності сметани та доцільності постійного проведення визначення безпечності та якості сметани молокопереробних підприємств України, згідно з вимогами чинних національних стандартів з визначення її фальсифікації вказують ряд дослідників [8, 24, 45, 46].

За визначення вмісту токсичних елементів (важкі метали), мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів у сметані перевищення згідно з гранично допустимим рівнем (ГДР) не встановлено, тобто молочний продукт відповідав вимогам чинного національного стандарту за цими показниками.

Розроблені експресні методики виявлення фальсифікації сметани хімічними небезпечними чинниками запатентовані. Достовірність встановлених якісних показників за розробленими експресними та оптимізованими методиками становила 99,9 %, вони зручні в проведенні, заощаджують час і витрати реактивів під час випробувань.

Висновки. 1. Науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність проведення належного ризик-орієнтованого контролю інспекторами ветеринарної медицини показників безпечності та якості сметани, зокрема фальсифікації, на молокопереробних підприємствах України згідно з вимогами чин-

ного національного стандарту та запатентованих методик.

2. Сметана, вироблена українськими молочними підприємствами за органолептичними показниками (зовнішнім виглядом, кольором, консистенцією, запахом, смаком) відповідала вимогам чинного національного стандарту України – ДСТУ 4418:2005.

3. Фізико-хімічні показники сметани (масова частка жиру, титрована кислотність, фосфатаза, температура під час зберігання) зазначених вище виробників відповідали вимогам чинного національного стандарту України ДСТУ 4418:2005. За виключенням сметани зразків № 1 та № 5 – масова частка жиру знижена і становила, відповідно – $8,72 \pm 0,07$ % та $9,10 \pm 0,95$ % (за нормативів 15–40 %) та підвищена титрована кислотність (зразок № 1) – $109,0 \pm 1,43$ °T (за нормативів 60–100 °T).

4. У сметані всіх виробників вміст життєздатних молочнокислих бактерій був значно меншим – від $(1,16 \pm 0,21) \times 10^2$ до $(1,42 \pm 0,21) \times 10^3$ КУО/г порівняно з нормативними показниками ($1,0 \times 10^7$ КУО/г); вміст бактерій групи кишкової палички (коліформи), бактерії роду *Salmonella*, бактерії виду *Listeria monocytogenes*, бактерії виду *Staphylococcus aureus*, дріжджів, пліснявих грибів у сметані відповідав нормативним вимогам чинного національного стандарту України – ДСТУ 4418:2005.

5. За визначення фальсифікації сметани за розробленими запатентованими якісними методиками, які мають достовірність у 99,9 %, встановлено наявність домішок крохмалю, натрію гідрокарбонату, лужних мийних засобів, пероксиду водню, желатину, рослинних жирів у досліджуваних зразках № 1 та № 5.

6. За визначення вмісту токсичних елементів (важкі метали), мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів у сметані досліджуваних зразків перевищення максимально допустимого рівня (МДР) не встановлено, тобто молочний продукт відповідав вимогам чинного стандарту за цими показниками.

Пропозиції виробництву. 1. Науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність належного ризик-орієнтованого контролю показників безпечності та якості сметани, виробленої на різних потужностях з виробництва молочних продуктів України згідно з вимогами національного стандарту ДСТУ 4418, з обов'язковим визначення її фальсифікації крохмалем, гідрокарбонатом натрію, лужними мийними засобами, желатином, пероксидом водню та рослинними жирами.

Перспективи подальших досліджень. Розробити науково-практичні рекомендації

«Безпечність та якість сметани та виявлення її фальсифікації за експресними і оптимізованими методиками».

Відомості про конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Яценко І., Бусол Л., Богатко Н. Гігієна молока і молочних продуктів: електронний посібник. Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти. 2020. www.nmcbook.com.ua. Розділ «Електронні посібники та підручники», підрозділ Ветеринарна медицина. URL: http://192.162.132.48:5000/MyWeb/manual/vetmed/gigiena_moloka_i_molognux_prodyktiv/golovna/Golovna.htm
2. Богатко Н.М., Букалова Н.В., Сахнюк В.В. Методики контролювання показників безпечності та якості харчових продуктів тваринного та рослинного походження: методичні рекомендації для слухачів ПНКСВМ та магістрів ФВМ. Біла Церква: Білоцерківдрук, 2017. 130 с.
3. Яценко І.В., Богатко Н.М., Букалова Н.В. Гігієна молока і молочних продуктів. Частина 2. Гігієна молочних продуктів: підручник. Харків: «Діса плюс», 2016. 424 с.
4. Богатко Н.М., Букалова Н.В., Сахнюк В.В. Особливості впровадження системи НАССР на м'ясо-, молоко- та рибопереробних підприємствах України: навч. посіб. Біла Церква, 2016. 283 с.
5. Recent advances in the application of ultrasound in dairy products: Effect on functional, physical, chemical, microbiological and sensory properties / L.M. Carrillo-Lopez et al. Ultrason Sonochem, 2021. 73:105467. DOI:10.1016/j.ultsonch.2021.105467.
6. Богатко Н.М., Мазур Т.Г., Щуревич Г.П., Богатко Л.М. Ветеринарно-санітарний контроль виробництва молока і молочних продуктів у відповідності до міжнародних вимог: методичні рекомендації для слухачів ПНКСВМ, студентів та магістрантів ФВМ. Біла Церква, 2012. 109 с.
7. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 12 с.
8. Скірда О.С., Селютіна Г.А., Черевична Н.І. Визначення якості сметани різних виробників, що реалізується в супермаркетах міста Харкова. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: матеріали другої міжнар. наук.-практ. конференції: до 50-річчя Харківського держ. ун-ту харчування та торгівлі, 05–07 вересня 2017 р. / заг. ред. Г.В. Дейниченка; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі, Таврійський держ. агротехнологічний ун-т. Харків: ХДУ-ХТ, 2017. С. 303–304.
9. Seo C.W., Oh N.S. Rheological, physicochemical, microbiological, and aroma characteristics of sour creams supplemented with milk protein concentrate. Food Sci Anim Resour, 2023. 43 (3). P. 540–551. DOI:10.5851/kosfa.2023.e16.
10. Implementation of food safety management systems along with other management tools (HAZOP, FMEA, Ishikawa, Pareto). The case study of *Listeria monocytogenes* and correlation with microbiological criteria / J.C. Lee et al. Foods, 2021. 13. 10 (9). 2169 p. DOI:10.3390/foods10092169.
11. (ISO 11870:2000, IDT): ДСТУ ISO 11870:2007. Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру. Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2009. 27 с.
12. The impacts of acidophilic lactic acid bacteria on food and human health: A review of the current knowledge / M.A. Icer et al. Foods, 2023. 5. 12 (15). 2965 p. DOI: 10.3390/foods12152965.
13. Довідник технолога молочного виробництва. Технологія та рецептури. Том 1. Харків: П-ОПД, 2018. 384 с.
14. Крись Г.Н., Шалигіна А.М., Храмців А.Г. Технологія молока і молочних продуктів / під ред. А.М. Шалигіної. К.: Колос, 2019. 455 с.
15. ДСТУ 4418:2005. Сметана. Технічні умови. К.: Держспожив стандарт України, 2006. 12 с.
16. Seo C.W. Rheological, Physicochemical, Microbiological, and Aroma Characteristics of Sour Creams Supplemented with Milk Protein Concentrate. Food Science Animal Resour, 2023. 43 (3). P. 540–551. DOI:10.5851/kosfa.2023.e16.
17. Seo C.W. Effect of galactomannan addition on rheological, physicochemical, and microbial properties of cultured sour cream. Food Science Biotechnology, 2022. 31 (5). P. 571–577. DOI:10.1007/s10068-022-01066-3.
18. ДСТУ 7357:2013. Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. К.: Мінекономрозвитку України, 2014. 35 с.
19. Технологія виробництва молочних продуктів. Молокопереробка. № 12. 2019. С. 46–48.
20. High pressure and pasteurization effects on dairy cream / F. Machado et al. Foods, 2023. 12 (19). 3640 p. DOI:10.3390/foods12193640.
21. Правила ветеринарно-санітарної експертизи молока і молочних продуктів та вимог щодо їх реалізації. Затв. Держ. департаментом вет. Медицини. Наказ № 49 від 20.04. 2004 р.; зареєстр. В Мінюсті України від 07.05. 2004 р. за № 579/9178.
22. Цибульська С.А. Функціональні продукти. Молочна справа. 2020. № 7. С. 7–9.
23. Safety and quality of milk and milk products in Senegal-A Review / C. Leone et al. Foods, 2022. 11 (21). 3479 p. DOI:10.3390/foods11213479.
24. Ветеринарно-санітарна експертиза молока і молочних продуктів в Україні: навч.-метод. посібн. / І.В. Яценко та ін.; за ред. професора І.В. Яценка. Харків: Еспада, 2013. 384 с.
25. ISO/IEC Guide 73. Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Управління ризиками: словник настанови щодо використання стандарту.
26. National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. NACMCF. us. Система аналізу небезпечних чинників та критичні точки контролю, 1992 NACMCF.
27. Codex Alimentarius documents: Codex Alimentarium 03/13 Appendix II (at step 8 of the procedure) and CAC/RCP1. 1969 (Rev.3.1997). 29p.

28. Шульга Н.М., Млечко Л.А. Вади сметани. Молочна індустрія. 2019. №3. С. 24–26.

29. Bacterial starter cultures induce suitable changes in milk / G. Bahrami et al. Dairy Res. 2020. Vol. 87 (4) P. 469–473. DOI:10.1017/S0022029920001053.

30. Effect of moderate thermal treatments on the inactivation of a strain of *Listeria monocytogenes* and physicochemical properties of / A. Hernández et al. Velasco Food Sci Technol Int. 2020. Vol. 26 (6). P. 535–548. Doi:10.1177/1082013220913357.

31. Detection of aflatoxin M1 in milk, cheese and sour cream samples from Costa Rica using enzyme-assisted extraction and HPLC / G. Chavarria et al. Food Addit Contam Part B Surveill. 2015. Vol. 8 (2) P. 128–135. DOI:10.1080/19393210.2015.1015176.

32. Probiotics in the dairy industry—Advances and opportunities / J. Gao et al. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2021. Vol. 20 (4). P. 3937–3982. DOI:10.1111/1541-4337.12755.

33. Aryana K.J., Olson D.W. Yogurt and other cultured dairy products. J Dairy Sci. 2017. Vol. 100 (12). P. 9987–10013. DOI:10.3168/jds.2017-12981.

34. Danylenko S. The effects of thickener upon the viscous properties of sour cream with a low fat content. Acta Sci Pol Technol Aliment. 2020. Vol. 19 (3). P. 359–368. DOI:10.17306/J.AFS.0836.

35. Study of fat content in dairy products. Taxation of the fat content of foods for reducing their consumption and preventing obesity or other adverse health outcomes / Hachimi et al. L. Database Syst Rev. 2020. Vol. 9. 12415 p. DOI:10.1002/14651858.

36. Cholesterol determination in foods: Comparison / T.G. Albuquerque et al. Food Chem. 2016. Vol. 193 P. 18–25. DOI:10.1016/j.foodchem.2014.09.109.

37. The idea of fat in food products / S. Lhachimi et al. Cochrane Database Syst Rev. 2020. 9 (9):CD012415. DOI:10.1002/14651858.

38. Diabetology / L.M. O'Connor et al. Quality of dairy products. 2019. 57 (5). P. 909–917. DOI:10.1007/s00125-014-3176-1.

39. Богатко Н.М., Чичерін М.С., Яценко І.В., Сердюков Я.К. Спосіб визначення фальсифікації сметани та вершків натрію гідрокарбонатом із застосуванням розолової кислоти: пат. 118244 України, МПК G01N 33/04 (2006.01). № у 2017 02183; заявл. 09.03. 2017; опубл. 25.07. 2017, Бюл. № 14. 4 с.

40. Богатко Н.М., Богатко Л.М., Букалова Н.В., Лясота В.П., Бахур Т.І., Забарна І.В. Спосіб визначення фальсифікації молочних продуктів гідрокарбонатом натрію із застосуванням хромового темно-синього. патент № 132360 України, МПК G01N 33/04 (2006.01). № у 2018 09093; заявл. 03.09. 2018; опубл. 25.02. 2019, Бюл. № 4. 4 с.

41. Богатко Н.М., Богатко А.Ф., Мазур Т.Г., Саморай М.М., Утеченко М.В., Дудус Т.В. Спосіб визначення фальсифікації сметани і вершків лужними мийними засобами за використання бромтимолового синього: пат. України № 153117, МПК G01N 33/04 (2006.01). № у 2022 03317; заявл. 09.09. 2022; опубл. 24.05. 2023, Бюл. № 21. 4с.

42. Богатко Н.М., Богатко А.Ф., Мазур Т.Г., Утеченко М.В., Мягка К.С., Зоценко В.М. Спосіб ви-

значення фальсифікації сметани і вершків перексидом водню: пат. України № 152945, МПК G01N 33/04 (2006.01). № у 2022 03314; заявл. 09.09.2022; опубл. 03.05. 2023, Бюл. № 18. 4 с.

43. Богатко Н.М., Богатко Л.М., Букалова Н.В., Приліпко Т.М. Спосіб визначення фальсифікації сметани желатином: пат. 116523 України, МПК G01N 33/04 (2006.01). № у 2016 12240; заявл. 02.12. 2016; опубл. 25.05. 2017, Бюл. № 10. 3 с.

44. Богатко Н.М., Богатко А.Ф., Букалова Н.В., Приліпко Т.М., Дудус Т.В., Мягка К.С. Спосіб визначення фальсифікації сметани і вершків рослинними оліями: пат. № 152946 України, МПК G01N 33/04 (2006.01). № у 2022 03316; заявл. 09.09. 2022; опубл. 03.05. 2023, Бюл. № 18. 4 с.

45. Klopotenko V.S. Methods of falsification and identification of sour cream. Collection of scientific works of young scientists, graduate students and students. Odesa: ONAKHT, 2016. P. 301–303.

46. Skochko A. Research of physical and chemical parameters of sour cream quality. Collection of scientific works of young scientists, graduate students and students. "Young science 2015". Zaporizhzhia. 2015. Vol. 1. P. 189–190.

REFERENCES

1. Yatsenko, I., Busol, L., Bogatko, N. (2020). Gigijena moloka i molochnyh produktiv: elektronnyj posibnyk [Hygiene of milk and dairy products: an electronic manual]. Naukovo-metodychnyj centr vyshhoi' ta fahovoi' peredvyshhoi' osvity. 2020. www.nmcbook.com.ua. [Scientific and methodological center of higher and professional pre-higher education. www.nmcbook.com.ua.]. Rozdil «Elektronni posibnyky ta pidruchnyky», pidrozdil Veterynarna medycyna [Section "Electronic manuals and textbooks", subsection Veterinary medicine]. Available at: http://192.162.132.48:5000/My-Web/manual/vetmed/gigijena_moloka_i_molognux_prodyktiv/golovna/Golovna.htm (in Ukrainian)

2. Bogatko, N.M., Bukalova, N.V., Sakhniuk, V.V. (2017). Metodyky kontroljuvannja pokaznykiv bezpechnosti ta jakosti harchovyh produktiv tvarynnogo ta roslynного pohodzhennja: metodychni rekomendacii' dlja sluhachiv IPNK SVM ta magistriv FVM [Methods of controlling indicators of safety and quality of food products of animal and vegetable origin: methodological recommendations for students of IPNK SVM and masters of FVM]. Bila Tserkva: Bilotserkivdruk, 130 p. (in Ukrainian)

3. Yatsenko, I.V., Bogatko, N.M., Bukalova, N.V. (2016). Gigijena moloka i molochnyh produktiv [Hygiene of milk and dairy products]. Chastyna 2. Gigijena molochnyh produktiv: pidruchnyk [Part 2. Hygiene of dairy products: textbook]. Kharkiv: "Disa Plus", 424 p. (in Ukrainian)

4. Bogatko, N.M., Bukalova, N.V., Sakhniuk, V.V., Dzhmil, V.I. (2016). Osoblyvosti vprovadzhennja systemy NASSR na m'jaso-, moloko- ta rybopererobnyh pidpryjemstvah Ukraïny: navch. posib. [Peculiarities of implementing the HACCP system at meat, dairy and fish processing enterprises of Ukraine: training manual]. Bila Tserkva, 283 p. (in Ukrainian)

5. Carrillo-Lopez, L.M., Garcia-Galicia, I.A., Tirado-Gallegos, J.M., Sanchez- Vega, R., Huerta-Jimenez, M., Ashokkumar, M., Alarcon-Rojo, A.D. (2021). Recent advances in the application of ultrasound in dairy products: Effect on functional, physical, chemical, microbiological and sensory properties. *Ultrason Sonochem*, 73:105467. DOI:10.1016/j.ultsonch.2021.105467.
6. Bogatko N.M., Mazur T.G., Shchurevych H.P., Bogatko L.M. (2012). *Veterynarno-sanitarnyj kontrol' vyrobnyctva moloka i molochnyh produktiv u vidpovidnosti do mizhnarodnyh vymog: metodychni rekomendacii' dlja sluhachiv IPNKSVU, studentiv ta magistrantiv FVM [Veterinary and sanitary control of the production of milk and dairy products in accordance with international requirements: methodological recommendations for students of the Institute of Medical Sciences, students and master's students of the Faculty of Medical Sciences]*. Bila Tserkva, 109 p. (in Ukrainian)
7. DSTU3662:2018. *Moloko-syrovyna korov'jache. Tehnichni umovy [DSTU3662:2018. Cow's raw milk. Technical conditions]*. K.:SE "UkrNDNC, 2019, 12 p. (in Ukrainian)
8. Skirda, O.E., Selyutina, G.A., Cherevichna, N.I. (2017). *Vyznachennja jakosti smetany riznyh vyrobnykiv, shho realizujet'sja v supermarketah mista Harkova [Determining the quality of sour cream of different manufacturers, which is sold in supermarkets in the city of Kharkiv]*. *Innovacijni aspekty rozvytku obladnannja harchovoi' i gotel'noi' industrii' v umovah suchasnosti: materialy drugoi' mizhnar. nauk.-prakt. konferencii': do 50- richchja Harkivskogo derzh. un-tu harchuvannja ta torgivli, 05–07 veresnja 2017 r. / zag. red. G.V. Dejnichenka; Hark. derzh. un-t harchuvannja ta torgivli, Tavrijs'kyj derzh. agrotehnologichnyj un-t [Innovative aspects of the development of food and hotel industry equipment in modern conditions: materials of the second International science - practice conference: to the 50th anniversary of the Kharkiv State. University of Food and Trade, 05–07 September / general ed. G.V. Deinichenko; Hark. state University of Food and Trade, Tavri State. Agrotechnological University]*. Kharkiv: KhDUHT, 2017. pp. 303–304. (in Ukrainian)
9. Seo, C.W., Oh, N.S. (2023). Rheological, physicochemical, microbiological, and aroma characteristics of sour creams supplemented with milk protein concentrate. *Food Sci Anim Resour*, 43 (3), pp. 540–551. DOI:10.5851/kosfa.2023.e16.
10. Lee, J.C., Daraba, A., Voidarou, C., Rozos, G., Enshasy, H.A.E., Varzakas, T. (2021). Implementation of food safety management systems along with other management tools (HAZOP, FMEA, Ishikawa, Pareto). The case study of *Listeria monocytogenes* and correlation with microbiological criteria. *Foods*, 13, 10 (9), 2169 p. DOI:10.3390/foods10092169.
11. (ISO 11870:2000, IDT): DSTU ISO 11870:2007. *Moloko i molochni produkty. Vyznachennja masovoi' chastky zhyru. Zagal'ni rekomendacii' shhodo vykorystannja metodiv iz zastosuvannjam zhyromiriv [ISO 11870:2000, IDT): DSTU ISO 11870:2007. Milk and dairy products. Determination of the mass fraction of fat. General recommendations for the use of methods using hydrometers]*. K.: SE "UkrNDNC, 2009, 27 p. (in Ukrainian).
12. Icer, M.A., Özbay, S., Ağagündüz, D., Kelle, B., Bartkiene, E., Rocha, J.M.F., Ozogul, F. (2023). The impacts of acidophilic lactic acid bacteria on food and human health: A review of the current knowledge. *Foods*, 5, 12 (15), 2965 p. DOI:10.3390/foods12152965.
13. *Dovidnyk tehnologa molochnogo vyrobnyctva [Handbook of dairy production technologist]. Tehnologija ta receptury [Technology and recipes]*. Kharkiv: GIORD, 2018, Vol. 1, 384 p. (in Ukrainian).
14. Krus, G.N., Shalygina, A.M., Khramtsiv A.G. (2019). *Tehnologija moloka i molochnyh produktiv [Technology of milk and dairy products]*. K.: Kolos, 455 p. (in Ukrainian).
15. DSTU 4418:2005. *Smetana. Tehnichni umovy [DSTU 4418:2005. Sour cream. Technical conditions]*. K.: State consumer standard of Ukraine, 2006, 12 p. (in Ukrainian).
16. Seo, C.W., Oh, N.S. (2023). Rheological, Physicochemical, Microbiological, and Aroma Characteristics of Sour Creams Supplemented with Milk Protein Concentrate. *Food Sci Anim Resour*, 43 (3), pp. 540–551. DOI:10.5851/kosfa.2023.e16.
17. Seo, C.W. (2022). Effect of galactomannan addition on rheological, physicochemical, and microbial properties of cultured sour cream. *Food Science Biotechnology*, 31 (5), pp. 571–577. DOI:10.1007/s10068-022-01066-3.
18. DSTU 7357:2013. *Moloko ta molochni produkty. Metody mikrobiologichnogo kontroljuvannja [DSTU 7357:2013. Milk and dairy products. Methods of microbiological control]*. K.: Ministry of Economic Development of Ukraine, 2014, 35 p. (in Ukrainian).
19. [Technology of production of dairy products]. [Milk processing]. 2019, no. 12, P. 46–48. (in Ukrainian).
20. Machado, F., Duarte, R.V., Pinto, C.A., Casal, S., Lopes-da-Silva, J.A., Saraiva, J.A. (2023). High pressure and pasteurization effects on dairy cream. *Foods*, 12 (19), 3640 p. DOI: 10.3390/foods12193640.
21. *Pravyly veterynarno-sanitarnoi' ekspertyzy moloka i molochnyh produktiv ta vymog shhodo ih realizacii'. Zatv. Derzh. departamentom vet. Medycyny. Nakaz № 49 vid 20.04. 2004 r.; zarejestr. V Minjusti Ukrai'ny vid 07.05. 2004 r. za № 579/9178. [Rules of veterinary and sanitary examination of milk and dairy products and requirements for their implementation. Approval Govt. vet department of Medicine Order No. 49 of April 20, 2004. Register. In the Ministry of Justice of Ukraine 07.05.2004 under No. 579/9178.]*. (in Ukrainian).
22. Tsybulska, S.A. (2020). *Funkcional'ni produkty [Functional products]*. *Molochna sprava [Dairy business]*. no.7, pp. 7–9. (in Ukrainian).
23. Leone, C., Thippareddi, H., Ndiaye, C., Niang, I., Diallo, Y., Singh, M. (2022). Safety and quality of milk and milk products in Senegal-A Review. *Foods*, 11 (21), 3479 p. DOI:10.3390/foods11213479.
24. Yatsenko, I.V., Bondarevskyi, M.M., Kamianskyi, V.V., Yugai, N.O., Degtyarev, M.O. (2013).

Veterynarno-sanitarna ekspertyza moloka i molochnyh produktiv v Ukraini: navch.-setod. posibn. [Veterinary and sanitary examination of milk and dairy products in Ukraine: Training manual]. Kharkiv: Espada, 384 p. (in Ukrainian).

25. ISO/IEC Guide 73. Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Upravlinnja ryzykamy: slovnyk nastanovy shhodo vykorystannja standartu [ISO/IEC Guide 73. Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Risk management Glossary Guidelines for using the standard]. (in Ukrainian).

26. National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. NACMCF. us. Systema analizu nebezpechnyh chynnykiv ta krytychni tochky kontrolju [Hazard Analysis System and Critical Control Points, 1992 NACMCF]. (in Ukrainian).

27. Codex Alimentarius documents: Codex Aliment. 03/13A Appendix II (at step 8 of the procedure) and CAC/RCP 1. 19659. (Rev. 3. 1997). 29 years old

28. Shulga, N.M., Mlechko, L.A. (2019). Vady smetany [Disadvantages of sour cream]. Molochna industrija [Dairy industry]. no. 3, pp. 24–26. (in Ukrainian).

29. Bahrami, G. (2020). Bacterial starter cultures induce suitable changes in milk fatty acid profiles at different fermentation conditions. Dairy Res. Nov. Vol. 87 (4), pp. 469–473. DOI:10.1017/S0022029920001053.

30. Hernández, A. (2020). Effect of moderate thermal treatments on the inactivation of a strain of *Listeria monocytogene* and physicochemical properties of sour-sop pulp. Velasco- Food Sci Technol Int. Vol. 26 (6), pp. 535–548. DOI:10.1177/1082013220913357.

31. Chavarría, G. (2015). Detection of aflatoxin M1 in milk, cheese and sour cream samples from Costa Rica using enzyme-assisted extraction and HPLC. Food Addit Contam Part B Surveill. Vol. 8 (2), pp. 128–135. DOI:10.1080/19393210.2015.1015176.

32. Gao, J. (2021). Probiotics in the dairy industry-Advances and opportunities. Compr Rev Food Sci Food Saf. Vol. 20 (4), pp. 3937–3982. DOI:10.1111/1541-4337.12755.

33. Aryana, K.J., Olson, D.W. (2017). Yogurt and other cultured dairy products. J Dairy Sci., Vol. 100 (12), pp. 9987–10013. DOI:10.3168/jds.2017-12981.

34. Danylenko, S. (2020). The effects of thickeners upon the viscous properties of sour cream with a low fat content. Acta Sci Pol Technol Aliment. Jul.-Sep. Vol. 19(3) P. 359–368. DOI: 10.17306/J.AFS.0836.

35. Hachimiet. (2020). Study of fat content in dairy products. Taxation of the fat content of foods for reducing their consumption and preventing obesity or other adverse health outcomes. L. Database Syst Rev. Vol. 9, 12415 p. DOI:10.1002/14651858.

36. Albuquerque, T.G. (2016). Cholesterol determination in foods: Comparison between high performance and ultra-high performance liquid chromatography. Food Chem. Vol. 193, pp. 18–25. DOI:10.1016/j.foodchem.2014.09.109.

37. Lhachimi, S., Pega, F., Heise, T., Fenton, C., Gartlehner, G., Griebler, U., Sommer, I., Bombana, M., Katikireddi, S. (2020). The idea of fat in food prod-

ucts. Cochrane Database Syst Rev. 9 (9):CD012415. DOI:10.1002/14651858.

38. O'Connor, L.M., Lentjes, M.A., Luben, R.N., Khaw, K.T., Wareham, N.J., Forouhi, N.G. (2019). Diabetology. Quality of dairy products. 57 (5), pp. 909–917. DOI: 10.1007/s00125-014-3176-1.

39. Bogatko, N.M., Chicherin, M.S., Yatsenko, I.V., Serdyukov, Y.K. Sposib vyznachennja fal'syfikacii' smetany ta vershkiv natriju gidrokarbonatom iz zastosuvannjam rozolovoi' kysloty: pat. 118244 Ukrainy, MPK G01N 33/04 (2006.01). № u 2017 02183; zajavl. 09.03. 2017; opubl. 25.07. 2017, Bjul. № 14. 4 s [The method of determining adulteration of sour cream and sodium bicarbonate with the use of rosolic acid: patent 118244 of Ukraine, IPC G01N 33/04 (2006.01). No.u2017 02183; statement 03/09/2017; published 25.07.2017, Bul. No. 14. 4 p]. (In Ukrainian).

40. Bogatko, N.M., Bogatko, L.M., Bukalova, N.V., Lyasota, V.P., Bahur, T.I, Zabarna, I.V. Sposib vyznachennja fal'syfikacii' molochnyh produktiv gidrokarbonatom natriju iz zastosuvannjam hromovogo temno-syn'ogo. patent № 132360 Ukrainy, MPK G01N 33/04 (2006.01). № u 2018 09093; zajavl. 03.09. 2018; opubl.25.02. 2019, Bjul. № 4. 4 s [The method of determining adulteration of dairy products with sodium bicarbonate using chrome dark blue: patent 132360 of Ukraine, IPC G01N 33/04 (2006.01). No. u 2018 09093; statement 09/03/2018; published 02/25/2019, Bul. No.4. 4 p]. (In Ukrainian).

41. Bogatko, N.M., Bogatko, A.F., Mazur, T.G., Samorai, M.M., Utechenko, M.V., Dudus, T.V. Sposib vyznachennja fal'syfikacii' smetany i vershkiv luzhny myjny my zasobamy za vykorystannja bromty-molovogo syn'ogo: pat. Ukrainy № 153117, MPK-G01N33/04(2006.01). №u202203317; zajavl. 09.09. 2022; opubl. 24.05. 2023, Bjul. № 21. 4 s [The method of determining adulteration of sour cream and cream with alkaline detergents using bromothymol blue. Patent 153117 of Ukraine, IPC G01N 33/04 (2006.01). No. u2022 03317; statement 09/09/2022; published 05/24/2023, Bul. No. 21. 4 p]. (In Ukrainian).

42. Bogatko, N.M., Bogatko, A.F., Mazur, T.G., Utechenko, M.V., Myagka, K.S., Zotsenko, V.M. Sposib vyznachennja fal'syfikacii' smetany i vershkiv peroksydom gidrogenu: pat. Ukrainy № 152945, MPK G01N 33/04(2006.01). № u2022 03314; zajavl. 09.09.2022; opubl. 03.05. 2023, Bjul. № 18. 4 s [The method of determining adulteration of sour cream and cream with hydrogen peroxide: patent 152945 of Ukraine, IPC G01N 33/04 (2006.01). No. u2022 03314; statement 09/09/2022; published 05/03/2023, Bul. No. 18. 4 p]. (In Ukrainian).

43. Bogatko, N.M., Bogatko, L.M., Bukalova, N.V., Prilipko, T.M. Sposib vyznachennja fal'syfikacii' smetany zhelatynom: pat. 116523 Ukrainy, MPK G01N 33/04 (2006.01). № u2016 12240; zajavl. 02.12. 2016; opubl. 25.05. 2017, Bjul. № 10. 3 s [The method of determining adulteration of sour cream with gelatin: patent 16523 of Ukraine, IPC G01N33/04 (2006.01). No. u2016 12240; statement 02.12.2016; published 05/25/2017, Bul. No. 10. 3 p]. (In Ukrainian).

44. Bogatko, N.M., Bogatko, A.F., Bukalova, N.V., Prylipko, T.M., Dudus, T.V., Myagka, K.S. Sposib vyznachennja fal'syfikacii' smetany i vershkv rosllynnymy olijamy: pat. № 152946 Ukraïny, MPK-G01N33/04(2006.01). № u202203316; zajavl. 09.09.2022; opubl. 03.05.2023, Bjul. № 18. 4 s [The method of determining adulteration of sour cream and cream with vegetable oils: patent 152946 of Ukraine, IPC G01N 33/04 (2006.01). No. u 2022 03316; statement 09/09/2022; published 05/03/2023, Bul. No. 18. 4 p]. (In Ukrainian).

45. Klopotenko, V.S. (2016). Methods of falsification and identification of sour cream. Collection of scientific works of young scientists, graduate students and students. Odesa: ONAKHT, pp. 301–303.

46. Skochko, A. (2015). Research of physical and chemical parameters of sour cream quality. Collection of scientific works of young scientists, graduate students and students. "Young science 2015". Zaporizhzhia, Vol. 1, pp. 189–190.

Safety and quality of different domestic manufacturers and determination of its falsification

Lyasota V., Bogatko N., Bukalova N., Hitska O., DzhmII V., Mazur T., Tkachuk S., Prylipko T.

At the current stage, the dairy industry in Ukraine is at a fairly high level, although in comparison with world standards, it does not meet the world level in a number of indicators. One of the main tasks for Ukraine as a member of the WTO and in connection with the prospect of its accession to the EU is the harmonization of national regulatory and legal requirements with international ones in the field of food safety and quality.

The purpose of the study is to evaluate the safety and quality of sour cream obtained from various domestic manufacturers, as well as to determine its adulteration according to generally accepted methods and developed patented express methods. Analytical,

organoleptic, physico-chemical, microbiological, toxicological and statistical methods of research were used to implement the research goal.

Sour cream produced by Ukrainian dairy enterprises according to organoleptic indicators (appearance, color, consistency, smell, taste) and physicochemical indicators (mass fraction of fat, titrated acidity, phosphatase, temperature during storage) met the requirements of the current national standard of Ukraine - DSTU 4418:2005. With the exception of sour cream of samples No. 1 and No. 5) - the fat content is reduced, and respectively $8.72\pm 0.07\%$ and $9.10\pm 0.95\%$ (according to the standards of 15–40%) and increased titrated acidity (sample No. 1) – 109.0 ± 1.43 °T (according to standards of 60–100 °T).

According to the microbiological tests of sour cream, the content of viable lactic acid bacteria was significantly lower - from $(1.16\pm 0.21)\times 10^2$ to $(1.42\pm 0.21)\times 10^3$ CFU/g compared to the normative indicators (1.0×10^7 CFU/g), which indicated a significant reduction in the contamination of the product by microorganisms as a result of compliance with sanitary and hygienic requirements for sour cream production. The content of coliform bacteria, Salmonella bacteria, Listeria monocytogenes bacteria, Staphylococcus aureus bacteria, yeast, mold fungi in sour cream met the regulatory requirements of the current national standard of Ukraine - DSTU 4418:2005.

During the determination of product falsification, the presence of impurities of starch, sodium hydrogen carbonate, alkaline detergents, hydrogen peroxide, gelatin, and vegetable fats in the sour cream of the producers (samples No. 1 and No. 5) was found; no impurities were detected in the sour cream of other producers. The content of toxic elements (heavy metals), mycotoxins, antibiotics and hormonal drugs in sour cream did not exceed the maximum permissible level (MRL). Express and optimized methods for determining adulteration of sour cream have been developed.

Key words: dairy industry, food product, sour cream, organoleptic, physicochemical, microbiological, toxicological indicators, safety, quality, consumer.



Copyright: Лясота В.П. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

УДК: 636.033/.2:637.512:614.31

Вплив гумінових кислот на органолептичні та фізико-хімічні показники телятини

Якубчак О.М.¹ , Тишківська Н.В.^{2,3} , Кравченко І.М.³ ,Мазур Т.Г.² , Тишківський М.Я.² ¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України² Білоцерківський національний аграрний університет³ ДП “Київоблстандартметрологія” E-mail: Тишківська Н.В. natalya_tyshkivska@ukr.net

Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Кравченко І.М., Мазур Т.Г., Тишківський М.Я. Вплив гумінових кислот на органолептичні та фізико-хімічні показники телятини. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 41–48.

Yakubchak O., Tyshkivskaya N., Kravchenko I., Mazur T., Tyshkivsky M. The influence of humic acids on the organoleptic and physico-chemical indicators of veal. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 41–48.

Рукопис отримано: 02.05.2024 р.

Прийнято: 15.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-41-48

В умовах сьогодення актуальним є питання продовольчої безпеки. Причиною загострення є повномасштабна війна на території України, яка спричиняє не лише скорочення поголів'я тварин, а також вимушену зміну раціонів з урахуванням нестачі кормів. Для задоволення потреб споживачів у м'ясі, попит на яке зростає, виробники часто застосовують стимулятори росту та кормові антибіотики. Заборона на використання яких у Євросоюзі набула чинності ще у 2006 році. Саме тому, альтернативним на сьогодні є, застосування природних стимуляторів росту, особливе місце серед яких посідають органічні кормові суміші виготовлені на основі гумінових кислот.

Метою роботи було визначити вплив органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот, на органолептичні та фізико-хімічні показники м'яса телятини.

У процесі дослідження використані загальноприйняті методи: зоотехнічні (визначення маси тіла тварин, середньодобовий приріст, категорії вгодованості), клінічні (оцінка зовнішнього вигляду, рухової активності, споживання корму), лабораторні: органолептичні (колір, запах, консистенція, смак, соковитість та аромат м'яса, прозорість бульйону), фізико-хімічні (величина рН, масова частка вологи, білка, жиру) та статистичні.

Вивчено вплив гумінових кислот на приріст маси тіла бугайців, віком 6–8 місяців, та їх вгодованість. Водночас вивчали зміни забійних показників туш, органолептичні та фізико-хімічні показники телятини. Було встановлено, що додавання гумінових кислот до раціону тварин впродовж 50 діб сприяє підвищенню середньодобових приростів на 18 % та покращення вгодованості. Маса тіла тварин дослідної групи збільшилась на 38,4±3,7 кг ($p<0,01$), порівняно із початковими показниками досліду, середньодобовий приріст становив 783,6±75,8 г проти 570,1±85,8 г ($p<0,1$) у контрольній групі.

Забійна маса тварин дослідної групи була більшою на 8,0 кг ($p<0,1$), порівняно з контрольною, маса туш бугайців дослідної групи на 6,3 кг перевищує значення контрольної, забійний вихід туш дослідної групи на 1,3 % вищий, ніж контрольної.

Колір телятини дослідної групи мав інтенсивніше забарвлення, ніж контрольної. Причиною цього може бути прискорення синтезу міоглобіну під впливом гумінових кислот.

Експерти оцінили запах зразків, отриманих від туш дослідних тварин у 4,10±0,86 бала проти 3,78±0,69 контрольних. Аромат м'яса теж був оцінений вищим балом у бугайців дослідної групи, порівняно з контрольною.

Масова частка білків у телятині дослідної групи перевищувала показники контрольної групи $p < 0,05$, що вказує на позитивний вплив застосування гумінових кислот на синтез білків.

Масова частка жиру у м'ясі тварин дослідної та контрольної груп вірогідно не відрізнялася і в середньому по групі становила $0,76 \pm 0,18$ та $0,87 \pm 0,12$ % відповідно. Гумінові кислоти здатні впливати на розподіл жирів і білків в організмі і, в такий спосіб, змінювати хімічний склад м'яса.

Величина рН м'яса тварин дослідної та контрольної груп вірогідно не відрізнялася ($p < 0,1$), за середнього значення по групі $5,67 \pm 0,06$ до $5,79 \pm 0,04$ одиниць відповідно.

Ключові слова: гумінові кислоти, забійний вихід, середньодобовий приріст, органолептичні показники, величина рН, масова частка білків, масова частка жиру.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Однією із найважливіших складових національної безпеки держави, особливо у військовий час, є продовольча безпека. З цією метою агропромисловий комплекс нашої держави намагається задовольняти потреби населення у найважливіших продуктах харчування, забезпечивши населення безпечними та високоякісними харчовими продуктами. Зокрема важливе значення надається виробництву яловичини. Для забезпечення інтенсивності росту тварин на різних етапах вирощування застосовують антистресові препарати та біогенні стимулятори, одними з яких є органічні кормові суміші, виготовлені на основі гумінових та фульвових кислот [1–5].

Гумінова кислота є природною органічною кислотою і було доведено, що вона впливає на травлення, імунну відповідь та загальну продуктивність курчат-бройлерів [4]. Включення її до раціонів тварин може стимулювати зміни у динаміці травлення, засвоєнні поживних речовин та профілі метаболітів м'яса, що сприяє покращенню органолептичних та хімічних показників якості [5]. У курятині та свинині виявлено позитивні зміни кольору м'яса за включення препаратів на основі гумінових кислот до раціонів. Зміни відбуваються завдяки прискоренню синтезу міоглобіну [6]. Крім того, у свинині виявлено вплив гумінової кислоти на збільшення ступеня мармуровості м'яса та зменшення товщини шпиків, ймовірно, через її вплив на розподіл білків та ліпідів [7]. Дослідження щодо оцінки впливу гумінової кислоти на збільшення живої маси тіла та якості яловичини й телятини є обмеженими.

Метою роботи було вивчити вплив гумінових кислот на органолептичні та фізико-хімічні показники м'яса телятини.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на базі ТОВ "Печенізьке"

Харківської обл., смт Печеніги на бугайцях 6–8-місячного віку.

Дослідження проводили на тваринах, які за категорією вгодованості були віднесені до худих. Дослідження проводили на початку 2023 року, а після повномасштабного вторгнення, господарство вимушене було виживати і працювати в умовах жорсткої економії. Важливим аспектом роботи господарства в умовах війни стала вимушена зміна раціонів з урахуванням нестачі кормів. Наявні корми в господарстві згодовували дійним та сухостійним коровам, а бугайцям – залишки кормового столу корів. Саме тому на початку дослідження у тварин навіть після покращення раціону відмічали ознаки виснаження.

Бугайців розділили на дві групи: контрольну та дослідну по 10 голів у кожній за принципом пар-аналогів. Під час комплектування груп враховували вік тварин, живу масу тіла та загальний клінічний стан.

Утримання тварин безприв'язне на вигульно-кормових майданчиках із відокремленими зонами відпочинку та кормовим столом. Для напування тварин застосовували автоматичну автопоїлку. Телятам дослідної групи впродовж 50 днів до води додавали органічну кормову суміш, виготовлену на основі гумінових кислот із розрахунку 20 г/100 кг маси тіла тварини. Тварини контрольної групи знаходились на звичайному раціоні та споживали чисту питну воду.

Впродовж досліду телят дослідної та контрольної груп утримували в однакових умовах. За тваринами спостерігали щоденно, зважували їх на першу і 50-у добу дослідження. Розраховували загальне збільшення живої маси тіла тварин і приріст живої маси.

Перед забоєм проводили клінічне обстеження тварин та визначали категорію вгодованості згідно з ДСТУ 4673:2006. Забійні показники визначали за надходження телят на

забійний пункт: передзабійну масу тіла, забійну масу, забійний вихід туші.

Післязабійний огляд туш та органів проводили згідно з чинними вимогами «Правил передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів» (2002). Для проведення органолептичних досліджень зразки відбирали згідно з ДСТУ 7992:2015 «М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості».

Колір м'яса туш дослідної та контрольної груп тварин визначали через 24 год після забою та зберігання туш за температури 4 ± 2 °C за шкалою BCS (*Beef Color Standart* – стандарти кольору яловичини), оцінку проводили у балах від 1 до 6.

Консистенцію м'яса визначали через надавлення на поверхню туші, спостерігаючи за швидкістю виповнення ямки.

Визначення запаху, смаку, соковитості та аромату м'яса проводили після варіння зразків на водяній бані, також оцінювали стан бульйону. Для цього від кожної туші було відібрані зразки м'язової тканини із найдовшого м'яза спини (*m. longissimus dorsi*). Шматочки мали розмір $25\times 25\times 25$ мм та масу 25 г, які відразу ж кодували. Кожен зразок варили окремо і комісія із 8 експертів, яка складалася із співробітників кафедри ветсанекспертизи, гігієни продуктів тваринництва та патанатомії ім. Й.С. Загаєвського Білоцерківського НАУ проводила оцінку за 5-бальною шкалою.

Масову частку вологи визначали згідно з вимогами ДСТУ ISO 1442:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT)» [8]; масову частку жиру – ДСТУ 8380:2015 «М'ясо та м'ясні продукти» [9], який базується на вимірюванні масової частки жиру з використанням екстракційного апарату Сокслета із системою екстракції Ancom Technology XT-151 з попереднім гідролізом.

Масову частку білка визначали методом К'ельдаля [10] з використанням арбітражного приладу, встановленого фірмою Donau LAB, де застосовували мінералізатор Büchi Labortechnik AG Speed Digester K-439, автоматичний дистильатор Büchi Labortechnik AG KjellFlex K-360 з комплектом для титрування.

Величину рН м'яса визначали згідно з ДСТУ ISO 2917:2001 «М'ясо та м'ясопродукти. Визначення рН (контрольний метод)» [11], дослідження проводили із використанням рН-метра «Mettler toledo».

Для всіх зразків проводили обчислення середнього арифметичного значення і значення

середньоквадратичної помилки ($M\pm m$). Статистичну обробку отриманих експериментальних результатів проводили за допомогою програми Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США).

Умови експерименту були розроблені відповідно до Положення про поводження з тваринами у наукових дослідженнях та освітньому процесі у Білоцерківському НАУ (Наказ № 111/о від 22 травня 2018 р.).

Результати дослідження. Застосування бугайцям органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот, було спрямоване на збільшення приросту живої маси телят, покращення загального клінічного стану, відгодівельних якостей.

Під час визначення категорії вгодованості телят на початку дослідження було встановлено, що у телят форма тулуба кутаста, мускулатура розвинена незадовільно, холка, остисті відростки спинних і поперекових хребців, сідничні горби та маклоки – виступають, а підшкірні жирові відкладення не прощупуються. Тобто, за вгодованістю бичків відносимо до категорії худих.

Причиною зниження вгодованості тварин була незбалансованість раціону за енергією, протеїном та основними мінеральними речовинами, оскільки економічна ситуація в господарстві в період воєнного стану значно погіршилася.

Маса тіла бичків дослідної групи на початку дослідження коливалась в межах від 62,2 до 127,0 кг за середнього значення по групі $94,4\pm 8,1$ кг. Застосування впродовж 50 днів органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот, сприяло зростанню маси тіла бичків у середньому по групі на $38,4\pm 3,7$ кг ($p<0,01$) за коливання значень від 20,0 до 55,0 кг. Середньодобовий приріст становив $783,6\pm 75,8$ г ($408,0-1122,0$; табл. 1).

Маса тіла бичків контрольної групи на початку дослідження коливалась в межах від 35,0 до 49,0 кг за середнього значення по групі $102,8\pm 10,1$. За 50 днів досліду маса тіла бичків зросла в середньому на $28,1\pm 4,3$ кг по групі ($25,0-41,5$; $p<0,1$), середньодобовий приріст становив $570,1\pm 85,8$ г, що дещо менше ($p<0,1$), ніж у тварин дослідної групи.

