

**НАУКОВИЙ ВІСНИК
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ**

Збірник наукових праць

Випуск 2 (192) 2024

УДК 636.09(062.552):378.4(477.41) БНАУ

Н 34

Науковий вісник ветеринарної медицини = Scientific Journal of Veterinary Medicine: збірник наукових праць. № 2 (192) 2024. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2024. 142 с. Doi 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 9 від 28.11.2024 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, УкраїнаЗаступник 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, Словачька 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.С.**, 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, Словачька 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, Словачька 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**Селкук Х.Б.**, д-р філософії, проф., Університет Афійон Косатепе, Афійон-Карахісар, 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**Стефанік 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, Словачка 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: redakciavidil@ukr.net.

ЗМІСТ

ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

Конопелько А.В., Лясота В.П. Хімічний склад та фізико-технологічні властивості м'яса індиків-бройлерів у разі застосування пребіотика Актиген.....6

Лясота В.П., Богатко Н.М., Букалова Н.В., Мазур Т.Г., Хіцька О.А., Джміль В.І., Богатко А.Ф., Ткачук С.А., Приліпко Т.М. Безпечність і якість яєць курячих харчових під час виробництва й обігу в деяких господарствах центральної України.....16

ДІАГНОСТИКА, ТЕРАПІЯ, ВНУТРІШНІ ХВОРОБИ ТА КЛІНІЧНА БІОХІМІЯ

Гоцуляк М.М., Сахнюк В.В. Метаболізм кальцію та його фракційного складу у клінічно здорових кіз.....28

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

Мурашко Т.В. Світовий досвід лікування інфекційного перитоніту котів.....43

Мусієць І.В., Рубленко І.О., Четет О.М., Горбатюк О.І., Піщанський О.В., Рубленко С.В., Руда М.Є., Баланчук Л.В., Мех Н.Я., Жовнір О.М. Видовий склад мікроорганізмів та їх кількісні показники за мікробіологічних випробувань зразків риби та рибної продукції.....56

Чемеровська І.О., Рубленко І.О. Визначення чутливості до антибіотиків у ізолятів, виділених від собак та котів.....69

ПАРАЗИТАРНІ ХВОРОБИ

Шаганенко Р.В., Рубленко С.В., Шаганенко В.С., Козій Н.В., Авраменко Н.В., Антіпов А.А., Гончаренко В.П. Поширеність зоонозних кишкових гельмінтозів у собак....88

ФАРМАКОЛОГІЯ І ТОКСИКОЛОГІЯ

Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я. Продуктивність та показники крові телят різних вікових груп у разі застосування кормової суміші на основі гумінових кислот.....102

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

Шевченко С.М., Чемеровський В.О., Тодосюк Т.П., Єрошенко О.В., Рубленко М.В. Клініко-ехографічна оцінка застосування фібрину, збагаченого тромбоцитами, за герніотомії великих гриж у свиней.....113

Стоцький О.Г., Білий Д.Д., Стоцький А.О. Лінійні розміри компонентів грануляційної тканини за гнійних ран у коней.....124

CONTENT

VETERINARY HYGIENE, SANITATION AND EXAMINATION

Konopelko A.V., Lyasota V.P. Chemical composition of physical and technological properties of broiler turkey meat in the case of application of the prebiotic Actigen.....6

Lyasota V., Bogatko N., Bukalova N., Mazur T., Hitska O., Dzhmil V., Bogatko A., Tkachuk S., Prilipko T. Safety and quality of food chicken eggs during production and circulation in some farms of central Ukraine.....16

DIAGNOSIS, THERAPY, INTERNAL DISEASES AND CLINICAL BIOCHEMISTRY

Hotsuliak M., Sakhniuk V. Calcium metabolism and its fractional composition in clinically healthy goats.....28

MICROBIOLOGY, EPIZOOTOLOGY AND INFECTIOUS DISEASES

Murashko T. World experience in the treatment of feline infectious peritonitis.....43

Musiets I., Rublenko I., Chechet O., Horbatiuk O., Pishchanskyi O., Rublenko S., Ruda M., Mekh N., Balanchuk L., Zhovnir O. Species composition of microorganisms and their quantitative indicators in microbiological tests of fish and fish products.....56

Chemerovska I., Rublenko I. Determination of antibiotic susceptibility in isolates from dogs and cats.....69

PARASITIC DISEASES

Shahanenko R., Rublenko S., Shahanenko V., Kozii N., Avramenko N., Antipov A., Goncharenko V. The prevalence of zoonotic intestinal helminthiasis in dogs.....88

PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Yakubchak O., Tyshkivskaya N., Tyshkivsky M. Productivity and blood parameters of calves of different age groups when using a feed mixture based on humic acids.....102

SURGERY AND ANESTHESIOLOGY

Shevchenko S.M., Chemerovsky V.O., Todosyuk T.P., Eroshenko O.V., Rublenko M.V. Clinical and echographic evaluation of the use of platelet-rich fibrin for herniotomy of large hernias in pigs.....113

Stotskyi O., Bilyi D., Stotskyi A. Linear dimensions of granulation tissue components in purulent wounds in horses.....124

ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

УДК 636.592.09:614.31:637.5:615.331

Хімічний склад та фізико-технологічні властивості м'яса індиків-бройлерів у разі застосування пребіотика Актиген

Конопелько А.В., Лясота В.П.

Білоцерківський національний аграрний університет



Кореспондентний автор Лясота В.П. E-mail: lyasota777@gmail.com



Конопелько А.В., Лясота В.П. Хімічний склад та фізико-технологічні властивості м'яса індиків-бройлерів у разі застосування пребіотика Актиген. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 6–15.

Konopelko A.V., Lyasota V.P. Chemical composition of physical and technological properties of broiler turkey meat in the case of application of the prebiotic Actigen. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 6–15.

Рукопис отримано: 04.09.2024 р.

Прийнято: 18.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-6-15

Останнім часом пре- та пробіотики отримують широке розповсюдження у птахівництві як екологічно чисті і нешкідливі для організму препарати.

Мета дослідження – провести оцінювання хімічного складу та фізико-технологічних властивостей м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген. Дослідження виконані впродовж 2022–2023 рр. на кафедрі ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продуктів тваринництва та патанатомії ім. Й.С. Загаєвського Білоцерківського НАУ. Експериментальні досліди та науково-практичні спостереження проводили в умовах ТОВ «Володар» Тетіївського району Київської області та акредитованій лабораторії: Ставищенська міжрайонна державна лабораторія Держпродспоживслужби України. Використовували: органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні та варіаційно-статистичні методи досліджень.

Хімічний склад зразків грудних та стегової групи м'язів птиці, за вмістом білків, амінокислоти триптофан переважав у дослідних групах, порівняно із контрольними. Зокрема, концентрація білків у дослідних зразках зростала у 1,0–1,2 рази, а амінокислоти триптофан у – 1,0–1,03 рази. Зростав і білково-якісний показник (БЯП) на 0,62–1,67 % ($p < 0,05$) та калорійна цінність (у 1 кг м'яса) +3,4–11,6 %. За іншими показниками як у дослідній так і контрольній групах не спостерігали достовірної різниці.

За фізико-технологічними показниками не встановлено достовірної різниці між дослідними групами. Показники вологостримувальної здатності грудних та стегових м'язів (ВУЗ) у міру підвищення терміну застосування пребіотика вірогідно збільшуються до 61,19 % ($p < 0,05$). Аналогічна залежність встановлена щодо м'язів стегна, які мають велике фізичне навантаження.

Отже, за проведення оцінювання хімічного складу та фізико-технологічних властивостей м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген, встановлено відповідність ветеринарно-санітарним вимогам щодо якості та безпеки, за відсутності контамінації мікрофлорою.

Ключові слова: м'ясна промисловість, індиківництво, фізико-хімічні, хімічні, технологічні показники, якість, харчовий продукт, споживач.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Виробництво якісної сільськогосподарської продукції є одним з найважливіших завдань економіки України. Економічна криза, яка сталася останнім часом, ще більше спровокувала низку про-

блем у сільському господарстві. Попри все, на сьогодні птахівництво в нашій країні залишається однією з найбільш інтенсивних і динамічних галузей сільськогосподарського виробництва. Саме воно у найкоротші строки спроможне забезпечувати населення біоло-

гічно повноцінними, зокрема дієтичними, та відносно дешевими (завдяки високому рівню рентабельності та відносно низькій собівартості) продуктами харчування [8, 21].

Одним із важливих і перспективних напрямів у птахівництві вважається індиківництво. Підвищення попиту населення на м'ясо індиків постійно зростає. Цьому сприяє не лише корисна якість м'яса, а також розвиток галузі кулінарної переробки та достатньо рентабельна економіка вирощування молодих індиків-бройлерів. У зв'язку з цим актуальним є розробка в Україні заходів щодо швидкого розвитку індиківництва. Про це свідчать нові дослідження, які проведені за останні роки в галузі птахівництва. Вони відображають нинішню ситуацію щодо цього питання та вказують на перспективи розвитку і збільшення нових виробництв. Оскільки індиківництво за відносно малих затрат дозволяє отримувати дієтичні продукти харчування та розширити асортимент м'ясної продукції, особливу увагу слід приділити вирощуванню індичат на м'ясо не лише в промислових господарствах, а також на неспеціалізованих фермах та присадибних ділянках [5, 28].

Технології утримання птиці постійно вдосконалюються, з'являється нове обладнання. Однак не всі підприємства спроможні його придбати і водночас залишатися конкурентоспроможними. Завжди існують малі, неспеціалізовані фермерські господарства та селянські подвір'я, які не мають фінансової можливості перейти на сучасні технології, а тому влаштують своїми зусиллями умови утримання, які на їх думку наближені до оптимальних. Певною мірою недотримання необхідних параметрів мікроклімату може бути частково компенсовано завдяки використанню біологічно активних речовин (БАР), імуностимуляторів, ефективних мікроорганізмів (ЕМ). Однак питання компенсації незадовільних умов за допомогою використання БАР майже не досліджено. Не виявлені оптимальні дози, терміни включення їх додатково у календар профілактики в різні фази вирощування птиці, а тому не маємо чіткого поняття про те як пребіотичний препарат впливає на фізіологічний стан, продуктивність, якість продукції та економічну ефективність галузі [1–7, 15].

У разі нераціонального використання антибіотиків відбувається поширення бактерій стійких до антибіотиків, розвивається дисбактеріоз як у тварин, так і людини. Споживання синтетичних сполук також призводить до прояву значної кількості алергічних

реакцій кінцевого споживача (людини), що зумовлено спільністю підходів і сполук, які використовують у ветеринарній та гуманній медицині.

У зв'язку з цим у всьому світі все більшу популярність набувають пребіотичні препарати. Наочним прикладом цього є їх широке використання та впровадження в промислове тваринництво [16, 17, 20].

Загальновідомо, що застосування пребіотиків приводить до покращення функції імунітету, відносно стабілізує флору шлунково-кишкового тракту. До того ж, на відміну від синтетичних препаратів залишає продукти птахівництва екологічно чистими і безпечними [31, 33, 34].

Отже, для підвищення продуктивності та захисних сил організму птиці, можливості отримувати якісні продукти птахівництва доцільно використовувати БАР у поєднанні з оптимізацією умов утримання [35].

Мета дослідження – провести оцінювання хімічного складу та фізико-технологічних властивостей м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження виконані впродовж 2022–2023 рр. на кафедрі ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продуктів тваринництва та патанатомії ім. Й.С. Загаєвського Білоцерківського НАУ. Експериментальні досліди та науково-практичні спостереження проводили в умовах ТОВ «Володар» Тетіївського району Київської області.

Дослідження матеріалів проводили в акредитованій лабораторії: Ставищенська міжрайонна державна лабораторія Держпродспоживслужби України (Національне агентство з акредитації України ДСТУ ISO/IES 17025:2017).

Об'єктом вивчення були індиків породи БІГ-6. До основного раціону (ОР) індиків додавали пребіотик Актиген у наступних дозах: з 1- до 21-ї доби: 0,4; 0,8 та 1 г/кг корму; з 22- до 42-ї доби: 0,4; 0,6 та 0,8 г/кг корму; з 42- до 120-ї доби: 0,2; 0,4 та 0,7 г/кг корму. Змішування пребіотика із комбікормом проводили кормозмішувачем у господарстві за виготовлення комбікорму. Птиця мала вільний доступ до корму та води впродовж усієї відгодівлі.

Актиген (*ACTIGEN*) – біологічна активна фракція другого покоління, отримана із зовнішньої стінки специфічного штаму дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, селекціонована компанією «Оллтек» (*Alltech*) США та виділена з метою створення більш ефективного продукту для оптимізації здоров'я сільсько-

господарських тварин та птиці. Актиген являє собою форму дріжджового вуглеводу. Діюча речовина: 1 кг містить 280,0 г сирого протеїну. Фармацевтична форма – порошок.

Дія кормової добавки основана на зв'язуванні патогонних мікроорганізмів, через блокування специфічної до манози пектино-подібної субстанції, що знаходиться на їх поверхні, це сприяє росту корисної мікрофлори шлунка та підвищує імунітет птиці.