Наприкінці досліду вгодованість тварин дослідної групи покращилась: форми тулуба не досить округлі, лопатки і стегна виповнені задовільно, сідничні горби та маклоки дещо виступають, підшкірні жирові відкладення не прощупуються. З урахуванням отриманих результатів огляду та прощупування місць відкладання жиру, телят відносимо до другої категорії вгодованості.

Таблиця 1 – Результати зміни живої маси тіла бичків на відгодівлі за застосування гумінових кислот

Біометричний показник	Жива маса тіла телят, кг		Приріст, кг	Середньодобовий приріст, г
	початок досліджу	завершення досліджу		
Дослідна				
M±m	94,4±8,1	132,8±11,5**	38,4±3,7	783,6±75,8
Lim	62,2–127,0	88,0–182,0	20,0–55,0	408,3–1122,0
Контрольна				
M±m	102,8±10,1	130,9±13,5*	28,1±4,3*	570,1±85,8*
Lim	35,0–49,2	61,3–80,2	25,0–41,5	224,0–880,4

Примітка: * $p < 0,1$; ** $p < 0,01$.

Водночас 38,6 % телят контрольної групи були худими, тобто маса тіла не змінилась, решту тварин відносимо до другої категорії вгодованості.

Отже, застосування органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот бичкам дослідної групи сприяло підвищенню маси тіла тварин на 18 %, порівняно із контрольною групою.

Важливим є не лише зростання маси тіла тварин дослідної та контрольної груп, а також визначення забійних показників. Для контрольної забою було відібрано по 5 телят від контрольної та дослідної груп. Відбирали тварин із найвищою живою масою тіла, оскільки маса телят дослідної групи коливалась в межах від 170,0 до 182,0 кг та від 151,0 до 176,0 кг – у контрольній (табл. 2).

Таблиця 2 – Забійні показники бичків (M±m, n=3)

Показник	Група тварин	
	дослідна	контрольна
Передзабійна маса тіла, кг	175,7±3,5	168,0±4,3
Забійна маса тіла, кг	171,8±2,8	163,8±2,4*
Втрата живої маси, %	2,2	2,5
Забійна маса туші, кг	88,5±2,9	82,2±3,1
Забійний вихід, %	51,5	50,2

Примітка: * $p < 0,1$.

Забійна маса бугайців дослідної групи була вищою на 8,0 кг ($p < 0,1$) порівняно з контрольною. У тварин дослідної групи спостерігали збільшення маси туші стосовно контрольної групи на 6,3 кг. Це вплинуло і на забійний вихід туші, який був вищим у дослідній групі на 1,3 %.

Колір туш тварин дослідної та контрольної груп вірогідно не відрізнявся, коливаючись від інтенсивно рожевого до світло-червоного, проте туші дослідної групи мали інтенсивніше

забарвлення, ніж контрольної (табл. 3). Причиною цього може бути прискорення синтезу міоглобіну під впливом гумінових кислот.

Консистенція м'яса тварин дослідних та контрольних туш була щільною, ямка під час натискання швидко виповнювалася.

Органолептичні показники зразків м'яса оцінювали після варіння на водяній бані.

Результати дослідження представлені у таблиці 3. Особливих відмінностей за органолептичними показниками зразків не спостерігалось. Проте виявили різницю щодо запаху між дослідними та контрольними зразками. Експерти оцінили запах зразків, отриманих від туш дослідних тварин у 4,10±0,86 бала проти 3,78±0,69 туш контрольних телят. Аромат м'яса теж був оцінений вищим балом у телят дослідної групи ніж контрольної.

Таблиця 3 – Органолептичні та фізико-хімічні показники телятини за використання гумінових кислот

Показник	Дослідна група	Контрольна група
Колір м'язової тканини, балів:	5,5±0,13	5,4±0,17
Консистенція	щільна	щільна
Запах, балів	4,10±0,86	3,78±0,69
Смак, балів	4,01±0,23	3,85±0,16
Соковитість, балів	2,58±1,03	3,01±1,21
Масова частка вологи, %	77,42±1,28	78,16±1,07
Масова частка білка, %	22,01±0,39	20,87±0,20**
Масова частка жиру, %	0,76±0,18	0,87±0,12
Величина рН	5,67±0,06	5,79±0,04*

Примітка: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$.

Важливими компонентами смаку та аромату м'яса є сірковмісні та азотовмісні речовини, однак особливе місце займають карбонільні сполуки. Монокарбонові леткі жирні кислоти утворюють аромат яловичини [12].

Визначення масової частки білка, жиру, вологи у найдовшому м'язі спини, як найбільш цінній частині туші, досить точно характеризує якість м'якотної частини туші, що має важливе значення за проведення комплексної оцінки туші. Результати дослідження щодо визначення хімічного складу найдовшого м'яза спини туш бичків представлено в таблиці 3.

Встановлено, що у бугайців обох груп основні досліджувані показники відповідають якісним критеріям. Вміст вологи, що характеризує соковитість м'яса, між групами відрізняється незначною мірою. Більше вологи виявили у м'ясі телят контрольної групи, що підтверджує більшу його соковитість.

Масова частка білка у телятині дослідної групи перевищувала показники контрольної групи $p < 0,05$, що вказує на позитивний вплив застосування гумінових кислот на синтез білків.

Масова частка жиру у м'ясі телят дослідної та контрольної груп вірогідно не відрізнялася і в середньому по групі становила $0,76 \pm 0,18$ та $0,87 \pm 0,12$ % відповідно. Гумінові кислоти здатні впливати на розподіл жирів і білків в організмі і, в такий спосіб, змінювати склад м'яса [17].

Одним із основних параметрів якості м'яса є величина рН [18], що залежить від умісту вуглеводів у м'язах на момент забою тварин, а також від активності внутрішньом'язових ферментів.

Якість м'яса та стійкість до псування під час зберігання значною мірою залежать від його величини рН. Значення рН телятини дослідної групи в середньому по групі становило $5,67 \pm 0,06$ од., що вірогідно не відрізняється ($p < 0,1$) від середніх показників рН м'яса контрольної групи – $5,79 \pm 0,04$ одиниць (табл. 3). У м'ясі здорових тварин величина рН має становити 5,5–6,2 через 36–48 годин після забою, більш високі значення зумовлюють зміни якості м'яса, особливо щодо кольору та ніжності [17–18]. Важливо провести більше досліджень, щоб визначити вплив гумінових кислот на величину рН м'яса.

Обговорення. Телятина користується попитом серед споживачів завдяки високому вмісту білка, низькому вмісту жиру та водночас є джерелом вітамінів і мінералів. Якість м'яса може змінюватися залежно від його хімічного складу, на який впливають раціон годівлі та ре-

човини, що додають у корм тваринам. Останніми роками застосування гумінових кислот як кормової суміші для тварин активно тестують. Однак їх вплив здебільшого вивчають як стимулятор росту для курчат-бройлерів, поліпшення стану їх здоров'я [2, 4–6]. Водночас вивчають вплив гумінових кислот на показники якості м'яса курчат-бройлерів [2, 4, 6, 13–15]. Проте вивченню впливу гумінових кислот на приріст маси тіла телят та якість телятини і яловичини приділено недостатньо уваги [1, 3, 18]. Введення гумінових кислот до раціону бугайців віком 6–8 міс. сприяло збільшенню середньодобового приросту у дослідній групі на 18 %, порівняно із контрольною групою. Ці ефекти забезпечують, серед іншого, склад мікрофлори кишечника [13, 14]. Наявність органічних кислот пригнічує продукування бактеріями токсичних продуктів і запобігає колонізації кишечника тварин патогенними мікроорганізмами [15].

Гумінові кислоти формують захисний шар слизової оболонки кишечника, що запобігає проникненню патогенів та токсичних речовин, які впливають на приріст маси тіла тварин [16]. За результатами дослідження М. Arif та ін. [16] встановлено, що додавання гумінових кислот до раціону тварин сприяє збільшенню кінцевої живої маси, споживання корму та приросту маси тіла, а також покращує показники конверсії корму.

Телятина користується попитом серед споживачів завдяки високому вмісту білка, низькому вмісту жиру та водночас є джерелом вітамінів і мінералів. Якість м'яса може змінюватися залежно від його хімічного складу, на який впливають раціон годівлі та речовини, що додають в корм тваринам. Останніми роками гумінові кислоти досить інтенсивно тестували як кормові добавки. Однак їх вплив здебільшого вивчали щодо параметрів зростання як заміна антибіотиків – стимуляторів росту, поліпшення стану здоров'я телят та зниження використання антибіотиків для лікування тварин [19]. Що стосується якості м'яса, то таких досліджень щодо впливу гумінових речовин обмаль [17, 19]. Гумінові речовини, що додавали до раціону бугайців, частково вплинули на хімічний склад м'яса. У проведених експериментах виявлено збільшення вмісту білка у найдовшому м'язі спини. За даними D. Wang та ін. [18] зменшення товщини шпикату та збільшення мармуровості м'яса у поросят, отримане після згодовування гумінових інгредієнтів, дозволяє припустити, що гумінові речовини здатні впливати на розподіл жирів і білків в організмі і, в такий спосіб, змінювати склад м'яса.

Зовнішній вигляд м'яса є одним з найважливіших показників його якості, який впливає на органолептичні показники і, як результат, привабливість для споживачів. Хоча точний механізм дії гумінових кислот на органолептичні показники телятини не з'ясований, проте мінеральні речовини, що входять до їх складу, включаючи Fe, Mn та Cu, можуть впливати на колір м'яса [5]. Колір м'яса тварин дослідної групи коливався від інтенсивно рожевого до світло-червоного та мав інтенсивніше забарвлення. Відповідно, включення гумінових кислот до раціону дослідних тварин впливає на колір м'яса. Інтенсивніше забарвлення м'язів може вказувати на збільшення кількості пігментів, оскільки червоний колір м'яса переважно обумовлений білковим пігментом міоглобіном [5].

Аромат м'яса телят дослідної групи оцінювали вищим балом, ніж у контрольній, що позитивно впливає на його смакові властивості.

Висновки. 1. Застосування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот впродовж 50 діб сприяє збільшенню середньодобового приросту бугайців дослідної групи на 18 %, в середньому по групі приріст тварин дослідної групи становив $783,6 \pm 75,8$ г проти $570,1 \pm 85,8$ – контрольної ($p < 0,1$), що вказує на покращення засвоєння поживних речовин раціону.

2. Забійний вихід туші телят дослідної групи на 1,3 % перевищував значення контрольної групи, забійна маса телят дослідної групи незначно перевищує ($p < 0,1$) значення контрольної.

3. Масова частка білка у телятині дослідної групи в середньому по групі становила $22,01 \pm 0,39$ %, що перевищує ($p < 0,05$) кількість білка у м'ясі бугайців контрольної групи – $20,87 \pm 0,20$, це вказує на позитивний вплив застосування гумінових кислот на синтез білків.

4. Колір телятини дослідної та контрольної груп коливався від інтенсивно рожевого до світло-червоного і оцінювали в $5,5 \pm 0,13$ та $5,4 \pm 0,17$ бали відповідно. Інтенсивніше забарвлення м'яса тварин дослідної групи може бути пов'язано зі збільшенням кількості пігментів, оскільки червоний колір м'яса переважно обумовлений білковим пігментом міоглобіном.

Перспективою подальших досліджень буде визначення амінокислотного складу м'яса тварин за використання гумінових кислот.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Щодо ефективності використання гумінових препаратів у скотарстві та механізму їх дії на організм / В.Г. Грибан та ін. *Наук.-техн. бюл. ІБТ і ДНДКІ ветпрепаратів та корм. добавок.* Львів, 2010. Вип. 11. № 2–3. С. 402–405.
2. Степченко Л.М. Регуляторні механізми дії біологічно активних речовин гумінової природи на організм продуктивної птиці. *Фізіологічний журнал.* 2010. Т. 56. № 2. 306 с.
3. Mokotedi N.P., Leeuw K.J., Marume U., Hugo A. Meat quality of weaner steers adapted to a diet containing potassium humate in the feedlot. *S. Afr. j. anim. sci.* 2018. Vol. 48. No 1. P. 19–28. DOI:10.4314/sajas.v48i1.3.
4. Effect of dietary organic acids and humic substance supplementation on performance, immune response and gut morphology of broiler chickens / P.C. Aristimunha et al. *Journal of Applied Poultry Research.* 2020. Vol. 29. Issue 1. P. 85–94. DOI:10.3382/japr/pfz031.
5. Multiple factorial analysis of physicochemical and organoleptic properties of breast and thigh meat of broilers fed a diet supplemented with humic substances / B. Semjon et al. *Poultry Science.* Vol. 99. Issue 3. 2020. P. 1750–1760. DOI:10.1016/j.psj.2019.11.012.
6. Effects of humic acid and organic acids supplements on performance, meat quality, leukocyte count, and histopathological changes in spleen and liver of broiler chickens / A. Akaichi et al. *Research in Veterinary Science.* 2022. Vol. 150. P. 179–188. DOI:10.1016/j.rvsc.2022.07.001.
7. Bruna A, Santana M. Humic acids: Structural properties and multiple functionalities for novel technological developments. *Materials Science and Engineering.* 2016. Vol. 62. P. 967–974. DOI:10.1016/j.msec.2015.12.001.
8. ДСТУ ISO 1442:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT). [Чинний від 2007-04-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2007. 18 с.
9. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 21 с.
10. ДСТУ ISO 937:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Визначення вмісту азоту (контрольний метод) (ISO 937-1978, IDT). [Чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2007. 24 с.
11. ДСТУ ISO 2917:2001 М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН. (Контрольний метод) (ISO 2917:1974, IDT). [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2003. 18 с.
12. Цехмістренко С.І., Цехмістренко О.С. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: навч. посібник. Біла Церква, 2014, 192 с.
13. Effect of probiotics and humate substances on blood parameters, intestinal development and immune organs of growing quail / S. E. Shaaban et al. *Animal Biotechnology.* 2023. P. 1–11. DOI:10.1080/10495398.2023.2188054.
14. Effects of dietary supplementation of humic substances on production parameters, immune status

and gut microbiota of laying hens / D. Mudroňová et al. *Agriculture*. 2021. 11. 744 p. DOI:10.3390/agriculture11080744.

15. Structural alteration of Humic Acids by *Pseudomonas* spp. From deep terrestrial subsurface diatomite formations in northernmost Japan / A. Ueno et al. *Geomicrobiology*. 2014. 31 (8). P. 654–663. DOI:10.1080/01490451.2013.870621.

16. Growth, carcass traits, cecal microbial counts, and blood chemistry of meat-type quail fed diets supplemented with humic acid and black cumin seeds / M. Arif et al. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2018. 31(12). P. 1930–1938. DOI:10.5713/ajas.18.0148.

17. Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics, and meat quality in finishing pigs / Q. Wang et al. *Lives. Sci*. 2008. 117. P. 270–274. DOI:10.1016/j.livsci.2007.12.024.

18. Influence of sodium humate on the growth performance, diarrhea incidence, blood parameters, and fecal microflora of pre-weaned dairy calves / D. Wang et al. *Animals (Basel)*. 2022. 12 (1). 123 p. DOI:10.3390/ani12010123.

19. Effect of breed and gender on meat quality of *M. longissimus thoracis et lumborum* muscle from crossbred beef bulls and steers / J. Cafferky et al. *Foods*. 2019. 8 (173). P. 1–10. DOI:10.3390/foods8050173.

REFERENCES

1. Hryban, V.H., Yefimov, V.H., Rakytianskyi, V.M. (2010). Shchodo efektyvnosti vykorystannia huminovykh preparativ u skotarstvi ta mekhanizmu yikh dii na orhanizm [Regarding the effectiveness of the use of humic preparations in cattle breeding and the mechanism of their action on the body]. *Nauk.-tekhn. biul. IBT i DNDKI vetpreparativ ta korm. dob.* [Scientific and technical Bull. IBT and DNDKI of veterinary drugs and feed. supplements]. Lviv, Issue 11, no. 2–3, pp. 402–405. (In Ukrainian).

2. Stepchenko, L.M. (2010). Rehuliatorni mekhanizmy dii biolohichno aktyvnykh rehovyn huminovo pryrody na orhanizm produktyvnoi pytysi [Regulatory mechanisms of action of biologically active substances of humic nature on the body of productive birds]. *Fiziolohichni zhurnal [Physiological journal]*, Vol 56, no. 2, 306 p. (In Ukrainian).

3. Mokotedi, N.P., Leeuw, K.J., Marume, U., Hugo, A. (2018). Meat quality of weaner steers adapted to a diet containing potassium humate in the feedlot. *S. Afr. j. anim. sci.*, Vol. 48, no. 1, pp.19–28. DOI:10.4314/sajas.v48i1.3.

4. Aristimunha, P.C., Mallheiros, R.D., Ferket, P.R. (2020). Effect of dietary organic acids and humic substance supplementation on performance, immune response and gut morphology of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, Vol. 29, Issue 1, pp. 85–94. DOI:10.3382/japr/pfz031.

5. Semjon, B., Marcinčáková, D., Koréneková, B. (2020). Multiple factorial analysis of physicochemical and organoleptic properties of breast and thigh meat of broilers fed a diet supplemented with humic substances. *Poultry Science*. Vol. 99, Issue 3, pp. 1750–1760. DOI:10.1016/j.psj.2019.11.012.

6. Akaichi, A., Jebali, A., Benlarbi, M. (2022). Effects of humic acid and organic acids supplements on performance, meat quality, leukocyte count, and histopathological changes in spleen and liver of broiler chickens. *Research in Veterinary Science*. Vol. 150, pp. 179–188. DOI:10.1016/j.rvsc.2022.07.001/

7. Bruna, A., Santana, M. (2016) Humic acids: Structural properties and multiple functionalities for novel technological developments. *Materials Science and Engineering*, Vol. 62, pp. 967–974. DOI:10.1016/j.msec.2015.12.001.

8. DSTU ISO 1442:2005 M`yaso ta m`yasni produkty. Metod vyznachennia vmistu volohy (kontrolnyi metod) (ISO 1442:1997, IDT). [Chynnyi vid 2007-04-01] [DSTU ISO 1442:2005 Meat and meat products. Method for determining moisture content (control method) (ISO 1442:1997, IDT). [Effective from 2007-04-01]]. Kind. officer Kyiv: UkrNDNC, 2007, 18 p. (In Ukrainian).

9. DSTU 8380:2015 Miaso ta miasni produkty. Metod vymiriuvannia masovoi chastky zhyru. [Chynnyi vid 2017-07-01] [DSTU 8380:2015 Meat and meat products. The method of measuring the mass fraction of fat. [Effective from 2017-07-01]]. Kind. officer Kyiv: UkrNDNC, 2017, 21 p. (In Ukrainian).

10. DSTU ISO 937:2005 M`yaso ta m`yasni produkty. Vyznachennia vmistu azotu (kontrolnyi metod) (ISO 937-1978, IDT). [Chynnyi vid 2007-07-01] [DSTU ISO 937:2005 Meat and meat products. Determination of nitrogen content (control method) (ISO 937-1978, IDT). [Effective from 2007-07-01]]. Kind. officer Kyiv: UkrNDNC, 2007, 24 p. (In Ukrainian).

11. DSTU ISO 2917:2001 Miaso ta miasni produkty. Vyznachennia rN. (Kontrolnyi metod) (ISO 2917:1974, IDT). [Chynnyi vid 2003-01-01] [DSTU ISO 2917:2001 Meat and meat products. Determination of pH. (Control method) (ISO 2917:1974, IDT). [Effective from 2003-01-01]]. Kind. officer Kyiv: UkrNDNC, 2003, 18 p. (In Ukrainian).

12. Tsekhmistrenko, S.I., Tsekhmistrenko, O.S. (2014). *Biokhimiia miasa ta miasoproduktiv: navch. posibnyk [Biochemistry of meat and meat products: teaching. manual.]*. Bila Tserkva, 192 p. (In Ukrainian).

13. Elnesr, Sh.S., Abdel-Razik, A.H., Abdelsalam, A.M. (2023). Effect of probiotics and humate substances on blood parameters, intestinal development and immune organs of growing quail. *Animal Biotechnology*. pp. 1–11. DOI:10.1080/10495398.2023.2188054.

14. Mudroňová, D., Karaffová, V., Semjon, B. (2021). Effects of dietary supplementation of humic substances on production parameters, immune status and gut microbiota of laying hens. *Agriculture*, 11, 744 p. DOI:10.3390/agriculture11080744.

15. Ueno, A., Shimizu, S., Tamamura, S. (2014). Structural alteration of Humic Acids by *Pseudomonas* spp. From deep terrestrial subsurface diatomite formations in northernmost Japan. *Geomicrobiology*, 31 (8), pp. 654–663. DOI:10.1080/01490451.2013.870621.

16. Arif, M., Rehman, A., Abd El-Hack, M.E. (2018). Growth, carcass traits, cecal microbial counts, and blood chemistry of meat-type quail fed diets supplemented with humic acid and black cumin seeds.

Asian-Australas J Anim Sci, 31 (12), pp. 1930–1938. DOI:10.5713/ajas.18.0148.

17. Wang, K., Chen, Y.J., Yow, J.S. (2008). Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics, and meat quality in finishing pigs. *Lives. Sci.*, 117, pp. 270–274. DOI:10.1016/j.livsci.2007.12.024.

18. Wang, D., You, Z., Du, Y., Zheng, D., Jia, H., Liu, Y. (2022). Influence of sodium humate on the growth performance, diarrhea incidence, blood parameters, and fecal microflora of pre-weaned dairy calves. *Animals (Basel)*, 12 (1), 123 p. DOI:10.3390/ani12010123.

19. Cafferky, J., Hamill, R.M., Allen, P. (2019). Effect of breed and gender on meat quality of *M. longissimus thoracis et lumborum* muscle from cross-bred beef bulls and steers. *Foods*, 8 (173), pp. 1–10. DOI:10.3390/foods8050173.

The influence of humic acids on the organoleptic and physico-chemical indicators of veal

Yakubchak O., Tyshkivskaya N., Kravchenko I., Mazur T., Tyshkivsky M.

In today's conditions, the issue of food security is acute. The reason for the aggravation is the full-scale war on the territory of Ukraine, which causes not only a reduction in the number of animals, but also a forced change of rations, taking into account the lack of fodder. To meet the demands of consumers in meat, the demand for which is increasing, producers often use growth stimulants and feed antibiotics. The ban on their use in the European Union entered into force in 2006. That is why, the use of alternative natural growth stimulators, among which a special place is occupied by organic fodder mixtures made on the basis of humic acids.

The aim of the work was to determine the effect of organic fodder mixture made on the basis of humic acids on live body weight, slaughter parameters of the carcass and meat quality of cattle.

In the research process, generally accepted methods were used: zootechnical (determination of animal body weight, average daily growth, fattening categories), clinical (evaluation of appearance, motor activity, feed consumption), laboratory: organoleptic (color, smell, consistency, taste, juiciness and aroma of meat, broth transparency), physico-chemical (pH value, mass fraction of moisture, protein, fat) and statistical.

The influence of humic acids on the weight gain of cattle aged 6-8 months and their fatness was studied. Along with this, changes in the slaughter parameters of carcasses, organoleptic and physicochemical parameters of veal were studied. It was established that the addition of humic acids to the diet of animals for 50 days contributes to an increase in average daily gains by 18% and an improvement in fatness. The weight of animals in the experimental group increased by 38.4 ± 3.7 kg ($p < 0.01$), compared to the beginning of the experiment, the average daily gain is 783.6 ± 75.8 g, against 570.1 ± 85.8 g ($p < 0.1$) in the control group.

The slaughter weight of the animals of the experimental group was higher by 8.0 kg ($p < 0.1$) compared to the control, the weight of the carcasses of the experimental group was 6.3 kg higher than the value of the control, the slaughter yield of the carcasses of the experimental group was 1.3% higher than control

The color of the veal of the experimental group was more intense than that of the control group, the reason for this may be the acceleration of myoglobin synthesis under the influence of humic acids.

Experts rated the smell of the samples obtained from the carcasses of experimental animals at 4.10 ± 0.86 points against 3.78 ± 0.69 of the control ones. The aroma of the meat was also evaluated with a higher score in the Bugai people of the experimental group compared to the control group.

The mass share of proteins in the veal of the experimental group exceeded the indicators of the control group by $p < 0.05$, which indicates a positive effect of the use of humic acids on protein synthesis.

The mass fraction of fat in the meat of animals of the experimental and control groups probably did not differ on average by group and was 0.76 ± 0.18 and $0.87 \pm 0.12\%$, respectively. Humic acids can affect the distribution of fats and proteins in the body and, thus, change the composition of meat.

The pH of the meat of the animals of the experimental and control groups probably did not differ ($p < 0.1$), with an average value of 5.67 ± 0.06 to 5.79 ± 0.04 units, respectively.

Key words: humic acids, slaughter yield, average daily gain, organoleptic indicators, pH, mass fraction of proteins, mass fraction of fat.



Copyright: Якубчак О.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Якубчак О.М.

<https://orcid.org/0000-0002-9390-6578>

Тишківська Н.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4937-1390>

Кравчено І.М.

<https://orcid.org/0009-0007-5150-2528>

Мазур Т.Г.

<https://orcid.org/0000-0002-9295-7787>



Тишківський М.Я.

<https://orcid.org/0000-0003-0826-5276>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ


UDC 636.4:637:578

Comparative epidemiological study of the spread of African swine fever in Ukraine and some Eastern European countries

Savcheniuk M.¹ , Shubara O.¹ , Shevchenko M.¹ , Panteleienko O.¹ ,
Ukhovskiy V.² , Kornienko L.² , Bilyk S.¹ , Dovgal O.¹ , Tsarenko T.¹ 

¹ Bila Tserkva National Agrarian University

² State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise

 E-mail: Mykhailo Savcheniuk dep.epizootology@btsau.edu.ua



Савченко М.О., Шубара О.О., Шевченко М.В., Пантелеєнко О.В., Уховський В.В., Корнієнко Л.Є., Білик С.А., Довгаль О.В., Царенко Т.М. Порівняльне епізоотологічне дослідження поширення Африканської чуми свиней в Україні і деяких країнах Східної Європи. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 49–59.

Savcheniuk M., Shubara O., Shevchenko M., Panteleienko O., Ukhovskiy V., Kornienko L., Bilyk S., Dovgal O., Tsarenko T. Comparative epidemiological study of the spread of African swine fever in Ukraine and some Eastern European countries. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 49–59.

Рукопис отримано: 26.04.2024 р.

Прийнято: 09.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-49-59

African swine fever is one of the most serious threats to the world pig industry due to high infectivity and mortality rates among pigs. To date, no effective means of active prevention of the infection have been developed. The only effective method of control is passive monitoring of the spread of the pathogen among the population of domestic and wild pigs, detection of infected animals and their depopulation.

The study analyzes the spread of African swine fever in Ukraine from 2012 to 2024 and compares it with the countries that share a common border – Poland, Romania, Hungary, Slovakia and Moldova. In Ukraine, the first outbreaks were recorded in 2012 in Zaporizhzhia region among domestic pigs. In total, 619 outbreaks were detected during the study period: 482 among domestic pigs and 137 among wild pigs. The largest number of outbreaks was recorded in Odesa (64), Poltava (54), Mykolaiv (52) and Kyiv (46) regions.

In Eastern European countries, African swine fever was detected later: in Poland – since 2014 (1304 among domestic and 17871 among wild pigs), Romania – since 2017 (6729 and 3649, respectively), Hungary and Slovakia – since 2018 (0 and 7875; 72 and 3645). In Moldova, the first outbreak was in 2020 (39 among domestic and 45 among wild pigs). The highest total number of outbreaks was recorded in Poland (19175), mainly among wild boars (93.2%). In Hungary, all detected cases involved wild animals. The analysis revealed a statistically significant difference in the number of African swine fever outbreaks between the analyzed countries. There is also a difference in the number of outbreaks within the analyzed time period. If we analyze the number of cases since 2018, there is no statistically significant difference.

Prevention and control of African swine fever are complicated by the circulation of the pathogen among wild boars, non-compliance with bio-security measures by owners of small pig farms and the movement of infected animals. Comprehensive monitoring with early detection of outbreaks and timely destruction of infected animals plays a key role.

Key words: pigs, African swine fever, spread, viruses, epizootic analysis, epizootic situation.

Problem statement and analysis of recent research. African swine fever (ASF) is a serious threat to the global pig industry due to the high level of infectivity and mortality among pigs. The causative agent of the disease is African swine fever virus (ASFV), which belongs to the Asfarviridae family. The ASFV virus has a complex genomic structure that includes many genetic elements and regulators that ensure its adaptation, spread and resistance to the immune response of the pig's body [1, 2].

Domestic pigs, wild boars and other members of the pig family are susceptible to ASF. However, ASF is not a zoonotic disease and the virus does not infect humans.

To date, 24 genotyping methods have been used to identify the sequences of the p72 capsid protein gene. The infection caused by this virus can cause a wide range of clinical syndromes, from acute with 100% mortality to long-term persistent infection. It is important to note that the virulence of the pathogen does not depend on its genus. The virus itself has a stable structure, and even new generation sequencing methods do not have sufficient resolution to determine the molecular epizootology of ASF [3, 4].

The epidemiology of ASF is complex. The dynamics of ASF spread varies depending on the characteristics of the local or regional pig production and food systems, combined with the ability of national animal health authorities and other stakeholders to prevent and control the disease [5]. Healthy pigs can be infected directly through contact with blood, secretions, feces, and excrement of infected animals. The virus can also be transmitted indirectly through contaminated feed, vehicles, equipment, and people [6].

The first outbreak of ASF was registered in Georgia in 2007, after which the disease spread to the territory of the current aggressor country, the Russian Federation. From there, through the territory of Belarus, the ASF pathogen quickly spread to European countries by wild boars [7].

The spread of ASF does not depend on the geographical location of the country. The highest risks of spread are associated with the environment, transportation of animals and the management system on farms. The greatest threat is the failure to comply with appropriate biosafety and biosecurity measures on pig farms of various forms of ownership, as well as uncontrolled movement of pigs and the presence of reservoir animals – wild boars that can support the circulation of the pathogen [7]. The EU countries are characterized by an integrated pig food system that covers most member states and facilitates the movement of pigs at different stages

of the production process to optimize costs. A significant risk factor is small farms, which often violate biosecurity conditions due to lack of resources and insufficient awareness of owners and staff [8]. Wild boars-reservoirs complicate the fight against the spread of the pathogen due to the difficulty of controlling their numbers [9]. The location of pig farms near wild boar habitats and low biosecurity contribute to the spread of the pathogen [10, 11].

The difficult epizootic situation with African swine fever limits the export opportunities of pig producers, which requires a significant transformation of approaches to industry management and significant financial investments [12]. Prevention and control of the spread of the ASF virus is based on the timely detection of infected pigs and preventive measures to limit the spread of the disease [13]. Currently, the only method to stop the spread of the virus from the ASF outbreak area is forced slaughter and safe disposal of all susceptible pigs in the threatened area, which leads to economic losses [14, 15].

The main challenges associated with the development of a vaccine against ASF include the diversity of circulating virus strains, which makes it difficult to develop a vaccine that can provide cross-protection due to antigenic differences between vaccine and field strains. Vaccines based on live attenuated viruses may pose a risk of vaccine virus shedding in the field if some pigs have not been successfully immunized and are susceptible to infection with large amounts of vaccine virus. Another obstacle is the lack of a stable cell line suitable for culturing ASF virus at the level required for large-scale vaccine production, as experimental vaccines are produced using primary cells that do not meet technological requirements [16, 17].

Currently, three live vaccines from different manufacturers have been developed, commercially named NAVET-ASFVAC, AVAC ASF Live and DACOVAC ASF2, and are approved for sale in the Vietnamese domestic market and are being considered for approval by other Asian governments. The World Organization for Animal Health (WOAH) monitors progress in the development of vaccine candidates and has provided additional guidance on the development of quality and safe vaccines. However, in its report, the WOAH emphasizes that vaccination programs should be implemented as part of a comprehensive prevention strategy to ensure the effectiveness of vaccines. Thus, passive surveillance, timely detection of outbreaks and risk analysis remain the main effective strategy to combat the spread of ASF in the world and in Ukraine [18–20].

The aim of the study was to conduct a comparative spatial and temporal analysis of the epizootic process of ASF in domestic and wild boars populations in Ukraine, as well as in neighboring countries on the southwestern border, namely Poland, Hungary, Romania, Moldova and the Slovak Republic.

Material and methods of the study. Data from open information resources were used to study the dynamics of the ASF epizootic process in Ukraine and neighboring countries on the southwestern border, namely Poland, Hungary, Romania, Moldova, and the Slovak Republic. The main sources of information were the EU Animal Disease Information System (ADIS) [21] and public data from the African Swine Fever website [22].

Statistical data on registered ASF outbreaks among domestic and wild boars were analyzed using descriptive veterinary epidemiology methods with time series analysis and comparative spatial analysis. Regression models (Spearman correlation) were used to identify trends. The method of polynomial time series regression was used to determine trends in the dynamics of ASF spread. In order to approximate the nonlinear nature of the trend and assess the quality of the approximation, a polynomial trend line was built for the number of registered outbreaks of ASF in Ukraine for the period 2012-2023. The determination coefficient R^2 of the polynomial regression model was used to quantify the degree of approximation of the original data by the polynomial curve. The dynamics of the epizootic process of ASF in Ukraine was compared between regions, years,

and between populations of domestic and wild boars [23].

The Jamovi computer program (Australia, 2023, version 2.4) was used for statistical analysis. The normality of the data distribution was checked using the Shapiro-Wilk test. For statistical analysis, a non-parametric test with one-way analysis of variance of ranks was used – the Kruskal-Wallis test, followed by pairwise comparison by the Duane method.

Maps of ASF spread were created using Microsoft Excel based on Bing data, © GeoNames, Microsoft, Navinfo, TomTom, Wikipedia.

Research results. The first case of African swine fever was officially registered in 2012 in the south of Ukraine in Zaporizhzhia region (domestic pigs). Since then, continuous epizootic surveillance and collection of statistical data on the spread of the disease has been conducted. As of today, 619 outbreaks of ASF have been registered in Ukraine, of which 482 were among domestic pigs (private sector and infected farms) and 137 among wild boars.

The number of registered ASF outbreaks has been increasing since 2014. The disease peaked in 2017, when the maximum number of outbreaks was recorded. Subsequently, there was a downward trend in the spread of ASF, which lasted until 2022. However, in 2023, there was a new increase in the number of reported outbreaks. The results of the polynomial regression of the time series of the number of ASF outbreaks in Ukraine in 2012-2023 showed a high degree of approximation of the polynomial curve ($R^2 = 0.8511$) (Fig. 1).

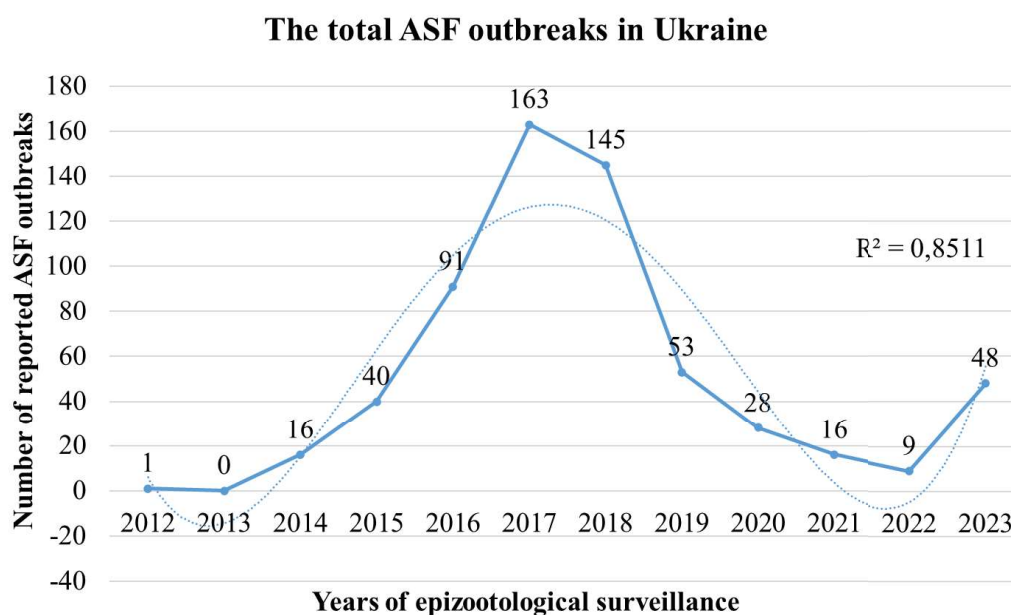


Fig. 1. ASF outbreaks in Ukraine since 2012.

An interregional comparative analysis of registered ASF outbreaks over the entire period of epizootic surveillance showed that the largest number of outbreaks occurred in Odesa region (64 outbreaks). Somewhat fewer cases were registered in Poltava (54), Mykolaiv (52) and Kyiv (46) regions. The lowest incidence rates were observed in Ivano-Frankivsk (5 outbreaks) and Khmelnytsky (8 outbreaks) regions (Fig. 2).

The highest number of ASF outbreaks was recorded among domestic pigs (482 outbreaks) compared to wild boars (137 outbreaks). The highest rates of ASF outbreaks among domestic pigs were recorded in Odesa (54 outbreaks), Mykolaiv (49), Poltava (45) and Kyiv (40) regions. The smallest number of ASF outbreaks in domestic pigs was recorded in the western regions of Ukraine – from 2 to 5 outbreaks – in Lviv (2), Ivano-Frankivsk (3), Zakarpattia (4) and Volyn (5) regions (Fig. 3).

Over the entire period of epizootic surveillance, the largest number of ASF outbreaks among wild boars was recorded in the Zakarpattia region – 23 cases. Almost half as many cases were observed in Chernihiv region – 13 outbreaks. In

Rivne and Odesa regions, 10 outbreaks were registered, in Poltava and Kharkiv regions – 9 outbreaks of ASF in wild pigs.

In other regions of Ukraine, outbreaks of ASF among wild boars were much less frequent. The number of reported cases ranged from 1 outbreak in Zaporizhzhia region to 7 outbreaks in Luhansk region. It should be noted that in Lviv and Khmelnytsky regions, no cases of the disease among wild boars were recorded during the entire period of epizootic surveillance (Fig. 4).

Further, the difference in the number of ASF outbreaks in Ukraine and countries with which it shares a common border was analyzed. The first outbreak of ASF among domestic pigs in Ukraine was detected in 2012. In Poland, the first cases were recorded in 2014 among both domestic and wild pigs. In Romania, the first outbreak among domestic pigs occurred in 2017. In Hungary, the first cases of ASF among wild boars were detected in 2018. In the Slovak Republic, the first outbreaks among both domestic and wild boars were also recorded in 2018. In Moldova, the first outbreak of ASF was detected in 2020 (Table 1).

The total ASF outbreaks in Ukraine (31.07.2012-19.04.2024)

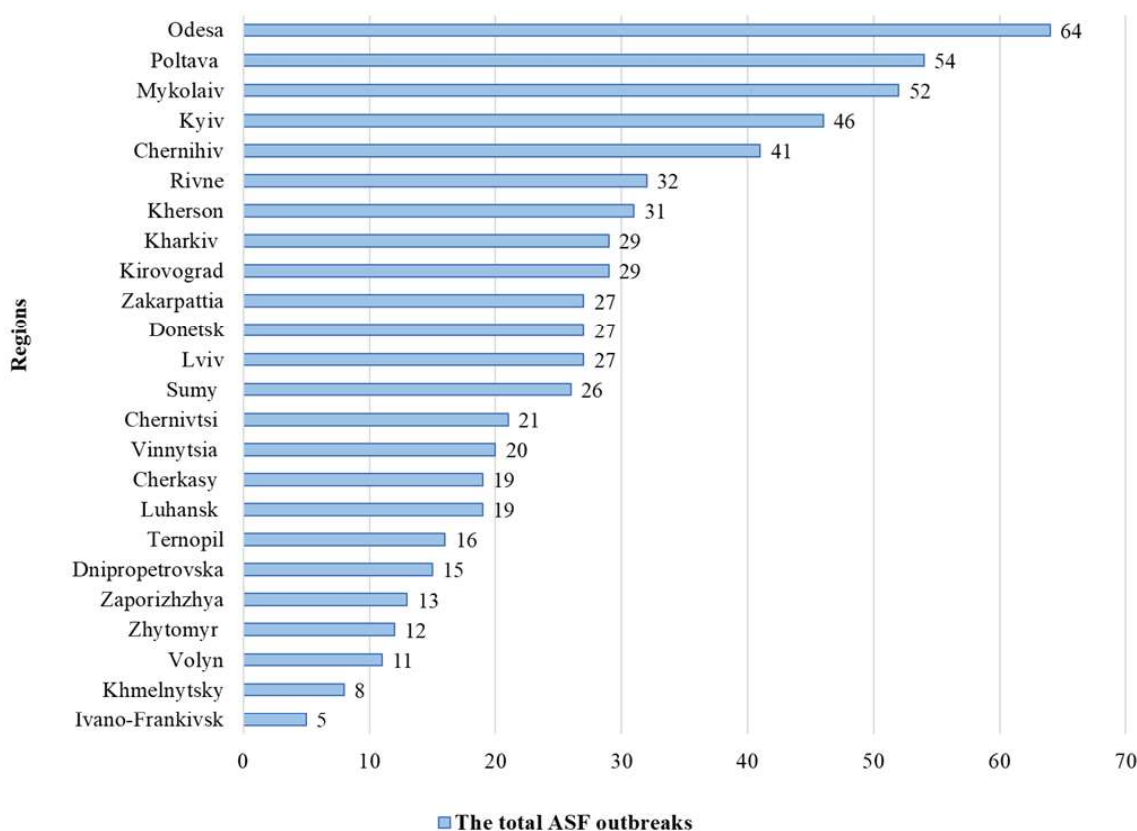


Fig. 2. Interregional dynamics of ASF outbreaks in Ukraine (31.07.2012-19.04.2024).

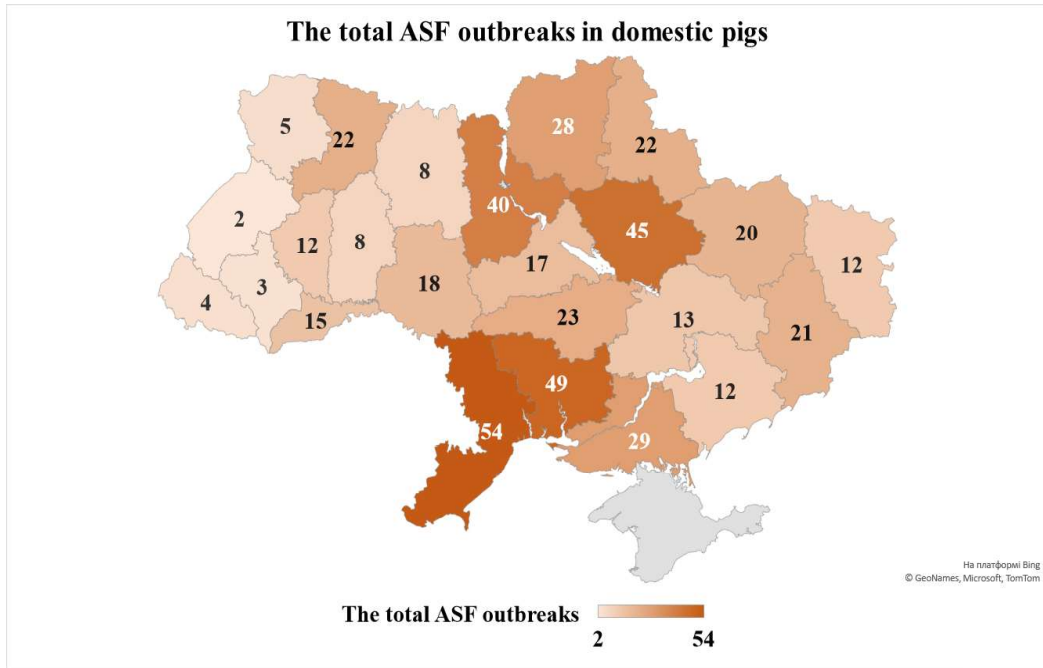


Fig. 3. Total number of ASF outbreaks in domestic pigs by regions of Ukraine (31.07.2012-19.04.2024).

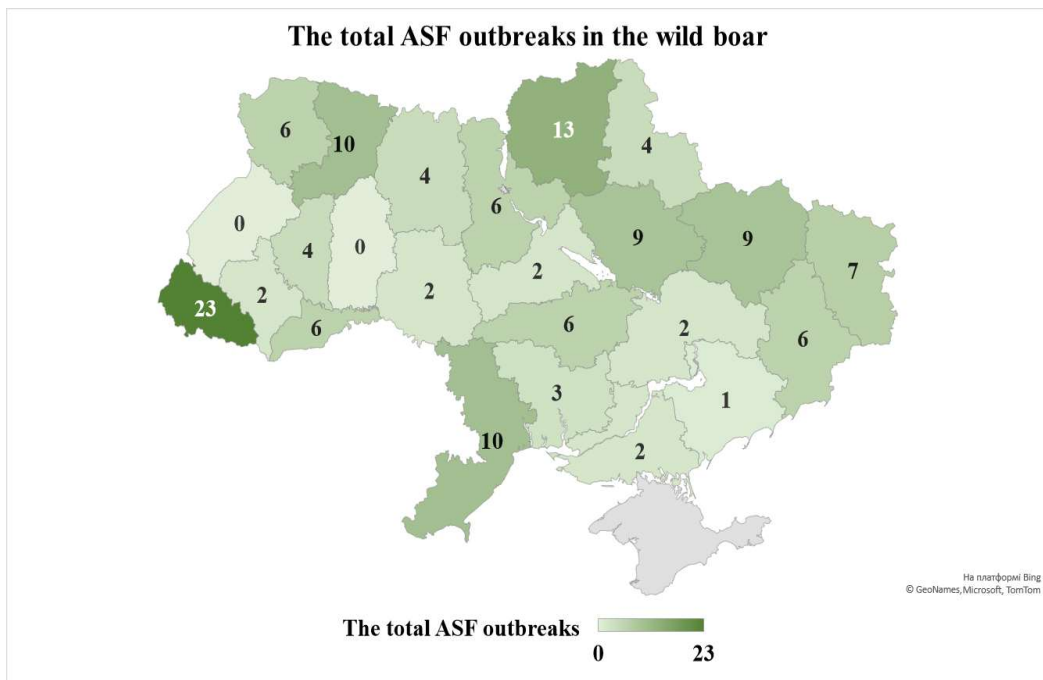


Fig. 4. Total number of ASF outbreaks in wild boars by regions of Ukraine (31.07.2012-19.04.2024).

Table 1 – Number of ASF cases among the analyzed countries

Years	Ukraine		Poland		Romania		Hungary		Slovak Republic		Moldova	
	Domestic pigs	Wild boars	Domestic pigs	Wild boars	Domestic pigs	Wild boars	Domestic pigs	Wild boars	Domestic pigs	Wild boars	Domestic pigs	Wild pigs
2012	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	4	12	2	30	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	35	5	53	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	84	7	80	20	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	125	38	741	81	2	0	0	0	0	0	0	0
2018	106	39	109	2438	1163	170	0	138	28	415	0	0
2019	42	11	48	2468	1734	683	0	27	11	27	0	0
2020	23	5	103	4070	1053	885	0	4001	17	375	2	30
2021	13	3	124	3221	1676	1059	0	2584	11	1671	2	0
2022	7	2	14	2152	329	465	0	550	5	550	14	3
2023	38	10	30	2744	740	292	0	407	0	546	19	6
19.04.2024	4	5	0	646	32	95	0	168	0	61	2	6
Total	482	137	1304	17871	6729	3649	0	7875	72	3645	39	45

In general, during the study period, 77.9% of ASF cases among domestic pigs and 22.1% of cases among wild boars were recorded in Ukraine, without a statistically significant difference between them ($p=0.123$).

As for the countries with a common western border, the lowest number of outbreaks was detected in Moldova. In this country, 46.4% of outbreaks were recorded among domestic pigs and 53.6% among wild boars ($p=0.8$) (Fig. 5).

In Hungary and the Slovak Republic, 7875 and 3717 outbreaks were detected, respectively. At the same time, 100% of ASF detections in Hungary were associated with wild boars, in Slovakia ASF was detected in 1.9% of domestic pigs and 98.1% of wild boars ($p=0.003$). In Romania, out of 10378 outbreaks of ASF, 64.8% were detected in domestic pigs and 35.2% in wild boars ($p=0.279$). The largest number of outbreaks was recorded in Poland – 19175, of which 93.2% were among wild and 6.8% among domestic pigs ($p=0.053$).

The results of the analysis revealed a statistically significant difference in the number of ASF outbreaks since their detection between the studied countries ($p<0.001$). Pairwise comparison shows a statistically significant difference between Ukraine and Poland ($p=0.016$). It is also worth noting the insignificance between Ukraine and Slovakia ($p=0.056$) and Moldova and Poland ($p=0.074$). No statistically significant difference was found between the other countries (p -value ranged from 0.108 to 1).

When comparing the total number of ASF outbreaks between different time periods, a statistically significant difference was found ($p<0.001$). However, after applying mathematical corrections for the number of groups (time periods) compared, no specific statistically significant differences in the number of cases between individual years were observed. When the analysis was limited to the period starting in 2018, when ASF cases were recorded in all the countries studied except Moldova, there was also no statistically

significant difference in the number of outbreaks between these countries.

When analyzing the data from the period of the first detection of ASF in wild animals, a statistically significant difference in the number of outbreaks between countries was observed ($p=0.001$) (Fig. 6). Pairwise comparisons indicated differences in the number of cases between Ukraine and Poland ($p=0.033$), Romania ($p=0.0006$), Hungary ($p=0.012$) and Slovakia ($p=0.012$). There was

also a difference between Moldova and Romania ($p=0.05$), but no significant difference between Moldova and Hungary or Slovakia ($p=0.078$).

In addition, a statistically significant difference in the number of outbreaks among domestic pigs ($p<0.001$) was found (Fig. 7). According to the results of pairwise comparisons, a difference was found between Romania and Moldova ($p=0.043$), as well as a slight difference between Ukraine and Romania ($p=0.055$).

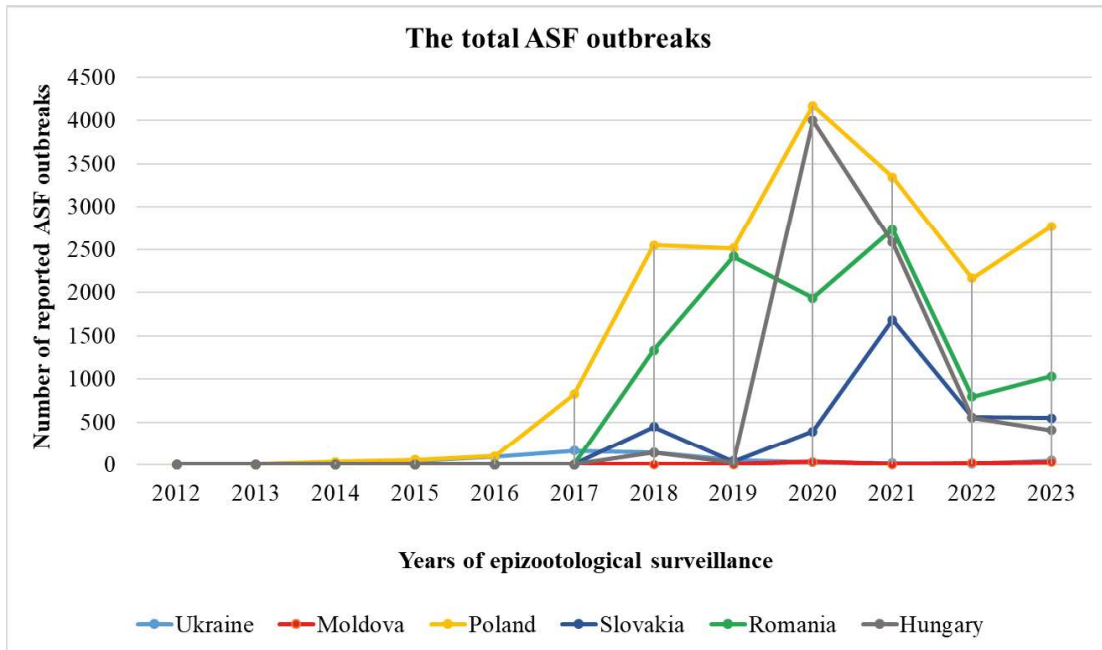


Fig. 5. Total number of ASF outbreaks among the analyzed European countries.

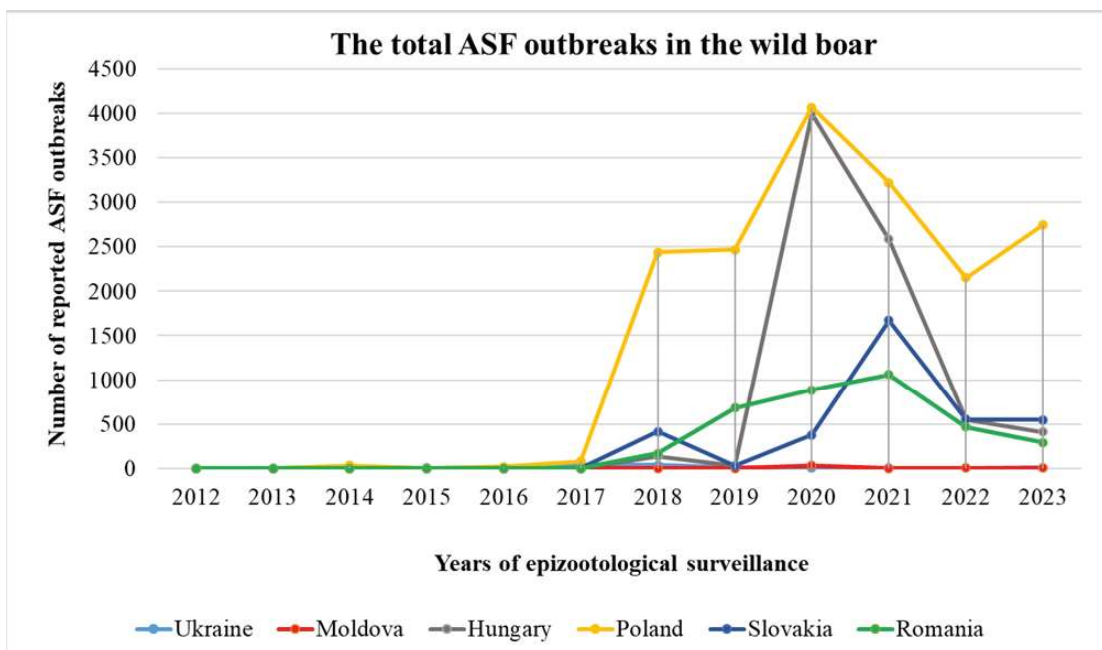


Fig. 6. Number of ASF outbreaks among wild boars in the analyzed countries.

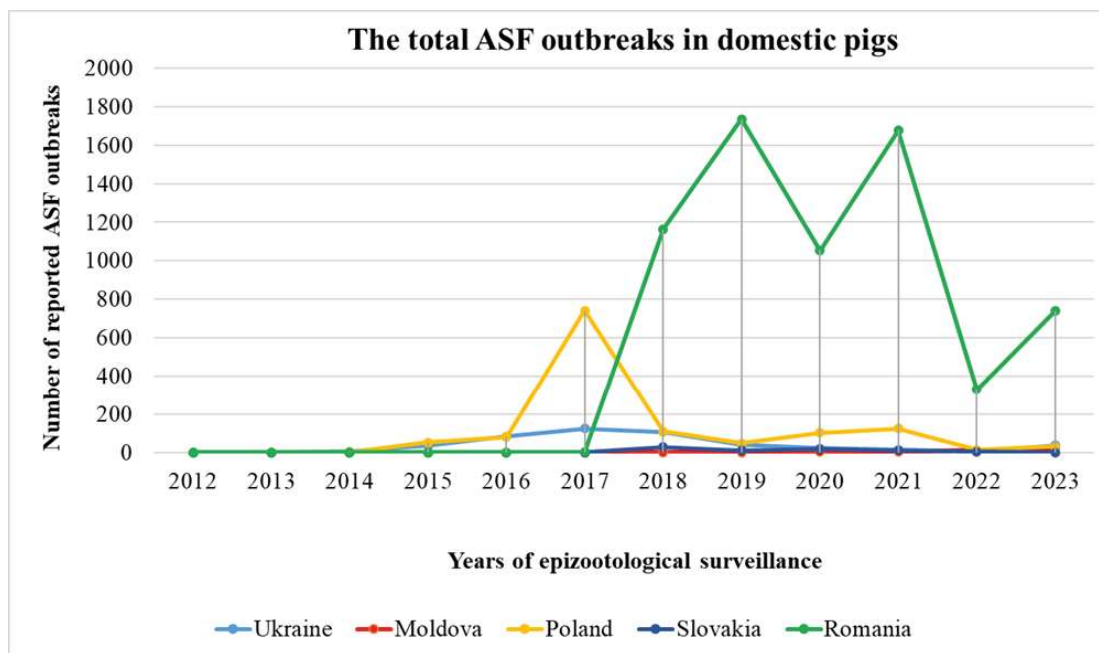


Fig. 7. Number of ASF outbreaks among domestic pigs in the analyzed countries.

A moderate positive correlation was found between the number of ASF outbreaks among domestic and wild boars (Spearman's rho 0.556, $p < 0.001$).

Discussion. In Ukraine, the first outbreaks of ASF were recorded much earlier than in European countries with which it shares a common border. As noted by other researchers, ASF outbreaks in Ukraine have repeatedly occurred as a result of the introduction of the pathogen from neighboring countries [24].

There is a downward trend in the number of pigs in Ukraine, while the ratio of the number of pigs in industrial complexes and households has remained stable in recent years. It is also worth noting the significant impact of the war on the pig industry, with imports and exports of pork decreasing in 2023. However, producers continue to increase the number of pigs, and 10-12% of market operators are modernizing or expanding production facilities [25]. Owners of private households in Ukraine have low awareness of the peculiarities of ASF spread and methods of preventing the disease [26].

The number of ASF outbreaks detected in Ukraine is lower than in Eastern European countries. In recent years, there has also been a downward trend in the number of outbreaks among both wild and domestic pigs. However, this may be due to the transformation into an endemic disease or a decrease in the effectiveness of monitoring measures [27].

The largest number of cases was detected in 2017-2018. During this time period, the first outbreaks of ASF appeared in Romania, Hungary and the Slovak Republic. The peak of outbreaks in these countries occurred in 2020-2021 and was recorded among wild pigs. An interesting situation is in Hungary, where no outbreaks were detected among domestic animals.

As in Ukraine, cases of ASF in Eastern Europe are associated with the introduction of the pathogen across the border. The first outbreaks in Poland are likely related to the migration of wild boars from the Russian Federation and Belarus. In Hungary, the first cases of ASF were detected not far from the border with Ukraine. In Slovakia, outbreaks of ASF are also detected mainly among wild boars on the border with Hungary. In contrast, in Romania, the first outbreaks were detected among domestic pigs, and then among wild boars [28].

Although Hungary and Slovakia inform about the detection of ASF outbreaks through the ADIS system, the lack of scientific publications with detailed data analysis makes it difficult to understand the epizootic processes in these countries.

In Poland, most of the detected outbreaks of ASF among wild boars were detected by examining materials from pig carcasses, while cases of infection in hunted wild boars were less common [29]. Also, the implementation of measures related to the fencing of the territory where ASF outbreaks were detected in Poland did not yield

results, the disease continued to spread, although such measures proved to be effective in the Baltic countries [30].

Romania accounts for about 90% of ASF infections among domestic pigs in Europe [31].

In Eastern Europe, small pig farms predominate. Compliance with biosecurity requirements on such farms depends on the farm owners and may vary [32]. The advantage of small farms is that sick and dead animals are detected more quickly, while the pathogen can circulate for a long time on large complexes [33]. Despite the large share of industrial complexes in Ukraine, the greatest threats associated with ASF are the circulation of the virus between the infected wild boar population and the private and non-commercial pig sector [27].

Conclusions. The conducted studies revealed a statistically significant difference in the number of ASF outbreaks between Ukraine and other countries with which it shares a common border. In Ukraine, 77.9% of ASF cases were registered among domestic pigs and 22.1% among wild pigs. Compared to the countries with a common western border, the largest number of outbreaks was recorded in Poland (93.2% among wild boars and 6.8% among domestic pigs). In general, a statistically significant difference in the spread of ASF between the studied countries was found.

The statistical analysis showed significant differences in the number of ASF outbreaks between the studied countries, which indicates the importance of further research on this issue for effective disease control.

A moderate positive correlation was also found between the number of ASF outbreaks in domestic and wild pigs. Outbreaks of ASF in countries with a common western border, in particular in Hungary and the Slovak Republic, were mainly detected among wild pigs, while in Ukraine and Romania, outbreaks of ASF among domestic pigs predominated.

REFERENCES

1. Juszkiwicz, M., Walczak, M., Woźniakowski, G., Podgórska, K. (2023). African Swine Fever: Transmission, Spread, and Control through Biosecurity and Disinfection, Including Polish Trends. *Viruses*, 15 (11), 2275 p. DOI:10.3390/v15112275.
2. Galindo, I., Alonso, C. (2017). African Swine Fever Virus: A Review. *Viruses*, 9 (5), 103 p. DOI:10.3390/v9050103.
3. Blome, S., Franzke, K., Beer, M. (2020). African swine fever - A review of current knowledge. *Virus research*, 287, 198099 p. DOI:10.1016/j.virusres.2020.198099.
4. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals 2021 - 6ème édition. Home - WOA

- World Organisation for Animal Health. Available at: https://www.woah.org/fileadmin/ Home/eng/Health_standards/tahm/A_summry.htm

5. Dixon, L. K., Stahl, K., Jori, F., Vial, L., Pfeiffer, D. U. (2020). African Swine Fever Epidemiology and Control. *Annual review of animal bio-sciences*, 8, pp. 221–246. DOI:10.1146/annurev-animal-021419-083741.

6. Bergmann, H., Dups-Bergmann, J., Schulz, K., Probst, C., Zani, L., Fischer, M., Gethmann, J., Denzin, N., Blome, S., Conraths, F. J., Sauter-Louis, C. (2022). Identification of Risk Factors for African Swine Fever: A Systematic Review. *Viruses*, 1 (10), 2107 p. DOI:10.3390/v14102107.

7. Cwynar, P., Stojkov, J., Wlazlak, K. (2019). African Swine Fever Status in Europe. *Viruses*, 11 (4), 310 p. DOI:10.3390/v11040310

8. Bellini, S., Casadei, G., De Lorenzi, G., Tamba, M. (2021). A Review of Risk Factors of African Swine Fever Incursion in Pig Farming within the European Union Scenario. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 10 (1), 84 p. DOI:10.3390/pathogens10010084.

9. Rogoll, L., Güttner, A. K., Schulz, K., Bergmann, H., Staubach, C., Conraths, F. J., Sauter-Louis, C. (2023). Seasonal Occurrence of African Swine Fever in Wild Boar and Domestic Pigs in EU Member States. *Viruses*, 15 (9), 1955 p. DOI:10.3390/v15091955.

10. Arias, M., Jurado, C., Gallardo, C., Fernández-Pinero, J., Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2018). Gaps in African swine fever: Analysis and priorities. *Transboundary and emerging diseases*, 65, pp. 235–247. DOI:10.1111/tbed.12695.

11. Bosch, J., Rodríguez, A., Iglesias, I., Muñoz, M. J., Jurado, C., Sánchez-Vizcaíno, J. M., de la Torre, A. (2017). Update on the Risk of Introduction of African Swine Fever by Wild Boar into Disease-Free European Union Countries. *Transboundary and emerging diseases*, 64 (5), pp. 1424–1432. DOI:10.1111/tbed.12527.

12. Adamyk, V., Chernobai, L., Adamyk, O. (2019). Problems and prospects for swine breeding development in Ukraine in the context of its influence on public welfare. *Herald of Ternopil National Economic University*, 3 (93), pp. 22–34. DOI:10.35774/visnyk2019.03.022.

13. Wales, A. D., Davies, R. H. (2021). Disinfection to control African swine fever virus: a UK perspective. *Journal of medical microbiology*, 70 (9):001410. DOI:10.1099/jmm.0.001410.

14. Council Directive of the European Commission 2002/60/EC Laying Down Specific Provisions for the Control of African Swine Fever and Amending Directive 92/119/EEC as Regards Teschen Disease and African Swine Fever. *EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language*. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0060&from=EN>.

15. On Approval of the Instruction on the Prevention and Control of African Swine Fever, Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. no. 111, 2017. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0432-17#Text>. (Ukrainian).

16. Revilla, Y., Pérez-Núñez, D., Richt, J. A. (2018). African Swine Fever Virus Biology and Vaccine Approaches. *Advances in virus research*, 100, pp. 41–74. DOI:10.1016/bs.aivir.2017.10.002.
17. Urbano, A. C., Ferreira, F. (2022). African swine fever control and prevention: an update on vaccine development. *Emerging microbes & infections*, 11 (1), pp. 2021–2033. DOI:10.1080/22221751.2022.2108342.
18. African swine fever prevention, detection and control in resource-limited settings. (2023). FAO. DOI:10.4060/cc7491en.
19. Report of the Meeting of the Biological Standards Commission/February 2023 WOAHO - World Organisation for Animal Health. WOAHO - World Organisation for Animal Health. Available at: <https://www.woah.org/app/uploads/2023/03/a-bsc-report-feb-2023.pdf>
20. African swine fever: WOAHO warns Veterinary Authorities and pig industry of risk from use of sub-standard vaccines - WOAHO - World Organisation for Animal Health. WOAHO - World Organisation for Animal Health. Available at: <https://www.woah.org/en/document/african-swine-fever-woah-warns-veterinary-authorities-and-pig-industry-of-risk-from-use-of-sub-standard-vaccines/>
21. Animal Disease Information System (ADIS). (n.d.). Food Safety. Available at: https://food.ec.europa.eu/animals/animal-diseases/animal-disease-information-system-adis_en.
22. African swine fever. (n.d.). Available at: <https://www.asf.vet.ua/index.php/publications/asf-cases-in-ukraine-since-2012>.
23. Dohoo, I. (2003). *Veterinary epidemiologic research*. Univ. of Prince Edward Island.
24. Bezymennyi, M., Tarasov, O., Kyivska, G. V., Mezhenka, N. A., Mandyhra, S., Kovalenko, G., Sushko, M., Hudz, N., Skorokhod, S. V., Datsenko, R., Muzykina, L., Milton, E., Sapachova, M. A., Nychyk, S., Halka, I., Frant, M., Huetmann, F., Drown, D. M., Gerilovych, A., Mezhenkyi, A. A., Lange, C. E. (2023). Epidemiological Characterization of African Swine Fever Dynamics in Ukraine, 2012-2023. *Vaccines*, 11 (7), 1145 p. DOI:10.3390/vaccines11071145.
25. Yurchenko, O. S., Bondarska, O. M., Lykhach, V. Y., Kalitaev, K. K., Kovalenko, O. A. (2024). The state of domestic pig production. Problems and prospects. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*, 42, pp. 55–63. DOI:10.37406/2706-9052-2024-1.8.
26. Muñoz-Gómez, V., Solodiankin, O., Rudova, N., Gerilovych, A., Nychyk, S., Hudz, N., Ukhovska, T., Sytiuk, M., Polischuk, V., Mustra, D., De Nardi, M., Lechner, I., Schuppers, M. (2021). Supporting control programs on African swine fever in Ukraine through a knowledge, attitudes, and practices survey targeting backyard farmers. *Veterinary medicine and science*, 7 (5), pp. 1786–1799. DOI:10.1002/vms3.578.
27. Omelchenko, H., Avramenko, N. O., Petrenko, M. O., Wojciechowski, J., Pejsak, Z., Woźniakowski, G. (2022). Ten Years of African Swine Fever in Ukraine: An Endemic Form of the Disease in the Wild Boar Population as a Threat to Domestic Pig Production. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 11 (12), 1459 p. DOI:10.3390/pathogens11121459.
28. Sauter-Louis, C., Conraths, F. J., Probst, C., Blohm, U., Schulz, K., Sehl, J., Fischer, M., Forth, J. H., Zani, L., Depner, K., Mettenleiter, T. C., Beer, M., Blome, S. (2021). African Swine Fever in Wild Boar in Europe-A Review. *Viruses*, 13 (9), 1717 p. DOI:10.3390/v13091717.
29. Kruszyński, M., Śróda, K., Juszkiewicz, M., Siuda, D., Olszewska, M., Woźniakowski, G. (2023). Nine Years of African Swine Fever in Poland. *Viruses*, 15 (12), 2325 p. DOI:10.3390/v15122325.
30. Bocian, Ł., Frant, M., Ziętek-Barszcz, A., Niemczuk, K., Szczotka-Bochniarz, A. (2022). Dynamics of the African Swine Fever Spread in Poland. *Journal of veterinary research*, 66 (4), pp. 459–471. DOI:10.2478/jvetres-2022-0067
31. Ladoși, I., Păpuc, T. A., Ladoși, D. (2023). The Impact of African Swine Fever (ASF) on Romanian Pig Meat Production: A Review. *Acta Veterinaria*, 73 (1), pp. 1–12. DOI:10.2478/acve-2023-0001.
32. de la Torre, A., Bosch, J., Sánchez-Vizcaíno, J. M., Ito, S., Muñoz, C., Iglesias, I., Martínez-Avilés, M. (2022). African Swine Fever Survey in a European Context. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 11 (2), 137 p. DOI:10.3390/pathogens11020137
33. Ardelean, F., Globig, A., Gârdan Năvălici, A. I., Blome, S., Dietze, K., Depner, K., Zani, L. (2021). The course of African swine fever in Romanian backyard holdings - A case report. *Veterinary medicine and science*, 7 (6), pp. 2273–2279. DOI:10.1002/vms3.592.

Порівняльне епізоотологічне дослідження поширення Африканської чуми свиней в Україні і деяких країнах Східної Європи

Савченко М.О., Шубара О.О., Шевченко М.В., Пантелєнко О.В., Уховський В.В., Корнієнко Л.Є., Білик С.А., Довгаль О.В., Царенко Т.М.

Африканська чума свиней є однією з найбільших загроз для світового свинарства через високі показники контагіозності та летальності серед свиней. На сьогодні не розроблено ефективних засобів активної профілактики поширення інфекції. Єдиним дієвим методом контролювання залишається пасивне спостереження за поширенням збудника серед популяції свійських і диких свиней, виявлення інфікованих тварин та їх депопуляція.

У дослідженні проаналізовано поширення АЧС в Україні з 2012 до 2024 рр. та порівняно з країнами, що мають спільний кордон – Польщею, Румунією, Угорщиною, Словаччиною та Молдовою. В Україні перші спалахи були зареєстровані у 2012 році в Запорізькій області серед свійських свиней. Загалом за досліджуваний період виявлено 619 спалахів: 482 серед свійських та 137 серед диких свиней. Найбільшу кількість спалахів зафіксовано в Одеській (64), Полтавській (54), Миколаївській (52) та Київській (46) областях.

У країнах Східної Європи АЧС було виявлено пізніше: у Польщі – з 2014 р. (1304 серед свійських і 17871 серед диких свиней), Румунії – з 2017 р.

(6729 і 3649 відповідно), Угорщині та Словаччині – з 2018 р. (0 і 7875; 72 і 3645). У Молдові перший спалах був у 2020 р. (39 серед свійських і 45 серед диких). Найбільшу загальну кількість спалахів зареєстровано в Польщі (19175), переважно серед диких свиней (93,2 %). В Угорщині всі виявлені випадки стосувалися диких тварин. В результаті аналізу було виявлено статистично значиму різницю в кількості спалахів АЧС між проаналізованими країнами. Також спостерігається різниця в кількості спалахів у межах проаналізованого часового проміжку. Якщо аналізувати кількість випадків почи-

наючи з 2018 року, то статистично значуща різниця відсутня.

Профілактика та контроль АЧС ускладнюються через циркуляцію збудника серед диких кабанів, недотримання заходів біобезпеки власниками дрібних свиного господарств та переміщення інфікованих тварин. Ключове значення має комплексний моніторинг з виявленням спалахів на ранніх етапах та своєчасним знищенням заражених тварин.

Ключові слова: свині, африканська чума свиней, поширення, віруси, епізоотологічний аналіз, епізоотична ситуація.



Copyright: Savcheniuk M. et al. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Savcheniuk M.	https://orcid.org/0000-0003-2306-4114
Shubara O.	https://orcid.org/0009-0008-5985-0882
Shevchenko M.	https://orcid.org/0000-0002-7002-1494
Panteleienko O.	https://orcid.org/0000-0002-4311-9680
Ukhovskiy V.	https://orcid.org/0000-0002-7532-3942
Kornienko L.	https://orcid.org/0000-0001-6832-0789
Bilyk S.	https://orcid.org/0000-0003-4590-0881
Dovgal O.	https://orcid.org/0000-0001-8620-8117
Tsarenko T.	https://orcid.org/0000-0003-4373-5958


УДК 31:636.6.087.8:579.63.546

Безпечність м'яса перепелів за впоювання суспензії *Chlorella*

Зоценко В.М. , Островський Д.М. ,

Богатко Н.М. , Гришко В.А. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 E-mail: Зоценко В.М. vladimirzotsenko@gmail.com



Зоценко В.М., Островський Д.М., Богатко Н.М., Гришко В.А. Безпечність м'яса перепелів за впоювання суспензії *Chlorella*. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 60–71.

Zotsenko V., Ostrovskiy D., Bogatko N., Grishko V. Safety of quail meat after drinking *Chlorella* suspension. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 60–71.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 23.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-60-71

Зелені водорості *Chlorella* позиціонуються як біологічно активна кормова добавка? до складу якої входять білки, полісахариди, вітаміни, мінерали, глікопротеїни та β -глюкани. Додавання їх незначної кількості до раціону позитивно впливає на здоров'я та добробут тварин і птиці. Однак їх використання у птахівництві потребує аналізу якості і безпечності отриманої продукції для споживача. Мета дослідження – провести оцінювання безпечності м'яса перепелів за впоювання суспензії мікроводорості *Chlorella sorokiniana*.

Об'єктом вивчення були перепели породи Фараон, в добовому віці їх поділили на дві групи: дослідну і контрольну, по 30 голів у кожній. Птицю утримували у клітках за вільного доступу до корму і води. Перепелам дослідної групи у питну воду додавали суспензію хлорели (ДСТУ ЕК ISO 8692:2022 EN). Для впоювання готову суспензію хлорели розбавляли питною водою до концентрації $2 \cdot 10^6$ клітин/мл, вирощену у скляному ферментері.

Зважування перепелів проводили щотижнево починаючи з добового віку. Впоювання суспензії *Chlorella sorokiniana* збільшило живу масу птиці на 13,2 ($p < 0,05$) проти контролю. Передзабійний огляд перепелів обох груп виявив задовільний клінічний стан птиці. Огляд 20 тушок перепелів показав, що їх можна віднести до першого ґатунку. За органолептичними показниками м'ясо перепелів у ветеринарно-санітарному значенні належить до доброякісного. Проведені мікробіологічні дослідження м'яса перепелів свідчать про відсутність впливу мікроводорості *Chlorella sorokiniana* у застосованих дозах на його бактеріальну контамінацію. Хімічні показники м'яса (рН, аміноаміачний азот, леткі жирні кислоти під час зберігання в умовах холодильника (5 діб, $t = 4-5$ °C) мали тенденцію до зростання і знаходились в межах норми для свіжого продукту. Під час мікроскопії м'язової тканини її розпаду у перепелів обох груп не виявлено.

Біологічна цінність м'яса перепелів обох груп була тотожною, а токсичність відсутня. Дегустаційне оцінювання бульйону і м'яса показало, що впоювання мікроводорості *Chlorella sorokiniana* впливає на досліджувані смакові показники. Отже, м'ясо перепелів, які отримували з водою кормову добавку мікроводорості *Chlorella sorokiniana* за досліджуваними показниками є безпечним, що дозволяє використовувати його в їжу людям без обмежень.

Ключові слова: птиця, мікроводорості, органолептичне оцінювання, мікробна контамінація, біологічна цінність, дегустаційне оцінювання.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Годівля птиці є критично важливим елементом технології сучасного птахівництва, який не лише впливає на здоров'я і добробут птиці, а також на якість одержуваних від них продуктів, таких як м'ясо і яйця. До складу комбікормів входять компоненти рослинного походження (зернові, бобові, трав'яне борошно), мінеральні речовини (органічні та неорганічні) і біологічно активні добавки (природні і синтетичні). Обмеження посівних площ, зміни клімату, дефіцит води для зрошення не дозволяють задовольнити зростаючий попит населення на продукцію тваринництва. Ефективною альтернативою традиційним кормам є мікроводорості [1, 2].

Мікроводорості – це одноклітинні фотосинтезуючі мікроорганізми, багаті макро- та мікроелементами, а також біологічно активними сполуками, такими як пептиди, ліпіди, пігменти, полісахариди, леткі сполуки [3]. Їх прийнято вважати більш стійким джерелом їжі і кормів завдяки здатності перетворювати неорганічні і органічні джерела карбону в багату поживними речовинами біомасу ефективніше ніж наземні рослини і водночас вони потребують менше земельних і водних ресурсів [4].

Серед багатьох видів мікроводоростей перспективними для біотехнології кормів є представники *Chlorella spp.*, зокрема *Chlorella vulgaris* [5]. Назва *Chlorella* походить від грецького *chloros* і латинського *ella*, що означає зелений і дрібний. Крім білків (більше 50 % сухої маси) хлорела синтезує значну кількість дволанцюгових поліненасичених жирних кислот (сімейства W 6 s W 3), вітамінів (А, С, Е, В₁, В₂, В₃, В₅, В₉), незамінні амінокислоти (лізин, лейцин, триптофан, валін), стерини (фітостерин, брасикастерол, ергостирол) [6]. Біомаса *Chlorella vulgaris* також містить набір макро- і мікроелементів, необхідних для повноцінної життєдіяльності організму [7].

Корм збагачений незначною кількістю *Chlorella vulgaris* позитивно впливає на фізіологічні процеси організму, покращуючи імунну відповідь, роботу кишківника, підвищує репродуктивну функцію, конвертацію корму за збільшену масу тіла [8, 9, 10]. Нутрицевтичні компоненти фітопланктону *Chlorella vulgaris* впливають не лише на кількість, а також і якість кінцевого продукту [11]. Такий позитивний ефект на організм пояснюється наявністю у фітопланктону *Chlorella vulgaris* антиоксидантних властивостей і здатністю пригнічувати синтез прозапальних цитокінів [12, 13].

Вміст поживних речовин і біологічно активних субстанцій у біомасі (суспензія, пас-

та, порошок, планктонна культура, гранули) визначається штамом продукуючих культур, періодом вирощування та росту, мінеральним складом поживного середовища. Водночас важливе значення має температура культивування, кількість світла. Тому біологічна активність кінцевого продукту культивування потребує окремої апробації біологічної активності і безпечності [8, 9, 14, 15].

У доступних літературних джерелах повідомляється що в дієтичних добавках, отриманих з *Chlorella vulgaris* токсин (мікроцистин) був відсутній, однак отримані продукти виявили цитотоксичність у клітин A₅₄₉ у людини [16] і дорослих особин рибок *danio* (*Danio rerio*) [17]. Автори відмічають, що причина цього явища невідома. Хлорела здатна продукувати алерген, що індукує тубулоінтерстиціальне ураження нирок [18]. Додатковою проблемою безпеки продуктів отриманих із мікроводоростей є мікробна контамінація. Виявлено наявність ціанобактерій і непатогенних бактерій у таблетках *Chlorella* [19]. Через зареєстровану наявність у дієтичних штамів мікроводоростей поліциклічних ароматичних вуглеводнів є потреба в їх регулярному скринінгу [20].

Конкурентні умови виробництва обумовлюють високі вимоги до якості і безпеки продуктів харчування. Сучасний споживач потребує наявності біологічно повноцінної і нешкідливої для здоров'я їжі, яка б не містила хімічних залишків і не була генетично модифікована. Тому є потреба санітарного контролю якості початкової сировини та умов її зберігання [21]. Особливої ретельності потребує ветеринарно-санітарне оцінювання м'яса тварин і птиці, в раціон яких вводили біологічно активні кормові добавки.

Актуальними є впровадження у виробництво таких кормових добавок, які були економічно доцільними та водночас не мали синтетичного походження і позитивно впливали на організм людини. Таким вимогам відповідають мікроводорості, зокрема субстанції отримані за вирощування *Chlorella vulgaris*. Результати, отримані під час згодовування мікроводоростей свідчать про їх здатність покращувати смакові якості і кількість кінцевої продукції, однак робіт щодо їх впливу на споживчі якості м'яса наразі недостатньо.

Мета дослідження – провести визначення безпечності м'яса перепелів за вживання суспензії *Chlorella sorokiniana*.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження виконано на кафедрі мікробіології і вірусології та ветеринарно-санітарної експер-

тизи та лабораторної діагностики ППНКСВМ Білоцерківського НАУ.

Об'єктом дослідження були перепели породи Фараон, в добовому віці розділені на дві групи: контрольну і дослідну, по 30 голів у кожній. Птицю утримували у клітках за вільного доступу до корму і води. Умови утримання, щільність посадки, параметри мікроклімату, світловий і температурний режими відповідали нормам, рекомендованим для перепелів цієї породи.

Усі втручання та забій тварин проводили з дотриманням вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 18 березня 1996 року) та ухвали першого Наукового Конгресу з біоетики (Київ), 2001.

Перепелам дослідної групи в питну воду додавали суспензію міководорості *Chlorella sorokiniana* (ДСТУ ЕК ISO 8692:2022 EN) починаючи з 15-добового віку до 49-ї доби вирощування. Для випоювання готову суспензію хлорели розбавляли питною водою до концентрації $2 \cdot 10^6$ клітин/мл *ad libitum*. Зважування птиці проводили щотижнево починаючи з добового віку і визначали динаміку росту птиці.

Перед контрольним забоем, який здійснювали на 49-ту добу, проводили огляд поголів'я [22], після забою за зважування визначали масу тушки. До забою птицю не годували 8 годин.

Предметом дослідження слугували тушки перепелів після 24-годинного дозрівання в холодильній камері за температури 5 °С. Облікові показники тушок визначали згідно з РСТ УССР 2002–90 [23]. Відбір проб та органолептичне оцінювання свіжості м'яса проводили згідно з ДСТУ 7982:215 [24].

Динаміку фізико-хімічних показників свіжості м'яса визначали за реакціями на аміак і солі амонію, наявність легких жирних кислот (ЛЖК), та величиною рН екстракту м'язів відповідно до ДСТУ 8253:215 [25], ДСТУ ISO 2971–2001 [26]. Мікроскопію м'яса проводили згідно з [27].

Рівень бактеріологічної контамінації м'яса перепелів визначали за кількістю мезофільно-аеробних і факультивно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) за ДСТУ 8446:2015 [28], ДСТУ 8381:2015 [29], *Salmonella* – за ДСТУ EN 12824:204 [30], *Staphylococcus aureus* – за ДСТУ ISO 6888–203 [31], бактерій роду *Proteus* – за ДСТУ 744–213 [32], *Clostridium perfringens* – за ДСТУ і 907937–2006 [33], *Listeria monocytogenes* – за ДСТУ ISO 11290–1.–2003 [34].

Біологічну цінність і токсичність м'яса вивчали на тест-об'єктах інфузоріях *Tetrachimena piriformis* [35].

Токсичність досліджуваних зразків визначали за наявністю інфузорій, що змінили форму, особливості руху, мали пригнічений ріст або відмічали повну чи часткову загибель тетрахімени. Наявність мертвих або деформованих клітин, зміна руху, пригнічення росту і розмноження інфузорій, порівняно з контролем, є ознакою токсичності досліджуваних проб.

Відсутність загибелі інфузорій або інших патологічних змін у клітинах за 24 год свідчить про нетоксичність м'яса.

Біологічну цінність м'яса перепелів визначали за інтенсивністю розмноження інфузорій на живильному субстраті, що містить як джерело білка, так і стимулятори росту досліджуваних зразків. Показником біологічної цінності є кількість інфузорій (виражена у відсотках), що виростили за 3 доби на досліджуваному зразку відносно кількості клітин, що виростили на контрольному. Для оцінювання біологічної цінності використовували наступні показники: біологічна цінність (БЦ) – відношення кількості клітин, що виростили на середовищі із досліджуваного продукту (А) до кількості інфузорій на середовищі із контрольних проб (Б):

$$БЦ = \frac{А}{В} \times 100$$

де А – кількість клітин, що виростили на середовищі із досліджуваного зразка;

В – кількість клітин, що виростили на середовищі із контрольних зразків.

Дегустаційне оцінювання бульйону та м'яса проводили за 5-бальною системою, оцінюючи кожний із показників за шкалою ступенів якості, виражених у балах згідно з ДСТУ 4823.2:2007 [36].

Біометричне оброблення одержаних даних проводили за допомогою програмного забезпечення MS EXCEL 2016, за трьох рівнів статистичної значущості: * P<0,005; ** P<0,01; *** P<0,001.

Результати дослідження. Показником повноцінності раціону молодняка птиці є їх жива маса. Результати зважування свідчать, що додавання в питну суспензію хлорели позитивно впливає на м'ясну продуктивність поголів'я (табл. 1). Зокрема, на початок досліджу, в добовому віці середня жива маса перепілок дослідної і контрольної груп була тотожною і коливалась в межах 9,1–9,2 г.

Починаючи з 21-ї доби вирощування, у перепелів дослідної групи жива маса була більшою на 5,5 г (P<0,05), на 28, -35, 42- і 49-у добу збільшилась відповідно на 10,2 г (P<0,01), 13,2 г (P<0,01), 15,1 г (P<0,01), 5,2 г (P<0,05), порів-

няно з аналогічними показниками перепелів контрольної групи. Валовий приріст живої маси за дослід становив у контрольній групі 253,4±1,09, дослідній – 266,1±1,17, що на 13,1 г вище (P<0,05).

Передзабійний огляд перепелів дослідної і контрольної груп показав, що вся птиця має гарну вгодованість і клінічно здорова. Перепели активно рухались, реагували на зовнішні подразники, приймали корм і пили воду. Мали природне положення тіла і голови, як у стані спокою так і під час руху. Пір'яний покрив гладенький, блискучий, чистий, рівномірно прилягає до тулуба, забруднення навколо клоаки відсутні. Слизові оболонки очей, ротової порожнини не гіперемійовані, блідо-рожевого кольору, вологі, без пошкоджень. Шкіра блідо-жовтого кольору і має специфічний запах. Кінцівки сухі, без припухань і видимих змін.

Результати огляду 20 тушок перепелів наве-

дено в таблиці 2. Згідно із наявними вимогами [23], тушки перепелів дослідної і контрольної груп можна віднести до першого гатунку.

Післязабійна ветеринарно-санітарна експертиза продуктів забою показала, що розміщення внутрішніх органів у птиці обох груп анатомічно правильне, видимих змін тканин не виявлено, ступінь знекровлення задовільний.

Органолептичні характеристики м'яса перепелів наведено в таблиці 3. Згідно з отриманими даними, за зовнішнім виглядом, запахом, консистенцією, станом жиру, сухожилок і серозних оболонок м'ясо має властивості характерні для птиці цього виду. Бульйон отриманий в процесі варіння м'яса був прозорий приємного смаку, що вказує на нормальний перебіг процесів дозрівання м'яса. Отже, за органолептичними показниками м'ясо птиці дослідної і контрольної груп у ветеринарно-санітарному значенні належить до доброякісного.

Таблиця 1 – Динаміка живої маси перепілок, г (M±m, n = 30)

Вік, діб	Група		± до контролю, г
	контрольна	дослідна	
1	9,1±0,11	9,2±0,14	+0,1
7	15,4±0,22	15,4±0,30	0,0
14	42,2±0,30	41,8±0,50	+0,4
21	95,0±0,55	100,5±0,48*	+5,5
28	135,4±0,58	150,5±0,70**	+10,2
35	185,0±0,78	198,2±0,94**	+13,2
42	235,4±1,11	250,5±1,40**	+15,1
49	253,4±1,29	266,6±1,36	+13,2
Валовий приріст за дослід	244,3±1,29	257,0±1,19*	+13,1
% до контролю	100	105,2	+5,2

Примітка. **P<0,01 порівняно з контролем.

Таблиця 2 – Вгодованість і якість обробки тушок

Показник	Вимоги нормативних документів	Висновок про відповідність вимогам	
		дослідна група	контрольна група
Вгодованість (стан м'язової системи і наявність жирових відкладень) – нижня межа	Мускулатура розвинута добре. Відкладення підкірного жиру на грудях і животі	Відповідає	Відповідає
Маса тушки не менше	85 г	Відповідає	Відповідає
Ступінь зняття оперення	Повністю видалено, колосоподібне перо і пеньки відсутні	Відповідає	Відповідає
Стан шкіри	Чиста, без показних плям, розрізів і крововиливів	Відповідає	Відповідає
Колір шкіри	Блідо-жовтий	Відповідає	Відповідає
Стан кісток	Без переломів і деформації	Відповідає	Відповідає

Таблиця 3 – Результати органолептичної оцінки м'яса перепелів

Показник	Вимоги нормативних документів	Висновок про відповідність вимогам		
		дослідна група	контрольна група	
Зовнішній вигляд м'яса	Наявність кірочки підсихання, блідо-рожевий колір	Відповідає	Відповідає	
Запах (духмяність)	Специфічний характерний свіжому м'ясу перепела	Відповідає	Відповідає	
Консистенція	Щільна, туга	Відповідає	Відповідає	
Стан жиру	Щільний, блідо-жовтого кольору, без стороннього запаху	Відповідає	Відповідає	
Стан сухожилок	Тугі, щільні, поверхні суглобів гладенькі, бліді	Відповідає	Відповідає	
Серозні оболонки грудо черевної порожнини	Вологі помірно, блискучі, без патологічних змін	Відповідає	Відповідає	
Стан розрізу мускулів	Тушок	Відповідає	Відповідає	
	Вологість поверхні	Помірно волога, на фільтрі визначаються межі відбитка, частини м'язового волокна відсутні	Відповідає	Відповідає
Бульйон	Духмяність	Виражена, приємна	Відповідає	Відповідає
	Прозорість	Прозорий	Відповідає	Відповідає
	Наявність крапель жиру	Добре визначаються, середнього і великого розміру, зокрема у товщі бульйону	Відповідає	Відповідає

Проведені дослідження бактеріальної контамінації м'яса перепелів дослідної і контрольної груп у разі впоювання суспензією *Chlorella sorokiniana* показав, що кількість МАФАНМ не перевищувала максимально допустимого рівня (табл. 4). Вміст мікроорганізмів інших груп не залежав від наявності у питній воді суспензії *Chlorella sorokiniana*,

зокрема БГКП, сульфїтредукуючі кластридії, бактерії роду *Proteus*, *Salmonella*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* не виявлено в досліджуваних зразках. Отже, проведені мікробіологічні дослідження м'яса перепелів свідчать про відсутність впливу суспензії *Chlorella sorokiniana* у застосованих дозах на його бактеріальне забруднення.

Таблиця 4 – Мікробіологічні показники нешкідливості м'яса згідно з ДСТУ 4531.2006

Показник	Норма	Вміст	
		контрольна група	дослідна група
КУО в 1 г продукту, не більше	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
БГКП	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Сульфїтредукуючі кластридії в 0,1 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Бактерії роду <i>Proteus</i> в 0,1 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> в г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, зокрема роду: <i>Salmonella</i> , в 25 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г продукту	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено

Водночас були проведені дослідження щодо впливу впоювання суспензії *Chlorella sorokiniana* на біохімічні показники м'яса під час зберігання в умовах холодильника (5 діб, $t = 4-5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Контроль свіжості м'яса проводили на 1-шу добу, потім на 3-тю і 5-ту добу (табл. 5).