Реєстраційне посвідчення (REGISTRATIONCERT, IFICDGE): JФ AA-01795-04-1 від 28.12. 2015 р. Власник реєстраційного посвідчення: «Оллтек» Інк.3031-І (Амніп Хіл Пайк, Ніколасбільп, штат Кентуккі, 40356), США).

Досліди проведено на 9-ти групах (по 300 гол. у кожній, всього 2700 голів птиці – дослідні та 300 гол. – контрольна група) індиків-бройлерів породи БІГ-6. Доступ до корму та води для птиці був вільним. Мікроклімат у пташнику регулювали автоматично (система клімат контроль). Годували індиків сухими повноцінними комбікормами (основний раціон – ОР) відповідно до норм ВНДТІП [23, 24, 26].

Матеріалом дослідження слугувало м'ясо індиків-бройлерів ТОВ «Володар» Тетіївського району Київської області. Для визначення хімічного складу м'яса за планового (на 120-ту добу – індиків та на 70-ту – добу індичок) забою птиці відібрано середні проби грудних і стегових м'язів від 7 голів птиці, маса яких відповідала середній живій масі по групі.

За хімічного аналізу м'яса (як біологічного об'єкта) і виявлення його фізико-технологічних властивостей використані наступні методики: початкова вологість – за допомогою висушування проби в сушильній шафі за температури 65–70 °С до постійної маси; загальна вологість – за висушування до постійної маси проб у сушильній шафі за температури 100–105 °С. Виявлення золи, | сирого протеїну, ліпідів проводили за загальноприйнятими методами зоотехнічного і біохімічного аналізу; калорійна цінність – методом спалення сухої навіски в калориметричній бомбі типу СКБ-52; вологоутримувальна здатність – експрес-методом за Грау-Хамму у модифікації ВНІМПУ; кислотність – потенціометричним методом [9, 10].

Для визначення хімічного складу м'яса вміст вологи визначали методом висушування, вміст білка – за методом Кьельдаля, жиру – за методом Сокслета. Підготовку проб здійснено за ДСТУ 7670-2014 «Сировина і продукти харчові. Підготовка проб» [9, 10, 38].

Вміст триптофану визначали згідно з ДСТУ ISO 13904:2008, оксипроліну – за ГОСТ Р 50207-92 (ГОСТ Р 50207-92). М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення L-оксипроліну. К.: Стандартінформ, 2010. 6 с.) [9, 10, 32, 38].

Варіаційно-статистичну обробку експериментальних даних проводили за використання комп'ютерних програмних пакетів «MicrosoftExcel», «Maple-12» (фірми Maplesoft, 2008), здійснювали варіаційно-статистичну обробку цифрових даних. Достовірність визначали за критерієм Ст'юдента з урахуванням межі достовірності: $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$ [37, 38].

Варто зазначити, що хімічний склад та фізико-технологічні властивості м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген вивчають вперше.

Результати дослідження. Якісне м'ясо птиці, як харчовий продукт, має низку показників і хімічний склад, що є одним із вагомих чинників. Адже він впливає і на інші важливі компоненти м'яса: колір, соковитість, ніжність, калорійність тощо.

Хімічний склад білого м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген (грудні м'язи) відображено у таблиці 1.

Аналізуючи хімічний склад зразків грудних м'язів м'яса птиці встановлено що за вмістом білків, амінокислоти триптофан їх кількість переважала у дослідних зразках, порівняно із контрольними. Зокрема, концентрація білків у дослідних зразках зростала у 1,12 рази, амінокислоти триптофан – у 1,03 рази ($p < 0,01$). Водночас у дослідній групі зростав і білково-якісний показник (БЯП) – на 0,62 % ($p < 0,05$) та калорійна цінність (у 1 кг м'яса) +3,4 %. За іншими показниками як у дослідній так і контрольній групах не спостерігали достовірної різниці.

Хімічний склад білого м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген (стегова група м'язів) відображено у таблиці 2.

Аналізуючи хімічний склад зразків стегової групи м'язів птиці встановлено що за вмістом білків, амінокислоти триптофан їх кількість переважала у дослідних зразках, порівняно із контрольними. Зокрема, концентрація білків у дослідних зразках зростала у 1,10 рази, амінокислоти триптофан – у 1,0 рази ($p < 0,01$). Водночас у дослідній групі зростав і білково-якісний показник (БЯП) на 1,67 % та калорійна цінність (у 1 кг м'яса) +11,6 % ($p < 0,05$). За іншими показниками як у дослідній так і контрольній групах не спостерігали достовірної різниці.

Таблиця 1 – Хімічний склад білого м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген (Грудні м'язи, (M±m, n=7))

Група Показник	Од. вим.	Дослід	Контроль	Різниця, %
Волога	%	75,7±0,17	75,5±0,21	0,2
СР	%	23,8±0,11	23,4±0,15	0,4
Білок	%	24,9±0,09*	22,1±0,03	+2,8
Зола	%	1,11±0,14	1,12±0,08	- 0,01
Калорійна цінність (у 1 кг м'яса)	ккал	975,5±12,3	943,1±15,1	+ 3,4
Триптофан	%	1,435±0,18**	1,387±0,13	+0,048
Оксипролін	%	0,235±0,03*	0,253±0,05	-0,018
Триптофан: Оксипролін (БЯП)		6,10±0,07*	5,48±0,16	+ 0,62

Примітка: * p<0,05, **p<0,01.

Таблиця 2 – Хімічний склад червоного м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген (стегнова група м'язів), M±m, n=7

Група Показник	Од. вим.	Дослід	Контроль	Різниця, %
Волога	%	76,8±0,18	76,0±0,15	0,8
СР	%	22,2±0,10	22,3±0,17	0,1
Білок	%	22,3±0,05*	20,1±0,01	+2,2
Зола	%	0,41±0,11	0,40±0,07	- 0,01
Калорійна цінність (у 1 кг м'яса)	ккал	1075,5±15,1*	963,8±17,3	+ 11,6
Триптофан	%	1,425±0,13**	1,357±0,13	+0,068
Оксипролін	%	0,249±0,01*	0,335±0,07	-0,086
Триптофан: Оксипролін (БЯП)		5,72*	4,05	1,67

Примітка: * p<0,05, **p<0,01.

Фізико-технологічні властивості м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген (грудні м'язи та м'язи стегна) відображено у таблицях 3 і 4.

За фізико-технологічними показниками (концентрація водневих іонів, м'ясної вологи) також не встановлено достовірної різниці між дослідними групами.

Однак показники вологоутримувальної здатності грудних та стегових м'язів (ВУЗ) у міру підвищення терміну застосування пребіотика вірогідно збільшуються до 61,19 % (p<0,05).

Аналогічна залежність встановлена щодо м'язів стегна, які мають значне фізичне навантаження.

Обговорення. Останнім часом пребіотики отримують широке розповсюдження у

птахівництві як екологічно чисті і нешкідливі для організму препарати [12].

У світовій ветеринарній практиці все більшого значення набувають пребіотичні препарати, як альтернатива антибіотикотерапії. Зазвичай їх застосовують з перших днів життя птиці для формування нормального біоценозу кишечника та профілактики дисбактеріозів, які можуть виникнути внаслідок неадекватної годівлі. Особливо ефективні пребіотики за лікування дисбактеріозів, різних шлункових розладів невстановленої етіології, алергічних реакцій, після застосування антибіотиків. Як показала практика, після застосування ЕМ-препарату в шлунково-кишковому тракті птиці не виділяються ні патогенні, ні умовно-патогенні види мікроорганізмів [13].

Таблиця 3 – Фізико-технологічні властивості м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген (середня проба), $M \pm m$, $n=7$

Група	Вологоутримувальна здатність (грудні м'язи)				
	Площа плями, cm^2				
	загальної	м'ясної	вологої	ВУЗ, %	pH
Дослід	8,21±0,11	2,59±0,19	5,75±0,21	61,19±3,57*	5,73±0,27
Контроль	8,13±0,31	2,37±0,43	5,78±0,37	59,39±2,77	5,70±0,51

Примітка: * $p < 0,05$.

Таблиця 4 – Фізико-технологічні властивості м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген (середня проба), $M \pm m$, $n=7$

Група	Вологоутримувальна здатність (м'язи стегна)				
	Площа плями, cm^2				
	загальної	м'ясної	вологої	ВУЗ, %	pH
Дослід	9,31±0,51	3,09±0,79	6,15±0,61	61,05±3,75*	5,77±0,67
Контроль	9,17±0,81	3,07±0,33	6,13±0,27	58,32±2,35	5,76±0,37

Примітка: * $p < 0,05$.

У багатьох країнах світу вже існує заборона на використання кормових антибіотиків, що сприяло розробці нових екологічно чистих і безпечних технологій раціональної годівлі з метою підтримання збереженості стада, підвищення його продуктивності впродовж усього періоду експлуатації. Такою сучасною альтернативою є застосування пребіотиків [8, 14].

Якість м'яса птиці, як продукту харчування людини, особливо після застосування біологічно активних речовин, характеризується декількома показниками: хімічним складом, вмістом повноцінних білків, кольором, соковитістю, ніжністю, калорійністю та іншими показниками, які залежать від різних чинників (породи, лінії, кросу, віку птиці, умов вирощування та годівлі, технології виробництва, переробки, збереження і т.п.) [5].

У результаті проведених досліджень встановлено, що хімічний склад зразків грудних м'язів м'яса птиці за вмістом білків, амінокислоти триптофан переважав у дослідних зразках, порівняно із контрольними. Зокрема, концентрація білків у дослідних зразках зростала у 1,12 рази, амінокислоти триптофан – у 1,03 рази. Водночас у дослідній групі зростав і білково-якісний показник (БЯП) на 0,62 % ($p < 0,05$) та калорійна цінність (у 1 кг м'яса) +3,4 %. За іншими показниками як у дослідній так і контрольній групах не спостерігали достовірної різниці.

Біологічну повноцінність м'яса прийнято оцінювати за співвідношенням повноцінних і

неповноцінних білків. У повноцінних білках знаходяться такі амінокислоти як триптофан, тирозин, а в неповноцінних – оксипролін. Чим більше співвідношення триптофану до оксипроліну, тим вища біологічна цінність білків м'яса [39].

За хімічним складом зразків стегнової групи м'язів птиці встановлено, що за вмістом білків, амінокислоти триптофан їх кількість переважала у дослідних зразках, порівняно із контрольними. Зокрема, концентрація білків у дослідних зразках зростала у 1,10 рази, амінокислоти триптофан – у 1,0 рази. Водночас у дослідній групі зростав і білково-якісний показник (БЯП) – на 1,67 % та калорійна цінність (у 1 кг м'яса) +11,6 % ($p < 0,05$). За іншими показниками як у дослідній так і контрольній групах не спостерігали суттєвої різниці.

За фізико-технологічними показниками (концентрація водневих іонів, м'ясної вологи) не встановлено достовірної різниці між дослідними групами. Однак показники вологоутримувальної здатності грудних та стегнових м'язів (ВУЗ) у міру підвищення терміну застосування пребіотика вірогідно збільшуються до 61,19 % ($p < 0,05$). Аналогічна залежність встановлена щодо м'язів стегна, які мають значне фізичне навантаження.

Ряд авторів [19, 22, 27, 29, 36] вказують, що додаткове введення до раціону індичат та курчат пребіотичних препаратів покращує забійні, органолептичні та технологічні якості м'яса птиці. У м'ясі дослідних індичат спостерігається незначне зменшення вмісту

води, збільшення жиру, підвищення біологічної цінності м'яса. М'ясо індичат, яким до раціону додавали вказані вище біологічно активні препарати, відповідає ветеринарно-санітарним вимогам щодо безпеки та якості, за відсутності контамінації мікрофлорою.

Отже, під час проведення оцінювання хімічного складу та фізико-технологічних властивостей м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген встановлено, що м'ясо відповідає ветеринарно-санітарним вимогам щодо якості та безпеки, за відсутності контамінації мікрофлорою.

Висновки.

1. Хімічний склад зразків грудних м'язів м'яса птиці, за вмістом білків, амінокислоти триптофан був вищим у дослідних групах, порівняно із контрольними. Зокрема, концентрація білків у дослідних зразках зростала у 1,12 рази, амінокислоти триптофан – у 1,03 рази. Водночас у дослідній групі зростав і білково-якісний показник (БЯП) на 0,62 % ($p < 0,05$) та калорійна цінність (у 1 кг м'яса) +3,4 %. За іншими показниками, як у дослідній так і контрольній групах не спостерігали достовірної різниці.

2. За хімічним складом зразків стегнової групи м'язів птиці встановлено, що за вмістом білків, амінокислоти триптофан їх кількість була вищою у дослідних групах, порівняно із контрольними. Зокрема, концентрація білків у дослідних зразках зростала у 1,10 рази, амінокислоти триптофан – у 1,0 рази. Водночас у дослідній групі зростав і білково-якісний показник (БЯП) на 1,67 % та калорійна цінність (у 1 кг м'яса) +11,6 % ($p < 0,05$). За іншими показниками як у дослідній так і контрольній групах не спостерігали суттєвої різниці.