У процесі зберігання досліджувані біохімічні показники м'яса мали тенденцію до зростання. Зокрема наприкінці першої доби рівень рН м'яса перепелів дослідної і контрольної груп становив $5,49 \pm 0,03$ і $5,47 \pm 0,02$ відповідно. На останню добу зберігання (п'ята) рівень рН у м'ясі дослідної групи підвищився і становив $5,98 \pm 0,12$, контрольній – $5,95 \pm 0,13$. Вміст аміноаміачного азоту у м'ясі перепелів обох груп варіював від 0,82 до 0,89 мг%. Кількість ЛЖК знаходилась в межах норми і коливалась від 1,31 до 2,47 мгКОН/г.

Під час мікроскопії в мазках-відбитках отриманих з глибоких шарів м'язів, на другу добу зберігання виявляли поодинокі мікроорганізми кокової групи. Наприкінці дослідження на 5-ту добу у м'ясі перепелів обох груп виявляли по 6–8 мікроорганізмів. У м'ясі перепелів дослідної і контрольної груп не було виявлено ознак розпаду м'язової тканини. Аналіз

отриманих результатів вказує, що досліджувані показники у перепелів обох груп вірогідно не відрізнялись і знаходились в межах норми для свіжого м'яса.

Важливим критерієм оцінювання поживних характеристик м'яса перепелів є його біологічна цінність і токсичність (табл. 6).

За даними таблиці 6, досліджувані зразки м'яса обох груп не впливали на інтенсивність росту інфузорій. Вірогідна відмінність між показниками біологічної цінності м'яса дослідної і контрольної груп відсутня. Досліджувані зразки м'яса не були токсичними для тетрахімени. Зокрема, кількість патологічних форм клітин становила в дослідній групі $0,5 \pm 0,07$ і $0,4 \pm 0,06$ – в контрольній (культивування інфузорій впродовж 24 год зумовлює за норми зміни від 0,1 до 1 % клітин). Отже, суспензія *Chlorella sorokiniana* в застосованих дозах не впливає на біологічну цінність м'яса і його токсичність.

Особливо важливе значення для споживача мають смакові властивості м'яса. Дегустаційне оцінювання бульйону показало, що суспензія *Chlorella sorokiniana* не впливає на показники якості бульйону (табл. 7).

Таблиця 5 – Динаміка біохімічних показників м'яса перепелів ($M \pm m$, $n = 10$)

Група	Терміни проведення досліджень, діб		
	1-ша	3-тя	5-та
РН			
Контрольна	$5,47 \pm 0,02$	$5,68 \pm 0,05$	$5,95 \pm 0,13$
Дослідна	$5,49 \pm 0,03$	$5,70 \pm 0,08$	$5,98 \pm 0,12$
Аміноаміачний азот, мг %			
Контрольна	$0,81 \pm 0,06$	$0,83 \pm 0,09$	$0,86 \pm 0,05$
Дослідна	$0,80 \pm 0,16$	$0,82 \pm 0,03$	$0,85 \pm 0,04$
Леткі жирні кислоти, мг КОН/г			
Контрольна	$1,30 \pm 0,15$	$1,88 \pm 0,30$	$2,20 \pm 0,51$
Дослідна	$1,32 \pm 0,14$	$1,89 \pm 0,28$	$2,10 \pm 0,42$

Таблиця 6 – Біологічна цінність і токсичність м'яса перепелів ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Дослідна група		Контрольна група	
	кількість клітин	%	кількість клітин	%
Біологічна цінність	$199,5 \pm 5,1$	100	$200,4 \pm 4,6$	100,45
Токсичність, % патологічних форм клітин	$0,5 \pm 0,07$		$0,4 \pm 0,06$	

Таблиця 7 – Результати проведення дегустації м'ясного бульйону ($M \pm m$, $n=10$), бал

Показник	Група	
	дослідна	контрольна
Запах	$4,7 \pm 0,25$	$4,7 \pm 0,25$
Смак	$4,7 \pm 0,25$	$4,7 \pm 0,25$
Прозорість і колір	$4,7 \pm 0,25$	$4,5 \pm 0,25$
Міцність (наваристість)	$4,8 \pm 0,25$	$4,8 \pm 0,22$
Загальна оцінка	$4,7 \pm 0,23$	$4,7 \pm 0,22$

Загальна оцінка смакових характеристик в дослідній і контрольній групах була однаковою і не мала вірогідних відмінностей. Дегустатори відмічали приємну духмяність бульйону, відносну прозорість, виражену наваристість (добре відчувався м'ясний смак).

Дегустаційне оцінювання м'яса (табл. 8) дозволяє визначити його ніжність і соковитість, що неможливо встановити в бульйоні. Варене м'ясо перепелів має світло-сірий колір, соковите (відчувається наявність м'ясного соку під час пережовування), ніжне (характеризувалось рихлою, м'якою структурою), мало насичений смак. Сторонніх запахів не виявлено. М'ясо перепелів дослідної і контрольної груп мало однакову загальну дегустаційну оцінку – $4,7 \pm 0,21$ бала, що вказує на відсутність негативного впливу суспензії *Chlorella sorokiniana* на смакові характеристики м'яса.

Таблиця 8 – Результати проведення дегустації м'яса ($M \pm m$, $n=10$), бал

Показник	Група	
	дослідна	контрольна
Запах	$4,4 \pm 0,25$	$4,4 \pm 0,25$
Смак	$4,8 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$
Консистенція (ніжність/жорсткість)	$4,8 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$
Соковитість	$4,8 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,2$
Загальна оцінка	$4,7 \pm 0,21$	$4,7 \pm 0,21$

Обговорення. Хлорелу здавна вважали джерелом білка і використовували для годівлі багатьох видів тварин (кішок, собак, птиці, коней, корів) [37].

Випоювання суспензії мікроводорості *Chlorella sorokiniana* перепілкам у досліді сприяло збільшенню маси на 5,2 %. Збільшення маси тіла за згодовування хлорели спостерігали у бройлерів [38] і свиней [39]. Включення хлорели в раціон перепілок позитивно вплинуло на яйцекладку [40].

Сприятливий вплив хлорели на ріст не можна пояснити лише її кормовою цінністю. Окрім значного вмісту первинних метаболітів (білка, вуглеводів, поліненасичених жирних кислот) мікроводорості синтезують вторинні метаболіти – поживні сполуки (пігменти, каротиноїди, фенольні речовини), що утворюються як захисні агенти від дії стресових чинників навколишнього середовища [41]. Ці сполуки виявляють антиоксидантну, антимікробну і протизапальну активність [42]. Суміш вторинних метаболітів синтезованих розглядають як “фактор росту” [43].

Проведена оцінка безпечності м'яса перепелів дослідної і контрольної груп не виявила відмінностей між ними. Це свідчить про те що суспензія хлорели отримана в біореакторі за контрольованих умов не має негативного впливу на продукти отримані від птиці, в раціон яких її було включено. Безпечність використання *Chlorella* як їжі підтверджується її наявністю у Регламенті (ЄС) № 258/7, котрий дозволяє використовувати мікроводорості як їжу [44]. У США *Chlorella* і продукти отримані з неї дозволені для споживання людиною і мають статус “GRAS” (загально безпечні) [37].

Висновок. Отримані результати досліджень свідчать, що м'ясо перепелів які отримували разом з питною водою суспензію мікроводорості *Chlorella sorokiniana*, за органолептичними, бактеріологічними та біохімічними показниками, біологічною цінністю, а також дегустаційними характеристиками не має суттєвих відмінностей від м'яса птиці контрольної групи, а тому може використовуватись у харчуванні людей без обмежень.

Зважаючи на отримані позитивні результати доцільно дослідити вплив *Chlorella sorokiniana* на показник якості м'яса перепелів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Camacho F., Macedo A., Malcata F. Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a short review. *Mar Drugs*. 2019. 17 (6). 312 p. DOI:10.3390/md17060312
2. Chlorella and spirulina microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview / L.M. Andrade et al. *MOJ Food Process Technol*. 2018. 6 (1). P. 45–58. DOI:10.15406/mojfpt.2018.06.00144
3. Microalgae as feed ingredients for livestock production and aquaculture / L.M.P. Valente et al. *Microalgae*. Cambridge, MA: Academic Press. 2021. P. 239–312.
4. Current status of the algae production industry in Europe: an emerging sector of the blue bioeconomy / R. Araújo et. al. *Front Mar Sci*. 2021. 7:626389. DOI: 10.3389/fmars.2020.626389
5. Tibbetts S.M. The potential for ‘next-generation’, microalgae-based feed ingredients for sal-

monid aquaculture in context of the blue revolution. *Microalgal Biotechnology*. 2018. DOI:10.5772/intechopen.73551

6. Villarruel-López A., Ascencio F., Nuño K. Microalgae, a potential natural functional food source – a review. *Pol J Food Nutr Sci*. 2017. 67 (4). P. 251–263. DOI:10.1515/pjfn-2017-0017

7. Costa M.M., Spínola M.P., Prates J.A.M. Microalgae as an alternative mineral source in poultry nutrition. *Vet Sci*. 2024. 11 (1). 44 p. DOI:10.3390/vetsci11010044

8. Emerging prospects of macro- and microalgae as prebiotic / Patel A.K. et al. *Microb Cell Fact*. 2021. 20 (1). 112 p. DOI:10.1186/s12934-021-01601-7

9. Yan L., Kim I.H. Effects of dietary ω -3 fatty acid-enriched microalgae supplementation on growth performance, blood profiles, meat quality, and fatty acid composition of meat in broilers. *J. Appl. Anim. Res*. 2013. 41 (4). P. 392–397. DOI:10.1080/09712119.2013.787361

10. Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: a review / M.S. Madeira et al. *Livest. Sci*. 2017. Vol. 205. P. 111–121. DOI:10.1016/j.livsci.2017.09.020

11. De Jesus Raposo, M.F., De Morais, A.M.M.B., De Morais, R.M.S.C. Emergent sources of prebiotics: seaweeds and microalgae. *Mar. Drugs*. 2016. 14 (2). 27 p. DOI:10.3390/md14020027

12. Kotrbáček V., Doubek J., Doucha J. The chlorococcalean alga chlorella in animal nutrition: a review. *J. Appl. Phycol*. 2015. Vol. 27. P. 2173–2180. DOI:10.1007/s10811-014-0516-y

13. Microalgae (*Chlorella vulgaris*) attenuates aflatoxin-associated renal injury / A. Abdeen et al. *Front Pharmacol*. 2023. 27. 14:1291965. DOI:10.3389/fphar.2023.1291965. PMID: 38205372; PMCID: PMC10777483

14. Microalgal-based feed: promising alternative feedstocks for livestock and poultry production / I. Saadaoui et al. *J Anim Sci Biotechnol*. 2021. 17. 12 (1). 76 p. DOI:10.1186/s40104-021-00593-z

15. Barkia I., Saari N., Manning S.R. Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. *Mar Drugs*. 2019. 24. 17 (5). 304 p. DOI:10.3390/md17050304

16. Toxin content and cytotoxicity of algal dietary supplements / A.H. Heussner et al. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2012. 1. 265 (2). P. 263–271. DOI:10.1016/j.taap.2012.10.005

17. Polymethoxy-1-alkenes screening of chlorella and spirulina food supplements coupled with in vivo toxicity studies / E. Henaou et al. *Toxins (Basel)*. 2020. 10. 12 (2). 111 p. DOI:10.3390/toxins12020111

18. Acute tubulointerstitial nephritis following ingestion of Chlorella tablets / H.E. Yim et al. *Pediatr Nephrol*. 2007. 22 (6). P. 887–888. DOI:10.1007/s00467-006-0420-z

19. Quality analysis of commercial chlorella products used as dietary supplement in human nutrition / M. Görs et al. *J. Appl. Phycol*. 2009. 22 (3). P. 265–276. DOI:10.1007/s10811-009-9455-4

20. High variability in nutritional value and safety of commercially available chlorella and spirulina biomass indicates the need for smart production Strategies / M. Muys et al. *Bioresour. Technol*. 2019. Vol. 275. P. 247–257. DOI:10.1016/j.biortech.2018.12.059

21. Богатко Н.М. Санітарно-гігієнічний стан холодильних камер та об'єктів за зберігання м'яса забійних тварин на потужностях з їх виробництва та обігу. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького. *Ветеринарні науки*. 2020. Т. 22. С. 8–19. DOI:10.32718/nvlvet9902

22. Правила передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів, затв. наказом Голови Держдепартаменту ветеринарної медицини за № 28 від 7.06.2002 р. та зареєстровані в Мін'юсті України 21.06.2002 за № 524/6812. Київ, 2002. 27 с. Про затвердження Правил передзабі. від 07.06.2002 № 28. URL:https://zakon.rada.gov.ua

23. РСТ УССР 2002–90. М'ясо перепелів. Технічні умови. [Чинний від 1991–01–01]. Вид. офіц. Київ, 1991. 9 с. URL:http://csm.kiev.ua

24. ДСТУ 7992:2015. М'ясо та м'ясна сировина. Методи відбирання проб та органолептичного оцінювання свіжості [Чинний від 2017–01–01]. Вид. офіц. Київ, 2015. 10 с. URL:http://csm.kiev.ua

25. ДСТУ ISO 2917–2001. М'ясо та м'ясні продукти. Визначення РН (контрольний метод) (ISO 2917:1974, ІДТ) [Чинний від 2003–01–01]. Вид. офіц. Київ, 2001. 10 с. URL:http://csm.kiev.ua

26. ДСТУ 8253:2015. М'ясо птиці. Методи хімічного аналізування свіжості. [Чинний від 07.–01.–2017]. Вид. офіц. Київ, 2015. 17 с. URL:http://csm.kiev.ua

27. Спосіб бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння м'яса птиці мікроорганізмами: пат. 97931. Україна: МПК G01N 33/12 (2006.01). № у 2014 11787; заявл. 31.10.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. №7. 4 с. Спосіб бактеріоскопічного оцінювання ступеня обсіменіння м'яса птиці мікроорганізмами — UA 9793. URL:https://uapatents.com

28. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. [Чинний від 2017–07–01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 16 с. URL:http://csm.kiev.ua

29. ДСТУ 8381:2015. М'ясо та м'ясні продукти. Організація та методи мікробіологічних досліджень. [Чинний від 01.07.2017]. Вид. офіц. Київ, 2017. 48 с. URL:http://csm.kiev.ua

30. ДСТУ EN 12824:2004. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення Salmonell. [Чинний 2005–07–01]. Вид. офіц. Київ, 2004. 24 с. URL:http://csm.kiev.ua

31. ДСТУ ISO 6888–1:2003. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування коагулазопозитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 1. Метод з використанням агарового середовища Беару-Паркера. [Чинний від 2004–10–01]. Вид. офіц. Київ, 2004. 14 с. URL:http://csm.kiev.ua

32. ДСТУ 7444–2013. Продукти харчові. Методи виявлення бактерій родів *Proteus*, *Morganella*, *Providencia* [Чинний від 2014–07–01]. Вид. офіц. Київ, 2013. 19 с. URL:<http://csm.kiev.ua>

33. ДСТУ ISO 7937–2006. Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод визначення кількості *Clostridium perfringens*. Техніка підрахування колоній. [Чинний 2007–10–01] Вид. офіц. Київ, 2006. 18 с. URL:<http://csm.kiev.ua>

34. ДСТУ ISO 11290–1:2003. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення. [Чинний від 2004–10–01]. Вид. офіц. Київ, 2003. 22 с. URL:<http://csm.kiev.ua>

35. Методичні вказівки щодо використання інфузорії Тетрахімена піріформіс (мікрометод) для токсикоз-біологічної оцінки сільськогосподарських продуктів та води / П.В. Микитюк та ін. Біла Церква, 2004. 22 с.

36. ДСТУ 4823.2:2007. Продукти м'ясні органічне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. [Чинний від 2009–01–01]. Вид. офіц. Київ, 2008. 14 с. URL:<http://csm.kiev.ua>

37. García L.J., de Vicente M., Galán B. Microalgae have been used for centuries to provide nourishment to humans and animals, only very recently they have become much more widely cultured and harvested at large industrial scale. *Microbial Biotechnology*. 2017. Vol. 10. Issue. 5. P. 1017–1024. DOI:10.1111/1751-7915.12800

38. Influence of dietary *Chlorella vulgaris* and carbohydrate-active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens / C.M. Alfaia et al. *Poult. Sci.* 2021. Vol. 100. P. 926–937. DOI:10.1016/j.psj.2020.11.034

39. Effects of dietary supplementation with freshwater microalgae on growth performance, nutrient digestibility and gut health in weaned piglets / H. Furbeyre et al. *Animal*. 2017. Vol. 11. P. 183–192. DOI:10.1017/S1751731116001543

40. Anjalai K. Effect of dietary supplementation of *Chlorella vulgaris* (green microalgae) on egg quality characteristics of Japanese quail. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2020. Vol. 24. P. 51–55.

41. Microalgae as source of functional ingredients in new-generation foods: challenges, technological effects, biological activity, and regulatory issues / V.P. Barros de Medeiros et al. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022. Vol. 62 (18). P. 4929–4950. DOI:10.1080/10408398.2021.1879729

42. Effects of microalgae, with or without xylanase supplementation, on growth performance, organs development, and gut health parameters of broiler chickens / P. Mishra et al. *Poultry Science*, 2023. Vol. 102 (11). 103056 p. DOI:10.1016/j.psj.2023.103056

43. Algae as an alternative source of protein in poultry diets for sustainable production and disease resistance: present status and future considerations / A.A.A. Abdel-Wareth et al. *J. Front Vet Sci*. 2024. Vol. 11:1382163. DOI:10.3389/fvets.2024.1382163

44. What is in store for eps microalgae in the next decade? / G. Pierre et al. *Molecules*. 2019. 24 (23). 4296 p. DOI:10.3390/molecules24234296

REFERENCES

1. Camacho, F., Macedo, A., Malcata, F. (2019). Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a short review. *Mar Drugs*. Vol. 17 (6), 312 p. DOI:10.3390/md17060312

2. Andrade, L.M., Andrade, C.J., Dias, M., Nascimento, C.A.O., Mendes, M.A. (2018). *Chlorella* and *spirulina* microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview. *MOJ Food Process Technol*. Vol. 6 (1), pp. 45–58. DOI:10.15406/mojfpt.2018.06.00144

3. Valente, L.M.P., Cabrita, A.R.J., Maia, M.R.G., Valente, I.M., Engrola, S., Fonseca, A.J.M. (2021) Microalgae as feed ingredients for livestock production and aquaculture. *Microalgae*. Cambridge, MA: Academic Press, pp. 239–312.

4. Araújo, R., Calderón, F., López, J., Azevedo, I., Bruhn, A., Fluch, S. (2021). Current status of the algae production industry in Europe: an emerging sector of the blue bioeconomy. *Front Mar Sci*. Vol. 7:626389. DOI:10.3389/fmars.2020.626389

5. Tibbetts, S.M. (2018). The potential for 'next-generation', microalgae-based feed ingredients for salmonid aquaculture in context of the blue revolution. *Microalgal Biotechnology*. DOI:10.5772/intechopen.73551

6. Villarruel-López, A., Ascencio, F., Nuño, K. (2017). Microalgae, a potential natural functional food source – a review. *Pol J Food Nutr Sci*, Vol. 67 (4), pp. 251–263. DOI:10.1515/pjfn-2017-0017

7. Costa, M.M., Spínola, M.P., Prates, J.A.M. (2024). Microalgae as an Alternative Mineral Source in Poultry Nutrition. *Vet Sci*. Vol. 20, 11 (1), 44 p. DOI:10.3390/vetsci11010044

8. Patel, A.K., Singhania, R.R., Awasthi, M.K., Varjani, S., Bhatia, S.K., Tsai, M.L., Hsieh, S.L., Chen, C.W., Dong, C.D. (2021). Emerging prospects of macro- and microalgae as prebiotic. *Microb Cell Fact*. Vol. 5, 20 (1), 112 p. DOI:10.1186/s12934-021-01601-7

9. Yan, L., Kim, I.H. (2013). Effects of dietary ω-3 fatty acid-enriched microalgae supplementation on growth performance, blood profiles, meat quality, and fatty acid composition of meat in broilers. *J. Appl. Anim. Res.*, Vol. 41, pp. 392–397. DOI:10.1080/09712119.2013.787361

10. Madeira, M.S., Cardoso, C., Lopes, P.A., Coelho, D., Afonso, C., Bandarra, N.M., Prates, J.A.M. (2017). Microalgae as feed ingredients for livestock production and meat quality: a review. *Livest. Sci*. Vol. 205, pp. 111–121. DOI:10.1016/j.livsci.2017.09.020

11. De Jesus Raposo, M.F., De Moraes, A.M.M.B., De Moraes, R.M.S.C. (2016). Emergent sources of prebiotics: Seaweeds and microalgae. *Mar. Drugs*. Vol. 14, 27 p. DOI:10.3390/md14020027

12. Kotrbáček, V., Doubek, J., Doucha, J. (2015). The chlorococcalean alga *chlorella* in animal nutrition: a review. *J. Appl. Phycol*, Vol. 27, pp. 2173–2180. DOI:10.1007/s10811-014-0516-y

13. Abdeen, A., Elsabagh, R., Elbasuni, S.S., Said, A.M., Abdelkader, A., El-Far, A.H., Ibrahim, S.F., Mihaela, O., Fericean, L., Abdelfattah, A.M.,

El-Hewaity, M., Elbarbary, N., Kadah, A.Y., Ibrahim, S.S. (2023). Microalgae (*Chlorella vulgaris*) attenuates aflatoxin-associated renal injury. *Front Pharmacol.* Vol. 14:1291965. DOI:10.3389/fphar.2023.1291965. PMID: 38205372; PMCID: PMC10777483.

14. Saadaoui, I., Rasheed, R., Aguilar, A., Cherif, M., Al Jabri, H., Sayadi, S., Manning, S.R. (2021). Microalgal-based feed: promising alternative feedstocks for livestock and poultry production. *J Anim Sci Biotechnol.* Vol. 12 (1), 76 p. DOI:10.1186/s40104-021-00593-z

15. Barkia, I., Saari, N., Manning, S.R. (2019). Microalgae for high-value products towards human health and nutrition. *Mar Drugs.* Vol. 17 (5), 304 p. DOI:10.3390/md17050304

16. Heussner, A.H., Mazija, L., Fastner, J., Dietrich, D.R. (2012). Toxin content and cytotoxicity of algal dietary supplements. *Toxicol Appl Pharmacol.* Vol. 265 (2), pp. 263–271. DOI:10.1016/j.taap.2012.10.005

17. Henao, E., Murphy, P.J., Falfushynska, H., Horyn, O., Evans, D.M., Klimaszuk, P., Rzymiski, P. (2020). Polymethoxy-1-alkenes screening of chlorella and spirulina food supplements coupled with in vivo toxicity studies. *Toxins (Basel).* Vol. 12 (2), 111 p. DOI:10.3390/toxins12020111

18. Yim, H.E., Yoo, K.H., Seo, W.H., Won, N.H., Hong, Y.S., Lee, J.W. (2007). Acute tubulointerstitial nephritis following ingestion of Chlorella tablets. *Pediatr Nephrol.* Vol. 22 (6), pp. 887–888. DOI:10.1007/s00467-006-0420-z

19. Görs, M., Schumann, R., Hepperle, D., Karsten, U. (2010). Quality analysis of commercial chlorella products used as dietary supplement in human nutrition. *J. Appl. Phycol.*, Vol. 22, pp. 265–276. DOI:10.1007/s10811-009-9455-4

20. Muys, M., Sui, Y., Schwaiger, B., Lesueur, C., Vandenheuve, D., Vermeir, P., Vlaeminck, S.E. (2019). High Variability in Nutritional Value and Safety of Commercially Available Chlorella and Spirulina Biomass Indicates the Need for Smart Production Strategies. *Bioresour. Technol.* Vol. 275, pp. 247–257. DOI:10.1016/j.biortech.2018.12.059

21. Bogatko, N.M. (2020). Sanitarno-gigienichnyj stan holodyl'nyh kamer ta ob'ektiv za zberigannja m'jasa zabijnyh tvaryn na potuzhnostjah z ih vyrobnyctva ta obigu [Sanitary and hygienic condition of refrigerating chambers and facilities for storing meat of slaughtered animals at facilities for their production and circulation]. *Naukovyj visnyk L'viv'skogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotekhnologii' im. S.Z. Gzhye'kogo* [Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzytsky]. *Veterynarni nauky [Veterinary sciences]*. Vol. 22, pp. 8–19. DOI:10.32718/nvlvet9902 (In Ukrainian).

22. Pravyla peredzabijnogo veterynarnogo ogljadu tvaryn i veterynarno-sanitarnoi' ekspertyzy m'jasa ta m'jasnyh produktiv, zatverdzeni nakazom Golovy Derzhdepartamentu veterynarnoi' medycyny za № 28 vid 7.06.2002 r. ta zarejestrovani v Minjusti Ukrai'ny 21.06.2002 za № 524/6812. Pro zatverdzhennja Pravyl peredzabi...vid 07.06.2002 № 28 [Rules of pre-slaugh-

ter veterinary inspection of animals and veterinary-sanitary examination of meat and meat products, approved by the order of the Chairman of the State Department of Veterinary Medicine for № 28 from 7.06.2002 and registered in the Ministry of Justice of Ukraine on 21.06.2002 for № 524/6812. About the statement of Rules of pre - order ... from 07.06.2002 № 28.]. *Kyiv, 2002, 27 p.* Available at:<https://rada.gov.ua> (In Ukrainian).

23. RST USSR 2002–90. M'jaso perepeliv. Tehnichni umovy. [Chynnyj vid 1991–01–01] *Vyd. ofic. Kyi'v [PCT of the Ukrainian SSR 2002–90. Quail meat. Specifications. [Effective from 1991–01–01]. Kind. oficer Kyiv, 1991, 9 p.* Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).

24. DSTU 7992:2015. M'jaso ta m'jasna syrovyna. Metody vidbyrannja prob ta organoleptychnogo ocinjuvannja svizhosti [Chynnyj 2017–01–01] *Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 7992: 2015. Meat and raw meat. Methods of sampling and organoleptic evaluation of freshness [Current 2017-01-01]. Kind. officer Kyiv, 2015, 10 p.* Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).

25. DSTU ISO 2917–2001. M'jaso ta m'jasni produkti. Vznachennja RN (kontrol'nij metod) (ISO 2917:1974, IDT) [Chinnij vid 2003–01–01] *Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU ISO 2917–2001. Meat and meat products. Determination of PH (control method) (ISO 2917: 1974, IDT) [Effective from 2003-01-01]. Kind. officer Kyiv, 10 p.* Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).

26. DSTU 8253:2015. M'jaso ptyci. Metody himichnogo analizuvannja svizhosti. [Chynnyj vid 07.–01.–2017] *Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 8253: 2015. Poultry meat. Methods of chemical analysis of freshness. [Valid from 07. – 01. – 2017]. Kind. officer Kyiv, 2015, 17 p.* Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).

27. Bogatko, N.M., Bukalova, N.V., Prilipko, T.M., Gruba, G.M., Bogatko, D.L. Sposib bakterioskopichnogo ocinjuvannja stupenja obsimeninnja m'jasa ptyci mikroorganizmamy: pat. 97931 Ukrai'ny, MPK G01N 33/12 (2006.01). № u 2014 11787; zajavl. 31.10.2014; opubl. 10.04.2015, Bjul. № 7. 4 s. Sposib bakterioskopichnogo ocinjuvannja stupenja obsimeninnja m'jasa ptyci mikroorganizmamy – UA 9793 [Method for bacterioscopic assessment of the degree of contamination of poultry meat with microorganisms: pat. 97931 Ukraine, IPC G01N 33/12 (2006.01). № in 2014 11787; declared 31.10.2014; publ. 10.04.2015, Bull. № 7. 4 p. Method of bacterioscopic assessment of the degree of contamination of poultry meat with microorganisms – UA 9793]. Available at:<http://uapatents.com> (In Ukrainian).

28. DSTU 8446:2015. Produkty harchovi. Metody vyznachennja kil'kosti mezofil'nyh aerobnyh ta fakultatyvno-anaerobnyh mikroorganizmiv. [chynnyj vid 2017–07–01] *Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 8446: 2015. Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. [Effective from 2017-07-01]. Kind. officer Kyiv, 2017, 16 p.* Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).

29. DSTU 8381:2015. M'jaso ta m'jasni produkti. Organizacija ta metodi mikrobiologichnih doslidzhen' [Chinnij vid 01.07.2017] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 8381:2015. Meat and meat products. Organization and methods of microbiological research [Effective from 01.07.2017]. Kind. officer Kyiv, 2017, 48 p. Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
30. DSTU EN 12824:2004. Mikrobiologija harchovih produktiv i kormiv dlja tvarin. Gorizonta'lnij metod vijavlennja Salmonell. [Chinnij 2005–07–01]. Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU EN 12824: 2004. Microbiology of food and animal feed. Horizontal method of Salmonell detection. [Current 2005-07-01]. Kind. officer Kyiv, 2004, 24 p. Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
31. DSTU ISO 6888–1:2003. Mikrobiologija harchovih produktiv i kormiv dlja tvarin. Gorizonta'lnij metod pidrahuvannja koagulazopozytyvnyh stafilokokiv (Staphylococcus aureus ta inshyh vydiv). Chastyna 1. Metod z vykorystannjam agarovogo sere-dovyshha Bearu-Parkera. [Chynnyj vid 2004–10–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU ISO 6888–1: 2003. Microbiology of food and animal feed. Horizontal method of counting coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species). Part 1. Method using Bear-Parker agar medium. [Effective from 2004-10-01]. Kind. officer Kyiv, 2004, 14 p. Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
32. DSTU 7444–2013. Produkty harchovi. Metody vyjavlennja bakterij rodiv Proteus, Morganella, Providencia [Chynnyj vid 2014–07–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 7444–2013. Food products. Methods for detecting bacteria of the genera Proteus, Morganella, Providence [Effective from 2014-07-01]. Kind. officer Kyiv, 2013, 19 p. Available at:<http://csm.kiev.ua>] DSTU ISO 7937–2006. (In Ukrainian).
33. DSTU ISO 7937–2006. Mikrobiologija harchovih produktiv i kormiv dlja tvarin. Gorizonta'lnij metod vyznachennja kil'kosti Clostridium perfringens. Tehnika pidrahuvannja kolonij. [Chynnyj 2007–10–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU ISO 7937–2006. Microbiology of food and animal feed. Horizontal method for determining the amount of Clostridium perfringens. Colony counting technique. [Current 2007–10–01] Kind. officer Kyiv, 2006, 18 p. Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
34. DSTU ISO 11290–1:2003. Mikrobiologija harchovih produktiv ta kormiv dlja tvarin. Gorizonta'lnij metod vijavlennja ta pidrahuvannja Listeria monocytogenes. Chastina 1. Metod vijavlennja. [Chinnij vid 2004–10–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU ISO 11290–1: 2003. Microbiology of food and animal feed. Horizontal method for detection and counting of Listeria monocytogenes. Part 1. Detection method. [Effective from 2004-10-01]. Kind. officer Kyiv, 2003, 22 p. Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
35. Mikitjuk, P.V. (2004). Metodychni vkazivky shhodo vykorystannja infuzorii' Tetrahymena piriformije (mikrometod) dlja toksykoz-biologichnoi' ocinky sil'skogospodars'kyh produktiv ta vody [Methodological guidelines for the use of Tetrahymena piriformia infusoria (micromethod) for toxicological and biological assessment of agricultural products and water]. Bila Tserkva, 22 p. (In Ukrainian).
36. DSTU 4823.2:2007. Produkty m'jasni organoleptichne ocinjuvannja pokaznikov jakosti. Chastina 2. Zagal'ni vimogi. [Chinnij vid 2009–01–01] Vyd. ofic. Kyi'v [DSTU 4823.2: 2007. Meat products organoleptic evaluation of quality indicators. Part 2. General requirements. [Effective from 2009-01-01]. Kind. officer Kyiv, 2008, 14 p. Available at:<http://csm.kiev.ua> (In Ukrainian).
37. García, J.L., de Vicente, M., Galán, B. (2017). Microalgae have been used for centuries to provide nourishment to humans and animals, only very recently they have become much more widely cultured and harvested at large industrial scale. Microbial Biotechnology. Vol. 10, Issue 5, pp. 1017–1024. DOI:10.1111/1751-7915.12800
38. Alfaia, C.M., Pestana, J.M., Rodrigues, M., Coelho, D., Aires, M.J., Ribeiro, D.M., Major, V.T., Martins, C.F., Santos, H., Lopes, P.A. (2021). Influence of dietary *Chlorella vulgaris* and carbohydrate-active enzymes on growth performance, meat quality and lipid composition of broiler chickens. Poultry Science. Vol. 100, pp. 926–937. DOI:10.1016/j.psj.2020.11.034
39. Furbeyre, H., Van Milgen, J., Mener, T., Gloaguen, M., Labussière, E. (2017). Effects of dietary supplementation with freshwater microalgae on growth performance, nutrient digestibility and gut health in weaned piglets. Animal. Vol. 11, pp. 183–192. DOI:10.1017/S1751731116001543
40. Anjalai, K. (2020). Effect of dietary supplementation of *Chlorella vulgaris* (green microalgae) on egg quality characteristics of Japanese quail. Annals of the Romanian Society for Cell Biology. Vol. 24, pp. 51–55.
41. Barros de Medeiros, V.P., da Costa, W.K.A., da Silva, R.T., Pimentel, T.C., Magnani, M. (2022). Microalgae as source of functional ingredients in new-generation foods: challenges, technological effects, biological activity, and regulatory issues. Crit Rev Food Sci Nutr. Vol. 62 (18), pp. 4929–4950. DOI:10.1080/10408398.2021.1879729
42. Mishra, P., Das, R., Chaudhary, A., Mishra, B., Jha, R. (2023). Effects of microalgae, with or without xylanase supplementation, on growth performance, organs development, and gut health parameters of broiler chickens. Poultry Science, Vol. 102 (11), 103056 p. DOI:10.1016/j.psj.2023. 103056
43. Abdel-Wareth, A.A.A., Williams, A.N., Salahuddin, M., Gadekar, S., Lohakare, J. (2024). Algae as an alternative source of protein in poultry diets for sustainable production and disease resistance: present status and future considerations. J. Front Vet Sci., Vol. 11:1382163. DOI:10.3389/ fvets.2024.1382163
44. Pierre, G., Delattre, C., Dubessay, P., Jubeau, S., Vialleix, C., Cadoret, J.P., Probert, I., Michaud, P. (2019). What is in store for eps microalgae in the next decade? Molecules. Vol. 24 (23), 4296 p. DOI:10.3390/molecules24234296

Safety of quail meat after drinking *Chlorella* suspension

Zotsenko V., Ostrovskiy D., Bogatko N., Grishko V.

Green algae *Chlorella* is positioned as a biologically active feed additive that includes proteins, polysaccharides, vitamins, minerals, glycoproteins and β -glucans. Adding a small amount of them to the diet has a positive effect on the health and welfare of animals and poultry. However, their use in poultry farming requires an analysis of the quality and safety of the obtained products for the consumer. The purpose of the study is to assess the safety and quality of quail meat after drinking a suspension of *Chlorella vulgaris* microalgae. The object of study were quails of the Pharaoh breed, at the age of one day they were divided into two groups: experimental and control, 30 heads in each. The birds were kept in cages with free access to food and water. The quails of the research group were given a *Chlorella* suspension (DSTU EK ISO 8692:2022 EN) in their drinking water. For drinking, the prepared *Chlorella* suspension was diluted with drinking water to a concentration of $2 \cdot 10^6$ cells/ml grown in a glass fermenter.

Weighing of quails was carried out weekly starting from day-old age. Drinking the suspension of *Chlorella vulgaris* increased the live weight of quail by 13.2 ($p < 0.05$) compared to the control. Pre-slaughter exam-

ination of quails of both groups revealed a satisfactory clinical condition of the bird. An examination of 20 quail carcasses showed that they can be attributed to the first grade. According to organoleptic indicators, quail meat in the veterinary and sanitary sense belongs to benign quality. The conducted microbiological studies of quail meat show that there is no effect of the microalgae *Chlorella sorokiniana* in the applied doses on its bacterial contamination. The chemical parameters of the meat (pH, amino ammonia nitrogen, volatile fatty acids) during storage in the refrigerator (5 days, $t = 4-5$ °C) tended to increase and were within the normal range for a fresh product. During microscopy, m ulcer tissue and its disintegration were not detected in quails of both groups. The biological value of quail meat of both groups was identical, and there was no toxicity. The tasting evaluation of the broth and meat showed that drinking the microalgae *Chlorella sorokiniana* does not affect the studied taste indicators. Therefore, the meat of quails that received the microalgae *Chlorella sorokiniana* feed additive with water is of good quality according to the veterinary and sanitary examination, which allows it to be used for human consumption without restrictions.

Key words: poultry, microalgae, organoleptic evaluation, microbial contamination, biological value, tasting evaluation.



Copyright: Зоценко В.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Зоценко В.М.

<https://orcid.org/0000-0001-8908-6688>

Островський Д.М.

<https://orcid.org/0000-0002-3901-4667>

Богатко Н.М.

<https://orcid.org/0000-0002-1566-1026>

Гришко В.А.

<https://orcid.org/0000-0002-0340-513X>

ПАРАЗИТАРНІ ХВОРОБИ

УДК 636.8.09:616.995.1-07

Діагностика легеневого гельмінтозу котів спричиненого *Aelurostrongylus abstrusus*

Кравченко А. І., Левицька В. А.

Подільський державний університет

✉ Кравченко А. І. kpraba2@gmail.com; Левицька В. А. levytska28@gmail.com



Кравченко А. І., Левицька В. А. Діагностика легеневого гельмінтозу котів спричиненого *Aelurostrongylus abstrusus*. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 72–78.

Kravchenko A., Levytska V. Biagnosis of feline pulmonary helminthiasis caused by *Aelurostrongylus abstrusus*. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 72–78.

Рукопис отримано: 01.04.2024 р.

Прийнято: 15.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-72-78

Легеневий гельмінтоз котів, спричинений *A. abstrusus* реєструють у багатьох країнах світу. В дослідженні описано виявлення елюростронгільозу серед домашніх котів в Україні. Для досліджень були відібрані спонтанно інвазовані коти, у яких спостерігалися ознаки ураження легень. Основною проблемою у всіх тварин був постійний або періодичний кашель. За рентгенологічною картиною було встановлено різного ступеня ураження легеневої тканини від помірного до значного. Судинний малюнок був посилений. Спостерігалось чітке підвищення щільності структури з ознаками набряку. За морфологічними дослідженнями крові було виявлено незначний лейкоцитоз ($15,5 \pm 1,34$ Г/Л) та еозинофілію ($6,0 \pm 0,01$ %). Під час дослідження фекалій за методом Бермана, було виявлено личинки першої стадії *A. abstrusus*, у двох з 47 котів. За проведення БАЛ серед 47 тварин, у 43 котів у змиві під час мікроскопічного дослідження було виявлено рухливих паразитів *A. abstrusus* першої стадії. За результатами лабораторних досліджень альвеолярний лаваж демонструє вищу ефективність виявлення паразитів (48,8 %) у порівнянні з методом Бермана (17,1 %), що необхідно враховувати за встановлення діагнозу. Діагноз *A. abstrusus* ускладнений відсутністю специфічних клінічних ознак та обмеженнями діагностичних методів. Усі методи копроскопічного дослідження, які використовують для виявлення личинок *A. abstrusus* у фекаліях, можуть показати хибно-негативні результати через низьку концентрацію личинок у зразку та недостатню морфологічну диференціацію від інших личинок гельмінтів. Отже, для діагностики елюростронгільозу важливо використовувати інтегрований підхід, що поєднує методи копромікроскопії, з аналізом крові та рентгенологічними дослідженнями. Лише після проведення правильної діагностики можливо сформулювати надійний прогноз та розробити найбільш ефективний план лікування для пацієнта. Для ветеринарного лікаря елюростронгільоз має бути включений до диференційних діагнозів серед котів. Є необхідність досліджень в Україні для кращого розуміння епізоотології, ризиків та контролю за поширенням *A. abstrusus* серед котячої популяції.

Ключові слова: *Aelurostrongylus abstrusus*, гельмінти, коти, паразитарні хвороби, легеневий гельмінтоз, діагностика.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Респіраторні патології котів займають значне місце у ветеринарній практиці. Хвороби легень паразитарної етіології у кішок в Україні діагностують нечасто. Це може бути пов'язано із відсутністю відомостей про їх поширення, недостатню вивченість і відсутність даних у літературі. Впродовж останніх декад у глобальних масштабах відбуваються зміни ареалів поширення багатьох збудників, що спричинено кліматичними змінами, глобальною міграцією та іншими чинниками. Незважаючи на те, що ареали багатьох збудників паразитозів розширюються на територію України, ці інвазії на практиці не діагностуються, що, очевидно, пояснюється недостатньою освіченістю ветеринарних працівників, а також особливостями методів їх діагностики.

Aelurostrongylus abstrusus є паразитичною нематодою, яка уражує бронхи та альвеоли легень у котів. Цей паразит належить до надроду *Metastrongylidae* і є найпоширенішим легневим гельмінтом серед котів у світі та Європі, який зумовлює респіраторні патології у котів, пошкоджуючи легеневу тканину, спричиняючи важкі форми хвороби, інколи призводячи до летальних наслідків [1, 14]. В Україні *A. abstrusus* не вивчений, дослідження цієї інвазії не проводили, однак гельмінтоз значно поширений серед котів. Дослідниками зафіксовані та описані випадки інвазії у багатьох регіонах світу, а саме – Албанії, Хорватії, Греції, Італії, Австрії, Бельгії, Болгарії, Франції, Угорщині, Португалії, Румунії, Іспанії, Швейцарії, Великій Британії, США, Східному Карибському басейні, та серед диких котячих Південної Америки. Екстенсивність інвазії за різними методами досліджень становила від 0,3 до 48 % у різних групах [2, 5, 7].

Гельмінт *A. abstrusus* – це нематода з типовою циліндричною формою тіла, яке злегка закруглене на кінцях. Самці зазвичай менші за самок і мають особливі репродуктивні органи, за допомогою яких їх можна ідентифікувати під мікроскопом [7, 10]. Життєвий цикл починається, коли інвазовані коти виділяють личинки першої стадії разом зі своїми фекаліями після міграції личинок із легень у кишківник. Личинки першої стадії потребують проміжного хазяїна для подальшого розвитку, яким зазвичай є моллюски – равлики та слимаки [10]. Гризуни, рептилії, земноводні та птахи можуть бути резервуарними хазяїнами. Оскільки моллюски є частиною раціону таких тварин як жаби, ящірки та змії, деякі види птахів і гризунів можуть слугувати резервуаром личинок третьої стадії, стаючи важливою ланкою у пе-

редачі збудника до котів [9]. Коти інвазуються *A. abstrusus*, поїдаючи заражених моллюсків. Дорослі особини локалізуються в альвеолах та бронхіолах дефінітивного хазяїна. Самки відкладають яйця в паренхіму легень та у малих кровоносних судинах, де розвиваються личинки першої стадії. Личинки першої стадії мігрують через бронхи та трахею до глотки, де заковтуються твариною, і потрапляють у навколишнє середовище з калом. Перетворення личинки першої стадії в личинку третьої стадії відбувається в тілі проміжних хазяїв [14, 15].

Клінічні ознаки за елуростронгілозу у котів є нехарактерними і можуть не обмежуватися лише респіраторними симптомами та анорексією [18, 20]. Крім того у котів були зареєстровані коінвазії *A. abstrusus* з іншими легневими гельмінтами – *Troglostrongylus brevior*, *Oslerus rostratus*, *Angiostrongylus chabaudi* [8]. Клінічно хвороба може перебігати безсимптомно, або від легкої до важкої клінічної форми [17, 19]. Найчастіше спостерігається періодичний кашель, чхання, диспноя, анорексія, кахексія, черевне дихання, слизово-гнійні виділення, які можуть бути ознаками пневмонії від помірної до важкої [4, 11, 18, 20]. Виділення з носових ходів та чхання не має вирішального значення за діагностики гельмінтозу, спричиненого *A. abstrusus* [11, 16]. За морфологічним аналізом крові інколи наявний незначний лейкоцитоз та еозинофілія [5].

Діагностика елуростронгілозу не розроблена. Здебільшого використовують поєднання різних методів, від копрологічних до імуноферментних. Золотим стандартом діагностики вважається метод Бермана для виявлення личинок першої стадії [6]. Однак флотаційні методи досліджень були вдосконалені і за порівняльного аналізу сучасний метод FLOTAC виявився більш чутливим, ніж метод Бермана, МакМастера та Вісконсіна [22]. Проте всі копроскопічні методи досліджень можуть демонструвати хибно негативні результати через те, що виділення личинок першої стадії відбувається не постійно [23]. Широко використовують рентгенографію органів грудної порожнини [12, 21], та бронхоальвеолярний лаваж (БАЛ). БАЛ не завжди можливий та доцільний з огляду на складність методу [4, 5] та важкість прогнозування виживання тварини з використанням седації [13]. Найбільш точною і специфічною є діагностика з використанням ПЛР або ІФА [3].

Мета дослідження. Вивчити поширеність елуростронгілозу серед котячої популяції в м. Ужгород, використовуючи різні методи, та вивчити їх ефективність.

Матеріал і методи дослідження. Для досліджень були відібрані спонтанно інвазовані коти, у яких спостерігалися ознаки ураження легень. Коти мали можливість вільного виходу. Дослідження тварин проводили на базі ветеринарного центру ЛікоВеТ, Закарпатська область, місто Ужгород, упродовж 2021–2024 рр. За цей час досліджено 326 тварин. Діагноз встановлювали комплексно, на основі епізоотологічних даних, клінічних ознак та результатів лабораторних досліджень. Згідно з протоколом дослідження, тварин власники залишали в стаціонарному відділенні для проведення досліджень на 3–5 діб. Тварин розміщували в окремі бокси (для збору фекалій).

Відбір крові проводили з передньої кінцівки (*V. cephalica lateralis*). Для відбору крові використовували пробірки 2 мл з КЗЕДТА. Також проводили патолого-анатомічне дослідження загиблих тварин за методом Шора.

Фекалії відбирали в клінічних умовах, тварини знаходились на стаціонарному лікуванні. Копрологічні дослідження проводили за методом Бермана. Паразитів ідентифікували за загальноприйнятими методиками. Рентгенологічні дослідження проводили за допомогою плоскопанельного детектора рентгенівського випромінювання для ветеринарії VIVIX-S 1717V. Тварин без використання седативних препаратів розміщали на рентген-прозорому столі, на лівому боці, в латеральній і дорсовентральній позиції та робили знімок.

Тваринам проводили бронхоальвеолярний лаваж. Встановлювали внутрішньовенний катетер на передню кінцівку (*V. cephalica lateralis*), для седації використовували ветеринарний комерційний препарат (пропофол 0,1 %). Після цього інтубували трахею, далі зонд занурювали в ділянку бронхів, під тиском стерильним 10 мл шприцом подавали дистильовану воду з подальшою аспірацією. Отримані зразки досліджували під мікроскопом (BIOSCOPE IQ LED, фотокамера Micromed MDC–500). Морфологічний аналіз крові проводили на гематологічному аналізаторі Mindrey BC-2800 vet.

Результати досліджень. Упродовж періоду з 2021 до 2024 рр. у клініку звернулися власники 47 котів з ознаками респіраторних хвороб, а саме кашлю. Тварини були різного віку від 4 місяців до 9 років, 32 самці і 15 самок. Усі тварини мали вільний доступ до вулиці та полювання. З анамнезу відомо, що тварини періодично мали ознаки задишки, кашлю. Відмічали зниження або повну відсутність апетиту. Під час клінічного огляду у декількох тварин шерсть виглядала скуйовдженою, з кірочками і лущенням. Тургор шкіри був без особливостей.

Кахексія не спостерігалась. Рефлекси збережені. Власники не могли надати інформацію щодо виділення сечі та випорожнень, оскільки тварини мали вільний доступ до вулиці. За аускультатії легень прослуховувалися хрипи, дихання було напружене. У десяти тварин з дослідження відмічали ціанотичні слизові оболонки, прискорене дихання з відкритим ротом – більше 40 дихальних рухів за хвилину. У деяких тварин прослідковувалась лімфаденопатія (підщелепові лімфатичні вузли). Основною проблемою, яка спостерігалась у всіх тварин був постійний або періодичний кашель. Протипаразитарну обробку проводили рідко, один раз на шість – десять місяців або зовсім не проводили.

Усім тваринам проводили рентгенографію, а саме дослідження органів грудної порожнини. За рентгенологічною картиною було встановлено різного ступеня ураження легеневої тканини від помірного до значного. Судинний малюнок був посилений. Спостерігалось чітке підвищення щільності структури з ознаками набряку (рис. 1).

За морфологічними дослідженнями крові було виявлено незначний лейкоцитоз, із середнім показником $15,5 \pm 1,34$ Г/Л та еозинофілію, середні значення $6,0 \pm 0,01\%$. Еритроцити знаходились в референтних значеннях $9,8 \pm 1,5$ Т/л (табл. 1).

Під час дослідження фекалій за методом Бермана, було виявлено личинки першої стадії *A. abstrusus*, у двох з 47 котів (рис. 2). Ідентифікацію личинок проводили за морфологічними ознаками [10].

Під час проведення БАЛ серед 47 тварин, у 43 котів у змиві за мікроскопічного дослідження було виявлено рухливих паразитів *A. abstrusus* першої стадії (рис. 3). Для проведення БАЛ використовували седацію.

Патолого-анатомічне дослідження було проведено п'ятьом загиблим тваринам. В грудній порожнині була наявна невелика кількість вільної рідини. Легенева тканина набрякла, візуалізувалися множинні конгломерати білого кольору, без чітких контурів. Наявні ущільнені ділянки з ознаками крововиливів. Просвіт легеневих судин розширений (рис. 4).

Обговорення. Легеневий гельмінтоз котів, спричинений *A. abstrusus* реєструють у багатьох країнах світу [1, 5]. У дослідженні вперше описано виявлення елоростронгільозу серед домашніх котів в Україні. Самці мають дещо вищу частоту виявлення паразитів у порівнянні з самками, що було встановлено під час дослідження. Кількість інвазованих самок – 15, самців – 32. Вікової залежності серед хворих тварин не спостерігалось.

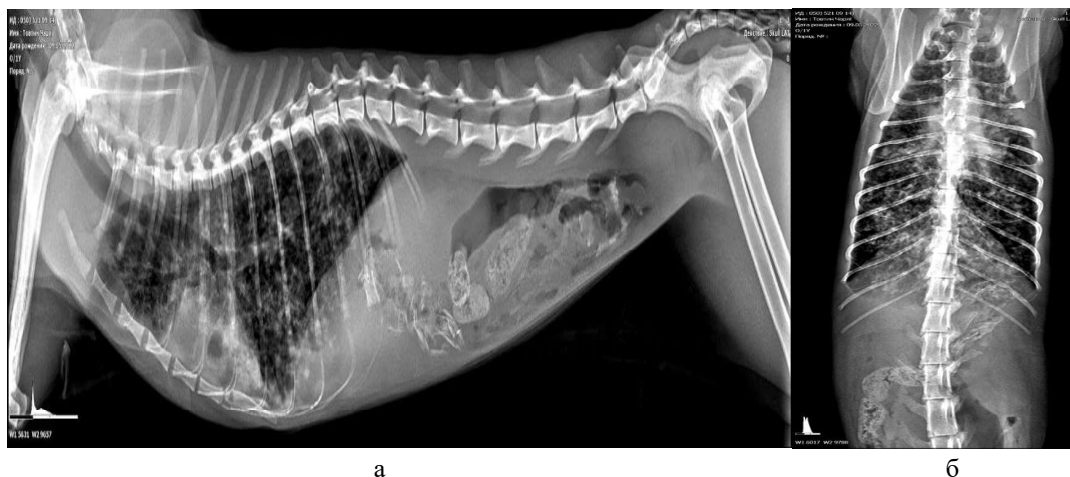


Рис. 1. Рентгенологічний знімок (латеральна ліва (а) та дорсовентральна (б) проєкції). Візуалізується виражений дифузний бронхоінтерстиціальний легеневий малюнок з перибронхіальним контуром та нечітко визначеними легневими вузлами.

Таблиця 1 – Гематологічні показники крові за інвазії *A. abstrusus* у котів (M±m, n=47)

Показник	Одиниці виміру	Показники здорових котів 4–24 місяців	Результат
Лейкоцити (WBC)	Г/Л	10,8±1,24	15,5±1,34***
Еритроцити (RBC)	Т/л	9,72±1,33	9,8±1,5
Гемоглобін (Hb)	г/л	137±2,01	137,0±2,12
Гематокрит (HCT)	%	39,3±1,27	39,2±1,23
Тромбоцити (Plt)	Г/Л	537±1,32	328,0±1,75
Лейкограма			
Еозинофіли (Eos)	%	3,0±0,01	6,0±0,01***
Паличкоядерні нейтрофіли	%	2,0±0,02	1,8±0,01
Сегментоядерні нейтрофіли (Gtn)	%	56,0±1,24	83,0±0,98
Лімфоцити (Lymph)	%	36,0±0,86	35,0±0,87
Моноцити (Mon)	%	3,0±0,01	2,9±0,01

Примітка: ***p>0,001 у порівнянні до показників фізіологічно здорових котів.

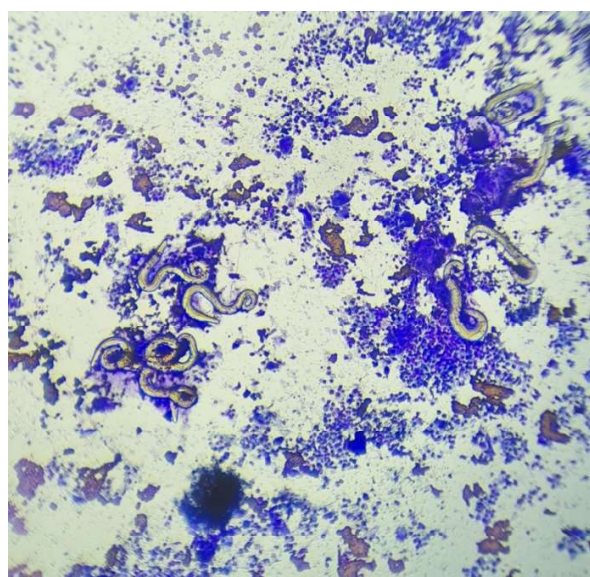


Рис. 2. Личинки першої стадії *A. abstrusus* за методом Бермана. Збільшення x 4.

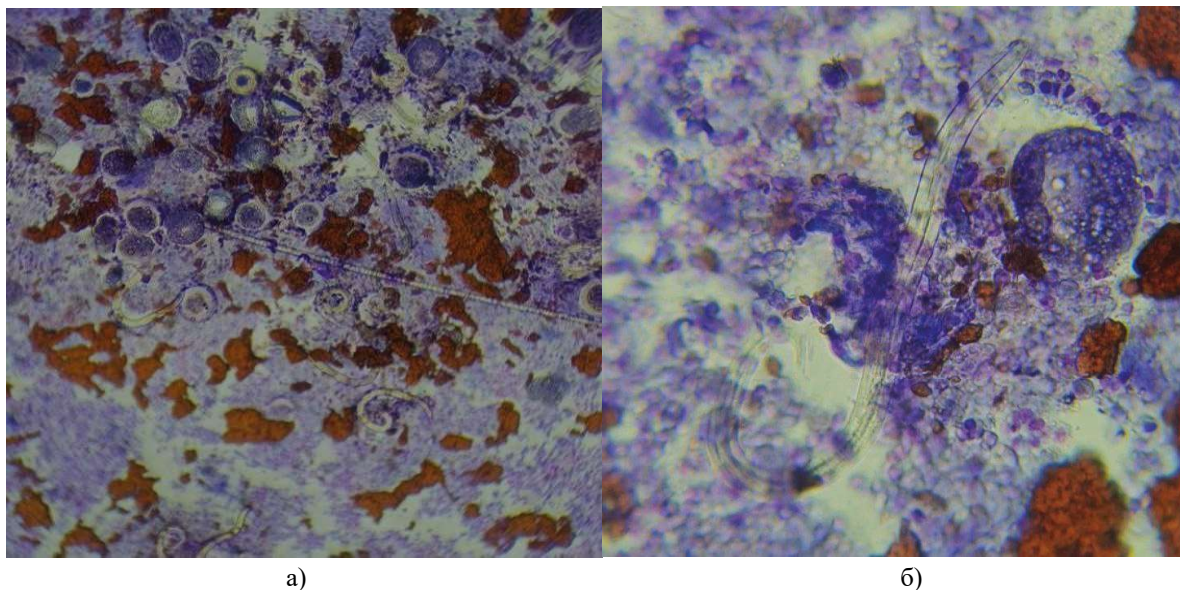


Рис. 3. Личинки першої стадії, виявлені методом БАЛ. (а) Збільшення x 4, (б) Збільшення x 40. Фарбування метиленовий синій.

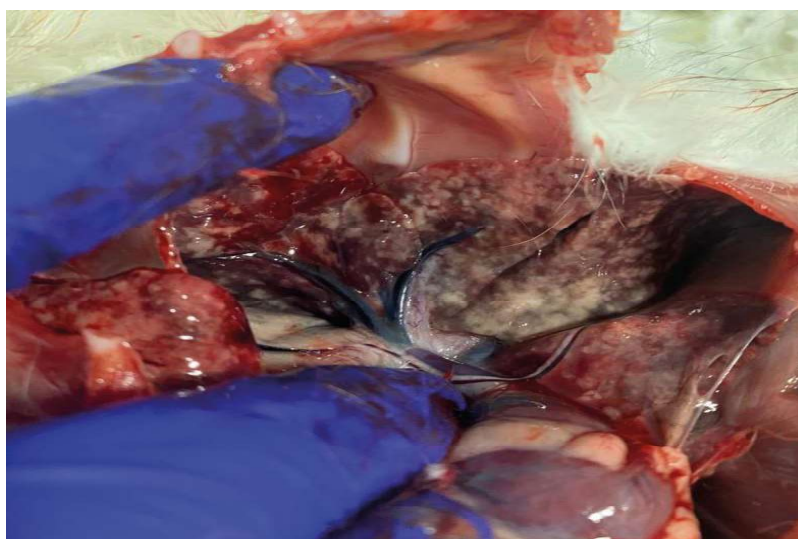


Рис. 4. Легені загиблої кішки за інвазії *A. Abstrusus*.

Діагноз встановлювали комплексно на основі загальноприйнятих методів досліджень. У попередніх дослідженнях інші автори серед хворих тварин спостерігали нехарактерні клінічні ознаки, такі як лімфаденопатія, кахексія. Серед клінічних ознак ураження респіраторної системи, найчастіше виявляли диспное, хрипи, свистіння і чхання, що узгоджується з нашими дослідженнями [4, 14].

За результатами лабораторних досліджень альвеолярний лаваж демонструє вищу ефективність виявлення паразитів (48,8 %) у порівнянні з методом Бермана (17,1 %), що необхідно враховувати за встановлення діагнозу [23]. Прийнято вважати, що метод Бермана є

золотим стандартом для виявлення личинок легеневого гельмінту у фекаліях [22]. Однак недоліками цього методу є хибно-негативні результати через низьку концентрацію личинок, наявних у фекаліях [14]. Крім того, личини *A. abstrusus* схожі на інших котячих легеневого гельмінту, тому також необхідна надійна диференціальна діагностика.

Представлені результати відповідають іншим дослідженням і вказують на те, що інтерстиціальні та бронхіальні зміни є найбільш поширеними радіологічними змінами за елюстронгільозу [12]. Рентгенівські зміни, такі як нодулярний малюнок у легенях, можуть з'являтися до виникнення клінічних ознак

і можуть корелювати з кількістю личинок першої стадії, виділеними з фекаліями. Отже, торакальна рентгенографія може бути цінним діагностичним інструментом.

Діагноз *A. abstrusus* ускладнений відсутністю специфічних клінічних ознак та обмеженнями діагностичних методів [10]. Усі методи копроскопічного дослідження, які використовують для виявлення личинок *A. abstrusus* у фекаліях, можуть показати хибно-негативні результати через низьку концентрацію личинок у зразку та недостатню морфологічну диференціацію від інших личинок гельмінтів. Ефективність копрологічного дослідження значно залежить від свіжості зразка, точності процедури та часу обробки зразка.

Молекулярні діагностичні методи мають більшу специфічність та чутливість, ніж копрологічні та гістологічні методи, і тому дозволяють точніше ідентифікувати види, які мають подібні морфологічні ознаки [3, 14]. Однак ПЛР також може показати хибно-негативний результат через недостатню кількість ДНК у зразку. Однак ці два методи є найефективнішими засобами для діагностики інвазії, спричиненої *A. abstrusus*.

Отже, для діагностики елюростронгільозу важливо використовувати інтегрований підхід, що поєднує методи копромікроскопії, з аналізом крові та рентгенологічними дослідженнями. Лише після проведення правильної діагностики можливо сформулювати надійний прогноз та розробити найбільш ефективний план лікування для пацієнта. Для ветеринарного лікаря елюростронгільоз має бути включений до диференційних діагнозів серед котів.

Є необхідність досліджень в Україні для кращого розуміння епізоотології, ризиків та контролю за поширенням *A. abstrusus* серед котячої популяції. Перспективи подальших досліджень передбачають моніторинг поширеності, оцінку ефективності лікувальних та профілактичних заходів.

Висновок. Комплексний підхід щодо контролювання з нематодозу, спричиненого *A. abstrusus*, передбачає раннє виявлення, точну діагностику, ефективне лікування та профілактику. Відсутність досліджень цього гельмінтозу в Україні підкреслює актуальність подальших досліджень та залучення ветеринарної спільноти до розробки і впровадження комплексних стратегій контролю та профілактики цієї інвазії. Розширення знань щодо цієї паразитарної хвороби в Україні може сприяти покращенню здоров'я і благополуччя котів та зменшенню значних фінансових витрат власників.

REFERENCES

1. Giannelli, A. (2017). Lungworms and gastrointestinal parasites of domestic cats: a European perspective. *International Journal for Parasitology*, Vol. 47, no. 9, pp. 517–528.
2. Farago, E.C.F., Pacheco, A.D., Malavazi, P.F.N.S., Colombo, M., Morelli, S., Di Cesare, A. (2022). Occurrence of *Aelurostrongylus abstrusus* in domestic cats in Vilhena, Rondônia, Brazil. *Braz J Vet Parasitol*, 31 (4):e008622. DOI:10.1590/S1984-29612022053
3. Traversa, D., Iorio R., Otranto, D. (2008). Diagnostic and Clinical Implications of a Nested PCR Specific for Ribosomal DNA of the Feline Lungworm *Aelurostrongylus abstrusus* (Nematoda, Strongylida). *J Clin Microbiol*, 46 p. DOI:10.1128/jcm.01612-07
4. Hawley, M.M., Johnson, L.R., Traversa, D., Bucy, D., Vernau, K.M., Vernau, W. (2016). Respiratory distress associated with lungworm infection in a kitten. *J. Feline Med. Surg. Open Rep.*, 2. 2055116916675801. [Google Scholar] [CrossRef] [Green Version]
5. Morelli, S., Diakou, A., Colombo, M., Di Cesare, A., Barlaam, A., Dimzas, D., Traversa, D. (2021). Cat Respiratory Nematodes: Current Knowledge, Novel Data and Warranted Studies on Clinical Features, Treatment and Control. *Pathogens*, 10, 454 p. DOI:10.3390/pathogens10040454
6. Sloss, M.W., Kemp, R.L., Zajac, A.M. (1994). Fecal examination: Dogs and cats. In *Veterinary Clinical Parasitology*, 6th ed.; Iowa State University. Press: Ames, IA, USA, 198 p. [Google Scholar]
7. López, C. (2005). Larval development of *Aelurostrongylus abstrusus* (Nematoda, Angiostrongylidae) in experimentally infected *Cernuella* (*Cernuella*) *virgata* (Mollusca, Helicidae). *Parasitology research*. Vol. 95, pp. 13–16.
8. Ash, L.R. (1970). Diagnostic morphology of the third-stage larvae of *Angiostrongylus cantonensis*, *Angiostrongylus vasorum*, *Aelurostrongylus abstrusus*, and *Anafilaroides rostratus* (Nematoda: Metastrongyloidea). *The Journal of parasitology*, pp. 249–253.
9. Hobmaier, M. (1935). Mammalian phase of the lung-worm *Aelurostrongylus abstrusus* in the cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Vol. 87, no. 2, pp. 191–198.
10. Traversa, D., Guglielmini, C. (2008). Feline aelurostrongylosis and canine angiostrongylosis: a challenging diagnosis for two emerging verminous pneumonia infections. *Veterinary parasitology*. Vol. 157, no. 3–4. pp. 163–174.
11. Crisi, P.E., Di Cesare, A., Boari, A. (2018). Feline troglstrongylosis: Current epizootiology, clinical features, and therapeutic options. *Front. Vet. Sci.* 5, 126 p. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
12. Knowlen, G.G. (1993). El gato con tos. *Consultas en Medicina Interna Felina*. Buenos Aires: Interamericana, pp. 198–201.
13. Panprom, C., Pattanapon, N., Petchdee, S. (2024). The effects of anesthetic drug choice on heart rate variability and echocardiography parameters in cats. *Scientific Reports*. Vol. 14, no. 1, 316 p.

14. Elsheikha, H.M., Schnyder, M., Traversa, D., Di Cesare, A., Wright, I., Lacher, D.W. (2016). Updates on feline aelurostrongylosis and research priorities for the next decade. *Parasites and Vectors*. 9, 389 p. DOI:10.1186/s13071-016-1671-6

15. Genchi, M., Ferrari, N., Fonti, P., De Francesco, I., Piazza, C., Viglietti, A. (2014). Relation between *Aelurostrongylus abstrusus* larvae excretion, respiratory and radiographic signs in naturally infected cats. *Veterinary Parasitology*. 206, pp. 182–187. DOI:10.1016/j.vetpar.2014. 10.030

16. Schnyder, M., Di Cesare, A., Basso, W., Guscutti, F., Riond, B., Glaus, T., Crisi, P., Deplazes, P. (2014). Clinical, laboratory and pathological findings in cats experimentally infected with *Aelurostrongylus abstrusus*. *Parasitology Research*. 113, pp. 1425–1433. DOI:10.1007/s00436 -014-3783-2

17. Headley, S.A. (2005). *Aelurostrongylus abstrusus* induced pneumonia in cats: pathological and epidemiological findings of 38 cases (1987–1996). *Semina: Ciências Agrárias*, 26, pp. 373–380. DOI:10.5433/1679-0359.2005v26n3p373

18. Dennler, M., Bass, D.A., Gutierrez-Crespo, B., Schnyder, M., Guscutti, F., Di Cesare, A., Deplazes, P., Kircher, P.R., Glaus, T.M. (2013). Thoracic computed tomography, angiographic computed tomography, and pathology findings in six cats experimentally infected with *Aelurostrongylus abstrusus*. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 54, pp. 459–469. DOI:10.1111/vru.12044

19. Stockdale, P.H.G. 1970. The pathogenesis of the lesions elicited by *Aelurostrongylus abstrusus* during its prepatent period. *Pathologia Veterinaria*. 7, pp. 102–115.

20. Pennisi, M.G., Niutta, P.P., Giannetto, S. (1995). Lungworm disease in cats caused by *Aelurostrongylus abstrusus*. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*. 120, pp. 263–266. (in Dutch with summary in English).

21. Crisi, P.E., Aste, G., Traversa, D., Di Cesare, A., Febo, E., Vignoli, M., Santori, D., Luciani, A., Boari, A. (2016). Single and mixed feline lungworm infections: clinical, radiographic and therapeutic features of 26 cases (2013–2015). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 30 p. DOI:10.1177/1098612x16670563

22. Vadlejch, J., Petrtýl, M., Zaichenko, I., Čadková, Z., Jankovská, I., Langrová, I., Moravec, M. (2011). Which McMaster egg counting technique is the most reliable? *Parasitology Research*. 109, pp. 1387–1394. DOI:10.1007/s00436-011-2385-5

23. Ribeiro, V.M., Barçante, J.M.P., Negrão-Correa, D., Barçante, T.A., Klein, A., Lima, W.S. (2014). Bronchoalveolar lavage as a tool for evaluation of cellular alteration during *Aelurostrongylus abstrusus* infection in cats. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 34, pp. 990–995.

Biagnosis of feline pulmonary helminthiasis caused by *Aelurostrongylus abstrusus*

Kravchenko A., Levytska V.

Pulmonary elurostrongylosis caused by *A. abstrusus* is widely reported in many countries worldwide. This study describes the detection of elurostrongylosis among domestic cats in Ukraine. Spontaneously infected cats showing signs of lung involvement were selected for the study. The main observed symptom in all animals was either persistent or intermittent coughing. Radiographic findings revealed varying degrees of lung tissue involvement from moderate to extensive, with intensified vascular patterns and clear densification with signs of edema. Morphological blood examinations indicated mild leukocytosis (15.5 ± 1.34 Г/L) and eosinophilia ($6.0 \pm 0.01\%$). Fecal examination using the Baermann method detected first-stage *A. abstrusus* larvae in two out of 47 cats. Bronchoalveolar lavage revealed actively motile first-stage *A. abstrusus* parasites in 43 out of 47 cats upon microscopic examination. Laboratory results showed higher efficacy of alveolar lavage (48.8%) compared to the Baermann method (17.1%) in parasite detection, emphasizing its significance in diagnosis. Diagnosing *A. abstrusus* is complicated due to the absence of specific clinical signs and limitations of diagnostic methods. Coproscopic examination methods may yield false-negative results due to low larval concentration and insufficient morphological differentiation from other helminth larvae. Therefore, an integrated approach combining copromicroscopy, blood analysis, and radiographic examinations is crucial for accurate diagnosis. Only with proper diagnosis can a reliable prognosis be formulated and an effective treatment plan (scheme) developed for the patient. Elurostrongylosis should be considered in the differential diagnosis for cats by veterinary practitioners. Further research in Ukraine is necessary for better understanding the epidemiology, risks, and control of *A. abstrusus* spread among the feline population.

Key words: *Aelurostrongylus abstrusus*, helminths, cats, parasitic diseases, pulmonary helminthiasis, diagnosis.




Copyright: Кравченко А. І., Левицька В. А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ФІЗІОЛОГІЯ, ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І МОРФОЛОГІЯ

УДК 636.09:615.214.2

Використання нейролептиків, анестетиків та седативних препаратів як засобів анксиолітичної терапії у тварин

Лук'яненко К.Є. , Порошинська О.А. , Шаганенко Р.В. , Козій Н.В. ,Шмаюн С.С. , Шаганенко В.С. , Кошелєв О.В. , Поліщук А.М. , Козій В.І. *Білоцерківський національний аграрний університет* E-mail: vkoziy3@gmail.com

Лук'яненко К.Є., Порошинська О.А., Шаганенко Р.В., Козій Н.В., Шмаюн С.С., Шаганенко В.С., Кошелєв О.В., Поліщук А.М., Козій В.І. Використання нейролептиків, анестетиків та седативних препаратів як засобів анксиолітичної терапії у тварин. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 79–87.

Lukyanenko K., Poroshynska O., Shaganenko R., Kozii N., Shmayun S., Shaganenko V., Koshelev O., Polishchuk A., Koziy V. The use of neuroleptics, sedatives and anesthetics for anxiolytic therapy in animals. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 79–87.

Рукопис отримано: 11.03.2024 р.

Прийнято: 24.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-79-87

Важливим напрямом вдосконалення антидепресантної терапії є розширення показань до використання нейролептиків, анестетиків та седативних препаратів. Всі ці засоби мають виражений нейротропний вплив.

Метою роботи було вивчити стан використання нейролептиків, анестетиків та седативних препаратів як засобів анксиолітичної терапії у тварин.

Проведено пошук публікацій згідно з темою дослідження відповідно до методики систематичних оглядів літератури. Для пошуку наукових статей застосовували наукометричну базу PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>).

Дані літератури вказують на те, що кетамін застосовують для лікування рецидивуючих тривожних станів, як у людей так і тварин. Він забезпечує швидке і стійке полегшення симптомів тривоги за різних форм клінічного перебігу хвороби. Анксиолітичний вплив проявляється впродовж перших 12 годин після введення препарату і залишається ефективним впродовж 1–2 тижнів. Анксиолітична дія кетаміну, принаймні частково, опосередкована впливом на активність нейротрофічного фактору головного мозку у гіпокампі.

Діазепам здатний значно зменшувати тривожно-депресивні симптоми та нейрозапалення у мишей з черепно-мозковими травмами. Він викликає дозозалежне збільшення рухової активності. У комбінації з метформіном діазепам є кращим терапевтичним варіантом за лікування діабету другого типу у тварин із супутнім стресовим станом.

Перспективним з погляду забезпечення анксиолітичного впливу у тварин є ацепромозин. Застосування поєднаного протоколу з використанням ацепромозину сприяло значному зменшенню ознак стресу, страху та агресії під час візитів до ветеринарного шпиталю та забезпечувало анксиолітичний вплив у собак. Ацепромозин зменшує негативні наслідки транспортного стресу у диких парнокопитих тварин.

Дексметомедин використовують з метою седації як у гуманній так і ветеринарній медицині. Цей препарат є перспективним для експериментального лікування патологій пов'язаних зі стресом, таких як тривожні розлади чи посттравматичний стресовий стан.

Вважаємо, що перспективою подальшої наукової роботи в цьому напрямку є проведення досліджень з метою визначення оптимальних доз і тривалості використання потенційних анксиолітичних препаратів з урахуванням виду, віку, статі, фізіологічного стану та інших важливих клінічних параметрів хворих тварин. Використання анестетиків, нейролептиків та седативних препаратів, які зараз широко застосовують для седації чи загальної анестезії, відкриває нові можливості для лікування розладів поведінки та профілактики тривожних станів у тварин.

Ключові слова: тривога, ветеринарія, нейролептики, седативні препарати, кетамін, ацепромозин, діазепам, медетомедин.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Патолофізіологічні механізми розвитку тривожних станів є досить складними і включають зміни гормонального стану тварини, порушення в роботі нейросигнальних шляхів або надмірне вироблення вільних радикалів з порушенням окисидантних процесів в центральній нервовій системі та інших тканинах [1–6]. Різноманітність клінічного прояву тривоги, складні патогенетичні механізми її розвитку та висока ймовірність побічних ефектів за використання наявних методів лікування спонукають до пошуку нових методів терапії цих станів [7–9].

На сьогодні, під час лікування психологічних розладів у тварин використовують два основні класи препаратів: селективні інгібітори зворотного захоплення серотоніну (СІЗЗС) та бензодіазепіни. Бензодіазепіни зазвичай використовують для лікування тривожних станів, а СІЗЗС – для лікування як обсессивно-компульсивних розладів, так і тривоги. Розвиток нових терапевтичних опцій за поведінкових та психологічних розладів полягає у вивченні можливості використання протизапальних засобів, препаратів вітамінного та мінерального походження, гормонів та нейромедіаторів, жирних кислот, ефірних олій, екстрактів лікарських рослин тощо [10–16].

Незважаючи на значну кількість наявних фармакологічних і нефармакологічних опцій, залишається високим відсоток неефективного лікування та віддалених рецидивів. Також лікування багатьох психоневрологічних патологій передбачає використання бензодіазепінів. Ці препарати мають значні побічні ефекти, такі як розвиток залежності чи седативний вплив. У зв'язку з цим, відкриття і апробація нових чи розширення показань до використання уже відомих нейротропних препаратів є важливим завданням сьогодення.

Одним із важливих напрямів стратегії фармакологічного доповнення та вдосконалення антидепресантної терапії є розширення показань до використання нейролептиків, анестетиків та седативних препаратів. Всі ці засоби мають виражений нейротропний вплив.

Метою дослідження було вивчити стан використання нейролептиків, анестетиків та седативних препаратів як засобів анксиолітичної терапії у тварин.

Матеріал та методи дослідження. Проведено пошук, відбір та аналіз публікацій згідно з темою дослідження впродовж 2000–2023 рр. відповідно до методики кращих академічних практик систематичних оглядів літератури [17]. Для пошуку наукових статей застосо-

ували наукометричну базу PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>). Під час проведення пошуку використовували наступні ключові слова: тварини (animals), тривога (anxiety), анксиолітичні препарати (anxiolytic drugs), кетамін (Ketamine), діазепам (Diazepam), ацепромазин (Acepromazine), ксилазин (Xylazine), медетомідин (Medetomidine).

За використання електронної бази даних медичних і біологічних публікацій PubMed, ключові слова – тривога, седативні, нейролептики, анестетики, тварини (anxiety and sedative, neuroleptics, anesthetics and animals) з 1961 року було знайдено 9509 наукових статей, з них 2212 або 23,3 % – за останні десять років. Аналогічні дослідження використання за психологічних розладів у тварин окремих препаратів з названих груп свідчать про те, що впродовж останніх десяти років відбулося 204 (68 %), 553 (17,9 %), 6 (18,8 %), 4 (30,8 %) та 2 (6,7 %) публікацій щодо використання кетаміну, діазепаму, ксилазину, ацепромазину та медетомідину відповідно. Для написання статті були відібрані результати наукових досліджень, в яких висвітлювали питання анксиолітичного (зняття тривожних станів) впливу нейролептиків та седативних препаратів на різні види ссавців. Наведені дані свідчать про те, що актуальність використання цих препаратів залишається високою впродовж останнього десятиліття.

Результати дослідження та обговорення. У роботі розглядали наукові публікації, які розкривають питання використання кетаміну, діазепаму, ксилазину, ацепромазину та медетомідину, як компонентів анксиолітичної терапії у тварин різних видів.

Кетамін є неконкурентним антагоністом N-метил-D-аспартатних рецепторів. Цей препарат є представником нового покоління антидепресантів. Зазвичай його вплив виявляється впродовж декількох годин і триває декілька діб [18, 19]. Кетамін, здебільшого, добре переноситься і має обмежений профіль побічних ефектів; однак наслідки його тривалого застосування невідомі. З'являється все більше досліджень і накопичується клінічний досвід, які свідчать про те, що кетамін може мати клінічне застосування в лікуванні рефрактерних тривожних розладів, як у людей так і тварин [20, 21].

У систематичному огляді J.L. Tully та співавт. [22] вказується, що кетамін здатний значно зменшувати рефрактерну тривогу, і обговорюється, що це певною мірою може бути опосередковано антагонізмом з NMDA-рецепторами та іншими структурами. Анксиолітичний вплив кетаміну був досліджений на тва-

ринах у стані депресії [23]. Встановлено, що одноразові дози зменшують депресію на термін до одного тижня.

Систематичний огляд і мета-аналіз проведених Н. Hartland та співавт. [24] були присвячені дослідженню анксиолітичного впливу кетаміну за різних клінічних станів тварин і схем використання препарату. Авторами зроблено висновок про те, що кетамін забезпечує швидке і стійке полегшення симптомів тривоги, причому анксиолітичні ефекти проявляються впродовж перших 12 годин після прийому і тривають 1–2 тижні.

Набуває поширення клінічне використання кетаміну, як анксиолітика, як в гуманній так і ветеринарній медицині [25–29]. Встановлено, що ефекти кетаміну, пов'язані з тривогою/страхом, можуть залежати від природи тривоги, графіка прийому кетаміну та виду досліджуваних тварин [30–32]. Іншими авторами [33–36] було встановлено, що за щоденного лікування кетаміном, у моделі помірного хронічного стресу, спостерігаються стійкі довготривалі антидепресивні, анксиолітичні та прокогнітивні ефекти.

Отже, кетамін здатний виявляти ефективність за рецидивних тривожних розладів у випадках, коли традиційні анксиолітики є неефективними. Препарат забезпечує швидке полегшення симптомів тривоги за різного клінічного перебігу хвороби (гострий, підгострий, хронічний). Анксиолітичні ефекти проявляються впродовж перших 12 годин після прийому і можуть тривати 1–2 тижні. Терапевтична анксиолітична дія кетаміну, принаймні частково, опосередкована впливом на активність нейротрофічного фактору головного мозку у гіпокампі.

Одним із широко використовуваних препаратів, як стандарт анксиолітичного впливу [37], є діазепам. Однак, М. Rádua-Reis та співавт. [38], на противагу цьому загальному припущенню встановили, що діазепам в досліджуваних дозах не виявляв анксиолітичного ефекту, а в найвищій дозі погіршував локомоторну активність.

Водночас, результати досліджень проведених М. Kosari-Nasab та співавт. [39] свідчать про те, що тривале застосування діазепаму приводить до зниження тривожності та депресивної поведінки у мишей, індукованих черепно-мозковою травмою.

Анксиолітичну активність діазепаму вивчали D. Opofre-Campos та співавт. [40]. Вплив препарату оцінювали за поведінковою реакцією мишей у тестах "відкрите поле", "дошка з отворами" та "лабіринт з плюсом". Встановлено,

що тривожна поведінка значно зменшилася у мишей, які отримували діазепам у дозі 1 мг/кг живої ваги.

S.E. File та співавт. [41] досліджували вплив діазепаму (0,1; 0,3 і 1 мг/кг) на час, проведений парами самців піщанок у соціальній взаємодії. У тестовому манежі, освітленому яскравим світлом, діазепам (0,1 мг/кг) збільшував соціальну взаємодію, не змінюючи локомоторну активність. На думку авторів, показники соціальної взаємодії у піщанок можна використовувати для скринінгу анксиолітичної дії нових сполук.

Окремі роботи присвячені вивченню поєднаного використання діазепаму з іншими препаратами за різних патологій, що супроводжуються стресом чи тривожними станами [42–44]. Більшість дослідників наголошують на синергічній взаємодії лікарських засобів.

Ряд результатів досліджень вказують на статеву специфічність впливу окремих анксиолітичних препаратів, зокрема діазепаму. R. Genario та співавт. [45] досліджували вплив на локомоторну активність та поведінку окунів даніо двох поширених анксиолітичних препаратів – діазепаму та мелатоніну. На думку авторів, статеві специфічності фармакологічного впливу цих препаратів підкреслює важливість врахування статевих відмінностей під час вивчення поведінкових реакцій у тварин. Наведені дані підтверджуються результатами наукових досліджень А. Fernández-Guasti та співавт. [46] проведених на щурах. Вони встановили, що діазепам справляв виражене зниження експериментально зумовленого стану тривоги лише у самців та неонатально-андрогенізованих самок.

В. Açıkmese та співавт. [47] оцінювали вплив переривчастого прийому на розвиток залежності від діазепаму за довготривалого використання препарату. На відміну від безперервного прийому, переривчастий прийом діазепаму не виявляв анксиолітичної активності впродовж 10 діб його використання, натомість він запобігав розвитку тривожного стану через 30 діб після початку лікування. На думку авторів, отримані результати свідчать про те, що переривчастий прийом діазепаму, не зважаючи на затримку клінічного прояву його впливу, може бути корисним для запобігання розвитку фізичної залежності за тривалого використання препарату.

J. Zhang та співавт. [48] досліджували вплив діазепаму на згасання активного уникнення у щурів. Встановлено, що тварини, які отримували діазепам, значно зменшували активність уникнення порівняно зі щурами, які отримували

вали фізіологічний розчин. Наведені зміни, на думку авторів, можуть визначати особливості патогенетичного впливу діазепаму на поведінкові реакції у тварин.

V. Walia та співавт. [49] визначали анксиолітичну дію діазепаму (1 і 2 мг/кг, в/в) за допомогою тестів "лабіринт плюс" та "світлий/темний ящик" у дослідних мишей. Отримані результати свідчать про те, що діазепам (2 мг/кг, в/в) виявляв виражений анксиолітичний вплив.

Отже, діазепам здатний значно зменшувати тривожно-депресивні симптоми та нейрозапалення у мишей з черепно-мозковими травмами. У дозі 0,1 мг/кг діазепам збільшує соціальну взаємодію, не змінюючи локомоторну активність. У дозі 0,3 та 1 мг/кг діазепам викликає дозозалежне збільшення рухової активності. Діазепам у комбінації з метформіном є кращим терапевтичним варіантом за лікування діабету другого типу у тварин із супутнім стресовим станом. Переривчастий прийом діазепаму може бути корисним для запобігання розвитку фізичної залежності за тривалого використання препарату.

Перспективним з погляду забезпечення анксиолітичного впливу у тварин є ацепромазин. Це препарат похідний фенотіазину, який використовують у тварин як заспокійливий та протиблювотний засіб. Стандартну фармацевтичну форму, ацепромазину малеат, використовують у ветеринарній медицині і як седативний засіб для підготовки тварин до наркозу.

R.S. Costa та співавт. [50] оцінювали седативні та поведінкові ефекти поєднаного використання ацепромазину, габапентину і мелатоніну у собак. Тварин, у яких в анамнезі спостерігали тривожність, страх та/або агресію під час візитів до лікарні, оцінювали та записували на відео до та після застосування протоколу. Автори спостерігали значну кореляцію між збільшенням віку тварини та нижчими показниками стресу після використання цих препаратів.

Вплив ацепромазину на фізіологічні та поведінкові реакції собак під час авіаперельотів вивчали R. Bergeron та співавт. [51]. Дослідним тваринам вводили 0,5 мг/кг маси тіла ацепромазину малеату. Частоту серцевих скорочень контролювали впродовж усього експерименту, а поведінку відстежували за допомогою відеозапису під час повітряного транспортування. Процедури навантаження і розвантаження викликали найбільше збільшення частоти серцевих скорочень. В середньому, собаки проводили більше 50 % часу лежачи, і вони залишалися неактивними приблизно 75 % часу, за винятком часу зльоту. На думку авторів отримані

результати свідчать про те, що транспортування є стресом для собак і що седація ацепромазином, за дотримання дозування і часу, не впливає на фізіологічні та поведінкові реакції собак на стрес від перельотів.

Значна кількість досліджень присвячена використанню анксиолітичного впливу ацепромазину у диких тварин. Зокрема, дослідження J.R. López-Olvera та співавт. [52] було проведено з метою оцінки впливу ацепромазину на стресову реакцію сарни південної (*Rupicapra pyrenaica*) під час відлову та утримання. Нижчі показники варіабельності серцевого ритму, температури, кількості еритроцитів, концентрації гемоглобіну, об'єму формених елементів крові та активності креатинкінази в сироватці крові у тварин, які отримували ацепромазин, вказують на те, що цей препарат зменшував негативний вплив стресу.

В іншому дослідженні [53] 21 південну сарну відловили, фізично утримували, а потім транспортували. Дослідним тваринам внутрішньом'язово вводили ацепромазин або фізіологічний розчин. Ацепромазин зменшував негативні наслідки транспортного стресу, про що свідчили показники частоти серцевих скорочень, температури тіла, кортизолу, креатиніну, м'язових ферментів, сечовини, натрію і калію.

Подібні реакції на ацепромазин описані під час дослідження поведінкових і метаболічних реакцій у косуль та піренейських козлів [54–57]. Водночас окремі автори [86] пояснюють позитивний вплив ацепромазину не лише його анксиолітичною дією, а також здатністю викликати периферичну вазодилатацію.

Отже, ацепромазин використовують у ветеринарній медицині і як седативний засіб для підготовки тварин до наркозу. Застосування поєднаного протоколу з використанням ацепромазину, сприяло значному зменшенню ознак стресу, страху та агресії під час візитів до ветеринарного шпиталю та забезпечувало анксиолітичний вплив у собак. Використання ацепромазину під час транспортування у собак не впливає на фізіологічні та поведінкові реакції тварин на стрес. Ацепромазин зменшує негативні наслідки транспортного стресу у диких парнокопитих тварин.

Дексмететомідин переважно використовують з метою седації як у гуманній так і ветеринарній медицині. Він чинить швидко та сильну седативну, знеболювальну, модулюючу сон та протизапальну дію. Крім того, препарат запобігає післяопераційному збудженню. Дексмететомідин є перспективним засобом для експериментального лікування патологій пов'язаних

зі стресом, поширених за нервово-психічних розладів, таких як депресія, тривожні розлади та посттравматичний стресовий розлад [58].

М. Väisänen та співавт. [59] порівнювали реакцію на періопераційний стрес у собак, яким вводили медетомідин або ацепромазин у складі передопераційної анестезії. Концентрації адреналіну, норадреналіну та кортизолу були значно нижчими у собак, яким вводили медетомідин. На думку авторів наведені результати вказують на те, що медетомідин може мати певні переваги над ацепромазином у передопераційній анестезії щодо здатності знижувати періопераційні концентрації гормонів, пов'язаних зі стресом.

Медетомідин та ксилазин були ефективними за підвищення рівня вагітності кіз-реципієнтів, які отримували клоновані ембріони [60], введення медетомідину привело до зниження концентрації кортизолу і підвищення концентрації глюкози в сироватці крові та покращення показників поведінки під час відновлення після анестезії порівняно з традиційним використанням ксилазину [61].

Отже, α_2 -агоністи адренергічних рецепторів (медетомідин, ксилазин) в більшості використовують з метою реалізації їх седативного впливу. Дексмедетомідин є перспективним препаратом для лікування патологій пов'язаних зі стресом, таких як тривожні розлади та посттравматичний стресовий синдром.

Розширення показань до використання уже відомих нейротропних препаратів є важливим завданням ветеринарної медичної науки. Це особливо важливо на сьогодні, коли акцент роботи лікаря ветеринарної медицини зміщується в сторону превентивної ветеринарної медицини, як у сфері продуктивного тваринництва так і забезпечення здоров'я домашніх тварин. Профілактика неврологічних та соматичних зрушень передбачає концентрацію уваги на діагностиці і відповідній корекції стресових та тривожних станів.

Вибір протистресових та анксиолітичних препаратів є порівняно невеликим. Їх дефіцит відчувається особливо гостро у ветеринарній медицині за великої кількості видів тварин, необхідності врахування віку, статі, фізіологічного стану та інших параметрів клінічного використання лікарських засобів.

Наразі для лікування психологічних розладів у тварин використовують два основні класи препаратів: селективні інгібітори зворотного захоплення серотоніну та бензодіазепіни. Бензодіазепіни часто використовують для лікування тривоги, тимчасом селективні інгібітори призначають для лікування як obsesивно-

компульсивних розладів, так і тривожних станів. Нові можливості лікування поведінкових і психологічних розладів у тварин відкриваються за використанням нейролептиків та седативних препаратів, які сьогодні широко застосовують для забезпечення чи проведення седації та загальної анестезії.

Окремі автори також вказують на перспективу використання ферментів, гормонів та інших гуморальних факторів організму тварин [62].

Загалом, аналіз наведених результатів наукових досліджень дозволяє стверджувати, що тривожні стани є одними з поширених патологій, які діагностують у тварин. Фундаментальні дослідження, які здебільшого проводять на тваринах, забезпечують критично важливе розуміння механізму стресів та тривожних станів [63–67]. Однак, незважаючи на певний прогрес, на думку J.W. Murrrough та співавт. [68], за більш ніж два десятиліття на ринку не з'явилося жодного принципово нового засобу для лікування тривожних станів. Автори вважають, що за умови дедалі глибшого розуміння поведінки, пов'язаної зі страхом, цей напрям має перспективу щодо розробки та втілення нових методів лікування. На їх думку перешкоди будуть подолані завдяки тісній співпраці між фундаментальними та клінічними дослідниками з використанням моделей тварин.

Використання анестетиків, нейролептиків та седативних препаратів, які зараз широко застосовують для седації чи загальної анестезії, відкриває нові можливості для лікування поведінкових та тривожних розладів у тварин.