3. За фізико-технологічними показниками (концентрація водневих іонів, м'ясної вологи) не встановлено достовірної різниці між дослідними групами. Однак показники вологоутримувальної здатності грудних та стегнових м'язів (ВУЗ) у міру підвищення терміну застосування пребіотика вірогідно збільшуються до 61,19 % ($P < 0,05$). Аналогічна залежність встановлена щодо м'язів стегна, які мають значне фізичне навантаження.

Перспективи подальших досліджень. Розробити науково-практичні рекомендації «Хімічний склад та фізико-технологічні властивості м'яса індиків-бройлерів за застосування пребіотика Актиген».

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абд Ель-Хак М.Е., Ель-Саадоні, Шафі М.Т. Пробиотики та корми для птиці: комплексний огляд. *Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 104 (6). 2020. С. 1835–1850. DOI:10.1111/jpn.13454.
2. Аль-Халайфа Х.С. Переваги пробіотиків та/або пребіотиків для птиці зі зниженим прийомом антибіотиків. *Poult Sci*. 97 (11). 2018. С. 3807–3815. DOI:10.3382/ps/pey160.
3. Арек Ях'я А.-Б. Вплив *sporo-lex i analcim-si* на мікрофлору шлунково-кишкового тракту птиці. Науково-технічний вісник Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів і кормових добавок та Інституту біології тварин. 2021. 22 (2). С. 25–32. DOI:10.36359/scivp.2021-22-2.02.
4. Баштюрк А., Артан Р. Ефективність синбіотиків, пробіотиків і пребіотиків при синдромі подразненого кишечника у дітей: рандомізоване контрольоване дослідження. *Turk J Gastroenterol*. 2016. 27 (5). С. 439–443. DOI:10.5152/tjg.2016.16301.
5. Беррі С. Сесіль. Варіабельність сенсорних і обробних якостей м'яса птиці. Світове птахівництво. 2015. 56 (3). С. 209–224. DOI:10.1079/WPS2000 0016.
6. Бібен І. А. Імунокорекція курей пробіотичною культурою бак. *Subtilis BI-12 as a alternative to*. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Ветеринарні науки. 2023. Т. 25. № 2. 112 с.
7. Баштовий А.В. Антибіотичний захист. Науковий вісник ЛНУВМБ. Ветеринарні науки. 2023. Вип. 25. № 2. С. 112–118.
8. Богатко Н.М., Богатко Д.Л. Особливості впровадження системи НАССР на м'ясопереробних підприємствах України. Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. Проблеми зооінженерії та ветеринарії. Ветеринарні науки. 2014. 28 (2). С. 49–55. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/pzvm_2014_28%28%29__7.
9. Богатко Н.М., Букалова Н.В., Щуревич Г.П. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів забою птиці: методичні рекомендації для студентів ПНКСВМ, студентів та магістрантів ФВМ. Біла Церква, 2014. 52 с.
10. Богатко Н.М., Константинов П.Д., Богатко Л. М. Ветеринарно-санітарна експертиза м'яса забійних тварин, птиці, кролів: методичні вказівки для аспірантів. Біла Церква, 2016. 47 с.
11. Бушуєва І.В., Борисенко Н.М. Роздрібна торгівля ветеринарними імунобіологічними препаратами на українському ринку ветеринарних вакцин. Актуальні проблеми фармацевтичної та медичної науки і практики. 2020. 13 (1). С. 21–32. DOI:10.14739/2409-2932.2020.1.198188.
12. Чудак Р.А. Сучасні кормові добавки в годівлі птиці. Вінниця: Твори, 2021. 210 с.
13. Ciftciler R., Ciftciler A.E. Значення мікробіоти в гематології. *Transfus Apher Sci*. 2022. 61 (2). 103320. DOI:10.1016/j.transci.2021.103320.
14. Фабіано В., Індріо Ф., Вердучі Е. Термінові дитячі суміші, що впливають на мікробіоту

- кишечника: огляд. Поживні речовини. 2021. 13 (12). 4200. DOI:10.3390/nu13124200.
15. Форкус Б., Ріттер С., Влісідіс М. Протимікробні пробіотики зменшують *Salmonella enterica* в шлунково-кишковому тракті. Туреччини Урочіща, 2017. Sci Rep. 7. 40695. DOI:10.1038/srep40695.
16. Karadag A.S., Kaуıran M.A., Parish L.C. Пробиотики та пребіотики - хороші мікроби: дерматологічна перспектива. Скінмед, 2020. 18 (1). С. 10–13. URL:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32167449.
17. Каракан Т., Туохі К.М., Янссен-ван Солінген Г. Лактулоза в низьких дозах як пребіотик для покращення здоров'я кишечника та покращення засвоєння мінералів. Front Nutr. 2021. 8. 672925. DOI:10.3389/fnut.2021.672925.
18. Касьяненко О.І. Експериментальне обґрунтування економічної ефективності системи боротьби з бактеріозом птиці. Вісник Сумського національного аграрного університету. Суми: СНАУ, 2016. 11(39). С. 122–126.
19. Касьяненко О.І., Нагорна Л.В., Касьяненко С.М. Ефективність застосування Активену при вирощуванні качок. Вісник Сумського національного аграрного університету. Ветеринарна медицина. 2018. 11 (43). С. 57–61. URL:https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/6576/1/7.pdf.
20. Каур А.П., Бхардвадж С., Дханджал Д.С. Рослинні пребіотики та їх роль у полегшенні захворювань. Біомолекули. 2021. 11 (3). 440 с. DOI:10.3390/biom11030440.
21. Кирилук Д.О. Аналіз поточного стану ринку м'яса птиці в Україні. Економіка агропромислового комплексу. 2014. 2. С. 116–119.
22. Китаєва Д.В., Петров Р.В. Використання пробіотиків при вирощуванні індиків. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Ветеринарні науки. 2020. 22 (100). С. 23–27. DOI:10.32718/nvlvet10004.
23. Конопелько А.В. Технології розведення індиків – сучасні підходи. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Аграрна освіта і наука: досягнення, роль, фактори зростання. Сучасний розвиток ветеринарної медицини. Біла Церква, 2021. С. 3–4.
24. Конопелько А.В., Лясота В.П. Ефективність застосування пребіотичного препарату Актиген для вирощування індиків м'ясного напрямку продуктивності. Науковий вісник ветеринарної медицини. 2021. № 2. С. 37–48. DOI:10.33245/2310-4902-2021-168-2-37-48.
25. Ліранліер Н., Гьокчен Б.Б., Сезгін А.К. Користь для здоров'я ферментованих продуктів. Crit Rev Food Sci Nutr, 2017. 59 (3). С. 506–527. DOI:10.1080/10408398.2017.
26. Лясота В.П., Колодка А.В. Гігієнічно-біотичні фактори застосування сучасних пре- та пробіотиків у птахівництві. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. 2020. 22 (98). С. 88–93. DOI:10.32718/nvlvet9816.
27. Максимовська С.В. Гігієнічне обґрунтування застосування пробіотика «Байкал» ЕМ 1 при вирощуванні індиків білої широкогрудої породи. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2009. 11 (41). С. 149–159.
28. Мелекоглу Е., Четінкая М.А., Кепекчі-Текелі. Вплив пребіотичного інуліну, збагаченого олігофруктозою, на кишкові уремічні токсини та прогресування захворювання у щурів із хронічною хворобою нирок, спричиненою аденіном. PLoS One, 2021. 16 (10). e0258145. DOI:10.1371/journal.pone.0258145.
29. Цап О.С. Науково-практичне обґрунтування застосування пробіотиків для підвищення якості продукції птахівництва. Теоретичний і практичний підхід. Прикладна ветеринарна медицина. 2020. 8 (4). С. 241–245. DOI:10.32819/2020.84034.
30. Передера О.О., Передера Р.В. Заходи з ліквідації сальмонельозу бройлерів в особистих господарствах. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Ветеринарні науки. 2023. Т. 25. № 112. 159 с. DOI:10.31210/visnyk2022.01.18.
31. Подолян Ю.М. Вплив пробіотиків на якість м'яса курчат-бройлерів. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2017. 6 (46). С. 63–66.
32. ГОСТ 7702.2.7–95. М'ясо птиці, субпродукти та напівфабрикати з птиці. Методи виявлення бактерій протей. М'ясо-яєчні продукти (1996). [Дата введення 1996-01-01]. Т. 4. М.: Видавництво Стандарти, 2000. 284 с.
33. Рахімі С., Катаріу С., Флетчер О. Вплив мікроорганізмів і пребіотиків прямого згодування на продуктивність і гістоморфологію кишечника індичат, заражених *Salmonella i Campylobacter*. Poultry Sci., 2019. 98 (12). С. 6572–6578. DOI:10.3382/ps/pez436.
34. Санліер Н., Кокабас Ю. Вплив пробіотиків, пребіотиків і мікробиоти кишечника на РАС: огляд і майбутні перспективи. Crit Rev Food Sci Nutr, 2021. 63 (15). С. 2319–2330. DOI:10.1080/10408398.2021.1973957.
35. Щербатий А.Р., Слівінська Л.Г. Огляд: поширеність і структура обмінних захворювань курей-несучок, їх вплив на якість яєць і стан молодняку. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Ветеринарні науки. 2021. 23 (104). С. 3–9. DOI:10.32718/nvlvet10401.
36. Сковрцова Л.Н. Використання пребіотиків – реальний спосіб виростити молодняк. Птахівництво України. 2020. 2 (26). С. 23–25.
37. Влізло В.В., Федорчук Р.С., Ратич І.Б. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарії: посібник. Львів: СПОЛОМ, 2012. 253 с.
38. Якубчак О.М. Збірник науково-методичних рекомендацій з ветеринарно-санітарної експертизи. К.: Біопром, 2022. С. 104–117.
39. Якубчак О.М., Козловська Г.В., Білик Р.І. М'ясо птиці: особливості морфологічного та хімічного складу. Сучасне птахівництво. 2016. 2. С. 6–7.

REFERENCES

1. Abd El-Hack, M.E., El-Saadony, Shafi, M.T. (2020). Probiotyky ta kormy dlia ptytsi: kompleksnyi ohliad [Probiotics in poultry feed: A comprehensive review]. *Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 104 (6), pp. 1835–1850. DOI:10.1111/jpn.13454.
2. Al-Khalaifah, H.S. (2018). Perevahy probiotykyv ta/abo prebiotykyv dlia ptytsi zi znyzhenym pryiomom antybiotykyv [Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry]. *Poult Sci*, 97 (11), pp. 3807–3815. DOI:10.3382/ps/pey160.
3. Areq Yahya, A.-B. (2021). Vplyv sporo-lex i analcim-si na mikrofloru shlunkovo-kyshkovoho traktu ptytsi [Influence of sporo-lex and analcim-si on the microflora of the bird's gastrointestinal tract]. *Naukovo-tekhnichnyi visnyk Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarykh preparativ i kormovykh dobavok ta Instytutu biologii tvaryn* [Scientific and Technical Bulletin of the State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and the Institute of Animal Biology]. 22(2), pp. 25–32. DOI:10.36359/scivp.2021-22-2.02.
4. Baştürk, A., Artan, R., Yılmaz, A. (2016). Efektyvnist synbiotykyv, probiotykyv i prebiotykyv pry syndromi podraznenoho kyshechnyka u ditei: randomizovane kontrolovane doslidzhennia [Efficacy of synbiotic, probiotic, and prebiotic treatments for irritable bowel syndrome in children: A randomized controlled trial]. *Turk. J. Gastroenterol*, 27 (5), pp. 439–443. DOI:10.5152/tjg.2016.16301.
5. Berri, C. Cecile. (2015). Variabelnist sensorykh i obrobynykh yakosti miasa ptytsi [Variability of Sensory and Processing Qualities of Poultry Meat]. *Svitove ptakhivnytstvo* [World's Poultry Science], 56 (3), pp. 209–224. DOI:10.1079/WPS20000016.
6. Biben, I.A. (2023). Immunokorektsiia kurei probiotychnoiu kulturoiu bak *Subtilis BI-12* as a alternative to [Immunocorrection of chickens with probiotic culture bac *Subtilis BI-12* as an alternative to]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho* [Scientific Bulletin of the LNUVMB named after S.Z. Gzhitskyi]. *Veterynarni nauky* [Veterinary Sciences], Vol. 25, no. 2, 112 p. (In Ukrainian).
7. Bashtovy, A.V. (2023). Antybiotychnyi zakhyst [Antibiotic protection]. *Naukovyi visnyk LNUVMB* [Scientific Bulletin of LNUVMB]. *Veterynarni nauky* [Veterinary Sciences], Issue 25, no. 2, pp. 112–158. (In Ukrainian).
8. Bogatko, N.M., Bogatko, D.L. (2014). Osoblyvosti vprovadzhennia systemy NASSR na miasopererobnykh pidpriemstvakh Ukrainy [Features of HACCP system implementation at meat processing enterprises of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii* [Collection of sciences. Proceedings of the Kharkiv State Veterinary Academy]. *Problemy zoonzhenerii ta veterynarii* [Problems of zoengineering and veterinary medicine]. *Veterynarni nauky* [Veterinary Sciences], 28 (2), pp. 49–55. Available at:UJRN/pzvm_2014_28%282%29__7. (In Ukrainian).
9. Bogatko, N.M., Bukalova, N.V., Shchurevich, G.P. (2014). *Veterynarno-sanitarna ekspertyza produktiv zaboiu ptytsi: metodychni rekomendatsii dlia studentiv IPNKSVM, studentiv ta mahistrantiv FVM* [Veterinary and sanitary examination of poultry slaughter products: methodological recommendations for students of IPNKSVM, students and undergraduates of FVM]. *Bila Tserkva*, 52 p. (In Ukrainian).
10. Bogatko, N.M., Konstantinov, P.D., Bogatko, L.M. (2016). *Veterynarno-sanitarna ekspertyza miasa zabiinykh tvaryn, ptytsi, kroliv: metodychni vkazivky dlia aspirantiv* [Veterinary examination of meat of slaughter animals, poultry, rabbits: guidelines for postgraduate students]. *Bila Tserkva*, 47 p. (In Ukrainian).
11. Bushueva, I.V., Borysenko, N.M. (2020). Rozdribna torhivlia veterynarnymi imunobiologichnymi preparatamy na ukrainskomu rynku veterynarykh vaksyn [Retail of veterinary immunobiological drugs on the Ukrainian market of veterinary vaccines]. *Aktualni problemy farmatsevychnoi ta medychnoi nauky i praktyky* [Current issues of pharmaceutical and medical science and practice]. 13 (1), pp. 21–32. DOI:10.14739/2409-2932.2020.1.198188. (In Ukrainian).
12. Chudak, R.A. (2021). Suchasni kormovi dobavky v hodivli ptytsi [Modern feed additives in poultry feeding]. *Vynnytsia: Works*, 210 p. (In Ukrainian).
13. Ciftciler, R., Ciftciler, A.E. (2022). Znachenia mikrobioty v hematologii [The importance of microbiota in hematology]. *Transfus Apher Sci*, 61 (2), 103320. DOI:10.1016/j.transci.2021.103320.
14. Fabiano, V., Indrio, F., Verduci, E. (2021). Terminovi dytiachi sumishi, shcho vplyvaiut na mikrobiotu kyshechnyka: ohliad [Term Infant Formulas Influencing Gut Microbiota: An Overview]. *Nutrients*, 13 (12), 4200. DOI:10.3390/nu13124200.
15. Forkus, B., Ritter, S., Vlysidis, M. (2017). Protymikrobni probiotyky zmenshuiut Salmonella enterica v shlunkovo-kyshkovomu trakti [Antimicrobial probiotics reduce Salmonella enterica in the gastrointestinal tract]. *Turkey Tracts*, 7, 40695. DOI:10.1038/srep40695.
16. Karadag, A.S., Kayıran, M.A., Parish, L.C. (2020). Probiotyky ta prebiotyky - khoroshi mikroby: dermatologichna perspektyva [Probiotics and Prebiotics-The Good Germs: A Dermatologic Perspective]. *Skinmed*, 18 (1), pp. 10–13. Available at:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32167449.
17. Karakan, T., Tuohy, K.M., Janssen-van Solingen, G. (2021). Laktuloza v nyzkykh dozakh yak prebiotyky dlia pokrashchennia zdorovia kyshechnyka ta pokrashchennia zasvoiennia mineraliv [Low-Dose Lactulose as a Prebiotic for Improved Gut Health and Enhanced Mineral Absorption]. *Front Nutr*, 8, 672925. DOI:10.3389/fnut.2021.672925.
18. Kasyanenko, O.I. (2016). Eksperymentalne obgruntuvannia ekonomichnoi efektyvnosti systemy borotby z bakteriozom ptytsi [Experimental substantiation of economic efficiency of bird control bacteriosis control system]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of Sumy Na-

tional Agrarian University]. Sumy: SNAU, 11 (39), pp. 122–126. (In Ukrainian).

19. Kasyanenko, O.I., Nagornaya, L.V., Kasyanenko, S.M. (2018). Efektyvnist zastosuvannya Aktivenu pry vyroshchuvanni kachok [The effectiveness of the use of actigen in the cultivation of ducks]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. *Veterynarna medytsyna* [Veterinary Medicine], 11 (43), pp. 57–61. Available at:.. (In Ukrainian).

20. Kaur, A.P., Bhardwaj, S., Dhanjal, D.S. (2021). Roslynni prebiotyky ta yikh rol u polehshenni zakhvoriuvan [Plant Prebiotics and Their Role in the Amelioration of Diseases]. *Biomolekuly* [Biomolecules], 11(3), pp. 440–456. DOI:10.3390/biom11030440.

21. Kirilyuk, D.O. (2014). Analiz potochnoho stanu rynku miasa ptytsi v Ukraini [Analysis of the current state of the poultry market in Ukraine]. *Ekonomika ahropromyslovoho kompleksu* [Economics of agroindustrial complex], 2, pp. 116–119. (In Ukrainian).

22. Kitaeva, D. V., Petrov, R. V. (2020). Vykorystannia probiotykyv pry vyroshchuvanni indykyv [The use of probiotics in the cultivation of turkeys]. *Naukovyi visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii* [Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies]. *Veterynarni nauky* [Veterinary Sciences], 22 (100), pp. 23–27. DOI:10.32718/nvlvet10004. (In Ukrainian).

23. Konopelko, A. V. (2021). Tekhnolohii rozvedennia indykyv – suchasni pidkhody: Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii Aharna osvita i nauka: dosiahnennia, rol, faktory zrostantia. Suchasnyi rozvytok veterynarnoi medytsyny [Technologies of turkey breeding - modern approaches: Proceedings of the international scientific-practical conference Agricultural education and science: achievements, role, growth factors. Modern development of veterinary medicine]. *Bila Tserkva*, pp. 3–4. (In Ukrainian).

24. Konopelko, A.V., Lyasota, V.P. (2021). Efektyvnist zastosuvannya prebiotychnoho preparatu Aktivenu dlia vyroshchuvannya indykyv miasnoho napriamu produktyvnosti [Effectiveness of the use of the prebiotic preparation Aktivenu for growing turkeys of the meat direction of productivity]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine], 2, pp. 37–48. DOI:10.33245/2310-4902-2021-168-2-37-48. (In Ukrainian).

25. Lieranlier, N., Gökçen, B. B., Sezgin, A. C. (2017). Koryst dlia zdorovia fermentovanykh produktiv [Health benefits of fermented foods]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 59 (3), pp. 506–527. DOI:10.1080/10408398.2017.

26. Lyasota, V.P., Kolodka, A.V. (2020). Hihienichno-biotechchni faktory zastosuvannya suchasnykh pre- ta probiotykyv u ptakhivnytstvi [Hygiene-biotic factors on the application of modern pre- and probiotics in poultry]. *Naukovyi visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii* [Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Bio-

technologies]. 22 (98), pp. 88–93. DOI:10.32718/nvlvet9816 (In Ukrainian).

27. Maksimovska, S.V. (2009). Hihienichne obgruntuvannya zastosuvannya probiotyky «Baikal» EM 1 pry vyroshchuvanni indykyv biloi shyroko hrudoj porody [Hygienic rationale for the use of the probiotic “Baikal” EM 1 in growing turkeys of the white broad-breasted breed]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho* [Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z. Gzhitskoho]. 11 (41), pp. 149–159. (In Ukrainian).

28. Melekoglu, E., Cetinkaya, M.A., Kepekci-Tekkeli. (2021). Vplyv prebiotychnoho inulinu, zbahachenoho olihofruktozoiu, na kyshkovi uremichni toksyny ta prohresuvannya zakhvoriuvannya u shchuriv iz khronichnoiu khvoroboiu nyrok, sprychynenoiu adeninom [Effects of prebiotic oligofructose-enriched inulin on gut-derived uremic toxins and disease progression in rats with adenine-induced chronic kidney disease]. *PLoS One*, 16 (10), e0258145. DOI:10.1371/journal.pone.0258145.

29. Tsap, O.S. (2020). Naukovo-praktychne obgruntuvannya zastosuvannya probiotykyv dlia pidvyshchennia yakosti produktsii ptakhivnytstva [Scientific and practical justification of the use of probiotics to improve the quality of poultry products]. *Theoretical and practical approach* [Teoretychnyi i praktychnyi pidkhid]. *Applied veterinary medicine* [Prykladna veterynarna medytsyna], 8 (4), pp. 241–245. DOI:10.32819/2020.84034. (In Ukrainian).

30. Peredera, O.O., Peredera, R.V. (2022). Zakhody z likvidatsii salmonelozu broileriv v osobytykh gospodarstvakh [Measures to eliminate broiler salmonellosis in private households]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho* [Scientific Messenger LNUVMB]. *Veterynarni nauky* [Veterinary sciences], no. 112, Vol. 25, pp. 112–159. DOI:10.31210/visnyk2022.01.18. (In Ukrainian).

31. Podolyan, Yu.M. (2017). Vplyv probiotykyv na yakist miasa kurchat-broileriv [Influence of probiotics on the quality of broiler chickens]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University]. 6 (46), pp. 63–66 (In Ukrainian).

32. HOST 7702.2.7–95. Miaso ptytsi, subprodukty ta napivfabrykaty z ptytsi. Metody vyavlenia bakterii protei. Miaso-yaiechni produkty (1996). [Data vvedennia 1996-01-01]. T. 4. [GOST 7702.2.7–95. Poultry, offal and semi-finished products from poultry. Methods of detection of Proteus bacteria. Meat and egg products (1996). [Introduction date 1996-01-01]. T.4.]. M.: Standarty Publishing House, 2000, 284 p.

33. Rahimi, S., Kathariou, S., Fletcher, O. (2019). Vplyv mikroorhanizmiv i prebiotykyv priamoho zghodovuvannya na produktyvnist i histomorfolohiiu

kyshechnyka indychat, zarazhenykh *Salmonella* i *Campylobacter* [Effect of a direct-fed microbial and prebiotic on performance and intestinal histomorphology of turkey poult challenged with *Salmonella* and *Campylobacter*]. *Poult Sci.*, 98 (12), pp. 6572–6578. DOI:10.3382/ps/pez436.

34. Sanlier, N., Kocabas, Yu. (2021). Vplyv probiotyky, prebiotyky i mikrobioty kyshechnyka na RAS: ohliad i maibutni perspektyvy [The effect of probiotic, prebiotic and gut microbiota on ASD: A review and future perspectives]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 63 (15), pp. 2319–2330. DOI:10.1080/10408398.2021.1973957.

35. Shcherbatyy, A.R., Slivinska, L.G. (2021). Ohliad: poshyrenist i struktura obminnykh zakhvoriuvan kurei-nesuchok, yikh vplyv na yakist yaiets i stan molodniaku [Overview: prevalence and structure of metabolic diseases of laying chickens, their influence on egg quality and condition of young chickens]. *Naukovy visnyk LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii* [Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies]. *Veterynarni nauky* [Veterinary Sciences], 23 (104), pp. 3–9. DOI:10.32718/nvlvet10401. (In Ukrainian).

36. Skvortsova, L.N. (2020). Vykorystannia prebiotyky – realnyi sposib vyrostyty molodniak [The use of prebiotic drugs - a real way to raise young birds]. *Ptakhivnytstvo Ukrainy* [Poultry of Ukraine], 2 (26), pp. 23–25 (In Ukrainian).

37. Vlizlo, V.V., Fedorchuk, R.S., Ratych, I.B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biologii, tvarynnytsvi ta veterynarii: posibnyk [Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a guide]. Lviv: SPOLOM, 253 p. (In Ukrainian).

38. Yakubchak, O.M. (2022). Zbirnyk nauko-vo-metodychnykh rekomendatsii z veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy [Collection of scientific and methodological recommendations for veterinary and sanitary examination]. K.: Bioprom, pp. 104–117. (In Ukrainian).

39. Yakubchak, O.M., Kozlovska, G.V., Bilyk, R.I. (2016). Miaso ptytsi: osoblyvosti morfolohichnoho ta khimichnoho skladu [Poultry meat: peculiarities of morphological and chemical composition]. *Suchasne ptakhivnytstvo* [Modern poultry farming], 2, pp. 6–7. (In Ukrainian).

Chemical composition of physical and technological properties of broiler turkey meat in the case of application of the prebiotic Actigen

Konopelko A.V., Lyasota V.P.

Recently, pre and probiotics have been widely distributed in poultry farming as environmentally friendly and non-harmful drugs.

The purpose of the study is to evaluate the chemical composition and physical and technological properties of broiler turkey meat using the prebiotic Actigen. Research was carried out during 2022–2023 at the Department of Veterinary and Sanitary Examination, Hygiene of Livestock Products and Pathanatomy named after Y.S. Zagaevskiy Bila Tserkva NAU. Experimental experiments and scientific and practical observations were carried out in the conditions of "Volodar" LLC of Tetiv district of Kyiv region and the accredited laboratory: Stavyshe interdistrict state laboratory of the State Production and Consumer Service of Ukraine. We used: organoleptic, physicochemical, biochemical and variational and statistical research methods.