Висновки. Актуальність використання анксиолітичних препаратів зростає впродовж останніх десяти років. Кетамін забезпечує швидке і тривале полегшення симптомів тривоги за різних клінічних станів. Анксиолітичний ефект кетаміну настає через 12 годин після його прийому і триває впродовж 1–2 тижнів. Діазепам значно зменшує симптоми тривоги та депресії, а також нейрозапалення у мишей із травмою мозку. Ацепромазин використовують у ветеринарії як седативний засіб. Використання комбінованого протоколу з ацепромазином у собак приводить до значного зниження ознак стресу, тривоги та агресії під час відвідування ветеринарної клініки. Застосування ацепромазину під час транспортування собак не впливає на фізіологічні та поведінкові реакції тварин на стрес. Ацепромазин знижує негативні наслідки транспортного стресу у диких копитних тварин. Агоністи α_2 -адренорецепторів (медетомідин, ксилазин) широко використовують завдяки здатності викликати седацію. Дексме-

детомідин – перспективний препарат для лікування захворювань, пов'язаних зі стресом, таких як тривожні розлади і посттравматичний стресовий синдром. Використання анестетиків, нейролептиків або седативних препаратів, які наразі широко застосовують для седації та загальної анестезії, відкриває нові можливості для лікування поведінкових і психологічних розладів у тварин.

У цій статті розглянуто наукові публікації, в яких кетамін, діазепам, ксилазин, ацепромазин і медетомідин використовують як компоненти анксиолітичної терапії у тварин різних видів. Вважаємо, що перспективою подальшої наукової роботи в цьому напрямку є проведення контрольованих порівняльних досліджень з метою визначення оптимальних доз і тривалості використання потенційних анксиолітичних препаратів з урахуванням виду, віку, статі, фізіологічного стану та інших важливих клінічних параметрів хворих тварин.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Для написання цієї статті користувалися результатами наукових досліджень, які були схвалені відповідними етичними комітетами з питань поводження з тваринами, що використовуються в наукових експериментах.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

LIST OF REFERENCES

- Dewey, C.W., Davies, E.S., Xie, H. (2019). Canine cognitive dysfunction: pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* Vol. 49, no. 3, pp. 477–499. DOI:10.1016/j.cvs.2019.01.013.
- Rana, T., Behl, T., Sehgal, A. (2022). Exploring the role of neuropeptides in depression and anxiety. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* Vol. 114, 110478 p. DOI:10.1016/j.pnpbp.2021.110478.
- Schiele, M.A., Domschke, K. (2018). Epigenetics at the crossroads between genes, environment and resilience in anxiety disorders. *Genes Brain Behav.* Vol. 17, no. 3, e12423. DOI:10.1111/gbb.12423.
- Robinson O.J., Pike A.C., Cornwell B. (2019). The translational neural circuitry of anxiety. *J. Neurol Neurosurg Psychiatry.* Vol. 90, no. 12, pp. 1353–1360. DOI:10.1136/jnnp-2019-321400.
- Jacobs, D.S., Moghaddam, B. (2021). Medial prefrontal cortex encoding of stress and anxiety. *Int Rev Neurobiol.* Vol. 158, pp. 29–55. DOI:10.1016/bs.irn.2020.11.014.
- Hu, P., Lu, Y., Pan, B.X. (2022). New insights into the pivotal role of the amygdala in inflammation-related depression and anxiety disorder. *Int J Mol Sci.* Vol. 23, no. 19, 11076 p. DOI:10.3390/ijms231911076.
- Zhang, N., Yao, L. (2019). Anxiolytic Effect of essential oils and their constituents: A review. *J Agric Food Chem.* Vol. 67, no. 50, pp. 13790–13808. DOI: 10.1021/acs.jafc.9b00433.
- Wang, C., Yang, S., Deng, J. (2023). The research progress on the anxiolytic effect of plant-derived flavonoids by regulating neurotransmitters. *Drug Dev Res.* Vol. 84, no. 3, pp. 458–469. DOI:10.1002/ddr.22038.
- Flores-Bazán, T., Betanzos-Cabrera, G., Guerrero-Solano, J.A. (2023). Pomegranate (*Punica granatum* L.) and its phytochemicals as anxiolytic; an under-reported effect with therapeutic potential: A systematic review. *Brain Res.* Vol. 1820, 148554 p. DOI:10.1016/j.brainres.2023.148554.
- Andrade, J.C., Monteiro, Á.B., Andrade, H.H.N. (2021). Involvement of GABA_A receptors in the anxiolytic-like effect of hydroxycitronellal. *Biomed Res Int.* 9929805 p. DOI:10.1155/2021/9929805.
- Hocayen, P.A.S., Wendler, E., Vecchia, D.D. (2019). The nitrenergic neurotransmission contributes to the anxiolytic-like effect of *Citrus sinensis* essential oil in animal models. *Phytother Res.* Vol. 33, no. 4, pp. 901–909. DOI:10.1002/ptr.6281.
- Macías-Carballo, M., Rosas-Navarro, S., López-Meraz, M.L. (2021). Anxiolytic effect of chronic intake of supplemental magnesium chloride in rat. *Behav Brain Res.* Vol. 413, 113460 p. DOI:10.1016/j.bbr.2021.113460.
- Silveira, V., Santos Rubio, K.T., Poleti Martucci, M.E. (2022). Anxiolytic effect of *Anthemis nobilis* L. (roman chamomile) and *Citrus reticulata* Blanco (tangerine) essential oils using the light-dark test in zebrafish (*Danio rerio*). *J Ethnopharmacol.* Vol. 298, 115580 p. DOI:10.1016/j.jep.2022.115580.
- Orhan, I.E. (2021). A Review focused on molecular mechanisms of anxiolytic effect of valeriana officinalis L. in connection with its phytochemistry through in vitro/in vivo studies. *Curr Pharm Des.* Vol. 27, no. 28, pp. 3084–3090. DOI: 10.2174/1381612827666210119105254.
- Nguyen, L.T.H., Nguyen, N.P.K., Tran, K.N. (2022). Anxiolytic-like effect of inhaled cinnamon essential oil and its main component cinnamaldehyde in animal models. *Molecules.* Vol. 27, no. 22, 7997 p. DOI:10.3390/molecules27227997.
- Fraga, D.B., Olescowicz, G., Moretti M. (2018). Anxiolytic effects of ascorbic acid and ketamine in mice. *J Psychiatr Res.* Vol. 100, pp. 16–23. DOI:10.1016/j.jpsychires.2018.02.006.
- Gupta, S., Rajiah, P., Middlebrooks, E.H. (2018). Systematic review of the literature: best practices. *Academic Radiology.* Vol. 25, no. 11, pp. 1481–1490. DOI:10.1016/j.acra.2018.04.025.
- Papp, M., Gruca, P., Lason-Tyburkiewicz, M. (2017). Antidepressant, anxiolytic and procognitive effects of subacute and chronic ketamine in the chronic mild stress model of depression. *Behav Pharmacol.* Vol. 28, no. 1, pp. 1–8. DOI: 10.1097/FBP.0000000000000259.
- De Campos, E.G., Bruni, A.T, De Martinis, B.S. (2015). Ketamine induces anxiolytic effects in adult zebrafish: A multivariate statistics approach. *Behav Brain Res.* Vol. 292, pp. 537–546. DOI:10.1016/j.bbr.2015.07.017.

20. Banov, M.D., Young, J.R., Dunn, T. (2020). Efficacy and safety of ketamine in the management of anxiety and anxiety spectrum disorders: a review of the literature. *CNS Spectr.* Vol. 25, no. 3, pp. 331–342. DOI:10.1017/S1092852919001238.
21. Refsgaard, L.K., Pickering, D.S., Andreasen, J.T. (2017). Investigation of antidepressant-like and anxiolytic-like actions and cognitive and motor side effects of four N-methyl-D-aspartate receptor antagonists in mice. *Behav Pharmacol.* Vol. 28, no. 1, pp. 37–47. DOI:10.1097/FBP.0000000000000266.
22. Tully, J.L., Dahlén, A.D., Haggarty, C.J. (2022). Ketamine treatment for refractory anxiety: A systematic review. *Br J Clin Pharmacol.* Vol. 88, no. 10, pp. 4412–4426. DOI:10.1111/bcp.15374.
23. Young, S.N. (2013). Single treatments that have lasting effects: some thoughts on the antidepressant effects of ketamine and botulinum toxin and the anxiolytic effect of psilocybin. *J Psychiatry Neurosci.* Vol. 38, no. 2, pp. 78–83. DOI: 10.1503/jpn.120128.
24. Hartland, H., Mahdavi, K., Jelen, L.A. (2023). A transdiagnostic systematic review and meta-analysis of ketamine's anxiolytic effects. *J Psychopharmacol.* Vol. 37, no. 8, pp. 764–774. DOI:10.1177/02698811231161627.
25. Dwyer, J.B., Landeros-Weisenberger, A., Johnson, J.A. (2021). Efficacy of intravenous ketamine in adolescent treatment-resistant depression: A Randomized Midazolam-Controlled Trial. *Am J Psychiatry.* Vol. 178, no. 4, pp. 352–362. DOI: 10.1176/appi.ajp.2020.20010018.
26. Truppmann Lattie, D., Nehoff, H., Neehoff, S. (2021). Anxiolytic effects of acute and maintenance ketamine, as assessed by the Fear Questionnaire subscales and the Spielberger State Anxiety Rating Scale. *J Psychopharmacol.* Vol. 35, no. 2, pp. 137–141. DOI:10.1177/0269881120953991.
27. Holubova, K., Kleteckova, L., Skurlova, M. (2016). Rapamycin blocks the antidepressant effect of ketamine in task-dependent manner. *Psychopharmacology (Berl)*, Vol. 233, no. 11, pp. 2077–2097. DOI:10.1007/s00213-016-4256-3.
28. Engin, E., Treit, D., Dickson, C.T. (2009). Anxiolytic- and antidepressant-like properties of ketamine in behavioral and neurophysiological animal models. *Neuroscience*, Vol. 161, no. 2, pp. 359–369. DOI:10.1016/j.neuroscience.2009.03.038.
29. Zhang, L.M., Zhou, W.W., Ji, Y.J. (2015). Anxiolytic effects of ketamine in animal models of posttraumatic stress disorder. *Psychopharmacology (Berl)*, Vol. 232, no. 4, pp. 663–672. DOI:10.1007/s00213-014-3697-9.
30. Silote, G.P., de Oliveira, S.F.S., Ribeiro, D.E. (2020). Ketamine effects on anxiety and fear-related behaviors: Current literature evidence and new findings. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, Vol. 100, 109878 p. DOI:10.1016/j.pnpbp.2020.109878.
31. Wojtas, A., Bysiek, A., Wawrzczak-Bargieła, A. (2022). Effect of psilocybin and ketamine on brain neurotransmitters, glutamate receptors, dna and rat behavior. *Int J Mol Sci.* Vol. 23, no. 12, 6713 p. DOI:10.3390/ijms23126713.
32. Caldiroli, A., Capuzzi, E., Tagliabue, I. (2021). Augmentative Pharmacological Strategies in Treatment-Resistant Major Depression: A Comprehensive Review. *Int J Mol Sci.* Vol. 22, no. 23, 13070 p. DOI:10.3390/ijms222313070.
33. Iñiguez, S.D., Flores-Ramirez, F.J., Riggs, L.M. (2018). Vicarious social defeat stress induces depression-related outcomes in female mice. *Biol Psychiatry*, Vol. 83, no. 1, pp. 9–17. DOI:10.1016/j.biopsych.2017.07.014.
34. Alqahtani, F., Assiri, M.A., Mohany, M. (2020). Coadministration of ketamine and perampanel improves behavioral function and reduces inflammation in acute traumatic brain injury mouse model. *Biomed Res Int.* 3193725 p. DOI:10.1155/2020/3193725.
35. Lupták, M., Fišar, Z., Hroudová, J. (2022). Agomelatine, ketamine and vortioxetine attenuate energy cell metabolism-in vitro study. *Int J Mol Sci.* Vol. 23, no. 22, 13824 p. DOI:10.3390/ijms232213824.
36. Nguyen, L., Lucke-Wold, B.P., Logsdon, A.F. (2016). Behavioral and biochemical effects of ketamine and dextromethorphan relative to its antidepressant-like effects in Swiss Webster mice. *Neuroreport*, Vol. 27, no. 14, pp. 1004–1011. DOI: 10.1097/WNR.0000000000000646.
37. Rodrigues Garcia, T., Freire, P.T.C., da Silva, A.W. (2023). Anxiolytic and anticonvulsant effect of Ibuprofen derivative through GABAergic neuromodulation in adult Zebrafish. *J Biomol Struct Dyn.* Vol. 41, no. 21, pp. 12055–12062. DOI:10.1080/07391102.2023.2170915.
38. Pádua-Reis, M., Nôga, D.A., Tort, A.B.L. (2021). Diazepam causes sedative rather than anxiolytic effects in C57BL/6J mice. *Sci Rep.* Vol. 11, no. 1, 9335 p. DOI: 10.1038/s41598-021-88599-5.
39. Kosari-Nasab, M., Shokouhi, G., Ghorbanhaghjo, A. (2018). Anxiolytic- and antidepressant-like effects of Silymarin compared to diazepam and fluoxetine in a mouse model of mild traumatic brain injury. *Toxicol Appl Pharmacol.* Vol. 338, pp. 159–173. DOI:10.1016/j.taap.2017.11.012.
40. Onofre-Campos, D., González-Trujano, M.E., Moreno-Pérez, G.F. (2023). Anxiolytic-like effects and quantitative eeg profile of palmitone induces responses like buspirone rather than diazepam as clinical drugs. *Molecules*, Vol. 28, no. 9, 3680 p. DOI:10.3390/molecules28093680.
41. File, S.E., Cheeta, S., Akanezi, C. (2001). Diazepam and nicotine increase social interaction in gerbils: a test for anxiolytic action. *Brain Res.* Vol. 888, no. 2, pp. 311–313. DOI:10.1016/s0006-8993(00)03102-4.
42. Fernández-Guasti, A., Ferreira, A., Picazo, O. (2001). Diazepam, but not buspirone, induces similar anxiolytic-like actions in lactating and ovariectomized Wistar rats. *Pharmacol Biochem Behav.* Vol. 70, no. 1, pp. 85–93. DOI:10.1016/s0091-3057(01)00586-x.
43. Taukulis, H.K., Fillmore, M.T., Ruggles, J.L. (1992). Neuroleptic-induced changes in the anxiolytic and myorelaxant properties of diazepam in the rat. *Pharmacol Biochem Behav.* Vol. 70, no. 1, pp. 13–21. DOI:10.1016/0091-3057(92)90052-h.

44. Garabadu, D., Krishnamurthy, S. (2014). Diazepam potentiates the antidiabetic, antistress and anxiolytic activities of metformin in type-2 diabetes mellitus with cooccurring stress in experimental animals. *Biomed Res Int.*, 693074 p. DOI:10.1155/2014/693074.
45. Genario, R., Giacomini, A.C.V.V., de Abreu, M.S. (2020). Sex differences in adult zebrafish anxiolytic-like responses to diazepam and melatonin. *Neurosci Lett.*, Vol. 714, 134548 p. DOI:10.1016/j.neulet.2019.134548.
46. Fernández-Guasti, A., Picazo, O. (1997). Anxiolytic actions of diazepam, but not of buspirone, are influenced by gender and the endocrine stage. *Behav Brain Res.*, Vol. 88, no. 2, pp. 213–218. DOI:10.1016/S0166-4328(97)00047-8.
47. Açıkmeşe, B., Haznedar, S., Hatipoğlu, I. (2012). Evaluation of anxiolytic effect and withdrawal anxiety in chronic intermittent diazepam treatment in rats. *Behav Pharmacol.*, Vol. 23, no. 2, pp. 215–219. DOI:10.1097/FBP.0b013e3283512c6d.
48. Zhang, J., Li, W., Liao, T. (2023). Diazepam promotes active avoidance extinction associating with increased dorsal CA3 and amygdala activity. *Brain Res.*, Vol. 1817, 148481 p. DOI:10.1016/j.brainres.2023.148481.
49. Walia, V., Garg, C., Garg, M. (2019). Lithium potentiated, pyridoxine abolished and fluoxetine attenuated the anxiolytic effect of diazepam in mice. *Brain Res Bull.*, Vol. 150, pp. 343–353. DOI:10.1016/j.brainresbull.2019.06.008.
50. Costa, R.S., Jones, T., Robbins, S. (2023). Gabapentin, melatonin, and acepromazine combination prior to hospital visits decreased stress scores in aggressive and anxious dogs in a prospective clinical trial. *J Am Vet Med Assoc.*, pp. 1–6. DOI: 10.2460/javma.23.02.0067.
51. Bergeron, R., Scott, S.L., Emond, J.P. (2002). Physiology and behavior of dogs during air transport. *Can J Vet Res.*, Vol. 66, no. 3, pp. 211–216.
52. López-Olvera, J.R., Marco, I., Montané, J. (2007). Effects of acepromazine on the stress response in Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*) captured by means of drive-nets. *Can J Vet Res.*, Vol. 71, no. 1, pp. 41–51.
53. López-Olvera, J.R., Marco, I., Montané, J. (2006). Transport stress in Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*) and its modulation by acepromazine. *Vet J.*, Vol. 172, no. 2, pp. 347–355. DOI:10.1016/j.tvjl.2005.06.007.
54. Montané, J., Marco, I., López-Olvera, J.R. (2007). Effect of acepromazine on the signs of capture stress in captive and free-ranging roe deer (*Capreolus capreolus*). *Vet Rec.*, Vol. 160, no. 21, pp. 730–738. DOI:10.1136/vr.160.21.730.
55. A: Casas-Díaz, E., Marco, I., López-Olvera, J.R. (2012). Effect of acepromazine and haloperidol in male Iberian Ibex (*Capra pyrenaica*) captured by box-trap. *J Wildl Dis.*, Vol. 48, no. 3, pp. 763–767. DOI:10.7589/0090-3558-48.3.763.
56. Montané, J., Marco, I., López-Olvera, J. (2003). Effects of acepromazine on capture stress in roe deer (*Capreolus capreolus*). *J Wildl Dis.*, Vol. 39, no. 2, pp. 375–386. DOI:10.7589/0090-3558-39.2.375.
57. Casas-Díaz, E., Marco, I., López-Olvera, J.R. (2010). Use of acepromazine for stress control in Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) captured by drive-net. *Vet J.*, Vol. 183, no. 3, pp. 332–336. DOI:10.1016/j.tvjl.2008.11.003.
58. Bosch, O.G., Dornbierer, D.A., Bavato, F. (2023). Dexmedetomidine in psychiatry: repurposing of its fast-acting anxiolytic, analgesic and sleep modulating properties. *Pharmacopsychiatry*, Vol. 56, no. 2, pp. 44–50. DOI:10.1055/a-1970-3453.
59. Väisänen, M., Raekallio, M., Kuusela, E. (2002). Evaluation of the perioperative stress response in dogs administered medetomidine or acepromazine as part of the preanesthetic medication. *Am J Vet Res.*, Vol. 63, no. 7, pp. 969–975. DOI: 10.2460/ajvr.2002.63.969.
60. Aghamiri, S.M., Samimi, A.S., Hajian, M. (2022). Effect of xylazine, detomidine, medetomidine and dexmedetomidine during laparoscopic SCNT embryo transfer on pregnancy rate and some physiological variables in goats. *BMC Vet Res.*, Vol. 18, no. 1, 98 p. DOI:10.1186/s12917-022-03194-8.
61. Creighton, C.M., Lemke, K.A., Lamont, L.A. (2012). Comparison of the effects of xylazine bolus versus medetomidine constant rate infusion on the stress response, urine production, and anesthetic recovery characteristics in horses anesthetized with isoflurane. *J Am Vet Med Assoc.*, Vol. 240, no. 8, pp. 998–1002. DOI:10.2460/javma.240.8.998.
62. Repova, K., Baka, T., Krajcirovicova, K. (2022). Melatonin as a potential approach to anxiety treatment. *Int J Mol Sci.*, Vol. 23, no. 24, 16187 p. DOI:10.3390/ijms232416187.
63. Olivier, J.D.A., Olivier, B. (2020). Translational Studies in the Complex Role of Neurotransmitter Systems in Anxiety and Anxiety Disorders. *Adv Exp Med Biol.*, Vol. 1191, pp. 121–140. DOI:10.1007/978-981-32-9705-0_8.
64. Ganella, D.E., Kim, J.H. (2014). Developmental rodent models of fear and anxiety: from neurobiology to pharmacology. *Br J Pharmacol.*, Vol. 171, no. 20, pp. 4556–4574. DOI:10.1111/bph.12643.
65. Dias, B.G., Banerjee, S.B., Goodman, J.V. (2013). Towards new approaches to disorders of fear and anxiety. *Curr Opin Neurobiol.*, Vol. 23, no. 3, pp. 346–352. DOI:10.1016/j.conb.2013.01.013.
66. Kormos, V., Gaszner, B. (2013). Role of neuropeptides in anxiety, stress, and depression: from animals to humans. *Neuropeptides*, Vol. 47, no. 6, pp. 401–419. DOI:10.1016/j.npep.2013.10.014.
67. Wang, Y.C., Yu, Y.H., Tsai, M.L. (2018). Motor function in an animal model with ouabain-induced bipolar disorder and comorbid anxiety behavior. *Psychiatry Res.*, Vol. 268, pp. 508–513. DOI:10.1016/j.psychres.2018.07.031.
68. Murrrough, J.W., Yaqubi, S., Sayed, S. (2015). Emerging drugs for the treatment of anxiety. *Expert Opin Emerg Drugs*, Vol. 20, no. 3, P. 393-406. DOI: 10.1517/14728214.2015.1049996.

The use of neuroleptics, sedatives and anesthetics for anxiolytic therapy in animals

Lukyanenko K., Poroshynska O., Shaganenko R., Kozii N., Shmayun S., Shaganenko V., Koshelev O., Polishchuk A., Kozii V.

An important area for improving antidepressant treatment is the expansion of the indications for neuroleptics, anesthetics and sedatives. All these drugs have pronounced neurotropic effects.

The aim of our work is to study the published scientific evidence on the potential of neuroleptics, anesthetics and sedatives for anxiolytic therapy.

Material and methods. A systematic literature review was used to search for publications on the topic of the study. The PubMed database (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>) was used to search for scientific articles.

Results. The literature data indicates that ketamine is used to treat recurrent anxiety in both humans and animals. It provides rapid and sustained relief of anxiety symptoms in a variety of its clinical presentations. The anxiolytic effect occurs within the first 12 hours after administration and remains effective for 1 to 2 weeks. The anxiolytic effect of ketamine is due to its effect on hippocampal neurotropic factor activity.

Diazepam can significantly reduce anxiety and depressive symptoms as well as neuroinflammation in brain-injured mice. It causes a dose-dependent increase in motor activity. In combination with metformin, diazepam is the preferred treatment for type 2 diabetes mellitus in stressed animals. Intermittent use of diazepam is useful to avoid the development of physical dependence when the drug is used for a long period of time.

Acepromazine is promising to be used for anxiolytic effect in animals. A combined protocol with acepromazine significantly reduced signs of stress, anxiety and aggression during veterinary visits and had an anxiolytic effect in dogs. Acepromazine reduces the negative effects of transport stress in wild ungulates.

Dexmedetomidine is used for sedation in both human and veterinary medicine. This drug is a promising candidate for the experimental treatment of stress-related diseases such as anxiety disorders or post-traumatic stress disorder.

Conclusions. We believe that further research in this area should be conducted in controlled comparative studies to determine the optimal doses and duration of administration of potential anxiolytics, considering the species, age, sex, physiological state and other relevant clinical parameters of the animals studied. Therefore, systematic and detailed studies will help us not only to understand the effectiveness, but also to provide safe and individualized treatment. This research can improve our understanding of the use of anxiolytics in veterinary practice, which is of key importance for improving the quality of animal welfare.

In our opinion, the use of anesthetics, neuroleptics and sedatives, which are now widely used for sedation or general anesthesia, opens new possibilities for the treatment of behavioral and anxiety disorders in animals.

Key words: anxiety, veterinary medicine, neuroleptics, sedatives, ketamine, acepromazine, diazepam, medetomidine.



Copyright: Лук'яненко К.Є. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Лук'яненко К.Є.	https://orcid.org/0009-0003-9869-6375
Порошинська О.А.	https://orcid.org/0000-0001-9882-1963
Шаганенко Р.В.	https://orcid.org/0000-0002-5848-1367
Козій Н.В.	https://orcid.org/0000-0002-0141-4390
Шмаюн С.С.	https://orcid.org/0000-0001-6458-6336
Шаганенко В.С.	https://orcid.org/0000-0003-3484-2962
Кошелєв О.В.	https://orcid.org/0009-0001-6686-5985
Поліщук А.М.	https://orcid.org/0009-0000-0691-352X
Козій В.І.	https://orcid.org/0000-0002-8221-6678


ФІЗІОЛОГІЯ, ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І МОРФОЛОГІЯ

УДК: 636.09:611.71/.72-035.56:069.51

Вдосконалення методики обробки кісток тварин за виготовлення навчальних препаратів та музейних експонатів

Ільницький М.Г. , Дудка В.Б. , Бевз О.С. , Мельниченко А.П. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 E-mail: anatomii@ukr.net



Ільницький М.Г., Дудка В.Б., Бевз О.С., Мельниченко А.П. Вдосконалення методики обробки кісток тварин за виготовлення навчальних препаратів та музейних експонатів. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 88–94.

Plnitsky M., Dudka V., Bevs O., Melnychenko A. Improvement of the method of processing animal bones in the production of educational and museum exhibits. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 88–94.

Рукопис отримано: 24.04.2024 р.

Прийнято: 07.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-88-94

Удосконалено та максимально адаптовано до побутових умов методики обробки кісток свійських і диких тварин. Роботу проводили на базі лабораторії таксидермії та музейної справи кафедри анатомії та гістології ім. П.О. Ковальського Білоцерківського національного аграрного університету. Метою роботи було практичне застосування удосконаленої методики обробки кісток свійських і диких тварин для виготовлення музейних експонатів та навчальних препаратів. Для обробки та знежирення кісток як поверхнево активні речовини використовували пральні порошки «Перволь» та «Гала» з вибілюючим ефектом і засоби для миття посуду торгової марки «Фейрі». Добре себе зарекомендували як розчинники внутрішньокісткового жиру безпрекурсорні хімічні розчинники для фарби 646-й, 647-й, 650-й і «Уайт спірит». На етапі підготовки та очищення кісток від мускулатури їх піддавали мацерації у воді за кімнатної температури терміном 7–10 діб. Знежирення кісток у розчинниках тривало до 1,5 міс. за щоденного візуального контролю та перемішування. Візуальний контроль проводили за допомогою просвітлення кісток лампами з яскравим світлом. Як вибілюючий засіб використовували 60 % пергідроль, розбавлений водою у пропорції 1:4. В результаті порівняльного тестування різних засобів встановлено, що як закріплюючий препарат краще використовувати ґрунт глибокого проникнення «Artisan № 7» з експозицією кісток в ньому до 7 діб. Слід зазначити, що хімічна обробка кісток з використанням побутових миючих засобів та технічних розчинників є достатньо ефективною і доступною, хоча й займає тривалий час. Запропонована методика дозволяє за мінімальних фінансових витрат та технічного оснащення виготовляти якісні, візуально естетичні та тактильно приємні, абсолютно без запаху, рівномірного білого кольору навчальні препарати і музейні експонати кісток.

Ключові слова: свійські, дикі тварини, кістки скелета без запаху, розчинник.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. З навчальною метою постійно доводиться використовувати кістки тварин. Зокрема, під час вивчення студентами навчальних закладів біологічного спрямування тем, які стосуються остеології, обов'язковим є пояснення анатомічної будови натуральних кісток тварин різних видів. Вивчати будову скелета значно цікавіше та пізнавальніше за використання оригінального збереженого матеріалу в порівнянні

з малюнками та книгами. Вільям Гарвей ще в 17-му столітті зазначив: «Анатомі повинні вчитися в майстерні природи, а не по книгах» [1]. Безпосереднє візуальне спостереження має важливе значення у розумінні студентами біологічних явищ [2]. Це необхідний і важливий інструмент навчання в академічних закладах, музеях та анатомічних залах для кращого розуміння анатомії як найважливішого курсу на доклінічних етапах [3]. Крім того, такі кістки

тварин є важливим матеріалом за макро-, морфометричних досліджень під час виконання наукових робіт та облаштування остеологічних експозицій у музеях різних рівнів. Скелети необхідні для філогенетичних досліджень, віку, росту, аналізу функціональної морфології [4], а також це важливі інструменти для вивчення систематики, біомеханіки, еволюційної морфології та адаптації, палеонтології та ідентифікації останків тварин з археологічних місць [5]. Скелети хребетних або частини скелетів зберігають в музеях, науково-дослідних інститутах, організаціях для захисту природи та в школах для досліджень і навчання [4].

З огляду на зазначене вище, постає проблема не лише у доставці придатних для вивчення кісток, а також в якісних та, головне, максимально фінансово доступних способах їх обробки.

Згідно з даними [5–9, 15, 16], тривалий час з успіхом використовуються досить класичні методи обробки кісток тварин та птахів. Однак вони не завжди дозволяють максимально правильно зберегти структуру кістки, її міцність та усунути можливі небажані кольорові тони на їх поверхнях і специфічні запахи, які нерідко з'являються за недостатньо якісного знежирення або зміни структури кісток після їх неправильної хімічної обробки. В експозиціях музеїв досить часто можна побачити скелети та окремі кістки, виготовлені масово фабричними методами, однак вони лише віддалено нагадують справжні оригінали [10–14]. Водночас подібні препарати спричиняють різко негативний вплив на своїх користувачів – неприємний запах, коричневе або жовте нерівномірне забарвлення, формуючи у них неправильне уявлення про остеологію і природу загалом.

На сьогодні, промисловість пропонує певну кількість спеціалізованої хімії, яка призначена для обробки кісткового матеріалу. Однак досить часто ціна таких засобів залишається стабільно високою, що дозволяє використовувати їх лише за виготовлення окремих особливо цінних препаратів.

У роботі запропоновані перевірені на практиці методики застосування недорогих побутових хімічних засобів та їх комбінацій для обробки кісток, що дозволяють отримати максимально якісні результати і є доступними та простими у використанні.

Мета дослідження (The aim of the study)

– удосконалення методики та практичне застосування для обробки кісток свійських і диких тварин для виготовлення музейних експонатів та навчальних препаратів.

Матеріал та методи дослідження (Material and methods). Обробку кісток проводили в лабораторії таксидермії та музейної справи кафедри анатомії та гістології ім. П.О. Ковальського Білоцерківського національного аграрного університету.

Для виготовлення навчальних препаратів та музейних експонатів використовували кістки осьового та периферичного скелета свійських і диких тварин різних видів – верблюда двогорбого (*Camelus bactrianus*), ведмедя бурого (*Ursus arctos*), лева (*Pantera leo*), вовка (*Canis lupus*), собаки свійського (*Canis familiaris*). У процесі роботи були наступні етапи: I-й – механічна очистка кісток від мускулатури, жиру і сухожилків за допомогою хірургічних інструментів; II-й – мацерація кісток у ваннах за кімнатної температури; III-й – періодичне виварювання кісток в різних побутових порошках і засобі для миття посуду; IV-й – знежирення кісток у безпрекурсорних розчинниках для фарби: 646-й, 647-й, 650-й і «Уайт спіріт»; V-й – відбілювання з використанням 60 % пергідролю у розведенні його з водою у співвідношенні 1:4, нагрітих до кипіння; VI-й – обробка ґрунтом-закріплювачем Artisan № 7 до 10-ти діб; VII-й – сушка за кімнатної температури та полірування фетром.

Під час виконання робіт використовували індивідуальні засоби захисту: гумові рукавички, захисні окуляри та екрани, респіратори зі змінними фільтрами. Кістки очищали за допомогою скальпелів та ножів різного розміру (з довжиною леза 5–15 см) і пінцетів. Виварювання і вимочування передбачало використання відповідних технічних ємностей і ванн. Приміщення лабораторії таксидермії обладнане столами з гранітними стільницями, достатньою витяжною вентиляцією, каналізацією і освітленням.

Для обробки та знежирення кісток використовували пральні порошки «Перволь» та «Гала» з відбілюючим ефектом і засоби для миття посуду торгової марки «Фейрі». Після 2-годинного проварювання їх знежирювали впродовж 45 діб за допомогою вимочування у безпрекурсорних розчинниках для фарби: 646-й, 647-й, 650-й і «Уайт спіріті». Відбілювали поверхні кісток з використанням 60 % пергідролю у розведенні його з водою у співвідношенні 1:4. Закріплення структури знежирених і відбілених кісток проводили за допомогою занурення останніх у посуд, ємність якого дозволяла витримувати (Р. К.) рідинний коефіцієнт, тобто відношення оброблюваного матеріалу до рідини – 1:10; 1:12, з ґрунтом-закріплювачем Artisan № 7, який використовували для глибо-

кого проникнення поверхонь. Як контроль застосовували традиційний спосіб, що полягав в наступному [5]:

- мацерація черепів тварин (очищення від м'яких тканин) і заливанні теплою водою (35–40 °С) на 1–2 тижні з подальшим очищенням скальпелем;
- знежирення кісток у теплому 5 % розчині соди впродовж 2–3 годин;
- відбілення кісток в 3 % розчині H_2O_2 , а потім у білізні.

На завершальному етапі проводили висушування готових препаратів у вентиляваному приміщенні за прямої дії сонячних променів.

Результати дослідження. Механічну обробку кісток від мускулатури і сухожилків виконували відразу з моменту надходження матеріалу. Після цього піддавали їх мацерації у воді за кімнатної температури для кращого відшарування залишків, які не відділились на попередньому етапі обробки. Процес мацерації тривав 7–10 діб з періодичним механічним очищенням залишків та заміною води.

Обробляли кістки в миючих засобах, попередньо розділивши їх на групи залежно від структури та рівня насиченості жиром. Починали виварювання у воді кімнатної температури, а не занурювали їх у киплячу воду. Під час заміни чистої води та миючих засобів, обов'язково, очікували поки температура води та мате-

ріалу, який виварювали буде на рівні кімнатної. Завершували етап виварювання кісток з використанням прального порошку марок «Фейрі» і «Перволь», що мають вибілюючий ефект. Слід зауважити, що інтенсивність вогню підтримували на мінімальному рівні, обов'язково слідували за вчасним видаленням жиру з поверхні води.

Знежирення кісток в розчинниках проводили за повного їх занурення. На цьому етапі контроль проводили візуально. Знежирення тривало до 1,5 місяця, залежно від структури кісток та рівня їх насиченості жиром. По завершенню обробки, кістки значно світлішали, а їх поверхні були більш щільними та гладенькими. Контроль знежирення проводили за просвітлення кісток лампами з яскравим світлом. Наступний етап полягав у просушуванні кісток впродовж декількох діб. Потім відбілювали матеріал за допомогою 60 % пергідролу, розведеного з водою у концентрації 1:4. Це було необхідно для того, щоб їх поверхні максимально контактували з відбілювачем. Враховували час експозиції, який залежить від концентрації пергідролу, його активності, а також структури і величини кісток. Час експозиції встановлювали індивідуально до кожного експоната. За періодичного контролю, виймали кістки та слідували за їх цілісністю, не допускаючи руйнування поверхонь (рис. 1).



Рис. 1. Порівняльна візуалізація традиційної та вдосконаленої методик обробки кісток: А – традиційна методика, черепи: 1 – корови; 2; 3 – свині; Б – вдосконалена методика, черепи: 1 – верблюда двогорбого; 2 – ведмедя; 3 – лева; 4 – вовка; 5 – собаки свійського.

На завершальному етапі знежирені та вибілені кістки заливали повністю ґрунтовкою для закріплення та стабілізації структури. Експозиція тривала до 7 діб і залежала від об'єму, величини кісток, а також віку та виду тварин. По завершенню процедури закріплення кістки сушили та полірували фетром.

За традиційного способу обробки кісток черепів знежирення анатомічних препаратів не було таким якісним як в дослідній групі, а саме: черепи мали значний жовтий колір, специфічний запах, що вказувало на те, що розчин соди не повною мірою забезпечує цей стан обробки. В подальшому це призвело до більш гіршого відбілювання окиснювачем (перекис водню), а потім високооктановим бензином.

Обговорення. Скелет тварин складається із кісток, зв'язок та хрящів і виконує опорну функцію для мускулатури, впливаючи на пересування тіла у просторі [17]. Його будова надзвичайно важлива за вивчення анатомії тварин загалом, а також остеології як розділу анатомії [9].

За даними авторів [5–10; 15, 16], тривалий час з успіхом використовували класичні методи обробки кісток тварин та птахів. Підготовка кісток для обробки, насамперед, є технічною проблемою, що супроводжується низкою завдань, які слід виконати для кінцевого досягнення поставлених цілей [5].

На сьогодні вартість спеціалізованих хімічних засобів, призначених для обробки кісткового матеріалу, залишається досить високою, що суттєво обмежує широке їх застосування, віддаючи перевагу, особливо цінним препаратам. У своїй роботі пропонуємо перевірені на практиці методи застосування недорогих побутових хімічних засобів та їх комбінацій для обробки кісток, що дозволяють отримати максимально якісні результати і є доступними та простими у використанні.

Слід приділяти максимальну увагу питанню особистого захисту під час робіт із трупним матеріалом, який надходить для обробки в процесі виготовлення кісткових препаратів. Оскільки завжди є небезпека зараження деякими зоонозними захворюваннями. Наприклад, вірус сказу може залишатися в тканинах головного мозку інфікованої тварини до тих пір, поки він не буде знищений кип'ятінням матеріалу [20]. Тому під час роботи з кістками використовували латексні або інші гумові рукавиці.

У роботі механічну обробку всіх кісток виконували відразу з моменту їх надходження до кафедральної лабораторії. Роботу з виготовлення кісткових препаратів проводили у 7 послідовних етапів, у процесі перебігу яких

не виникало ускладнень пов'язаних з порушенням форми, цілісності, щільності і кольору кісток, що загалом співпадає з дослідженнями інших авторів [9, 21].

Важливим етапом підготовки кісток була мацерація їх у воді за кімнатної температури 20–22 °С, що відрізняється від методики інших авторів [23], тривалістю 7–10 діб, що співпадає з даними [23]. Розкладання та очищення м'яса від кісток за допомогою кип'ятіння небажано, тому що кип'ятіння може стиснути кістки, але негативні наслідки кип'ятіння незначні порівняно з тим, який легкий і недорогий цей процес очищення кісток [24].

Для обробки та знежирення кісток як поверхнево активні речовини використовували пральні порошки «Перволь» та «Гала» з вибілюючим ефектом і засоби для миття посуду торгової марки «Фейрі», що раніше було апробовано [23]. Проте автором не було зазначено чи мав пральний порошок з ензимами вибілюючий ефект. Хоча Бейкер та ін. [21] не пропонують використовувати біологічний пральний порошок для розкладання туші, оскільки він є корозійним і може пошкодити кістку, проте наші дослідження не підтверджують цю гіпотезу.

Здебільшого кістки пористі і містять багато жиру. Якщо їх не обезжирювати, вони швидко жовтіють залишаючи характерний слід на поверхні експоната або мають тенденцію забарвлювати кістки в коричневий колір, створюючи неприємний запах і з часом руйнуються через бактеріальний розпад структур кістки [21]. Крім того, миючі засоби містять у своєму складі ряд відбілюючих інгредієнтів [20], які атакують та окислюють білкові зв'язки в м'яких тканинах, що призводить до руйнування цих зв'язків [22]. Після проварювання з додаванням поверхнево-активних речовин кістки набували білого кольору, значно знежирювалися і не мали стороннього, нудотного запаху та суттєвих змін структури. Саме такі особливості обробки кісток – проварювання у декілька послідовних, короткотривалих за часом етапів – не більше ніж 15–20 хв на повільному вогні, забезпечувало поступове ущільнення компактної речовини кісток.

Відмінну ефективність за розчинення внутрішньокісткового жиру проявили безпрекурсорні хімічні розчинники для фарби – 646-й, 647-й, 650-й і «Уайт спірит», які з успіхом використовували у роботі. Згідно з нашими дослідженнями, максимально ефективний результат із знежирення кісток у розчинниках отримували після експозиції останніх терміном до 1,5 місяця. За даними [7–9], ви-

користання трихлоретилену, бензину, перекису водню як обезжирюючих та відбілюючих речовин призводить до знебарвлення поверхонь кісток. За даними [23], надмірне використання перхлорату або гіпохлориту пошкоджує кісткову тканину, роблячи її крейдяною і крихкою. Автор пропонує використовувати перекис водню в досить низьких концентраціях – від 1 до 3 %, що поповнюється кожні кілька днів та менш схильний пошкоджувати тканину, хоча для досягнення повної білизни може знадобитися тиждень або два [23]. Як вибілюючий засіб в цій методиці позитивний ефект мав 15 % пергідроль, (60 %, розбавлений водою у пропорції 1:4), нагрітих до кипіння за умови одноразової короткочасної експозиції – до 15–20 хв, до появи бажаного вибілюючого ефекту. Тонкостінні кістки – до 5–8 хв. Паралельно з вибілюванням, після короткочасного просушування до 20 хв, проводили візуальний контроль просвічуванням кісток лампою спрямованого, яскравого світла. У такий спосіб, візуалізувалися ділянки, які були недостатньо знежиреними, вони мали більш виражену матовість. Ця методика суттєво зменшує термін експозиції кісток на етапі вибілювання, проте суттєво не змінює структуру поверхневих та глибоких шарів кісток. Проводячи контроль кожного етапу виготовлення препаратів, не спостерігали вказаних вище недоліків. Готовий продукт був добре знежирений та мав належний зовнішній вигляд без порушень структури.

На завершальному етапі для закріплення структури препаратів краще використовувати ґрунт глибокого проникнення «Artisan № 7» з експозицією кісток в ньому до 7 діб, що сприяє досягненню очікуваного стабілізаційного ефекту зміцнення структур кісткової тканини препарату. У доступній літературі не зустрічали подібних повідомлень. Автори [25] запропонували швидко методику за 2 доби та 15 годин з використанням для мацерації миючого засобу 50–60 °С, для відбілювання 3 % H₂O₂ та сушіння на сонці, що дозволило їм виготовити скелетні матеріали практично без запаху.

Отже, на відміну від згаданих вище способів, запропонована нами методика обробки кісток була більш тривалою за часом, мала 7 етапів, проте дозволила виготовити абсолютно без запаху, тріщин, сколів, гострих частин, гладко відполіровані, приємні на дотик та рівномірного білого кольору навчальні препарати і музейні експонати кісток тварин високої якості та у необхідній кількості з мінімальними фінансовими затратами та технічним оснащенням.

Висновки. 1. Для закріплення виготовлених кісткових препаратів добрий результат показав ґрунт «Artisan № 7», за дії якого кісткова тканина ставала суттєво міцнішою, а пористість її структури значно знизилася.

2. За умов мінімальних фінансових витрат, технічного оснащення можливо організувати виготовлення естетичних кісткових препаратів навчального та музейного рівня.

3. Використана методика у виготовленні кісткових препаратів дає можливість повністю позбавити їх специфічного запаху.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Всі дослідження були проведені на трупному матеріалі.

Відомості про конфлікт інтересів. Конфлікт інтересів відсутній.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. French R. Harvey, William (1578–1657). 2004. DOI:10.1093/ref:odnb/12531
2. Characterization of selected techniques of maceration bones of Gallus gallus domesticus. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis / K. Kempa et al. Agricultura, Alimentaria, Piscariaet Zootechnica. 2016. 328 (39). 3. P. 109–116. DOI:10.21005/AAPZ2016.39.3.10.
3. Methods for preparing dry, partially articulated skeletons of osteichthyans, with notes on making ride wood dissections of the cranial skeleton / W.E. Bemis et al. Copeia. 2004. 3. P. 603–609. DOI:10.1643/CI-03-054R1
4. Prokop P.A., Prokop M.A., Tunnicliffe S.D., Diran, C. (2007) Children's ideas of animals' internal structures. Journal of Biological Education. 41 (2). P. 62–67. DOI:10.1080/00219266.2007.9656064
5. Evaluation of a rapid and efficient method for preparation of skeletons of rabbit and goose / M. T. Mussa et al. J. Vet. Med. 2015. 13 (2). P. 27–31. ISSN: 1729-7893 (Print), 2308-0922 (Online)
6. Allouch G. Al-sheikh Kh. Textbook of Comparative anatomy, The bones, ligaments and joints, practical part. Veterinary medicine collage, AL Baath University. 2008. P. 20–22.
7. Gram C.O. Vertebrate Skeletons: Preparation And Storage. National Park Service. 2006. P. 7–11.
8. Hussain M., Hussain N., Zainab H., Qaiser S. Skeletal Preservation Techniques to Enhance Veterinary Anatomy Teaching. ISAVMS. Vol. 1. 2007. P. 21–23.
9. Allouch G. Scientific technique for skeletons preservation and preparation of anatomical models to promote veterinary anatomy. Journal of Veterinary Anatomy. 2014. 7 (2). P. 133–139. DOI:10.21608/jva.2014.44817
10. Пахомов О.Є., Кульбаченко Ю.Л. Виготовлення зоологічних наочних посібників та наукових колекцій: навч. посібник. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2006. 318 с.
11. Рутинський М.Й., Стецюк О.В. Музеезнавство: навч. посібник. К.: Знання, 2008. 428 с.

12. Шидловський І. Історія музейної справи та зоологічних музеїв університетів України. Львів. 2012. 112 с.

13. Ярошенко Ю.О. Музейна справа в закладах освіти. Методичні рекомендації (видання третє, доповнене). Полтава, фірма «Техсервіс», 2009. 115 с.

14. Нові форми природничомузейної виставкової діяльності / А.А. Бокотей та ін. Наукові записки Державного природознавчого музею. 2014. Вип. 30. С. 59–68.

15. Boaz N.T. Bone Preparation: Cleaning and Degreasing. In *The Art of Bone Cleaning: A Comprehensive Guide to the Preparation and Use of Animal Skeletons*. Tandem Books. 2000. P. 37–50.

16. Bonfield L.H. Preparing Clean Vertebrate Skeletons. *Collection Forum*. 2010. 24 (1–2). P. 57–65.

17. Ghosh R.K. *Primary veterinary anatomy*. Current Books International, Kolkata, 1998. P. 2–3.

18. Olson S.L. Development and uses of avian skeleton collections. *Bulletin BOC*. 2003. 123. P. 26–34.

19. Каришева А.Ф. Спеціальна епізоотологія: підручник. К.: Вища освіта, 2002. 703 с.