The chemical composition of the samples of the pectoral and thigh muscles of the (poultry), in terms of the content of proteins, the amino acid tryptophan prevailed in the experimental samples compared to the control samples. Thus, the concentration of proteins in the test samples increased by 1.0-1.2 times, and the amino acid tryptophan by 1.0-1.03 times. The protein-quality index (PRI) also increased by 0.62–1.67% ($p < 0.05$) and the caloric value (in 1 kg of meat) +3.4–11.6%. According to other indicators, there was no significant difference in both the experimental and control groups.

According to the physical and technological indicators, no noticeable difference between the experimental groups was established. However, as the duration of prebiotic use increases, the indicators of the moisture retention capacity of the pectoral and femoral muscles probably increase to 61.19% ($P < 0.05$). A similar dependence has been established for the thigh muscles, which have a large physical load.

Thus, during the evaluation of the chemical composition and physical and technological properties of the meat of broiler turkeys with the use of the prebiotic Actigen, it was established that it meets the veterinary and sanitary requirements for quality and safety, in the absence of contamination by microflora.

Key words: meat industry, turkey farming, physico-chemical, chemical, technological indicators, quality, food product, consumer.



Copyright: Конопелько А.В., Лясота В.П. © 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:

ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

УДК 619:614.31:637.4'652

Безпечність і якість яєць курячих харчових під час виробництва й обігу в деяких господарствах центральної України**Лясота В.П.¹, Богатко Н.М.¹, Букалова Н.В.¹, Мазур Т.Г.¹, Хіцька О.А.¹, Джміль В.І.¹, Богатко А.Ф.¹, Ткачук С.А.², Приліпко Т.М.³**¹ Білоцерківський національний аграрний університет² Національний університет біоресурсів і природокористування України³ 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., Мазур Т.Г., Хіцька О.А., Джміль В.І., Богатко А.Ф., Ткачук С.А., Приліпко Т.М. Безпечність і якість яєць курячих харчових під час виробництва й обігу в деяких господарствах центральної України. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 16–27.

Lyasota V., Bogatko N., Bukalova N., Mazur T., Hitska O., Dzhmil V., Bogatko A., Tkachuk S., Prilipko T. Safety and quality of food chicken eggs during production and circulation in some farms of central Ukraine. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 16–27.

Рукопис отримано: 09.09.2024 р.

Прийнято: 23.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-16-27

Вступ України до Європейської Співдружності позитивно позначиться на розвитку яєчної галузі нашої країни та забезпечить гармонізацію українського законодавства відповідно до міжнародних вимог щодо контролювання безпечності та якості яєць харчових. Попри складні часи у державі все-таки з'являться передумови для нарощування потужностей та модернізації підприємств. Мета дослідження – встановити показники якості та безпечності яєць курячих від різних вітчизняних виробників центральної частини України та апробувати деякі методики випробування харчового продукту. Методи досліджень: аналітичні, органолептичні, фізичні, мікробіологічні, токсикологічні, варіаційно-статистичні. Установлено, що яйця курячі харчові за органолептичними показниками відповідали вимогам чинного ДСТУ 5028:2009. За проведення мікробіологічних випробувань яєць курячих наявність вмісту патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів не виявлено. За визначення вмісту залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів (токсичні елементи, мікотоксини, антибіотики та гормональні препарати) у яйцях курячих харчових перевищення гранично допустимого рівня (ГДР) не встановлено. Визначення показників оптичної густини білка та жовтка яєць курячих дало змогу більш глибоко дослідити їхню якість.

Розроблені експресні методики встановлення якості яєць курячих харчових, зокрема оптичної густини білка та жовтка фотометричним методом, мали достовірність в отриманих показниках 99,9 % порівняно з іншими показниками, вказаними у національному стандарті. Отже, науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність контролювання показників безпечності та якості яєць курячих харчових під час виробництва й обігу (зберігання на оптових базах та реалізації у супермаркетах, магазинах тощо) згідно з чинним національним законодавством та розроблення експресних методик контролювання якості білка та жовтка фотометричними методами.

Ключові слова: харчова промисловість, птахівництво, органолептичні, фізичні, хімічні, технологічні показники, безпечність, якість, яйця харчові, споживач.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Вступ України до Європейської Співдружності позитивно позначиться на розвитку яєчної галузі нашої країни. Попри складні часи у державі все-таки з'являться передумови для нарощування потужностей та модернізації підприємств. Українські виробники зможуть експортувати не лише яєчні продукти (сухий яєчний порошок, меланж), а й курячі яйця в шкаралупі. Сьогодні характерними особливостями ринку яєць в Україні є збереження частки промислового виробництва через зниження виробництва господарствами населення, збільшення споживання, що дає можливість виробникам нарощувати свої потужності. Одним з найважливіших чинників розвитку промислових підприємств є контроль безпечності та якості продукції [1].

Яйця курячі – життєво необхідний продукт живлення для людини. Постачання натурального безпечного та якісного яйця курячого залишається найактуальнішим питанням у забезпеченні життєдіяльності людської цивілізації. Цей харчовий продукт допомагає вирішити низку питань у харчуванні людини.

До чинників, що формують якість яєць, можна віднести наступні: харчова цінність яєць, яка залежить від умов утримання птиці, її годівлі, а саме раціону харчування; крупність яєць, їх свіжість та якість [2]. Безпечність яєць характеризується допустимими рівнями залишків ветеринарних препаратів, мікробіологічних показників, токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів.

Надалі споживання яєць курячих буде збільшуватися, оскільки розширяється їх асортимент. Отже, питання визначення якості та безпечності яєць домашньої птиці, розроблення новітніх методик випробування є досить актуальним на сьогодні [3, 6–8].

Мета дослідження – встановити показники якості та безпечності яєць курячих від різних вітчизняних виробників центральної частини України та апробувати деякі методики випробування харчового продукту.

Матеріал та методи дослідження. З метою визначення безпечності та якості яєць курячих харчових придбали продукцію наступних операторів ринку: ТОВ «Ясенвіт» (виробник 1), с. Ромашки Білоцерківського району; Агрохолдинг «Авангард», Філія «Макарівська птахофабрика» (виробник 2) смт Макарів Бучанського району та яйця домашні (виробник 3), реалізовані власником агропродовольчого ринку м. Біла Церква Київської області.

Проведено визначення органолептичних, фізичних, мікробіологічних показників та залишків ветеринарних препаратів і забруднювачів у яйцях курячих.

Місце проведення досліджень: агропродовольчий ринок, торгові маркети м. Біла Церква, науково-дослідна лабораторія кафедри ветеринарно-санітарної експертизи та лабораторної діагностики ПНКСВМ, лабораторія кафедри ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продуктів тваринництва та патологічної анатомії ім. Й.С. Загаєвського Білоцерківського НАУ та Державне підприємство «Київський обласний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». Період проведення досліджень: березень–листопад 2023 року.

Методи досліджень: аналітичні, відбір зразків, органолептичні (зовнішній вигляд, стан шкаралупи, стан жовтка й білка за овоскопії, стан повітряної камери, запах вмісту яйця) [4, 5, 14, 38].

Фізичні: стан повітряної камери, стан білка і жовтка за розбиття яйця, маса одного яйця у г; категорія за масою яйця; оптична густина жовтка і білка [4, 5, 23, 38].

Мікробіологічні: визначення вмісту мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ, КУО/г) яєць курячих згідно з ДСТУ ISO 4833:2006 та ДСТУ ISO 6887-1:2003; бактерії групи кишкових паличок (БГКП), в 0,1 г продукту, згідно з ДСТУ ISO 21528-1:2014; патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду *Salmonella*, згідно з ДСТУ SO 6579-1:2003 [18–24].

Визначення залишків забруднювачів (токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів) у яйцях курячих харчових виконували методом хроматографії в тонкому шарі та ензимо-хроматографічним методом [4, 5, 38].

Випробування якості білка і жовтка яєць курячих харчових – за допомогою фотоелектроколориметра (КФК-3).

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за використання комп'ютерних програмних пакетів «Microsoft Excel», «Maple-12» (фірми Maplesoft, 2008) – здійснювали статистичну обробку цифрових даних. Достовірність визначали за критерієм Ст'юдента, з урахуванням межі достовірності: $p \leq 0,05$ [4, 38].

Характеристика зразків яєць курячих харчових і стандарти визначення їх якості та безпечності наведено у таблицях 1 і 2.

Результати дослідження. Органолептичні та фізичні показники яєць курячих харчових. Яйця курячі за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, стан шкаралупи, стан жовтка й білка за овоскопії, стан повітряної камери, запах вмісту яйця) та фізичними (стан повітряної камери, стан білка і жовтка за розбиття яйця, маса одного яйця у г; категорія за масою яйця) визначали за ДСТУ 5028:2009.

Результати визначення органолептичної оцінки та фізичних показників яєць курячих відображено у таблицях 3 та 4.

Отже, яйця курячі ТОВ «Ясенвіт», с. Ромашки Білоцерківського району, яйця домашні, реалізовані власником на продовольчому ринку м. Біла Церква Київської області за органолептичними показниками: колір шкаралупи, запах, смак, наявність плісняви, ме-

ханічні домішки, маса одного яйця, г; категорія за масою яйця тощо відповідали вимогам чинного ДСТУ 5028:2009.

У зразку 2 (Агрохолдинг «Авангард»: Філія «Макарівська птахофабрика» смт Макарів Бучанського р-ну Київської області) одне яйце за вагою та кольором не відповідає зазначеним на маркуванні даним (має світліший відтінок та вагу 51,80 за норми від $\geq 53,2$ до $\leq 62,9$ г (табл. 4).

Отже, за візуальної характеристики яєць курячих харчових було встановлено, що жовток та білок досліджуваних яєць відповідали вимогам чинного національного стандарту – ДСТУ 5028:2009.

Мікробіологічні показники яєць курячих. Мікробіологічні показники яєць курячих різних виробників відображено у таблиці 5.

Таблиця 1 – Характеристика зразків

Показник	Виробник		
	ТОВ «Ясенвіт», с. Ромашки Білоцерківського р-ну Київської обл.	Агрохолдинг «Авангард»: Філія «Макарівська птахофабрика» смт Макарів Бучанського р-ну Київської обл.	Яйця домашні, реалізовані власником агропродовольчого ринку м. Біла Церква Київської обл.
Вид яєць	Яйця курячі		
Клас	Столові – 9-та доба, за температури (0–20 °С)		
Категорія (зазначена на пакуванні)	C1 (Перша)	C1 (Перша)	–

Таблиця 2 – Стандарти визначення якості та безпечності яєць курячих

Показник	Посилання на нормативну документацію та методики	Кількість зразків яєць курячих, n
Органолептичні	ДСТУ 5028:2009	n=30
Фізичні	ДСТУ 5028:2009	n=30
Мікробіологічні	ДСТУ 5028:2009 ДСТУ ISO 4833:2006 ДСТУ ISO 6887-1:2003 ДСТУ ISO 21528-1:2014 ДСТУ ISO 6579-1:2003	n=30
Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів	Метод хроматографії в тонкому шарі та ензимо-хроматографічний метод	n=30
Експресні випробування якості яйця	Фотометричний метод за використання фотоелектроколориметра (КФК-3)	n=30

Таблиця 3 – Органолептичні та фізичні показники яєць курячих харчових

Показник	Характеристика		
	Виробник 1	Виробник 2	Виробник 3
Шкаралупа	Чиста, непошкоджена, без слідів крові, на 3 яйцях з 10 наявний послід, 3 яйця з 10 мають шершаву поверхню та нарости білого кольору на ній	Чиста, непошкоджена, без видимих слідів змін структури, без слідів крові чи посліду, на 2 яйцях наявні цятки коричневого кольору	Чиста, непошкоджена, без видимих змін структури, без слідів крові чи посліду, без цятки та плям
Білок	Чистий, щільний, світлий, прозорий, без сторонніх включень	Чистий, рідкий, світлий, прозорий, без сторонніх включень	Чистий, щільний, світлий, прозорий, без сторонніх включень
Жовток	Ледь видимий під час овоскопування, контури не окреслені, займає центральне положення, малорухливий під час обертання, без кров'яних плям та смужок		
Повітряна камера	Нерухома, висота 3,5±0,01 мм	Нерухома, висота 5,5±0,02 мм	Нерухома, висота 6,2±0,02 мм
Запах вмісту яйця	Природний, без стороннього затхлого чи гнилісного запаху		
Зовнішній вигляд яйця	Шкаралупа білого кольору, маркування чітке, незмите	Шкаралупа коричневого кольору, маркування нечітке, змите	Шкаралупа світло-молочного кольору, маркування відсутнє
Маса 1 яйця, г	58,11±0,08	60,13±0,04	63,52±0,06
Категорія за масою яйця	C1 (Перша)	C1 (Перша)	C0 (Вища)

Таблиця 4 – Органолептична характеристика вмістимого яєць курячих харчових, n=30

Показник	Характеристика		
	Виробник 1	Виробник 2	Виробник 3
Жовток розбитого яйця	Жовток жовто-оранжевого кольору, цілісний, без кров'яних включень	Жовток світло-жовтого кольору, цілісний, без кров'яних включень	Жовток інтенсивно-жовтого кольору, цілісний, без кров'яних включень
Білок розбитого яйця	Білок прозорий, чистий, щільний, густий, світлий, без сторонніх включень	Білок прозорий, чистий, зі зниженим рівнем щільності, рідкий, світлий, без сторонніх включень	Білок прозорий, чистий, щільний, густий, світлий, без сторонніх включень

Отже, за визначення мікробіологічних показників яєць курячих найбільший вміст МАФАНМ яєць спостерігали у зразку 2 ($21,45 \times 10^2$)±0,38 КУО/г та зразку 3 ($34,03 \times 10^2$)±0,62 КУО/г, проте вони не перевищували встановлених мікробіологічних нормативів, визначених чинним ДСТУ 5028:2009.

Моніторинг залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у яйцях курячих. Вміст залишків ветеринарних препара-

тів та забруднювачів (токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів) у яйцях курячих відображено у таблиці 6.

Отже, за визначення залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів (токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів) у яйцях курячих встановлено, що отримані показники не перевищували встановлених нормативів ДСТУ 5028:2009.

Таблиця 5 – Мікробіологічні показники яєць курячих харчових, $M \pm m$, $n=30$

Показник	Виробник 1	Виробник 2	Виробник 3	Нормативний документ ДСТУ 5028:2009
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ)	$(8,73 \times 10^2) \pm 0,44$	$(21,45 \times 10^2) \pm 0,38$	$(34,03 \times 10^2) \pm 0,62$	За ГОСТом 10444.15 $5-10^4 - 5-10^5$ КУО/г
Бактерії групи кишкових паличок	Не виявлено			Не дозволено в 0,1 г продукту
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i>	Не виявлено			Не дозволено у 25 г продукту

Таблиця 6 – Вміст залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у яйцях курячих харчових, ($M \pm m$)

Найменування випробування	Виробник 1, $n=30$	Виробник 2, $n=30$	Виробник 3, $n=30$	У середньому
Свинець, мг/кг (ГДР 0,3)	0,001	<0,006	0,001	$0,0026 \pm 0,0002$
Кадмій, мг/кг (ГДР 0,1)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	$0,0001 \pm 0,0001$
Миш'як, мг/кг (ГДР 0,15)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	$0,0001 \pm 0,0001$
Ртуть, мг/кг (ГДР 0,015)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	$0,0002 \pm 0,0001$
Мідь, мг/кг (ГДР 3,0)	0,579	0,602	0,521	$0,367 \pm 0,002$
Олово, мг/кг (ГДР 200)	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Мікотоксини	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Ффлатоксин v_1 , мг/кг	<0,002	<0,002	<0,002	$0,002 \pm 0,001$
Ффлатоксин m_1 , мг/кг (ГДР 0,001)	<0,00002	<0,0002	<0,00002	$0,00008 \pm 0,0001$
Тетрациклінова група, од/г (<0,01)	<0,01	<0,01	<0,01	$0,01 \pm 0,0002$
Пеніцилін, од/г (<0,01)	<0,01	<0,01	<0,01	$0,01 \pm 0,0001$
Стрептоміцин, од/г (ГДР <0,5)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Гормональні препарати	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Діетистильбестрол, мг/кг (ГДР не допускається)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Естрадіол-17 β , мг/кг (ГДР 0,0002)	<0,00012	<0,00014	<0,00012	$0,00012 \pm 0,0001$

Водночас за досліджень було визначено оптичні показники якості білка та жовтка яєць курячих харчових. Це дає змогу встановити їхню якість за вмістом каротину за використання збалансованого раціону.

Суть фотометричної методики визначення оптичних показників якості білка яєць курячих харчових полягала в тому, що яєчний білок поміщали у кювету товщиною 10 мм, яку ставили у фотоелектроколориметр (ФЕК-3). Визначали оптичну густину білка у Белах (Б) за довжини хвилі $420 \pm 0,05$ нм (світло-синій фотофільтр на приладі) проти контролю (дистильованої води). Результати досліджень відображено у таблиці 7.

Таблиця 7 – Оптичні показники якості білка яйця, Бел ($M \pm m$)

Досліджуваний зразок яєць курячих харчових	Показник оптичної густини білка, Б
Виробник 1, n=30	$0,061 \pm 0,003^*$
Виробник 2, n=30	$0,032 \pm 0,002$
Виробник 3, n=30	$0,084 \pm 0,004^*$

Примітка: $p < 0,05$ порівняно із зразком № 2.

Отже, випробуваннями було встановлено найвищу оптичну густину білка у зразках №1 – $0,061 \pm 0,003$ Б та № 3 – $0,084 \pm 0,004$ Б, що у 1,9 та 2,6 рази вище, відповідно до показника оптичної густини білка яєць зразка № 2, що свідчило про більш кращу якість яєць зразків № 1 та 3. Достовірність в отриманих показниках оптичної густини білка становила 99,9 % порівняно з іншими показниками, вказаними у національному стандарті.

Суть фотометричної методики визначення оптичних показників якості жовтка яєць курячих харчових полягала в тому, що жовток яєць курячих харчових поміщали у кювету товщиною 10 мм, яку ставили у фотоелектроколориметр (ФЕК-3). Визначали оптичну густину жовтка у Белах за довжини хвилі $450 \pm 0,05$ нм (синій фотофільтр на приладі) проти контролю (дистильованої води). Результати досліджень відображено у таблиці 8.

Таблиця 8 – Оптичні показники якості жовтка яйця, Бел ($M \pm m$)

Досліджуваний зразок яєць курячих харчових	Показник оптичної густини жовтка, Б
Виробник 1, n=30	$2,518 \pm 0,017^*$
Виробник 2, n=30	$1,625 \pm 0,012$
Виробник 3, n=30	$2,131 \pm 0,010^*$

Примітка: $p < 0,05$ порівняно із зразком № 2.

Отже, випробуваннями було встановлено найвищу оптичну густину жовтка у зразках від виробника № 1 – $2,518 \pm 0,017$ та № 3 – $2,131 \pm 0,010$ Б, що у 1,5 та 1,3 рази більше відповідно до показників оптичної густини жовтка яєць зразка № 2, що свідчило про більш кращу якість зразків яєць виробників № 1, 3. Достовірність в отриманих показниках оптичної густини жовтка становила 99,9 % порівняно з іншими показниками, вказаними у національному стандарті.

Обговорення. Входження України в цивілізований ринок поставило перед українськими підприємцями завдання збільшення обсягу продажів продукції завдяки пропозиції покупцям якісного сертифікованого товару, а це, зокрема, посилює вимоги до якості, надійності, конкурентоспроможності та безпеки яєць курячих [9–11, 15, 27]. Важливим показником безпечності яєць курячих харчових є мікробіологічне аналізування, зокрема періодичність здійснення лабораторного контролю патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів у яйцях курячих за виробництва та обігу [12, 13].

Одним із основних конституційних прав громадянина, передбачених ст. 50 Конституції України, є право споживачів на придбання товарів належної якості. Кожен пересічний споживач має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди. Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення; така інформація ніким не може бути засекречена [6, 25].

Держпродспоживслужба України згідно з чинним національним законодавством здійснює ризик-орієнтований контроль за безпечністю та якістю яєць курячих харчових під час виробництва на потужностях, зберігання на оптових базах й реалізації у супермаркетах, магазинах тощо.

Метою досліджень було: встановити показники якості та безпечності яєць курячих від різних вітчизняних виробників центральної частини України та апробувати деякі методики випробування харчового продукту, розробити методики випробування харчового продукту (новизну розробки підтвердити Патентами України на корисні моделі: Спосіб визначення кольору білка та жовтка яйця фотометричним методом; Спосіб визначення якості білка яйця фотометричним методом; Спосіб визначення якості жовтка яйця фотометричним методом).

У процесі роботи над науковим проектом науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність постійного контролювання показників якості та безпечності яєць курячих харчових під час виробництва й обігу (зберігання на оптових базах та реалізації у супермаркетах, магазинах тощо) згідно з чинним національним законодавством, зокрема ДСТУ 5028:2009.

До показників, які формують якість яєць курячих можна віднести наступні: харчова цінність яєць, яка залежить від умов утримання птиці, її годівлі, раціону харчування; крупність яєць, їх свіжість [36].

Яйця курячі, вироблені ТОВ «Ясенвіт», а також яйця реалізовані власником агропродовольчого ринку, відповідали вимогам чинного ДСТУ 5028:2005.

У зразках яєць від Агрохолдингу «Авангард» Філія «Макарівська птахофабрика» одне яйце за вагою та кольором не відповідало зазначеним на маркуванні даним (має світліший відтінок та вагу 51,80 г за норми від $\geq 53,2$ до $\leq 62,9$ г), що не відповідало вимогам чинного ДСТУ 5028:2009.

За визначення мікробіологічних показників яєць курячих найбільше обсіменіння жовтка яєць спостерігалось у зразках від виробника № 2 ($21,45 \times 10^2$) $\pm 0,38$ КУО/г та № 3 ($34,03 \times 10^2$) $\pm 0,62$ КУО/г, проте не перевищувало встановлених мікробіологічних нормативів згідно з чинним ДСТУ 5028:2009.

За визначення залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів (токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків та гормональних препаратів) у яйцях курячих установлено, що отримані показники не перевищували встановлених нормативів у чинному ДСТУ 5028:2009.

Визначення показників оптичної густини білка та жовтка яєць курячих дає змогу більш глибоко дослідити їхню якість. Випробуваннями було встановлено найвищу оптичну густину білка у зразках від виробника № 1 – $0,061 \pm 0,003$ Б та № 3 – $0,084 \pm 0,004$ Б, що у 1,9 та 2,6 рази вище відповідно до показника оптичної густини білка яєць у зразках від виробника № 2, що свідчило про кращу якість яєць курячих у зразках від виробників № 1 та 3.

Випробуваннями встановлено найвищу оптичну густину жовтка у зразках від виробника № 1 – $2,518 \pm 0,017$ та № 3 – $2,131 \pm 0,010$ Б, що у 1,5 та 1,3 рази більше відповідно до показників оптичної густини жовтка яєць у зразку від виробника № 2, що свідчило про кращу якість яєць курячих у зразках від виробників № 1, 3.

Тобто, для більш глибокого визначення якості яєць курячих застосовано методики із встановлення оптичних показників білка та жовтка яйця на фотоелектроколориметрі (КФК-3).

Ряд дослідників [9, 10, 35, 37, 38] вказують про необхідність постійного моніторингу якості яєць курячих харчових із використанням методів сенсорного аналізу, що прискорить отримання науково-практичних даних та використання розроблених методик контролювання інших показників якості та безпечності яєць курячих харчових.

Задоволення потреби споживачів харчовими продуктами, зокрема, яйцями, ґрунтується на врахуванні не лише якості та безпечності, а також харчових вподобань різних категорій населення. Одним з критеріїв вибору харчових яєць є забарвлення їх жовтків у привабливий жовто-оранжевий відтінок. Цей ефект досягається за додавання до раціону курей-несучок барвників різного походження, які мають здатність накопичуватися в жовтках яєць [39, 40].

Висновки. Науково обґрунтовано та експериментально доведено доцільність контролювання показників якості яєць курячих харчових під час виробництва й обігу від різних вітчизняних виробників центральної частини України та апробовано деякі методики випробування харчового продукту за зберігання на оптових базах та реалізації у супермаркетах, магазинах тощо, згідно з чинним національним законодавством, розроблено методики контролювання якості білка та жовтка фотометричними методами.

1. Яйця курячі харчові, вироблені ТОВ «Ясенвіт», с. Ромашки Білоцерківського р-ну Київської області та яйця курячі харчові, реалізовані власником агропродовольчого ринку м. Біла Церква Київської області відповідали вимогам ДСТУ 5028:2009. У яєць курячих харчових, вироблених Агрохолдингом «Авангард», Філія «Макарівська птахофабрика» смт Макарів Бучанського р-ну, Київської області, один зразок за вагою та кольором не відповідав зазначеним на маркуванні даним (має світліший відтінок та вагу 51,80 г за норми від $\geq 53,2$ до $\leq 62,9$ г) і вимогам національного стандарту.

2. Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) не перевищувала максимально допустимих рівнів у всіх досліджених зразках. БГКП (бактерій групи кишкової палички), бактерії роду *Salmonella* не виявлено в жодному із зразків.

3. За визначення вмісту залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів (токсичні елементи, мікотоксини, антибіотики та гормональні препарати) у яйцях курячих перевищення гранично допустимого рівня (ГДР) не встановлено, тобто харчові продукти відповідали вимогам національного стандарту за цими показниками.