20. Ajayi A., Edjomariogwe O., Iselaiye, O.T. A review of bone preparation techniques for anatomical studies. *Malaya Journal of Biosciences*. 2016. 3 (2). P. 76–80.

21. Baker P., Davis S., Payne S., Revill M. On preparing animal skeletons: a simple and effective method. *International Council for Archaeozoology, México*, 2003. 4 (1). P. 4–15.

22. Onwuama K.T., Salami S.O., Ali O., Nzalak J.O. Effect of different methods of bone preparation on the skeleton of the African giant pouched rat (*Cricetomys gambianus*). *International Journal of Morphology*. 2012. 30 (2). P. 425–427.

23. David Charles N. A quantitative method for maceration of hydra tissue. *Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen*. 1973. 171 (4). P. 259–268. DOI:10.1007/BF0057 7724. ISSN 1432041X. PMID 28304607. S2CID 9304676

24. Van Cleave J. URL:<http://scienceprojectideasforkids.com/2010/how-to-prepare-a-chicken-skeleton> (Access date: Feb, 2010)

25. Ashraf Z.F., Shonkor K.D. Detergent Maceration: A Convenient Skeleton Preparation Technique for Teaching and Demonstration of Veterinary Anatomy *Journal of Applied Veterinary Sciences*. 8 (1). P. 11–17 DOI:10.21608/javs. 2022.158955.1175

REFERENCES

1. French, R. Harvey, William (1578–1657). DOI:10.1093/ref:odnb/12531

2. Kempa, K., Kulawik, M., Bartyzel, B. J., Jakubowski, M., Skubis, J., and Koczon, P. (2016). Characterization of selected techniques of maceration bones of *Gallus gallus domesticus*. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinsensis. Agricultura, Alimentaria, Piscariae et Zootechnica*, 328 (39), 3, pp. 109–116. DOI:10. 21005/AAPZ2016.39.3.10.

3. Bemis, W.E., Hilton, E.J., Brown, B., Arrindell, R., Richmond, A.M., Little, C.D., Grande, L., Foley, P.L., Nelson, G.J. (2004). Methods for preparing

dry, partially articulated skeletons of osteichthyans, with notes on making ride wood dissections of the cranial skeleton. *Copeia*, (3), pp. 603–609. DOI:10.1643/CI-03-054R1

4. Prokop, P.A., Prokop, M.A., Tunnicliffe, S.D., Diran, C., (2007). Children's ideas of animals' internal structures. *Journal of Biological Education*, 41 (2), pp. 62–67. DOI:10.1080/00219266.2007.9656064

5. Mussa, M.T., Kamal, M.M., Mahmud, M. A.A., Sarker, B.K., Jalil M.A. Das, S.K. Bangl. (2015). Evaluation of a rapid and efficient method for preparation of skeletons of rabbit and goose. *J. Vet. Med.*, 13 (2), pp. 27–31. ISSN: 1729-7893 (Print), 2308-0922 (Online)

6. Allouch, G., Al-sheikh, Kh. (2008). *Textbook of Comparative anatomy, The bones, ligaments and joints, practical part*. Veterinary medicine collage, AL Baath University. pp. 20–22.

7. Gram, C.O. (2006). *Vertebrate Skeletons: Preparation And Storage*. National Park Service. pp. 7–11.

8. Hussain, M., Hussain, N., Zainab, H., Qaiser, S. (2007). *Skeletal Preservation Techniques to Enhance Veterinary Anatomy Teaching*. ISAVMS. Vol. 1, pp. 21–23.

9. Allouch, G. (2014). Scientific technique for skeletons preservation and preparation of anatomical models to promote veterinary anatomy. *Journal of Veterinary Anatomy*, 7 (2), pp. 133–139. DOI:10.21608/jva.2014.44817

10. Pakhomov, O.Ye., Kul'bachenko, Yu.L. (2006). *Vyhotovlennya zoolohichnykh naochnykh posibnykiv ta naukovykh kolektsiy: navch. posibnyk [Production of zoological visual guides and scientific collections: teaching. manual]*. Dnipropetrovsk: Department of DNU, 318 p. (In Ukrainian).

11. Rutyns'kyi, M.Y., Stetsyuk, O.V. (2008). *Muzeyeznavstvo: navch. posibnyk [Museum studies: teaching. manual]*. K.: Knowledge, 428 p. (In Ukrainian).

12. Shydlovs'kyi, I. (2012). *Istoriya muzeynoi spravy ta zoolohichnykh muzeyiv universytetiv Ukrainy [History of museum affairs and zoological museums of Ukrainian universities]*. Lviv, 112 p. (In Ukrainian).

13. Yaroshenko, Yu.O. (2009). *Muzeyna sprava v zakladakh osvity. Metodichni rekomendatsiyi (vydannya tretye, dopovnene) [Museum work in educational institutions. Methodical recommendations (third edition, supplemented)]*. Poltava, "Techservice" company, 115 p. (In Ukrainian).

14. Bokotey A.A. (2014). *Novi formy pryrodnychomuzeynoi vystavkovoyi diyal'nosti [New forms of natural museum exhibition activity]*. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnavchoho muzeyu [Scientific notes of the State Natural History Museum]*. Issue 30, pp. 59–68. (In Ukrainian).

15. Boaz, N.T. (2000). Bone Preparation: Cleaning and Degreasing. In *The Art of Bone Cleaning: A Comprehensive Guide to the Preparation and Use of Animal Skeletons*. Tandem Books, pp. 37–50.

16. Bonfield, L.H. (2010). Preparing Clean Vertebrate Skeletons. *Collection Forum*. 24 (1–2), pp. 57–65.

17. Ghosh, R.K. (1998). *Primary veterinary anatomy*. Current Books International, Kolkata, pp. 2–3.

18. Olson, S.L. (2003). Development and uses of avian skeleton collections. *Bulletin BOC*. 123, pp. 26–34.

19. Karysheva, A.F. (2002). Spetsial'na epizootologiya: pidruchnyk [Special epizootology: textbook]. K.: Higher education, 703 p. (In Ukrainian).

20. Ajayi, A., Edjomariogwe, O., Iselaiye, O.T. (2016). A review of bone preparation techniques for anatomical studies. *Malaya Journal of Biosciences*, 3 (2), pp. 76–80.

21. Baker, P., Davis, S., Payne, S., Reville, M. (2003). On preparing animal skeletons: a simple and effective method. *International Council for Archaeozoology, México*, 4 (1), pp. 4–15.

22. Onwuama, K.T., Salami, S.O., Ali, O., Nzalok, J.O. (2012). Effect of different methods of bone preparation on the skeleton of the African giant pouched rat (*Cricetomys gambianus*). *International Journal of Morphology*, 30 (2), pp. 425–427.

23. David, Charles N. (1973). A quantitative method for maceration of hydra tissue. *Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen*. 171 (4), pp. 259–268. DOI:10.1007/BF00577724. ISSN 1432041X. PMID 28304607. S2CID 9304676

24. Van, Cleave J. Available at: <http://scienceprojectideasforkids.com/2010/how-to-prepare-a-chicken-skeleton> (Access date: Feb, 2010)

25. Ashraf, Z.F., Shonkor, K.D. Detergent Maceration: A Convenient Skeleton Preparation Technique for Teaching and Demonstration of Veterinary Anatomy *Journal of Applied Veterinary Sciences*, 8 (1), pp. 11–17 DOI:10.21608/javs.2022. 158955.1175

**Инітський М., Дудка В., Бевз О., Мельниченко А.
Improvement of the method of processing animal bones in the production of educational and museum exhibits**

The method of processing the bones of domestic and wild animals has been improved and maximally adapted to domestic conditions. The work was carried

out on the basis of the laboratory of taxidermy and museum affairs of the department of anatomy and histology named after P. Kowalskiy Bila Tserkva National Agrarian University. The aim of the work was the practical application of the improved method of processing the bones of domestic and wild animals for the production of museum exhibits and educational materials. For the treatment and degreasing of bones, Pervol and Gala washing powders with a whitening effect and Fairy brand dishwashing detergents used as surfactants. Precursor-free chemical paint solvents 646, 647, 650 and White Spirit have proven themselves well as solvents for intraosseous fat. At the stage of preparation and cleaning of the bones from the muscles, they were subjected to maceration in water at room temperature for 7-10 days. Degreasing of bones in solvents lasted up to 1.5 months with daily visual control and mixing. Visual control have carried out by illuminating the bones with lamps with bright light. 60% perhydrol diluted with water in a ratio of 1:4 was used as a bleaching agent. As a result of comparative testing of various means, it was established that it is better to use deep penetration soil "Artisan No. 7" with exposure of bones in it for up to 7 days as a fixing preparation. It should be noted that chemical treatment of bones using household detergents and technical solvents is quite effective and affordable, although it takes a long time. The proposed method makes it possible to produce high-quality, visually aesthetic and tactilely pleasant, absolutely odorless, uniformly white educational preparations and museum exhibits of bones with minimal financial costs and technical equipment.

Key words: domestic, wild animals, skeleton bones odorless, solvent.



Copyright: Ільницький М.Г. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Ільницький М.Г.

Дудка В.Б.

Бевз О.С.

Мельниченко А.П.

<https://orcid.org/0000-0001-6130-6001>

<https://orcid.org/0000-0001-8725-8773>


<https://orcid.org/0000-0003-0218-1784>

<https://orcid.org/0000-0002-1157-1672>

ФАРМАКОЛОГІЯ І ТОКСИКОЛОГІЯ

УДК 636.12.34/8.12.8

Фармакологічні та правові аспекти використання лікарських засобів у сучасному тваринництві

Козій Н.В. , Шаганенко Р.В. , Авраменко Н.В. ,Шаганенко В.С. , Рубленко С.В. *Білоцерківський національний аграрний університет* E-mail: parazutologiya@ukr.net

Козій Н.В., Шаганенко Р.В., Авраменко Н.В., Шаганенко В.С., Рубленко С.В. Фармакологічні та правові аспекти використання лікарських засобів у сучасному тваринництві. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 95–102.

Kozii N.V., Shaganenko R.V., Avramenko N.V., Shaganenko V.S., Rublenko S.V. Pharmacological and legal aspects of the drugs in modern animal husbandry. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 95–102.

Рукопис отримано: 01.04.2024 р.
Прийнято: 15.04.2024 р.
Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-95-102

У сучасних умовах зростає відповідальність фермера та лікаря ветеринарної медицини щодо забезпечення належної якості тваринницької продукції за дотримання термінів виведення лікарських препаратів, особливо у випадках несанкціонованого застосування медичних терапевтичних засобів.

Метою дослідження було ознайомлення з фармакологічними та правовими аспектами застосування лікарських засобів у сучасному тваринництві та визначення ролі і завдань лікаря ветеринарної медицини у забезпеченні якості та безпечності продукції тваринного походження.

Проведено аналіз нормативно-правових актів різних країн, що регулюють питання використання лікарських засобів «поза інструкцією» у сучасному тваринництві. Аналіз наведених результатів дослідження дозволяє стверджувати, що з огляду на інтенсифікацію тваринництва та перспективи розвитку торгівлі продукцією тваринного походження в межах СОТ та з країнами ЄС питання застосування лікарських засобів поза інструкцією для сільськогосподарських тварин в Україні потребує уваги. Ставлення до застосування лікарських засобів має бути відображено у відповідних нормативно-правових актах, що регламентують роботу лікарів ветеринарної медицини. В Україні основним документом для ветеринарної медицини щодо правил застосування ветеринарних препаратів є Закон «Про ветеринарну медицину». Відповідно до нього дозволяється використання сільськогосподарським тваринам лише лікарських препаратів, що внесені до державного реєстру.

Важливим завданням фармакологічного забезпечення тваринницької галузі має стати вивчення фармакокінетики лікарських засобів у випадках їх застосування тваринам «поза інструкцією». Вважимо, що подальше вивчення досвіду європейських країн у вирішенні питання фармакологічного забезпечення виробництва продукції тваринництва та розробка нормативних документів в Україні є перспективним напрямом досліджень.

Ключові слова: тваринництво, лікарські засоби, інструкції, безпечність продукції, правила застосування.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Із підвищенням інтенсифікації тваринництва збільшується кількість фармакологічних засобів, що використовують для лікування і профілактики хвороб тварин або

підвищення їх продуктивності. Водночас зростає відповідальність фермера та лікаря ветеринарної медицини у забезпеченні високої якості тваринницької продукції за дотримання періоду очікування (каренція), особливо у ви-

падках нестандартного (несанкціонованого, поза інструкцією) використання ліків [1, 2].

Каренція (період виведення) – це період часу, упродовж якого кількість або концентрація препарату в продуктах тваринного походження зменшується до рівня, прийнятого для споживання людиною. Відповідальне вивчення та врахування цього періоду в умовах сучасного тваринництва є важливою запорукою якості та безпеки продукції тваринного походження [3].

Загалом час виведення відображає період, упродовж якого тваринний організм звільняється від лікарської речовини. За визначення терміну виведення лікарської речовини враховують: а) період напіввиведення лікарської речовини, як показник його фармакокінетики; б) кількість діючої речовини препарату, яку вводять в організм тварини; в) гранично допустимий рівень залишків лікарської речовини в продуктах тваринного походження (м'ясо, молоко, яйця тощо) [4]. Фармакокінетичні дослідження вивчають шляхи введення, особливості всмоктування, розподілу, біотрансформації та виведення лікарської речовини з організму [5].

Мета дослідження – аналіз фармакологічних та нормативних аспектів застосування лікарських засобів у сучасному тваринництві, визначення ролі та завдань лікаря ветеринарної медицини у забезпеченні якості й безпеки продукції тваринного походження.

Матеріал та методи дослідження. Проведено аналіз нормативних документів США, Європейського Союзу, Великої Британії і України щодо регулювання використання лікарських засобів у сучасному тваринництві, прав та обов'язків лікаря ветеринарної медицини.

Результати досліджень. За вирощування та утримання (експлуатація) продуктивних тварин виникає потреба ветеринарного обслуговування з використанням фармацевтичної продукції. Фахівці ветеринарної медицини відповідальні за обґрунтоване використання ліків сільськогосподарським тваринам та мають інформувати їх власників щодо каренції препаратів.

Основним правилом каренції є ретельне дотримання інструкції із застосування лікарських препаратів (особливо, якщо вони можуть бути небезпечним для здоров'я людини). Під препаратом розуміють лікарські речовини (активний фармацевтичний інгредієнт – АФІ) у певній лікарській формі (зокрема біологічного походження – вакцини, гормони тощо), що застосовують різними шляхами (парентерально, перорально, інгаляційно та ін.) чи потрапляють в організм тварини з кормом, водою, через шкіру, слизові оболонки, дихальні шляхи. Також важливо під час роботи з продуктивними

тваринами запобігати контакту з отрутохімікатами, які можуть використовувати у тваринництві (гербіциди, інсектициди, мийні та дезінфікуючі засоби тощо) [6, 7].

В інструкції до кожного лікарського засобу, офіційно дозволеного для застосування певному виду сільськогосподарських тварин, має міститися інформація про каренцію. Такі терміни зазвичай не однакові для різних видів тварин, і навіть щодо окремих продуктів тваринного походження. Наприклад, за застосування молочним коровам різних препаратів групи антибіотиків, період їх виведення з молоком може становити 0–96 годин, а з м'яса – 0–60 діб [8, 9].

У багатьох країнах світу чітко регламентована кількість спеціалістів, які мають дозвіл виписувати ветеринарні препарати або застосовувати їх тваринам. У Великій Британії, наприклад, це право надається лише особам із належною кваліфікацією. Станом на жовтень 2012 р. таких спеціалістів було 5200 і лише окрема категорія з них, зокрема 600 ветеринарних лікарів, мали право виписувати та відпускати ліки сільськогосподарським тваринам [10].

Важливим завданням лікаря ветеринарної медицини є захист життя і здоров'я людей та тварин від ризиків, пов'язаних із використанням тваринам кормових добавок, лікарських препаратів тощо [11].

Час очікування може бути змінено за умови призначення кількох препаратів тварині або препарат «поза інструкцією»: не зазначений даний вид тварини; змінено дозу або курс прийому препарату, шлях введення тощо [12].

Вважається, що в усіх цих випадках власник тварини має проконсультуватися з лікарем ветеринарної медицини для визначення або уточнення й, відповідно, дотримання належного періоду очікування [13].

Тривалий час у багатьох розвинених країнах питання використання ліків поза інструкціями було залишено на професійне судження лікаря. Наприклад, якщо були відсутні дозволені знеболювальні препарати або запропонована в інструкції доза антибіотиків для сільськогосподарських тварин була неефективною, лікар ветеринарної медицини міг порушити закон (інструкцію), мотивуючи це, в першому випадку, вимогами благополуччя тварин (необхідність анестезії під час хірургічних втручань), у другому – підвищенням ефективності лікування (через збільшення дози, продовження тривалості або комбінованого застосування кількох антимікробних препаратів) [14]. В обох випадках був ризик наявності залишків лікарських речовин у харчових продуктах (молоко, м'ясо, яйця тощо).

Розширення арсеналу лікарських засобів, особливо з другої половини 20 століття, призвело до того, що їх використання у тваринництві має бути певною мірою обмежене через можливий негативний вплив залишків ліків у продуктах тваринного походження на здоров'я людини. На думку Й.Ф. Вілсона та ін. [15], в США рішення Управління з контролю за харчовими продуктами та ліками (FDA) у 1983 р. вперше передбачило, що лікарі ветеринарної медицини мають призначати ліки сільськогосподарським тваринам лише чітко відповідно до їх інструкцій.

Очевидно, що обмежена кількість дозволених препаратів та способів їх застосування не могла повністю задовольнити потреби лікарів ветеринарної медицини, які працюють із сільськогосподарськими тваринами. Тому в 1986 р. попереднє рішення FDA було пом'якшено наступними вимогами: а) ветеринарний лікар не може бути притягнутий до відповідальності владою, якщо він призначає ліки, які зареєстровані в країні; б) сільськогосподарським тваринам можна використовувати не призначені для них препарати в екстрених випадках, коли необхідно полегшити страждання тварини або запобігти її загибелі. Слід враховувати, що застосування ліків продуктивним тваринам поза інструкцією можливе лише за умови, що необхідні зареєстровані препарати наразі відсутні. При цьому тварина має перебувати під наглядом по дотриманню каренції препарату [16].

У 1994 р. М. Д. Броуді [17] назвав схвалення Конгресом США «Пояснення щодо використання лікарських засобів для тварин» як перемогу ветеринарної професії. Завдяки цьому документу лікарі ветеринарної медицини отримали ліцензію на призначення ліків для продуктивних тварин «на власний розсуд». Проте, на думку Дж. Танненбаума [18], суттєві положення цього «Пояснення» насправді не були достатньо визначені. Згідно з «Пояснювальною запискою», лікар ветеринарної медицини здебільшого, не буде офіційно притягнутий до кримінальної відповідальності за використання незаконного (поза інструкцією) препарату для сільськогосподарських тварин, якщо він не становить «ризик для здоров'я людини через залишки препарату в продуктах тваринного походження».

Загалом, більшість науковців і практиків сприйняли такі зміни досить позитивно. Його окремі, чітко визначені положення передбачали, що для призначення препарату «поза інструкцією» лікар ветеринарної медицини має перебувати з фермером у дійсних комерційних відносинах. Водночас заборонено призначати

такі препарати з кормом та повністю заборонено використання препаратів з групи кленбутеролу і хлорамфеніколу [19].

Цільових документів в Україні, що регламентують застосування лікарських препаратів сільськогосподарським тваринам «поза інструкцією», нами не виявлено. Водночас, правила щодо застосування ветеринарних препаратів відображено у Законі «Про ветеринарну медицину». Цей закон в Україні є основним документом для ветеринарної медицини.

Останнє оновлення цього закону прийняте Верховною Радою України 04.02.2021 р. та підписане президентом України 12.03.2021 р. (новий Закон «Про ветеринарну медицину» № 1206-IX від 04.02.2021 р.) [20].

Десятий розділ цього закону присвячений питанням виробництва, обігу та застосування ветеринарних препаратів, що дозволяються лише за умови їх державної реєстрації (пункт 1, стаття 55 Закону).

Вимога щодо державної реєстрації не поширюється на ветеринарні лікарські засоби, призначені тваринам, що не використовуються для виробництва харчових продуктів (частина 5, стаття 55 Закону). Дозволяється застосування незареєстрованих засобів для проведення наукових досліджень (випробувань) з метою подальшої державної реєстрації за умови отримання дозволу компетентного органу (частина 6, стаття 55 Закону).

Під час державної реєстрації препаратів, що призначатимуться для продуктивних тварин, у реєстраційному досьє мають бути представлені всі аналітичні методи, що використовуються для виявлення залишків діючих речовин ветеринарного лікарського засобу (частина 12, стаття 56 Закону).

Новим законом «Про ветеринарну медицину» посилюється контроль за використанням протимікробних ветеринарних лікарських засобів та лікувальних кормів для продуктивних тварин. Такі фармацевтичні засоби відпускаються за рецептом (частина 2.2, стаття 78). Окрім того, у цій статті зазначаються й інші групи препаратів, що відпускаються за рецептом (частина 2.1–2.9, стаття 78): наркотичні та психотропні речовини; ветеринарні лікарські засоби, що містять нові діючі речовини впродовж перших 5 років після їх державної реєстрації; імунобіологічні ветеринарні засоби; ветеринарні лікарські засоби, що містять діючі речовини гормональної або тиреостатичної дії чи бета-агоністи.

У цій же статті (частина 3) йдеться про можливий безрецептурний відпуск препаратів за умови: відсутності ризику для здоров'я людини

залишками ветеринарного лікарського засобу в харчових продуктах тваринного походження, навіть, у разі його неправильного застосування (поза інструкцією); інструкція препарату не містить попереджень про можливі серйозні побічні реакції за правильного застосування препарату або у його поєднанні з іншим безрецептурним препаратом; діюча речовина препарату не була предметом частих повідомлень про побічні реакції; відсутності ризику для здоров'я людини або тварини зумовленого розвитком резистентності до речовин, що входять до складу ветеринарного лікарського засобу, навіть у разі його неправильного застосування.

Однією з важливих проблем у медицині є антибіотикорезистентність. Сучасне розуміння поширення та зростання цієї проблеми пов'язане із споживанням людьми продуктів тваринного походження, які можуть містити залишки антимікробних речовин та з недостатньо серйозним відношенням щодо застосування антимікробних препаратів продуктивним тваринам.

Законом України «Про ветеринарну медицину» посилюються вимоги щодо застосування протимікробних препаратів сільськогосподарським тваринам. На виконання Закону напрацьовано ряд документів на рівні держави, що регламентують діяльність у різних напрямках ветеринарної медицини. Зокрема, Міністерство економіки України видало наказ 30.12.2021 № 1177-21 «Про використання протимікробних ветеринарних лікарських засобів у ветеринарній медицині та звітування про обсяги їх застосування». У ньому йдеться про «Порядок використання протимікробних ветеринарних лікарських засобів у ветеринарній медицині». У розділі II цього нормативного документа протимікробні ветеринарні лікарські засоби (далі – ПВЛЗ) поділені на чотири категорії (А, В, С, Д) за ризиком для здоров'я людей і тварин. Зокрема, ліки з категорії А не можуть використовуватися продуктивним тваринам, із категорії В – лише у випадках відсутності ефективних ПВЛЗ категорії С або Д. Правила використання протимікробних ветеринарних лікарських засобів подано у III розділі цього документа [21].

Продуктивним тваринам використовують ПВЛЗ відповідно до вимог державної реєстрації ПВЛЗ, установлених законом, отже, за інструкцією на препарат. Окрім того, обов'язковим є визначення чутливості бактерій до антимікробної речовини ПВЛЗ.

У цьому ж наказі «Про використання протимікробних ветеринарних лікарських засобів у ветеринарній медицині та звітування про об-

сяги їх застосування» зазначені заборони щодо використання ПВЛЗ. Зокрема, забороняється використання таких засобів на постійній основі та з профілактичною метою у спосіб або для цілей, що не відповідають їх призначенню зазначених в інструкції.

Забій тварини, для лікування якої використовували ПВЛЗ, та використання продуктів від такої тварини дозволяються лише після закінчення встановленого періоду виведення ПВЛЗ з організму тварини, визначеного в листівці-вкладці.

Цей документ спрямований на посилення обмежень та загальне зменшення використання ПВЛЗ з метою мінімізації розвитку антибіотикорезистентності.

Відповідно до цього наказу необхідно забезпечити простежуваність використання ПВЛЗ. Спеціалісти ветеринарної медицини складають акти про їх використання, а власники продуктивних тварин зобов'язані вести записи про їх придбання та використання.

Також є ряд нормативних документів, які спрямовані на контроль залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах, продуктах тваринного походження. Зокрема, 4 червня 2009 року був прийнятий Закон України № 1446-VI «Про Загальнодержавну цільову економічну програму проведення моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднюючих речовин у живих тваринах, продуктах тваринного походження і кормах, а також у харчових продуктах, підконтрольних ветеринарній службі на 2010–2015 рр.» [22]. Основною метою цього закону є захист здоров'я людини від шкідливого впливу залишків ветеринарних препаратів, які можуть міститися в продуктах тваринного походження.

Відповідно до цього закону Державним комітетом ветеринарної медицини видано наказ від 24.12.2010 № 577 «Про затвердження Плану державного моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження на 2011 рік». З тих пір, щороку затверджуються подібні накази. Одним з останніх таких документів є наказ № 97 Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів від 7 лютого 2023 року «Про затвердження плану моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження на 2023 рік».

Відповідно до таких наказів забезпечується відбір зразків та їх надходження до уповноваженої лабораторії для проведення досліджень

та визначаються особи відповідальні за здійснення реєстрації, обліку зразків та складання звітів стосовно виконання плану державного моніторингу [23, 24].

Подальшої інформації щодо покрокових дій у разі виявлення надлишкових кількостей забруднювальних речовин, зокрема антимікробних засобів, у цьому документі не надається.

Обговорення. Вивчення стану та перспектив розвитку даного напрямку виявило поглиблення тенденції до поєднання наукового та законодавчого підходів до вирішення цього питання. Нормативна складова характеризується подальшим розширенням повноважень лікаря ветеринарної медицини та свободи дій у виборі препаратів і способів їх застосування. Прийняття таких професійних рішень базується на результатах наукових досліджень щодо особливостей фармакокінетики препаратів за різних способів їх застосування сільськогосподарським тваринам.

Одним із позитивних прикладів такого об'єднання є прийнятий документ Директоратом ветеринарної медицини Великої Британії № 13 «Правила використання Каскаду» [25]. Каскад – законодавче регулювання порядку застосування лікарем ветеринарної медицини препаратів поза інструкцією. Основний принцип каскаду полягає в тому, що за відсутності дозволених препаратів, особливо коли це необхідно для полегшення страждань тварини, лікар ветеринарної медицини може використовувати препарати поза інструкцією. Вибір лікаря є виправданим, за умови якщо він здійснює його в наступному порядку: а) замість необхідного препарату призначає препарат, дозволений для лікування інших видів тварин від тієї ж хвороби, або препарат, дозволений для цього виду тварин, але рекомендований для іншого захворювання; б) лікарський засіб дозволено для використання у гуманній медицині Сполученого Королівства або лікарський засіб дозволено для використання в країнах Європейського Союзу; в) лікарський засіб може бути виготовлено ветеринаром або фармацевтом або, у виняткових випадках, легально імпортовано з третіх країн.

В Україні прийнято ряд нормативних документів, що спрямовані на захист здоров'я людини від шкідливого впливу залишків ветеринарних препаратів у тваринній продукції. Використання лікарських засобів для продуктивних тварин поза інструкцією в Україні потребує нормативно-правового урегулювання з урахуванням досвіду європейських країн.

Висновки. Аналіз наведених результатів досліджень дозволяє стверджувати, що США та країни Європейського Союзу мають нормативні документи щодо використання лікарських засобів продуктивним тваринам поза інструкцією. В Україні відповідно до закону «Про ветеринарну медицину» дозволяється використання сільськогосподарським тваринам лише лікарських препаратів, що внесені до державного реєстру. Важливим завданням фармацевтичного забезпечення тваринництва є вивчення особливостей фармакокінетики лікарських засобів сільськогосподарським тваринам за застосування поза інструкцією.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Для написання статті використані результати наукових досліджень, які були схвалені етичними комітетами з питань поводження з дослідними тваринами.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Oral and topical extra-label administration of fipronil to laying hens: Assessment of the egg residue patterns / L. Canton et al. *J Vet Pharmacol Ther.* 2021. Vol. 44. No 5. P. 808–819. DOI:10.1111/jvp.12965.
2. Antibacterial drug residues in small ruminant edible tissues and milk: A literature review of commonly used medications in small ruminants / E.D. Richards et al. *Animals (Basel).* 2022. Vol. 12. No 19. 2607 p. DOI:10.3390/ani12192607.
3. Human health hazards associated with the administration of antimicrobials to slaughter animals. Part I. An assessment of the risks of residues of tetracyclines in pork / B.R. Berends et al. *Vet. Q.* 2001. Vol. 23. No 1. P. 2–10.
4. Department for Environment Food & Rural Affairs / Keeping records for medicines used on animals to stop residues getting into the food chain, and how to report adverse reactions. *Veterinary medicines for livestock.* 2012. 17 p.
5. Чекман І.С., Горчакова Н.О. Науково-методичні основи викладання фармакокінетики лікарських засобів студентам медичного факультету. *Науковий вісник Національного медичного університету імені О.О. Богомольця Науковий журнал.* 2009. № 3. С. 187–197.
6. Cramer G., Solano L., Johnson R. Evaluation of tetracycline in milk following extra-label administration of topical tetracycline for digital dermatitis in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2019. Vol. 102. No 1. P. 883–895. DOI:10.3168/jds.2018-14961.
7. Quantitative exposure assessment and risk characterization for fipronil residues in laying hen eggs / L. Canton et al. *J Food Sci.* 2022. Vol. 87. No 6. P. 2775–2788. DOI:10.1111/1750-3841.16161.
8. Comparison of florfenicol depletion in dairy goat milk using ultra-performance liquid chromatography with tandem mass spectrometry and a commercial on-

farm test / E.D. Richards et al. *Front Vet Sci.* 2022. Vol. 9. 991772 p. DOI:10.3389/fvets.2022.991772.

9. Determination of milk concentrations and pharmacokinetics of salicylic acid following acetylsalicylic acid (aspirin) administration in postpartum dairy cows / B.R. Fritz et al. *J Dairy Sci.* 2022. Vol. 105. No 12. P. 9869–9881. DOI:10.3168/jds.2021-21507.

10. Egg residue and depletion of meloxicam in Jing Hong laying hens following multiple oral doses / H.T. Shao et al. *Poult Sci.* 2023. Vol. 102. No 8. 102761 p. DOI: 10.1016/j.psj.2023.102761.

11. Про ветеринарну медицину: Закон України від 08.09.1992, № 36 Відомості Верховної Ради України. 1992. URL:<http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2498-12/print1361472488763433>, на 12.03.2013.

12. Flunixin meglumine tissue residues after intravenous administration in goats / C.B. Giles et al. *Front Vet Sci.* 2024. Vol. 10. 1341779 p. DOI:10.3389/fvets.2023.1341779.

13. Population pharmacokinetics and pharmacokinetic/pharmacodynamic evaluation of marbofloxacin against Coagulase-negative staphylococci, *Staphylococcus aureus* and *Mycoplasma agalactiae* pathogens in goats / J.M. Serrano-Rodríguez et al. *Res Vet Sci.* 2023. Vol. 159. P. 1–10. DOI:10.1016/j.rvsc.2023.03.026.

14. Short communication: Determination of the milk pharmacokinetics and depletion of milk residues of flunixin following transdermal administration to lactating Holstein cows / P.J. Gorden et al. *J Dairy Sci.* 2019. Vol. 102. No 12. P. 11465–11469. DOI:10.3168/jds.2019-16639.

15. Wilson J.F., Rollin B.E., Garbe A.L. Law and ethics of the veterinary profession. Priority Press LTD. 2003. 532 p.

16. Efficacy of eprinomectin 5 mg/mL topical solution administered pour on at 1 mg per kg body weight against *Oestrus ovis* myiasis in sheep and goats / S. Rehbein et al. *Vet Parasitol.* 2024. Vol. 327. 110144 p. DOI:10.1016/j.vetpar.2024.110144.

17. Brody M.D. Victory for veterinarians: Congress entrusts veterinarians with discretionary extra-label use. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1994. Vol. 205, No 10, P. 1366–1370.

18. Veterinary Ethics: Animal Welfare, Client Relations, Competition and Collegiality / J. Tannenbaum, Mosby 2nd ed. 2015. 616 p.

19. Rollin B. E. An ethicist's commentary on extra-label drug use. *Can. Vet. J.*, 2012. Vol. 43 (10). P. 749–750.

20. Про ветеринарну медицину: Закон України № 1206-IX від 04.02.2021 року. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-20>.

21. Про затвердження деяких нормативно-правових актів щодо використання протимікробних ветеринарних лікарських засобів у ветеринарній медицині та звітування про обсяги їх застосування: Наказ Міністерства економіки України № 1177-21 від 30.12.2021.

22. Про загальнодержавну цільову економічну програму проведення моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднюючих речовин у

живих тваринах, продуктах тваринного походження і кормах, а також у харчових продуктах, підконтрольних ветеринарній службі, на 2010-2015 роки: Закон України № 1446-VI від 04.06.2009 року.

23. Про затвердження Плану державного моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження на 2011 рік: Наказ Державного комітету ветеринарної медицини № 577 від 24.12.2010.

24. Про затвердження плану моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження на 2023 рік: Наказ Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів № 97 від 7.02 2023 року.

25. Veterinary medicine guidance note №13. Guidance on the use of cascade. Woodham Lane, New Haw, Addlestone, Surrey KT15 3LS. 2017. 20 p.

REFERENCES

1. Canton, L., Canton, C., Ceballos, L., Domínguez, P., Rodríguez, J., Lanusse, C., Alvarez, L., Moreno, L. (2021). Oral and topical extra-label administration of fipronil to laying hens: Assessment of the egg residue patterns. *J Vet Pharmacol Ther.*, Vol. 44, no. 5, pp. 808–819. DOI:10.1111/jvp.12965.

2. Richards, E.D., Martin, K.L., Donnell, C.E. (2022). Antibacterial drug residues in small ruminant edible tissues and milk: A literature review of commonly used medications in small ruminants. *Animals (Basel)*. Vol. 12, no. 19, 2607 p. DOI:10.3390/ani12192607.

3. Berends, B.R., van den Bogaard, A.E., van Knapen, F., Snijders, J.M. (2001). Human health hazards associated with the administration of antimicrobials to slaughter animals. Part I. An assessment of the risks of residues of tetracyclines in pork. *Vet. Q.* Vol. 23, no. 1, pp. 2–10.

4. Department for Environment Food & Rural Affairs / Keeping records for medicines used on animals to stop residues getting into the food chain, and how to report adverse reactions. *Veterinary medicines for livestock.* 2012, 17 p.

5. Chekman, I.S., Horchakova, N.O. (2009). Naukovo-metodychni osnovy vykladannia farmakokinytyky likarskykh zasobiv studentam medychnoho fakultetu [Scientific and methodological bases of teaching pharmacokinetics of medicinal products to students of the Faculty of Medicine]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho medychnoho universytetu imeni O.O. Bohomoltsia Naukovyi zhurnal [Scientific Bulletin of the National Medical University named after O.O. Bogomolets Scientific Journal]*, no. 3, pp. 187–197. (In Ukrainian).

6. Cramer, G., Solano, L., Johnson, R. (2019). Evaluation of tetracycline in milk following extra-label administration of topical tetracycline for digital dermatitis in dairy cattle. *J Dairy Sci.*, Vol. 102, no. 1, pp. 883–895. DOI:10.3168/jds.2018-14961.

7. Canton, L., Signorini, M., Canton, C., Domínguez, P., Farias, C., Alvarez, L., Lanusse, C., More-

- no, L. (2022). Quantitative exposure assessment and risk characterization for fipronil residues in laying hen eggs. *J Food Sci.*, Vol. 87, no. 6, pp. 2775–2788. DOI:10.1111/1750-3841.16161.
8. Richards, E.D., Pereira, R.V., Davis, J.L., Rowe, J.D., Clapham, M.O., Wetzlich, S.E., Rupchis, B.A., Tell, L.A. (2022). Comparison of florfenicol depletion in dairy goat milk using ultra-performance liquid chromatography with tandem mass spectrometry and a commercial on-farm test. *Front Vet Sci.* Vol. 9, 991772 p. DOI:10.3389/fvets.2022.991772.
9. Fritz, B.R., Kleinhenz, M.D., Montgomery, S.R., Magnin, G., Martin, M.S., Weeder, M., Curtis, A.K., Coetzee, J.F. (2022). Determination of milk concentrations and pharmacokinetics of salicylic acid following acetylsalicylic acid (aspirin) administration in postpartum dairy cows. *J Dairy Sci.*, Vol. 105, no. 12, pp. 9869–9881. DOI:10.3168/jds.2021-21507.
10. Shao, H.T., Gao, L., Li, H.T., Zhang, M., Chen, J.C., Duan, M.H., Li, Z.E., Dai, Y., Li, X.P., Yang, F. (2023). Egg residue and depletion of meloxicam in Jing Hong laying hens following multiple oral doses. *Poult Sci.* Vol. 102, no. 8, 102761 p. DOI: 10.1016/j.psj.2023.102761.
11. Pro veterynarnu medycynu: Zakon Ukrainy vid 08.09.1992, № 36 Vidomosti Verhovnoi' Rady Ukrainy [On veterinary medicine: Law of Ukraine dated September 8, 1992, No. 36 of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1992. Available at: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2498-12/print1361472488763433>, na 12.03.2013. (In Ukrainian).
12. Giles, C.B., Ferdous, F., Halleran, J.L., Yeatts, J.L., Baynes, R.E., Mzyk, D.A. (2024). Flunixin meglumine tissue residues after intravenous administration in goats. *Front Vet Sci.* Vol. 10, 1341779 p. DOI:10.3389/fvets.2023.1341779.
13. Serrano-Rodríguez, J.M., Fernández-Varón, E., Rodríguez, C.M.C., Andrés-Larrea, M.I.S., Rubio-Langre, S., de la Fe, C., Dova, S.W., Bhardwaj, P., Sidhu, P.K., Litterio, N.J., Lorenzutti, A.M. (2023). Population pharmacokinetics and pharmacokinetic/pharmacodynamic evaluation of marbofloxacin against Coagulase-negative staphylococci, *Staphylococcus aureus* and *Mycoplasma agalactiae* pathogens in goats. *Res Vet Sci.* Vol. 159, pp. 1–10. DOI:10.1016/j.rvsc.2023.03.026.
14. Gorden, P.J., Kleinhenz, M.D., Warner, R., Sidhu, P.K., Coetzee, J.F. (2019). Short communication: Determination of the milk pharmacokinetics and depletion of milk residues of flunixin following transdermal administration to lactating Holstein cows. *J Dairy Sci.*, Vol. 102, no. 12, pp. 11465–11469. DOI:10.3168/jds.2019-16639.
15. Wilson, J.F., Rollin, B.E., Garbe, A.L. (2003). Law and ethics of the veterinary profession. Priority Press LTD, 532 p.
16. Rehbein, S., Papadopoulos, E., Arsenopoulos, K., Kirkova, Z., Iliev, P., Rauh, R., Fankhauser, B. (2024). Efficacy of eprinomectin 5 mg/mL topical solution administered pour on at 1 mg per kg body weight against *Oestrus ovis* myiasis in sheep and goats. *Vet Parasitol.* Vol. 327, 110144 p. DOI:10.1016/j.vetpar.2024.110144.
17. Brody, M.D. (1994). Victory for veterinarians: Congress entrusts veterinarians with discretionary extra-label use. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, Vol. 205, no. 10, pp. 1366–1370.
18. Veterinary Ethics: Animal Welfare, Client Relations, Competition and Collegiality / J. Tannenbaum, Mosby 2nd ed. 2015, 616 p.
19. Rollin, B.E. (2012). An ethicist's commentary on extra-label drug use. *Can. Vet. J.*, Vol. 43, no. 10, pp. 749–750.
20. Pro veterynarnu medycynu: Zakon Ukrainy № 1206-IX vid 04.02.2021 roku [On veterinary medicine: Law of Ukraine No. 1206-IX dated February 4, 2021.]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-20>. (In Ukrainian).
21. Pro zatverdzhennja dejakyh normatyvno-pravovyh aktiv shhodo vykorystannja protymikrobnnyh veterynarnykh likars'kyh zasobiv u veterynarnij medycyni ta zvituvannja pro obsjagy i'h zastosuvannja: Nakaz Ministerstva ekonomiky Ukrainy № 1177-21 vid 30.12.2021. [On the approval of some regulatory acts regarding the use of antimicrobial veterinary medicinal products in veterinary medicine and reporting on the scope of their use: Order of the Ministry of Economy of Ukraine No. 1177-21 dated 12.30.2021.]. (In Ukrainian).
22. Pro zagal'noderzhavnu cil'ovu ekonomichnu programu provedennja monitoryngu zalyshkiv veterynarnykh preparativ ta zabrudnjuchykh rehovyn u zhyvyh tvarynah, produktah tvarynnogo pohodzhennja i kormah, a takozh u harchovyh produktah, pidkontrol'nyh veterynarnij sluzhbi, na 2010-2015 roky: Zakon Ukrainy № 1446-VI vid 04.06.2009 roku [On the nationwide targeted economic program for monitoring residues of veterinary drugs and pollutants in live animals, products of animal origin and feed, as well as in food products controlled by the veterinary service, for 2010-2015: Law of Ukraine No. 1446-VI of 04.06.2009.]. (In Ukrainian).
23. Pro zatverdzhennja Planu derzhavnogo monitoryngu zalyshkiv veterynarnykh preparativ ta zabrudnjuvachiv u zhyvyh tvarynah i neobroblenyh harchovyh produktah tvarynnogo pohodzhennja na 2011 rik: Nakaz Derzhavnogo komitetu veterynarnoi' medycyny № 577 vid 24.12.2010. [On the approval of the State Monitoring Plan for residues of veterinary drugs and pollutants in live animals and unprocessed foodstuffs of animal origin for 2011: Order of the State Committee of Veterinary Medicine No. 577 dated 24.12.2010.]. (In Ukrainian).
24. Pro zatverdzhennja planu monitoryngu zalyshkiv veterynarnykh preparativ ta zabrudnjuvachiv u zhyvyh tvarynah i neobroblenyh harchovyh produktah tvarynnogo pohodzhennja na 2023 rik: Nakaz Derzhavnoi' sluzhby Ukrainy z pytan' bezpechnosti harchovyh produktiv ta zahystu spozhyvachiv № 97 vid 7.02 2023 roku [On the approval of the monitoring plan for residues of veterinary drugs and pollutants in live animals and unprocessed food products of animal origin for 2023: Order of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection No. 97 dated February 7, 2023.]. (In Ukrainian).
25. Veterinary medicine guidance note № 13. Guidance on the use of cascade. Woodham Lane, New Haw, Addlestone, Surrey KT15 3LS. 2017, 20 p.

Pharmacological and legal aspects of the drugs in modern animal husbandry**Kozii N.V., Shaganenko R.V., Avramenko N.V., Shaganenko V.S., Rublenko S.V.**

In modern conditions, the responsibility of the farmer and veterinarian to ensure the proper quality of livestock products by observing the deadlines for the withdrawal of medicinal products is increasing, especially in cases of unauthorized use of medical therapeutic agents.

The purpose of the study was to get acquainted with the pharmacological and legal aspects of the use of medicinal products in modern animal husbandry and to determine the role and tasks of the veterinarian in ensuring the quality and safety of products of animal origin.

An analysis of legal acts of various countries regulating the use of medicinal products outside of the instructions in modern animal husbandry was carried out. The analysis of the results of the study allows us to state that in view of the intensification of animal husbandry and the prospects for the development of trade

in products of animal origin within the framework of the WTO and with EU countries, the issue outside the instructions for the use of medicinal products for farm animals in Ukraine requires attention. The attitude to the use of medicinal products should be reflected in the relevant legal acts regulating the work of veterinary medicine doctors. In Ukraine, the main document for veterinary medicine regarding the rules for the use of veterinary drugs is the Law "On Veterinary Medicine". According to it, it is allowed to use for farm animals only medicines entered in the state register. An important task of the pharmacological support of the animal husbandry industry should be the study of the pharmacokinetics of drugs in cases of their use in animals outside of the instructions. We believe that the further study of the experience of European countries in solving the issue of pharmacological support for the production of livestock products and the development of regulatory documents in Ukraine is a promising direction of research.

Key words: animal husbandry, product safety, medicinal products, instructions, application.



Copyright: Козій Н.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**ORCID iD:**

Козій Н.В.

<https://orcid.org/0000-0002-0141-4390>

Шаганенко Р.В.

<https://orcid.org/0000-0002-5848-1367>

Авраменко Н.В.

<https://orcid.org/0000-0003-2200-1322>

Шаганенко В.С.

<https://orcid.org/0000-0003-3484-2962>


Рубленко С.В.

<https://orcid.org/0000-0003-0678-5497>

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

УДК 636.92:616-001.5/-073:617.2

Гістоморфологічна оцінка впливу легованої германієм кальцій-фосфатної кераміки на репаративний остеогенез у кролів із системним остеопорозом

Тодосюк Т.П.¹ , Рубленко А.М.² ¹ Білоцерківський національний аграрний університет² Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського E-mail: Тодосюк Т.П. tatyana.todosyuk@gmail.com

Тодосюк Т.П., Рубленко А.М. Гістоморфологічна оцінка впливу легованої германієм кальцій-фосфатної кераміки на репаративний остеогенез у кролів із системним остеопорозом. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 1. С. 103–112.