4. Встановлено найвищу оптичну густину білка яєць у зразках від виробника № 1 – $0,061 \pm 0,003$ Б та № 3 – $0,084 \pm 0,004$ Б, що у 1,9 та 2,6 рази вище відповідно до показника оптичної густини білка яєць у зразках від виробника № 2 та найвищу оптичну густину жовтка яєць у зразках від виробника № 1 – $2,518 \pm 0,017$ та № 3 – $2,131 \pm 0,010$ Б, що у 1,5 та 1,3 рази більше порівняно з показниками оптичної густини жовтка яєць у зразку № 2, що свідчило про вищу якість яєць курячих від виробників № 1 та 3. Достовірність показників оптичної густини білка та жовтка курячих харчових яєць становила 99,9 % порівняно з показниками, отриманими за проведення загальноприйнятих методик встановлення якості харчового продукту.

Перспективи подальших досліджень. Розробити науково-практичні рекомендації «Контроль якості та безпечності яєць курячих харчових під час виробництва й обігу і розроблення методик випробування».

Практичні рекомендації – застосування комплексної оцінки показників безпечності та якості яєць курячих харчових дасть можливість проведення ретельного ризик-орієнтованого контролю як на потужностях з їх виробництва, так і на потужностях, які здійснюють роздрібну торгівлю харчовими продуктами.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аверчева Н.О. Сучасні аспекти розвитку ринку харчових яєць. *Агросвіт* №10, 2020. С. 83–97.
2. Hejdysz M., Nowaczewski S., Perz K., Szablewski T. Influence of the genotype of the hen (*Gallus gallus domesticus*) on main parameters of egg quality, chemical composition of the eggs under uniform environmental conditions. *Poultry Science*. 2024. 103 (1). DOI:10.1016/j.psj.2023.103165.
3. Chen R., Jiang C., Zhuang Li.X. Research on Chinese consumers' shell egg consumption preferences and the egg quality of functional eggs. *Poultry Science*. 2023. 102 (10). DOI:10.1016/j.psj.2023.103007.
4. Chen M., Lee H., Liu Y. Suppliers' Perspectives on Cage-Free Eggs in China. *Animals Basel*. 2024. 14 (11). 1625 p. DOI:10.3390/ani14111625.

5. ДСТУ 5028:2009. Яйця курячі харчові. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт, 2010 р. 14 с.

6. Wang Y., Xiong C., Luo W. Effects of packaging methods on the quality of heavy metals-free preserved duck eggs during storage. *Poultry Science*. 2021. 100 (5). DOI:10.1016/j.psj.2021.101051.

7. Rosch M.E.G., Rehner J., Schmartz G.P. Time series of chicken stool metagenomics and egg metabolomics in changing production systems: preliminary insights from a proof-of-concept. *One Health Outlook*. 2024. 6 (1). 4 p. DOI:10.1186/s42522-024-00100-0.

8. Mongi R.J., Meshi E.B., Ntwenya J.E. Consumer awareness and production practices of farmers on antimicrobial residues in chicken eggs and Chinese cabbage in Dodoma, Central Tanzania. *PLoS One*. 2022. 17 (8). DOI:10.1371/journal.pone.0272763.

9. Карпенко О.В. Використання методів сенсорного аналізу для оцінки якості яєць. Науково-видавничий центр «Sci-conf. com. ua», European Scientific Discussions. Rome, Italy, 2021. С. 55–61.

10. Карпенко О.В., Анциферов Д.Г. Оцінка якості зразків яєць різних виробників на основі органолептики та експериментальних досліджень із використанням методів сенсорного аналізу. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 213–221. DOI:10.32851/2226-0099.2021.120.28.

11. Регламент Комісії ЄС № 178/2002 «Встановлення загальних принципів і вимог харчового законодавства, створених Європейською Владою Безпеки харчових продуктів, і встановлюючих принципи з питань нешкідливості харчових продуктів».

12. Любенко О.І., Кривий В.В. Підвищення якості харчових яєць в умовах виробництва філії «Чорнобаївське» Приватного акціонерного товариства «Агрохолдинг Авангард». *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2019. № 107. С. 209–212.

13. Sokołowicz Z., Kaćaniova M., Dykiel M. Influence of Storage Packaging Type on the Microbiological and Sensory Quality of Free-Range Table Eggs. *Animals (Basel)*. 2023. 13 (12). 1899 p. DOI:10.3390/ani13121899.

14. Правила ветеринарно-санітарної експертизи яєць свійської птиці. Наказ Головного державного інспектора ветеринарної медицини України 07.09.2001 No 70 (z0849-01).

15. Dai D., QiG H., Wang J. Intestinal microbiota of layer hens and its association with egg quality and safety. *Poultry Science*. 2022. 101 (9). DOI:10.1016/j.psj.2022.102008.

16. Соловійова Р., Жилян Д. Стратегічний аналіз стану птахівництва яєчного напрямку. АПК: економіка, управління. 2019. № 5. С. 62–68.

17. Li Z., Sang Q.Q., Sun Y.X. Exploring the effect of the microbiota on the production of duck striped eggs. *Poultry Science*. 2023. 102 (3). DOI:10.1016/j.psj.2022.102436.

18. ДСТУ ISO 7954:2006 (ISO 7954:1987, IDT). Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Загальні настанови з підрахунку дріжджів і мікроскопічних грибів. Техніка підрахування колоній, культивування за температури 25°C. [Чинний від 2007–10–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 10 с.
19. ДСТУ ISO 4833:2006 (ISO 4833:2003, IDT). Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів (МАФАНМ). Техніка підрахування колоній за температури +30°C. [Чинний від 2007–10–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 11 с.
20. ДСТУ ISO 21528-1:2014 (ISO 21528-1:2004, IDT). Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення і підрахування ентеробактерій (*Enterobacteriaceae*). Частина 1. Виявлення та підрахування за методикою НІЧ з попереднім збагаченням. [Чинний від 2015–07–01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 15 с. (на БГКП)
21. ДСТУ ISO 6888-1:2003 (ISO 6888-1:1999, IDT). Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахування коагулазопозитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 1. Метод з використанням агарового середовища Беард Паркера. [Чинний від 2004–01–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
22. ДСТУ ISO 6579:2006 (ISO 6579:2002, IDT). Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Методика виявлення *Salmonella spp.*. [Чинний від 2008–06–12]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 23 с.
23. ДСТУ ISO 11290-1:2003 (ISO 11290-1:1996, IDT). Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення. [Чинний від 2004–10–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 22 с.
24. ДСТУ ISO 17604:2014 (ISO 17604:2003, IDT). Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Відбирання зразків для мікробіологічного аналізу. [Чинний від 2015–10–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 14 с.
25. Sahachairungrueng W., Thompson A.K., Terdwongworakul A. Non-Destructive Classification of Organic and Conventional Hens' Eggs Using Near-Infrared Hyperspectral Imaging. *Foods*. 2023. 12 (13). 2519 p. DOI:10.3390/foods 12132519.
26. Song L., Weng K., Bao Q. TMT-based quantitative proteomic analysis unveils uterine fluid difference in hens producing normal and pimples eggs. *Poultry Science*. 2023. 102 (11). DOI:10.1016/j.psj.2023.103081.
27. Ma X., Chen L., Yin L. Risk Analysis of 24 Residual Antibiotics in Poultry Eggs in Shandong, China (2018–2020). *Veterinary Science*. 2022. 9 (3). 126 p. DOI: 10.3390/vetsci9030126.
28. Melough M.M., Chung S.J., Fernandez M.L. (2019). Association of eggs with dietary nutrient adequacy and cardiovascular risk factors in US adults. *Public Health Nutr*. 2019. 22 (11). P. 2033–2042. DOI:10.1017/S1368980019000211.
29. Godos J., Micek A., Brzostek T. Egg consumption and cardiovascular risk: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *European Journal of Nutrition*. 2020. DOI:10.1007/s00394-020-02345-7.
30. Iidovesto D. Advances in egg defect detection, quality assessment and automated sorting and grading. In: *Improving the safety and quality of eggs and egg products*. Egg Limited, Cambridge, UK. Vol. 1. P. 209–241.
31. Shevchenko L.V., Davydovych V.A., Ushkalov V.O. The effect of astaxanthin and lycopene on the content of fatty acids in chicken egg yolks. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2020. 11 (4). P. 568–571. DOI:10.15421/022088.
32. Marelli S.P., Madeddu M., Mangiagalli M.G. Egg Production Systems, Open Space Allowance and Their Effects on Physical Parameters and Fatty Acid Profile in Commercial Eggs. *Animals (Basel)*. 2021. 11 (2). 265 p. DOI:10.3390/ani11020265.
33. Smaoui S., Tarapoulouzi M., Agriopoulou S. Current State of Milk, Dairy Products, Meat and Meat Products, Eggs, Fish and Fishery Products Authentication and Chemometrics. *Foods*. 2023. 12 (23). 4254 p. DOI:10.3390/foods12234254.
34. Cherian G., Quezada N. Egg quality, fatty acid composition and immunoglobulin Y content in eggs from laying hens fed full fat camelina or flax seed. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2016. 715 p. DOI:10.1186/s40104-016-0075-y.
35. Xie C., He Y. External characteristic determination of eggs and cracked eggs identification using spectral signature. *Scientific Reports*. 2016. 6. 21130 p. DOI: 10.1038/srep21130.
36. Shevchenko L.V., Davydovych V.A., Midyk S.V. Enrichment of chicken table eggs with lycopene and astaxanthin. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. 12 (1). P. 9–13. DOI:10.15421/022102.
37. Oliveira G.D.S., McManus C., Salgado C.B. Antimicrobial Coating Based on Tahiti Lemon Essential Oil and Green Banana Flour to Preserve the Internal Quality of Quail Eggs. *Animals (Basel)*. 2023. 13 (13). 2123 p. DOI:10.3390/ani13132123.
38. Гігієна виробництва та експертиза харчових та інкубаційних яєць і яєчних продуктів: навч. посібник / Н.М. Богатко та ін. Біла Церква, 2020. 165 с.
39. Heng N., Gao S., Guo Y. Effects of supplementing natural astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* to laying hens on egg quality during storage at 4 °C and 25 °C. *Poultry Science*. 2020. 99 (12). P. 6877–6883. DOI:10.1016/j.psj.2020.09.010.
40. Shinn S.E., Proctor A., Baum J. Egg yolk as means for providing essential and beneficial fatty acids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2018. 95. P. 5–11. DOI:10.1002/aocs.12008.