Todosyuk T., Rublenko A. Histomorphological assessment of the germanium-doped calcium phosphate ceramics on reparative osteogenesis in rabbits with systemic osteoporosis. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 1. PP. 103–112.

Рукопис отримано: 30.04.2024 р.

Прийнято: 13.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-188-1-103-112

Переломи кісток здебільшого мають ургентний прояв, складні у патогенетичному, діагностичному і лікувальному аспектах, а репаративний остеогенез мультимодальний і залежить від збалансованої і реципрокної взаємодії низки чинників. Представлені результати гістологічних досліджень за остеозаміщення кісткових дефектів у кролів із системним остеопорозом.

Мета роботи – гістоморфологічна оцінка кісткових регенератів за остеозаміщення легованою германієм гідроксиапатитною керамікою у кролів із вторинним остеопорозом.

Експериментальний остеопороз у кролів (n=18) викликали введенням 0,4 % розчину дексаметазону. У тварин дослідної групи кісткові дефекти заміщували гранулами гідроксиапатитної кераміки, легованої германієм, у тварин контрольної вони загоювалися під кров'яним згустком. Гістологічні зрізи виготовляли на ротаційному мікромомі товщиною від 5 до 10 мкм та фарбували залізним гематоксилином Вейгерта і 1 % розчином еозину на спиртовій основі (виробник Diapath, Італія).

На 60-ту добу репаративного остеогенезу в тварин дослідної групи місце кісткового дефекту було виповнене компактною кістковою тканиною з незначними залишками губчастої кісткової тканини. Відмічали дещо розширені гаверсові канали. У контрольній групі ділянка дефекту була виповнена грубоволокнистою і губчастою кістковою тканиною. Візуалізувалися кісткові балки різної товщини з невеликою кількістю остеобластів та поодиноких замурованих остеоцитів. Значна кількість остеоцитарних лакун була порожньою через процес лізису остеоцитів. Гаверсові канали значно розширені з невеликою кількістю судин. Також на гістологічних препаратах спостерігали лакуну резорбції кісткової тканини та безклітинні ділянки.

Гістоморфологічна оцінка кісткових регенератів підтверджує реалізацію остеокондуктивних, остеointegraційних і остеоіндуктивних властивостей кальцій-фосфатної кераміки, легованої германієм, в умовах остеопорозних переломів трубчастих кісток.

Ключові слова: системний остеопороз, переломи кісток, губчаста і компактна кісткова тканина, гістологічні зрізи, гістоморфологічні зміни, кролі.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Переломи кісток здебільшого мають ургентний прояв, складні у патогенетичному, діагностичному і лікувальному аспектах, а репаративний остеогенез мультимодальний і залежить від збалансованої і реципрокної взаємодії низки чинників. Зокрема, нутрієтивних, оскільки хімічний склад кісток, у тому числі макро- та мікроелементів, перманентно змінюється залежно від віку, функціональних навантажень, типу харчування та інших чинників [1–3]. При цьому близько 27 % губчастої кістки і 3 % кортикальної кістки піддаються щорічному оновленню – фізіологічній регенерації, яка перебуває під контролем низки системних і локальних чинників [4, 5–8].

Безпосереднім зовнішнім чинником переломів кісток є механічна травма, проте нерідко вони виникають за впливу сукупності чинників ризику, таких як генетично зумовлені чи нутрієтивні порушення кісткового метаболізму [9–12], пов'язані з видом чи породою тварин, коморбідність і метаболічні хвороби [13], гормональні та системні порушення мікроциркуляції у кістковій тканині [6], неоплазійні чи дегенеративно-дистрофічні процеси опорно-рухового апарату [14–16].

Незважаючи на динамічне удосконалення технічних засобів і способів консервативного чи оперативного лікування переломів, частота ускладнень їх консолидації залишається досить суттєвою. Найчастіше ускладнення репаративного остеогенезу у собак виникають за осколкових переломів. Здебільшого осколки втрачають зв'язок з м'якими тканинами, внаслідок чого порушується їх кровопостачання та виникає патоморфологічний синдром ішемії/атрофії ділянки кісткової травми, що призводить до значного зменшення регенеративного потенціалу кісткової тканини. Водночас чому під час остеосинтезу, особливо осколкових переломів, здебільшого видаляється первинна гематома, яка є природною матрицею з популяцією клітин і факторів росту, що індукують репаративний процес. У разі формування після операції вторинної гематоми регенеративний потенціал також знижується внаслідок порушеного балансу між клітинами і сигналами медіаторів кісткової репарації [2, 9, 11, 17]. Крім того, осколкові переломи супроводжуються більш тривалою фазою запального процесу, що призводить до гальмування неоангіогенезу.

Водночас, у патогенетичній основі остеопорозу, кісткових неоплазій, гематогенних інфекцій кісток, уроджених вад розвитку скелета та кістково-суглобових дисплазій, остеоартритів у зв'язку із розривом зв'язкового апарату

суглобів лежать порушення кісткового метаболізму, процеси дисрегенерації та остеοімунологічних механізмів, що ускладнює безпосередньо технічне виконання остеосинтезу та використання різного роду імплантів [18, 19].

Зокрема метаболічні, гормональні і генетичні порушення та наявні патологічні процеси кісткової тканини зумовлюють зменшення міцності та порушення біомеханічних властивостей кісток, а, відповідно, і збільшення ризиків їх переломів, що також може бути пов'язано з атрофічними змінами кісткової тканини внаслідок порушення нервової трофіки (парези, паралічі нервів тощо) [16, 20–25]. Тобто, з огляду на зазначене вище, необхідне подальше удосконалення ортопедичної допомоги у тварин із використанням остеозаміщення на принципах регенеративної медицини.

Запропоновано [2, 5, 8, 26–29] групи матеріалів, що різняться за своїми фізико-хімічними і біологічними властивостями: полімери природні та синтетичні, біоскло, кераміка, метали та їх сплави, композити – матеріали, що формуються із представників різних груп.

За результатами попередніх досліджень [3, 11, 30], серед перспективних матеріалів для остеозаміщення слід відмітити кальцій-фосфатну кераміку (карбонатит, гідроксиапатит, трикальційфосфат), яка за своїм хімічним складом і механічними властивостями максимально ідентична до мінерального компоненту кісткової тканини і має з нею високу біосумісність.

Цей матеріал пропонується як для заповнення кісткових дефектів, так і як покриття металевих фіксаційних імплантів для остеосинтезу чи ендопротезування. Такі керамічні імплантати не зумовлюють імунологічних і алергічних реакцій, токсичної дії на організм, не мають канцерогенних та мутагенних властивостей, характеризуються достатнім ступенем остеοінтеграції та контрольованою здатністю до резорбції, легко піддаються стерилізації за високих температур. Водночас кальцій-фосфатна кераміка завдяки регульованому об'єму і формі, пористості та адгезивності володіє адекватною для формування кісткового регенерата остеοкондуктивністю, але не має остеοіндуктивних властивостей [2, 31–33].

Водночас остеοіндуктивні властивості має низка макро- (магній) і мікроелементів (цинк, кремній, селен, стронцій), іонами яких легують кальцій-фосфатну кераміку, однак механізми їх остеοіндуктивного ефекту потребують додаткового обґрунтування [34].

Зокрема германій має широкий спектр біологічних властивостей, а саме підвищує імун-

ний статус організму, забезпечує гемопоез, перенесення кисню в тканинах, проявляє протипухлинну, протизапальну, антиоксидантну, імуномодулюючу, фунгіцидну, противірусну та антимікробну дію, має знеболювальний ефект. Він підвищує електрофоретичну активність поверхні гідроксиапатиту, що може істотно покращувати його остеointegraційні характеристики [35–37].

Проте на сьогодні є лише поодинокі роботи щодо результатів остеозаміщення у ветеринарній медицині або знаходяться на рівні експериментальних досліджень на моделях лабораторних тварин.

Мета роботи – гістоморфологічна оцінка кісткових регенератів за остеозаміщенням легованою германієм гідроксиапатитною керамікою у кролів із вторинним остеопорозом.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на базі кафедри хірургії та хвороб дрібних домашніх тварин Білоцерківського національного аграрного університету згідно із законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р., правилами Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях від 13.11.1987 р., та Наказом МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р. «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах». Проєкт виконання представлених досліджень схвалено Етичним комітетом БНАУ, протокол № 1 від 23 січня 2019 року.

Дослідження проводили на клінічно здорових кролях породи каліфорнійський білий, віком 3 міс., масою тіла 2,5 кг, яких утримували в умовах віварію Білоцерківського НАУ. Тварини знаходились в індивідуальних клітках у кімнаті з примусовою вентиляцією, комбінованим освітленням і щоденним прибиранням. Годівлю забезпечували спеціалізованим комбікормом для кролів із розрахунку 200 г на одну голову за добу з вільним доступом до води.

Експериментальний остеопороз у кролів (n=18) викликали введенням 0,4 % розчину дексаметазону (4 мг/мл) (KRKA, Словенія) впродовж 21-ї доби у дозі 1,2 мг/кг маси тіла 1 раз/добу [30, 31]. У дослідній (n=9) і контрольній (n=9) групах тварин відтворювали модельні переломи за наступного анестезіологічного забезпечення: 2 % ацепромазин внутрішньом'язово (0,7 мг/кг), тіопентал внутрішньовенно (6 мг/кг) та місцева інфільтраційна анестезія 0,5 % лідокаїном (3 мг/кг).

Кісткові дефекти формували з дорсолатеральної поверхні діафіза променевої кістки

(компактна кісткова тканина). Оперативний доступ проводили з дотриманням правил асептики та антисептики. Після розтину окістя формували дірчасті кісткові дефекти свердлом діаметром 3 мм у променевої кістці. У тварин дослідної групи ці дефекти заміщували гранулами гідроксиапатитної кераміки, легованої германієм, а у тварин контрольної вони загоювалися під кров'яним згустком. Рани м'яких тканин закривали вузловими швами із поліпропілену. Впродовж 7-ми діб двічі на день шви обробляли антисептичним засобом «Йоддицерин».

У післяопераційний період у кролів щоденно проводили загальне клінічне дослідження та візуальну оцінку ранового процесу. Загоєння ран відбувалося за первинним натягом, тому шви знімали на 7-му добу.

Тварин виводили з експерименту на 14-, 30-, 60-ту добу досліджень за внутрішньовенного введення тіопентату (тіопентал натрію, ООО Бровафарма, Україна) у дозі 50 мг/кг.

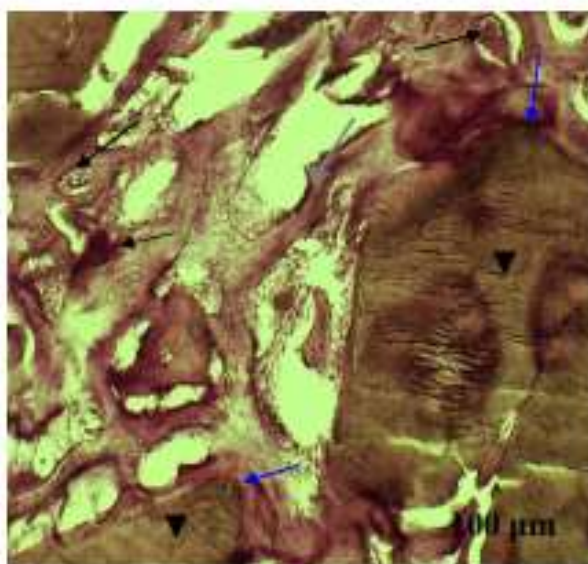
Фіксацію зразків кісткового регенерату для гістоморфологічного дослідження проводили у нейтральному формаліні (10 %), надалі їх декальцинували спеціалізованим розчином Rapid decalcifier (виробник Kaltek, Італія), зневоднювали у спиртах зростаючої концентрації, просвітлювали у ксилолі та заливали в парафін Plasti Wax фірми KALTEK (Італія). Гістологічні зрізи виготовляли на ротаційному мікромомі товщиною від 5 до 10 мкм та фарбували залізним гематоксилином Вейгерта і 1 % розчином еозину на спиртовій основі (виробник Diapath, Італія). Мікроскопію гістозрізів проводили на тринокулярному мікроскопі Fusion FS 75–30 (виробник Micromed, Китай) та візуалізували за допомогою камери Microscope digital eyepiece MDS-500 і програмного забезпечення Vividia Able Score.

Результати дослідження. На 14-ту добу після заміщення легованою германієм кальцій-фосфатною керамікою кісткових дефектів їх регенерати містили тонкі, хаотично сформовані балки грубоволокнистої кісткової тканини. Заразом чітко візуалізувалася досить велика кількість капілярів та судинних каналів. Новоутворені кісткові трабекули, що прилягали до гранул кераміки, містили значну кількість клітин остеобластичного ряду. Водночас у регенераті спостерігали безклітинні ділянки кісткової тканини, характерні для остеопоротичних змін (рис. 1, а).

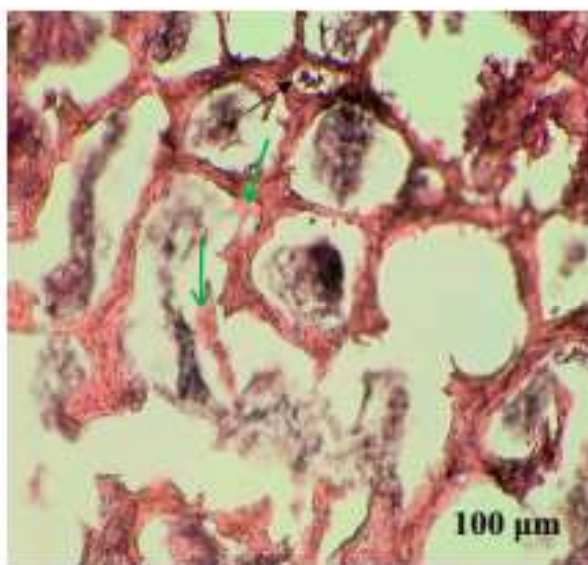
У контрольній групі тварин, модельні дефекти яких загоювалися під кров'яним згустком, у місці кісткової травми відмічали наявність незрілих остеїдних балок, а також незначні ділянки щільної волокнистої сполучної ткани-

ни із запальною інфільтрацією, характерною на цьому етапі репаративного остеогенезу, та невеликій зоні проліферації фібробластів в окремих ділянках регенерату. Також була наявна значна кількість безклітинних ділянок, що характеризують остеопоротичні процеси у кістковій тканині. На відміну від дослідної групи, в контрольній відмічали лише поодинокі формування кровоносних капілярів (рис. 1, б).

На 30-ту добу після остеозаміщення кісткових дефектів у гістозрізах регенератів виявляли гранули кальцій-фосфатної кераміки, оточені дещо масивнішими, на відміну від контрольної групи, пластинчастими балками, на поверхні яких були сформовані ряди остеобластів та досить значна кількість клітин в остеоцитарних лакунах. Канали остеонів були дещо розширені.



а

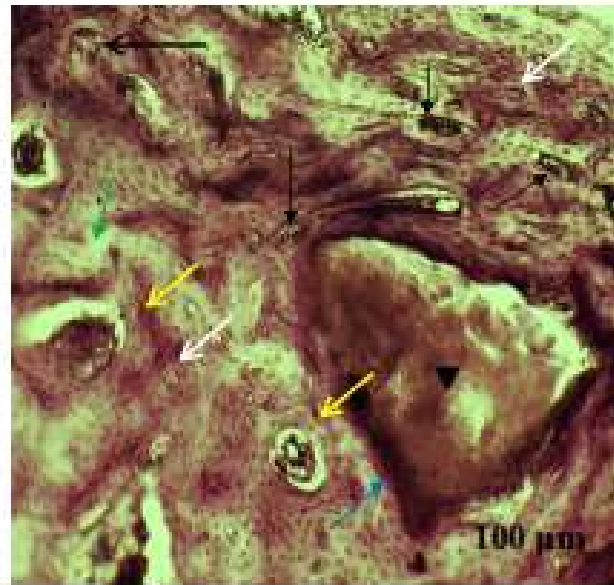


б

Рис. 1. Гістологічна картина кісткового регенерату променевої кістки на 14-ту добу репаративного остеогенезу у кролів (а – дослідна (ГТЛГег-700); б – контрольна (під кров'яним згустком) групи): ▼ – гранула легованої германієм кальцій-фосфатної кераміки; судинні канали (чорна стрілка); щільний контакт гранул із кістковим регенератом (синя стрілка); безклітинні ділянки (зелена стрілка); ядра остеобластів (сіра стрілка). Забарвлення гематоксилін-еозин. Зб. $\times 100$.

У контрольній групі у цей термін дослідження кістковий дефект частково був виповнений грубоволокнистою кістковою тканиною, але також візуалізувалися балки губчастого типу з незначною кількістю остеогенних клітин. Кількість остеоцитів була невеликою, місцями вони розташовувалися нерівномірно у площині кісткового регенерату. Заразом спостерігалися безклітинні лакуни резорбції кісткової тканини та розширені канали остеона.

На 60-ту добу репаративного остеогенезу в тварин дослідної групи місце кісткового дефекту було виповнене компактною кістковою тканиною з незначними залишками губчастої кісткової тканини, переважно в ділянці інтегрованої гранули кераміки, яка перебувала у стані біорезорбції. Також були дещо розширені гаверсові канали, але порожніх остеоцитарних лакун та ділянок остеорезорбції не відмічали (рис. 2, а).



а



б

Рис. 2. Гістологічна картина кісткового регенерату променевої кістки на 60-ту добу репаративного остеогенезу у кролів (а – дослідна (ГТлGeg-700); б – контрольна (під кров'яним згустком) групи): ▼ – гранула легованої германієм кальцій-фосфатної кераміки; судинні канали (чорна стрілка); щільний контакт гранул із кістковим регенератом (синя стрілка); безклітинні ділянки кісткової тканини (зелена стрілка); остеони на стадії формування (жовта стрілка); сформовані остеони (біла стрілка); безклітинні лакуни (фіолетова стрілка); лакуна резорбції (червона стрілка). Забарвлення гематоксилін-еозин. Зб. $\times 100$.

У контрольній групі на 60-ту добу дослідження ділянка дефекту була виповнена грубо-волокнистою і губчастою кістковою тканиною. Також візуалізувалися кісткові балки різної товщини з невеликою кількістю остеобластів та поодиноких замуrowаних остеоцитів. Значна кількість остеоцитарних лакун була порожньою через процес лізису остеоцитів. Гаверсові канали значно розширені з невеликою кількістю судин, що характерно для демінералізації кісткової тканини. Також на гістологічних препаратах спостерігали лакуни резорбції кісткової тканини та безклітинні ділянки (2, б).

Отже, за гістологічної оцінки кісткових регенератів в умовах глюкокортикоїд-індукованого остеопорозу, остеозаміщення кісткових дефектів леговою германієм кальцій-фосфатною керамікою обумовлює більш ранню остеобластичну реакцію та інтенсивний неоангіогенез.

Обговорення. Складними та найбільш частими наслідками травм опорно-рухового апарату вважаються переломи кісток, основною причиною яких є дія різного роду травмуючих чинників, а їх лікування залежить від анатомо-функціональних особливостей травмованої ділянки, типу перелому та його біомеханічних характеристик, стану кісткового метаболізму. У тварин-компаньйонів найчастіше це травматичні переломи чи навіть спонтанні переломи ідіопатичного походження. Сприяючими чинниками є метаболічні, гормональні і генетичні порушення та патологічні процеси у кістковій тканині (остеомієліт, карієс, неоплазії кісток) [2, 37]. Зменшення міцності кісток і збільшення ризиків їх переломів може бути пов'язане з атрофічними змінами кісткової тканини внаслідок порушення нервової трофіки (парези, паралічі нервів тощо) [6]. Одним із чинників ризику зазначеної патології також є системний остеопороз [31, 32]. Порушення процесів регенерації кісткової тканини та ризику нестабільної фіксації уламків пов'язані зі змінами структурно-функціонального стану кісткової тканини, що нерідко призводить до уповільненої консолідації з подальшим стійким незрощенням кісток, утворенням несправжнього суглоба тощо [9].

У разі наявності кісткових дефектів значного розміру жоден із способів остеосинтезу не може відновити регенеративний потенціал кісткової тканини. Як наслідок, у низці клінічних випадків для повноцінного відновлення структури і функції кістки виникає необхідність у застосуванні додаткових засобів для стимуляції репаративного остеогенезу [9]. Зокрема активація остеогенезу може бути до-

сягнута за остеобластного, остеоіндуктивного, стимульованого чи остеокондуктивного остеосинтезу [2]. З цією метою, насамперед використовують остеозаміщувальні матеріали, кожен із яких має певні механічні, біологічні та фізико-хімічні характеристики і особливості взаємодії з кістковою тканиною [2, 5].

У ветеринарній медицині недостатньо дискутуються та мало описані чинники ризику переломів кісток у тварин. Одним із них є системний остеопороз. Здебільшого, це захворювання розвивається практично безсимптомно, але в результаті призводить до тяжких наслідків – остеопоротичних переломів. У разі порушення структурно-функціонального стану кісткової тканини ризику консолідації переломів зумовлюються дисрегенерацією та нестабільною фіксацією уламків.

Остеопоротичні фрактури, внаслідок порушення структурно-функціонального стану кісткової тканини, погано піддаються лікуванню [9]. Тому є необхідність застосування додаткових засобів для створення оптимальних умов перебігу репаративного остеогенезу, а саме місцеве застосування остеозаміщувальних матеріалів, зокрема леговою германієм кальцій-фосфатною керамікою, яка складається з двох біосумісних фаз: гідроксиапатиту та β -трикальційфосфату [5, 17]. Гідроксиапатит є природною мінеральною формою апатиту кальцію і є подібним до елементного фазового складу мінерального компоненту кісткової тканини. β -ТКФ за взаємодії із внутрішнім середовищем організму швидко піддається резорбції і перетворюється на біологічний гідроксиапатит. Цей матеріал пропонується як для заповнення кісткових дефектів, так і для покриття металевих фіксаційних імплантів для остеосинтезу чи ендопротезування.

За гістологічної оцінки кісткових регенератів дослідних тварин вже на 14-ту добу відмічали наявність новоутворених трабекул зі значною кількістю клітин остеобластичного ряду та велику кількість капілярів і судинних каналів, тимчасом у контрольних – лише поодинокі їх формування і, як наслідок, дефіцит кісткової тканини з наявністю значної кількості ділянок резорбції та безклітинних зон. Відмінною особливістю зразків контрольної групи є низька щільність клітин фібробластичного ряду. Відомо [2], що ріст капілярів і судинних каналців у кістковому регенераті відбувається синхронно з проліферацією фібробластів, тому у разі зменшення їх кількості у клітинному складі регенерату відбувається порушення ангіогенезу. Як наслідок, спостерігається відставання процесів диференціювання клі-

тин, відбувається подовження перебігу стадій репаративної регенерації, що призводить до більш пізнього формування остеоїда та кісткових трабекул через порушення переходу запально-резорбтивної фази у фазу проліферації і диференціювання клітин фібробластичного та остеобластичного диферонів, спостерігається уповільнення ремодельовання кісткового регенерату. Тобто, доведено, що і в умовах глюкокортикоїд-індукованого остеопорозу, за остеозаміщення кісткових дефектів легована германієм кераміка реалізує свої остеокондуктивні, остеоінтеграційні та остеоіндуктивні властивості.

Висновки. Гістоморфологічна оцінка кісткових регенератів підтверджує реалізацію остеокондуктивних, остеоінтеграційних і остеоіндуктивних властивостей кальцій-фосфатної кераміки, легованої германієм, в умовах остеопорозних переломів трубчастих кісток. На підставі одержаних результатів досліджень вважаємо, що легована германієм кальцій-фосфатна кераміка може бути перспективною для потреб остеозаміщення у разі патологічних переломів остеопорозного генезу.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження проводили на базі кафедри хірургії та хвороб дрібних домашніх тварин Білоцерківського національного аграрного університету згідно із законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р., правилами Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях від 13.11.1987 р., та Наказом МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р. «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах». Проєкт виконання представлених досліджень схвалено Етичним комітетом БНАУ, протокол № 1 від 23 січня 2019 року.

Конфлікт інтересів. Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в представленій роботі.

Подяка/фінансування. Представлені дослідження виконані відповідно до затвердженої теми дисертаційної роботи «Застосування біоінженерних композитів на основі гідроксиапатиту, колагену і фібрину для оптимізації регенерації тканин опорно-рухового апарату в тварин» (протокол № 4 від 28 листопада 2019 року) та виконання Держбюджетної тематики «Доклінічні дослідження виробів із зроблених біоматеріалів» № 48/1 від 27.08.19 р. в межах виконання науково-дослідної роботи «Розробка та доведення до впровадження в клінічну практику кісткових імплантів різного призначення

з новітніх біоматеріалів для відновлення кісткової тканини та функції кісток після поранень в бойових діях» (Договір № 515 від 17 квітня 2019 р.) відповідно до цільової науково-технічної програми НАН України «Дослідження і розробки з проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави» та розпорядження Президії НАН України від 16.04.2019 № 255.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Oryan A., Alidadi S., Moshiri A., Maffulli N. Bone regenerative medicine: classic options, novel strategies, and future directions. *J. Orthop Surg Res.* 2014. Vol. 9. (1). P. 29–36. DOI:10.1186/1749-799x-9-18
- Appendicular fracture repair in dogs using the locking compression plate system: 47 cases / P.J. Haaland et al. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology.* 2009. Vol. 22. no. 4. P. 309–315. DOI:10.3415/vcot08-05-0044
- Бумейстер В. І., Погорелов М. В. Сучасний погляд на репаративний остеогенез. *Світ медицини та біології.* 2008. 4. С. 104–110.
- Рубленко М.В., Дудка В.Б., Семеняк С.А. Морфо-рентгенологічна і біохімічна характеристика репаративного остеогенезу за заміщення кісткових дефектів Біоміном-ГТ у тварин. *Наук. вісник вет. медицини: зб. наук. праць.* Біла Церква, 2015. № 1 (118). С. 98–106.
- Новіцький В.О., Слюсаренко Д.В. Особливості діагностики та лікування нестабільності крижово-клубового суглобу у собак. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування.* 2020. С. 105–109. DOI:10.31890/vtpp.2020.05.19
- Використання композитних матеріалів за переломів трубчастих кісток у тварин / М.В. Рубленко та ін. Біла Церква. 2015. 86 с.
- Пустовіт Р.В. Характеристика переломів трубчастих кісток у дрібних домашніх тварин. *Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту.* 2007. Вип. 44. С. 124–127.
- Rychel J.K. Diagnosis and Treatment of Osteoarthritis. *Topics in Companion Animal Medicine.* 2010. Vol. 25. no. 1. P. 20–25. DOI:10.1053/j.tcam.2009.10.005
- Won S., Chung W.-J., Yoon J. Clinical application of quantitative computed tomography in osteogenesis imperfecta-suspected cat. *Journal of Veterinary Science.* 2017. Vol. 18. no. 3. 415 p. DOI:10.4142/jvs.2017.18.3.415
- Osteoporosis influences the middle and late periods of fracture healing in a rat osteoporotic model / J.W. Wang et al. *Chin. J. Traumatol.* 2005. 8. P. 111–116.
- The laboratory rat as an animal model for osteoporosis research / P.P. Lelovas et al. *Comp Med.* 2008. 58 (5). P. 424–430.
- Lopez M., Schachner E. Diagnosis, prevention, and management of canine hip dysplasia: a review. *Veterinary Medicine: Research and Reports.* 2015. 181 p. DOI:10.2147/vmrr.s53266

13. Spontaneous and bilateral necrosis of the femoral head in a young experimental beagle dog / R. Kobayashi et al. *Journal of Toxicologic Pathology*. 2015. Vol. 28. no. 2. P. 121–124. DOI:10.1293/tox.2014-0060
14. Dittmer K.E., Pemberton S.A. Holistic Approach to Bone Tumors in Dogs and Cats: Radiographic and Histologic Correlation. *Veterinary Pathology*. 2021. Vol. 58. no. 5. P. 841–857. DOI:10.1177/0300985821999832
15. A retrospective study on bone metastasis in dogs with advanced-stage solid cancer / C. Agnoli et al. *Journal of Small Animal Practice*. 2023. DOI:10.1111/jsap.13621
16. *Journal of the American Veterinary Medical Association* / A.G. Burton et al. 2015. Vol. 247. no. 7. P. 778–785. DOI:10.2460/javma.247.7.778
17. Factors associated with pathological fractures in dogs with appendicular primary bone neoplasia: 84 cases (2007–2013) / J. A. Rubin et al. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2015. Vol. 247. no. 8. P. 917–923. DOI:10.2460/javma.247.8.917
18. The Bone Biologic Effects of Zoledronate in Healthy Dogs and Dogs with Malignant Osteolysis / T. M. Fan et al. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2008. Vol. 22. no. 2. P. 380–387. DOI:10.1111/j.1939-1676.2008.0046.x
19. Szabó Z., Szabó G. The effect of haemorrhage and bone fracture on bone marrow circulation. *Research in Experimental Medicine*. 1978. Vol. 172. no. 1. P. 7–17. DOI:10.1007/bf01851061
20. Remedios A. Bone and Bone Healing. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 1999. Vol. 29. no. 5. P. 1029–1044. DOI:10.1016/s0195-5616(99)50101-0
21. Zheng J.-S., Ruan H.-R., Hou K.-W. Therapeutic effects of revascularisation on the healing of free bone grafts in dogs. *Journal of Veterinary Research*. 2020. Vol. 64. no. 1. P. 175–180. DOI:10.2478/jvetres-2020-0023
22. Тодосюк Т.П., Рубленко М.В., Власенко В.М., Ульянович Н.В. Рентгено-макроморфологічна і біохімічна оцінка консолідації переломів довгих трубчастих кісток в умовах остеозаміщення кальцій-фосфатною керамікою, легованою германієм, за остеопорозу в кролів. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки*. 2022. Т. 24. № 106. С. 149–157. DOI:10.32718/nvl-vet10623.
23. Can we induce osteoporosis in animals comparable to the human situation? / R. Oheim et al. *Injury*. 2016. Vol. 47. P. 3–9. DOI:10.1016/s0020-1383(16)30002-x
24. Fracture healing in osteoporotic fractures: Is it really different? / P. Giannoudis et al. *Injury*. 2007. Vol. 38. no. 1. P. 90–99. DOI:10.1016/j.injury.2007.02.014
25. Imaging and surgical outcomes of spinal tumors in 18 dogs and one cat / O. Besalti et al. *Journal of Veterinary Science*. 2016. Vol. 17. no. 2. P. 225. DOI:10.4142/jvs.2016.17.2.225
26. Factors associated with pathological fractures in dogs with appendicular primary bone neoplasia: 84 cases (2007–2013) / J. A. Rubin et al. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2015. Vol. 247. no. 8. P. 917–923. DOI:10.2460/javma.247.8.917
27. Johnson K.A. Risks and Outcomes of Equine Flat Bone Fractures. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 2019. Vol. 32. no. 4:v. DOI:10.1055/s-0039-1693467
28. Characteristics of complete tibial fractures in California racehorses / M. A. Samol et al. *Equine Veterinary Journal*. 2020. DOI:10.1111/evj.13375
29. Histopathological features of bone regeneration in a canine segmental ulnar defect model / R. Hobbenaighi et al. *Diagnostic Pathology*. 2014. Vol. 9. no. 1. DOI:10.1186/1746-1596-9-59
30. Cheng L.J., Yu T., Shi Z. Osteoinduction Mechanism of Calcium Phosphate Biomaterials In Vivo: A Review. *Journal of biomaterials and tissue engineering*. 2017. Vol. 7. P. 911–918.
31. Chim H.J. Biomaterials in craniofacial surgery: experimental studies and clinical application. *Craniofac. Surg.* 2009. Vol. 20 (1). P. 29–33.
32. Наноматеріали медичного призначення: монографія. І. В. Уварова та ін.; за ред. акад. НАН України В. В. Скорохода НАН України, Ін-т проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича. Київ, Наукова думка, 2014. 414 с.
33. Moore D.C., Chapman M.W., Manske D. The evaluation of a biphasic calcium phosphate ceramic for use in grafting long-bone diaphyseal defects. *Journal of Orthopaedic Research*. 1987. Vol. 5. no. 3. P. 356–365. DOI:10.1002/jor.11000 50307
34. Manjubala I., Sastry T.P., Kumar R.V.S. Bone In-growth Induced by Biphasic Calcium Phosphate Ceramic in Femoral Defect of Dogs. *Journal of Biomaterials Applications*. 2005. Vol. 19. no. 4. P. 341–360. DOI:10.1177/088 5328205048633
35. Fujii A. Effect of organic germanium compound (Ge-132) on experimental osteoporosis in rats / A. Fujii et al. *General Pharmacology: The Vascular System*. 1993. 24 (6). P. 1527–1532. DOI:10.1007/s10653-017-0061-0
36. Lingjun Li., Ruan T., Lyu Y., Wu B. Advances in Effect of Germanium or Germanium Compound on Animals. *Journal of Biosciences and Medicines*. 2017. 5. P. 56–73. DOI:10.4236/jbm.2017.57006
37. Ismail D.A., Noaman E. Synthesis and Antitumour Activity of Four Germanium Amino Acid Complexes. *Egyptian Journal of Chemistry*. 2007. Vol. 50. P. 29–37.

REFERENCES

- Oryan, A., Alidadi, S., Moshiri, A., Maffulli, N. (2014). Bone regenerative medicine: classic options, novel strategies, and future directions. *J. Orthop Surg Res.*, Vol. 9 (1), pp. 29–36. DOI:10.1186/1749-799x-9-18
- Haaland, P.J., Sjöström, L. (2009). Appendicular fracture repair in dogs using the locking compression plate system: 47 cases. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. Vol. 22, no. 4, pp. 309–315. DOI:10.3415/vcot08-05-0044
- Bumeister, V.I., Pohorelov, M.V. (2008). Suchasnyi pohliad na reparativnyi osteohenez [A mod-

ern view of reparative osteogenesis]. *Svit medytyny ta biolohii* [The world of medicine and biology]. 4, pp. 104–110. (In Ukrainian).

4. Rublenko, M.V., Dudka, V.B., Semeniak, S.A. (2015). Morfo-rentgenologichna i biokhimichna kharakterystyka reparatyvnoho osteohenezu za zamishchennia kistkovykh defektiv Biominom-HT u tvaryn [Morpho-radiological and biochemical characteristics of reparative osteogenesis for replacing bone defects with Biomin-HT in animals]. *Nauk. visnyk vet. medytyny: zb. nauk. prats* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine: collection of scientific papers]. Bila Tserkva, no. 1 (118), pp. 98–106. (In Ukrainian).

5. Novitskyi, V.O., Sliusarenko, D.V. (2020). Osoblyvosti diahnozyky ta likuvannia nestabilnosti kryzhovo-klubovoho suhlobu u sobak [Features of diagnosis and treatment of sacroiliac joint instability in dogs]. *Veterynariia, tekhnolohii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia* [Veterinary medicine, animal husbandry technologies and nature management]. pp. 105–109. DOI:10.31890/vtvp.2020.05.19 (In Ukrainian).

6. Rublenko, M.V., Andriets, V.H., Semeniak, S.A. (2015). Vykorystannia kompozytnykh materialiv za perelomiv trubchastykh kistok u tvaryn [The use of composite materials for fractures of tubular bones in animals]. Bila Tserkva, 86 p. (In Ukrainian).

7. Pustovit, R.V. (2007). Kharakterystyka perelomiv trubchastykh kistok u dribnykh domashnykh tvaryn [Characteristics of fractures of tubular bones in small domestic animals]. *Visnyk Bilotserkiv. derzh. ahrar. un-tu* [Bulletin of the Bilotserki State Agrarian University], Issue 44, pp. 124–127. (In Ukrainian).

8. Rychel, J.K. (2010). Diagnosis and Treatment of Osteoarthritis. *Topics in Companion Animal Medicine*. Vol. 25, no. 1, pp. 20–25. DOI:10.1053/j.tcam.2009.10.005

9. Won, S., Chung, W.-J., Yoon, J. (2017). Clinical application of quantitative computed tomography in osteogenesis imperfecta-suspected cat. *Journal of Veterinary Science*, Vol. 18, no. 3, 415 p. DOI:10.4142/jvs.2017.18.3.415

10. Wang, J.W., Li, W., Xu, S.W. (2005). Osteoporosis influences the middle and late periods of fracture healing in a rat osteoporotic model. *Chin. J. Traumatol.*, 8, pp. 111–116.

11. Lelovas, P.P., Xanthos, T.T., Thoma, S.E., Lyritis, G.P., Dontas, I.A. (2008). The laboratory rat as an animal model for osteoporosis research. *Comp Med*. 58 (5), pp. 424–430.

12. Lopez, M., Schachner, E. (2015). Diagnosis, prevention, and management of canine hip dysplasia: a review. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 181 p. DOI:10.2147/vmrr.s53266

13. Kobayashi, R. (2015). Spontaneous and bilateral necrosis of the femoral head in a young experimental beagle dog. *Journal of Toxicologic Pathology*, Vol. 28, no. 2, pp. 121–124. DOI:10.1293/tox.2014-0060

14. Dittmer, K.E., Pemberton, S.A. (2021). Holistic Approach to Bone Tumors in Dogs and Cats: Radiographic and Histologic Correlation. *Veterinary Pathology*. Vol. 58, no. 5, pp. 841–857. DOI:10.1177/0300985821999832

15. Agnoli, C. (2023). A retrospective study on bone metastasis in dogs with advanced-stage solid cancer. *Journal of Small Animal Practice*. DOI:10.1111/jsap.13621

16. Burton, A.G. (2015). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. Vol. 247, no. 7, pp. 778–785. DOI:10.2460/javma.247.7.778

17. Rubin, J.A. (2015). Factors associated with pathological fractures in dogs with appendicular primary bone neoplasia: 84 cases (2007–2013). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Vol. 247, no. 8, pp. 917–923. DOI:10.2460/javma.247.8.917

18. Fan, T.M. (2008). The Bone Biologic Effects of Zoledronate in Healthy Dogs and Dogs with Malignant Osteolysis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, Vol. 22, no. 2, pp. 380–387. DOI:10.1111/j.1939-1676.2008.0046.x

19. Szabó, Z., Szabó, G. (1978). The effect of haemorrhage and bone fracture on bone marrow circulation. *Research in Experimental Medicine*. Vol. 172, no. 1, pp. 7–17. DOI:10.1007/bf01851061

20. Remedios, A. (1999). Bone and Bone Healing. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. Vol. 29, no. 5, pp. 1029–1044. DOI:10.1016/S0195-5616(99)50101-0

21. Zheng, J.-S., Ruan, H.-R., Hou, K.-W. (2020). Therapeutic effects of revascularisation on the healing of free bone grafts in dogs. *Journal of Veterinary Research*, Vol. 64, no. 1, pp. 175–180. DOI:10.2478/jvetres-2020-0023

22. Todosiuk, T.P., Rublenko, M.V., Vlasenko, V.M., Ulianchych, N.V. (2022). Rentgeno-makromorfologichna i biokhimichna otsinka konsolidatsii perelomiv dovhykh trubchastykh kistok v umovakh osteozamishchennia kaltsii-fosfatnoiu keramikoiu, lehovanoiu hermaniem, za osteoporozu v kroliv [X-ray macromorphological and biochemical assessment of consolidation of fractures of long tubular bones under the conditions of osteoreplacement with calcium-phosphate ceramics doped with germanium for osteoporosis in rabbits]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhyskoho* [Scientific Bulletin of LNUVMB named after S.Z. Gzhitskyi]. Serii: Veterynarni nauky [Series: Veterinary Sciences]. Vol. 24, no. 106, pp. 149–157. DOI:10.32718/nvlvet10623. (In Ukrainian).

23. Oheim, R. (2016). Can we induce osteoporosis in animals comparable to the human situation? *Injury*. Vol. 47, pp. 3–9. DOI:10.1016/s0020-1383(16)30002-x

24. Giannoudis, P. (2007). Fracture healing in osteoporotic fractures: Is it really different? *Injury*. Vol. 38, no. 1, pp. 90–99. DOI:10.1016/j.injury.2007.02.014

25. Besalti, O. (2016). Imaging and surgical outcomes of spinal tumors in 18 dogs and one cat. *Journal of Veterinary Science*, Vol. 17, no. 2, 225 p. DOI:10.4142/jvs.2016.17.2.225

26. Rubin, J. A. (2015). Factors associated with pathological fractures in dogs with appendicular primary bone neoplasia: 84 cases (2007–2013). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Vol. 247, no. 8, pp. 917–923. DOI:10.2460/javma.247.8.917

27. Johnson, K.A. (2019). Risks and Outcomes of Equine Flat Bone Fractures. *Veterinary and Compar-*

tive Orthopaedics and Traumatology. Vol. 32, no. 4:v. DOI:10.1055/s-0039-1693467

28. Samol, M.A. (2020). Characteristics of complete tibial fractures in California racehorses. *Equine Veterinary Journal*. DOI:10.1111/evj.13375

29. Hobbenaghi, R. (2014). Histopathological features of bone regeneration in a canine segmental ulnar defect model. *Diagnostic Pathology*. Vol. 9, no. 1. DOI:10.1186/1746-1596-9-59

30. Cheng, L.J., Yu, T., Shi, Z. (2017). Osteoinduction Mechanism of Calcium Phosphate Biomaterials In Vivo: A Review. *Journal of biomaterials and tissue engineering*, Vol. 7, pp. 911–918.

31. Chim, H.J. (2009). Biomaterials in craniofacial surgery: experimental studies and clinical application. *Craniofac. Surg.* Vol. 20 (1), pp. 29–33.

32. Uvarova, I.V. (2014). Nanomaterialy medychnoho pryznachennia: monohrafiia / za red. akad. NAN Ukrainy V.V. Skorokhoda NAN Ukrainy, In-t problem materialoznavstva im. I. M. Frantsevycha [Nanomaterials for medical use: monograph / edited by Acad. NAS of Ukraine V.V. Skorokhoda NAS of Ukraine, Institute of Problems of Materials Science named after I. M. Frantsevicha]. Kyiv, Scientific opinion, 414 p. (In Ukrainian).

33. Moore, D.C., Chapman, M.W., Manske, D. (1987). The evaluation of a biphasic calcium phosphate ceramic for use in grafting long-bone diaphyseal defects. *Journal of Orthopaedic Research*, Vol. 5, no. 3, pp. 356–365. DOI:10.1002/jor.1100050307

34. Manjubala, I., Sastry, T.P., Kumar, R.V.S. (2005). Bone In-growth Induced by Biphasic Calcium Phosphate Ceramic in Femoral Defect of Dogs. *Journal of Biomaterials Applications*, Vol. 19, no. 4, pp. 341–360. DOI:10.1177/0885328205048633

35. Fujii, A., Kuboyama, N., Yamane, J., Nakao, S., Furukawa, Y. (1993) Effect of organic germanium compound (Ge-132) on experimental osteoporosis in rats. *General Pharmacology: The Vascular System*, 24 (6), pp. 1527–1532. DOI:10.1007/s10653-017-0061-0

36. Li, L., Ruan, T., Lyu, Y., Wu, B. (2017). Advances in Effect of Germanium or Germanium Compound on Animals. *Journal of Biosciences and Medicines*, 5, pp. 56–73. DOI:10.4236/jbm.2017.57006

37. Ismail, D.A., Noaman, E. (2007). Synthesis and Antitumour Activity of Four Germanium Amino Acid Complexes. *Egyptian Journal of Chemistry*, Vol. 50, pp. 29–37.

Histomorphological assessment of the germanium-doped calcium phosphate ceramics on reparative osteogenesis in rabbits with systemic osteoporosis

Todosiuk T., Rublenko A.

Bone fractures are mostly urgent in nature, complex in pathogenetic, diagnostic and therapeutic aspects, and reparative osteogenesis is multimodal and depends on the balanced and reciprocal interaction of many factors. The results of histological studies for osteoreplacement of bone defects in rabbits with systemic osteoporosis are presented.

The purpose of the work is histomorphological evaluation of bone regenerates after osteoreplacement with germanium-doped hydroxyapatite ceramics in rabbits with secondary osteoporosis.

Experimental osteoporosis in rabbits (n=18) was induced by administration of 0.4% dexamethasone solution. In animals of the experimental group, bone defects were replaced with granules of hydroxyapatite ceramics doped with germanium, and in animals of the control group, they healed under a blood clot. Histological sections were made on a rotary microtome with a thickness of 5 to 10 μm and stained with Weigert's iron hematoxylin and 1% alcohol-based eosin solution (manufactured by Diapath, Italy).

On the 60th day of reparative osteogenesis in the animals of the experimental group, the site of the bone defect was filled with compact bone tissue with minor remnants of spongy bone tissue. Slightly expanded Haversian canals were noted. In the control group, the defect site was filled with coarse and spongy bone tissue. Bone beams of various thicknesses with a small number of osteoblasts and single walled osteocytes were visualized. A significant number of osteocyte lacunae were empty due to the process of osteocyte lysis. Haversian canals are significantly dilated with a small number of vessels. Also, lacunae of bone tissue resorption and acellular areas were observed on histological specimens.

Histomorphological assessment of bone regenerates confirms the realization of osteoconductive, osteointegrative and osteoinductive properties of calcium-phosphate ceramics doped with germanium in conditions of osteoporotic fractures of tubular bones.

Key words: systemic osteoporosis, bone fractures, cancellous and compact bone tissue, histological sections, histomorphological changes, rabbits.



Copyright: Todosiuk T.P., Rublenko A.M. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Тодосюк Т.П.

Рубленко А.М.

<https://orcid.org/0000-0002-9856-9793>

<https://orcid.org/0000-0001-9091-5949>



Наукове видання

Науковий вісник ветеринарної медицини

Збірник наукових праць

Випуск 1 (188) 2024

Редактор О.О. Грушко

Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

КВ № 15166-3738Р від 14.10.09 р. № 1-05/4

Формат 60x84¹/₈. Ум. др. арк. 13,1. Тираж 300.

Підписано до друку 24.05.2024 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,

e-mail: redaksiaviddil@ukr.net

Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

№ 3984 ДК від 17.02.2011 р.