REFERENCES

1. Avercheva, N.O. (2020). Suchasni aspekty rozvytku rynku kharchovykh yaiets [Modern aspects of the development of the food egg market]. *Agrosvit*, no. 10, pp. 83–97. (In Ukrainian).
2. Hejdysz, M., Nowaczewski, S., Perz, K. (2024). Influence of the genotype of the hen (*Gallus gallus domesticus*) on main parameters of egg quality, chemical composition of the eggs under uniform environmental conditions. *Poultry Science*, 103 (1). DOI:10.1016/j.psj.2023.103165.
3. Chen, R., Jiang, C., Zhuang, Li.X. (2023). Research on Chinese consumers' shell egg consumption preferences and the egg quality of functional eggs. *Poultry Science*, 102 (10). DOI:10.1016/j.psj.2023.103007.
4. Chen, M., Lee, H., Liu, Y. (2024). Suppliers' Perspectives on Cage-Free Eggs in China. *Animals (Basel)*. 14 (11), 1625 p. DOI:10.3390/ani14111625.
5. DSTU 5028:2009. Yaietsia kuriachi kharchovi. Tekhnichni umovy [DSTU 5028:2009. Chicken eggs for food. Technical conditions]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart, 2010, 14 p. (In Ukrainian).
6. Wang, Y., Xiong, C., Luo, W. (2021). Effects of packaging methods on the quality of heavy metals-free preserved duck eggs during storage. *Poultry Science*, 100 (5). DOI:10.1016/j.psj.2021.101051.
7. Rosch, M.E.G., Rehner, J., Schmartz, G.P. (2024). Time series of chicken stool metagenomics and egg metabolomics in changing production systems: preliminary insights from a proof-of-concept. *One Health Outlook*. 6 (1), 4 p. DOI: 10.1186/s42522-024-00100-0.
8. Mongi, R.J., Meshi, E.B., Ntwenya, J.E. (2022). Consumer awareness and production practices of farmers on antimicrobial residues in chicken eggs and Chinese cabbage in Dodoma, Central Tanzania. *PLoS One*, 17 (8). DOI:10.1371/journal.pone.0272763.
9. Karpenko, O.V. (2021). Vykorystannia metodiv sensoroho analizu dlia otsinky yakosti yaiets [Use of sensory analysis methods to assess the quality of eggs]. *Naukovo-vydavnychiy tsentr «Sci-conf. com. ua»*, European Scientific Discussions [Scientific and publishing center "Sci-conf. com. ua", European scientific discussions]. Rome, Italy, pp. 55–61. (In Ukrainian).
10. Karpenko, O.V., Antsiferov, D.G. (2021). Otsinka yakosti zrazkiv yaiets riznykh vyrobnykiv na osnovi orhanoleptyky ta eksperymentalnykh doslidzhen iz vykorystanniam metodiv sensoroho analizu [Evaluation of the quality of egg samples from different manufacturers based on organoleptic and experimental studies using sensory analysis methods]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Tavrii Scientific Bulletin]*, no. 120, pp. 213–221. DOI:10.32851/2226-0099.2021.120.28. (In Ukrainian).
11. Rehlament Komisii YeS № 178/2002 «Vstanovlennia zahalnykh pryntsyviv i vymoh kharchovoho zakonodavstva, stvorenykh Yevropeiskoiu Vladoiu Bezpeky kharchovykh produktiv, i vstanovliuichykh pryntsyvy z pytan neshkidlyvosti kharchovykh produktiv» [Regulation of the EU Commission No. 178/2002 "Establishment of general principles and requirements of food legislation, created by the European Food Safety Authority, and establishing principles on the safety of food products"]. (In Ukrainian).
12. Lyubenko, O.I., Kryviy, V.V. (2019). Pidvyschennia yakosti kharchovykh yaiets v umovakh vyrobnytstva filii «Chornobaivske» Pryvatnoho akcionernoho tovarystva «Ahrokholdynh Avanhard» [Improving the quality of edible eggs in the conditions production of the Chornobayivske branch of the Private Joint-Stock Company "Avangard Agroholding"]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*. Kherson, no. 107, pp. 209–212. (In Ukrainian).
13. Sokołowicz, Z., Kačániová, M., Dykiel, M. (2023). Influence of Storage Packaging Type on the Microbiological and Sensory Quality of Free-Range Table Eggs. *Animals (Basel)*. 13 (12), 1899 p. DOI:10.3390/ani13121899.
14. Pravyla veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy yaiets sviiskoi ptytsi. Nakaz Holovnoho derzhavnogo inspektora veterynarnoi medytsyny Ukrainy 07.09.2001 No 70 (z0849-01) [Rules for veterinary and sanitary examination of poultry eggs Order of the Chief State Inspector of Veterinary Medicine of Ukraine 09/07/2001 No 70 (z0849-01)]. (In Ukrainian).
15. Dai, D., QiG, H., Wang, J. (2022). Intestinal microbiota of layer hens and its association with egg quality and safety. *Poultry Science*, 101 (9). DOI:10.1016/j.psj.2022.102008.
16. Solovyova, R., Zhilyanov, D. (2019). Stratehichniy analiz stanu ptakhivnytstva yaiechnoho napriamku [Strategic analysis of the state of poultry farming in the egg sector]. *APK: ekonomika, upravlinnia [Agricultural industry: economics, management]*. no. 5, pp. 62–68. (In Ukrainian).
17. Li, Z., Sang, Q.Q., Sun, Y.X. (2023). Exploring the effect of the microbiota on the production of duck striped eggs. *Poultry Science*, 102 (3). DOI:10.1016/j.psj.2022.102436.
18. DSTU ISO 7954:2006 (ISO 7954:1987, IDT). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Zahalni nastanovy z pidrakhunku drizhdzhiv i mikroskopichnykh hrybiv. Tekhnika pidrakhuvannia kolonii, kultyvovanykh za temperatury 25°C. [Chynnyi vid 2007–10–01] [DSTU ISO 7954:2006 (ISO 7954:1987, IDT). Microbiology of food products and animal feed. General guidelines for counting yeast and microscopic fungi. The technique of counting colonies cultivated at a temperature of 25°C. [Effective from 2007–10–01]]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2007, 10 p. (In Ukrainian).
19. DSTU ISO 4833:2006 (ISO 4833:2003, IDT). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniy metod pidrakhunku mikroorganizmiv (MAFAnM). Tekhnika pidrakhuvannia kolonii za temperatury +30°C. [Chynnyi vid 2007–10–01] [DSTU ISO 4833:2006 (ISO 4833:2003, IDT). Microbiology of food products and animal feed. Horizontal method of counting microorganisms

- (MAFAnM). Colony counting technique at +30°C. [Effective from 2007–10–01]]. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2008, 11 p. (In Ukrainian).
20. DSTU ISO 21528-1:2014(ISO 21528-1:2004, IDT). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniy metod vyivlennia i pidrakhuvannia enterobakterii (Enterobacteriaceae). Chastyna 1. Vyivlennia ta pidrakhuvannia za metodykoiu NiCh z poperednim zbahachenniam. [Chynnyi vid 2015–07–01] [DSTU ISO 21528-1:2014 (ISO 21528-1:2004, IDT). Microbiology of food products and animal feed. Horizontal method of detection and counting of enterobacteria (Enterobacteriaceae). Part 1. Detection and counting by the NIGHT method with preliminary enrichment. [Effective from 2015–07–01]]. Kyiv: SE "UkrNDNC", 2015, 15 p. (on BGKP). (In Ukrainian).
21. DSTU ISO 6888-1:2003 (ISO 6888-1:1999, IDT). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv ta kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniy metod pidrakhuvannia koahulazopozytyvnykh stafilokokiv (*Staphylococcus aureus* inshykh vydiv). Chastyna 1. Metod z vykorystanniam aharovoho seredovyscha Beard Parkera. [Chynnyi vid 2004–01–01] [DSTU ISO 6888-1:2003 (ISO 6888-1:1999, IDT). Microbiology of food products and animal feed. Horizontal method of counting coagulase-positive *staphylococci* (*Staphylococcus aureus* and other species). Part 1. Method using Beard Parker's agar medium. [Effective from 2004–01–01]]. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2005, 14 p. (In Ukrainian).
22. DSTU ISO 6579:2006 (ISO 6579:2002, IDT). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Metodyka vyivlennia *Salmonella* spp.». [Chynnyi vid 2008–06–12] [DSTU ISO 6579:2006 (ISO 6579:2002, IDT). Microbiology of food products and animal feed. Methods of detection of *Salmonella* spp." [Effective from 2008–06–12]]. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2008, 23 p. (In Ukrainian).
23. DSTU ISO 11290-1:2003 (ISO 11290-1:1996, IDT). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv ta kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniy metod vyivlennia ta pidrakhuvannia *Listeria monocytogenes*. Chastyna 1. Metod vyivlennia. [Chynnyi vid 2004–10–01] [DSTU ISO 11290-1:2003 (ISO 11290-1:1996, IDT). Microbiology of food products and animal feed. Horizontal method for detection and counting of *Listeria monocytogenes*. Part 1. Detection method. [Effective from 2004–10–01]]. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2005, 22 p.
24. DSTU ISO 17604:2014 (ISO 17604:2003, IDT). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Vidbyrannia zrazkiv dlia mikrobiolohichnoho analizu. [Chynnyi vid 2015–10–01] [DSTU ISO 17604:2014 (ISO 17604:2003, IDT). Microbiology of food products and animal feed. Sampling of samples for microbiological analysis. [Effective from 2015–10–01]]. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2015, 14 p.
25. Sahachairungrueng, W., Thompson, A.K., Terdwongworakul, A. (2023). Non-Destructive Classification of Organic and Conventional Hens' Eggs Using Near-Infrared Hyperspectral Imaging. *Foods*. 12 (13), 2519 p. DOI:10.3390/foods12132519.
26. Song, L., Weng, K., Bao, Q. (2023). TMT-based quantitative proteomic analysis unveils uterine fluid difference in hens producing normal and pimpled eggs. *Poultry Science*, 102 (11). DOI:10.1016/j.psj.2023.103081.
27. Ma, X., Chen, L., Yin, L. (2022). Risk Analysis of 24 Residual Antibiotics in Poultry Eggs in Shandong, China (2018–2020). *Veterinary Science*. 9 (3), 126 p. DOI:10.3390/vetsci9030126.
28. Melough, M.M., Chung, S.J., Fernandez, M.L. (2019). Association of eggs with dietary nutrient adequacy and cardiovascular risk factors in US adults. *Public Health Nutr*. 22 (11), pp. 2033–2042. DOI:10.1017/S1368980019000211.
29. Godos, J., Micek, A., Brzostek, T. (2020). Egg consumption and cardiovascular risk: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *European Journal of Nutrition*. DOI:10.1007/s00394-020-02345-7.
30. Iidovesto, D. (2022). Advances in egg defect detection, quality assessment and automated sorting and grading. In: *Improving the safety and quality of eggs and egg products*. Egg Limited, Cambridge, UK, Vol. 1, pp. 209–241.
31. Shevchenko, L. V., Davydovych, V. A., Ushkalov, V. O. (2020). The effect of astaxanthin and lycopene on the content of fatty acids in chicken egg yolks. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 11 (4), pp. 568–571. DOI:10.15421/022088. (In English).
32. Marelli, S.P., Madeddu, M., Mangiagalli, M.G. (2021). Egg Production Systems, Open Space Allowance and Their Effects on Physical Parameters and Fatty Acid Profile in Commercial Eggs. *Animals (Basel)*. 11 (2), 265 p. DOI:10.3390/ani11020265.
33. Smaoui, S., Tarapoulouzi, M., Agriopoulou, S. (2023). Current State of Milk, Dairy Products, Meat and Meat Products, Eggs, Fish and Fishery Products Authentication and Chemometrics. *Foods*. 12 (23), 4254 p. DOI:10.3390/foods12234254.
34. Cherian, G., Quezada, N. (2016). Egg quality, fatty acid composition and immunoglobulin Y content in eggs from laying hens fed full fat camelina or flax seed. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7, 15 p. DOI:10.1186/s40104-016-0075-y.
35. Xie, C., He, Y. (2016). External characteristic determination of eggs and cracked eggs identification using spectral signature. *Scientific Reports*. 6, 21130 p. DOI:10.1038/srep21130.
36. Shevchenko, L.V., Davydovych, V.A., Midyk, S.V. (2021). Enrichment of chicken table eggs with lycopene and astaxanthin. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 12 (1), pp. 9–13. DOI:10.15421/022102. (In English).
37. Oliveira, G.D.S., McManus, C., Salgado, C.B. (2023). Antimicrobial Coating Based on Tahiti Lemon Essential Oil and Green Banana Flour to Preserve the Internal Quality of Quail Eggs. *Animals (Basel)*. 13 (13), 2123 p. DOI:10.3390/ani13132123.

38. Bogatko, N.M., Yatsenko, I.V., Melnyk, A. Yu., Bogatko, L.M., Fotina, T.I., Bukalova, N.V., Dudus, T.V., Mazur, T.G., Lyasota, V.P., Sakhnyuk, N.I., Savchuk, G.V., Kuryata, N.V., Tkachuk, N.A., Davnyuk, L.I., Kit, A.A. (2020). Hihiena vyrobnytstva ta ekspertyza kharchovykh ta inkubatsiynykh yaiets i yaiechnykh produktiv: navch. posibnyk / za redaktsiieiu N.M. Bohatko, I.V. Yatsenko, A.Iu. Melnyk [Hygiene of production and examination of food and incubation eggs and egg products: a manual / edited by N.M. Bogatko, I.V. Yatsenko, A.Yu. Melnyk]. Bila Tserkva, 165 p.

39. Heng, N., Gao, S., Guo, Y. (2020). Effects of supplementing natural astaxanthin from *Haemato-coccus pluvialis* to laying hens on egg quality during storage at 4°C and 25°C. *Poultry Science*, 99 (12), pp. 6877–6883. DOI:10.1016/j.psj.2020.09.010.

40. Shinn, S.E., Proctor, A., Baum, J. (2018). Egg yolk as means for providing essential and beneficial fatty acids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95, pp. 5–11. DOI:10.1002/aocs.12008.

Safety and quality of food chicken eggs during production and circulation in some farms of central Ukraine

Lyasota V., Bogatko N., Bukalova N., Mazur T., Hitska O., Dzhmil V., Bogatko A., Tkachuk S., Prilipko T.

Ukraine's accession to the World Trade Organization (WTO) will have a positive effect on the development of the egg industry in our country. Despite the difficult times, the state will still have prerequisites for capacity building and modernization of enterprises. The purpose of the research is to establish quality

indicators, to characterize the safety of chicken eggs from different Ukrainian producers, and to develop food product testing methods. Research methods:

analytical, organoleptic, physical, microbiological, toxicological, variational and statistical. It was established that edible chicken eggs met the requirements of the current DSTU 5028:2009 according to organoleptic indicators. When conducting microbiological tests of chicken eggs, the presence of pathogenic and opportunistic microorganisms was not detected. When determining the content of residues of veterinary drugs and pollutants (toxic elements, mycotoxins, antibiotics and hormonal drugs) in chicken eggs, exceeding the maximum permissible levels (MRL) was not established. Determination of the optical density indicators of protein and yolk of chicken eggs made it possible to characterize their quality more deeply.

The developed express methods of determining the quality of food chicken eggs, in particular the optical density of the protein and yolk by the photometric method, had a reliability of 99.9% in the obtained indicators compared to other indicators specified in the national standard. Thus, the expediency of monitoring the quality indicators of food chicken eggs during production and circulation (storage in wholesale bases and sale in supermarkets, stores, etc.) according to current national legislation and the development of express methods of controlling the quality of protein and yolk by photometric methods have been scientifically substantiated and experimentally proven.

Key words: food industry, poultry farming, organoleptic, physicochemical, chemical, technological indicators, safety, quality, food product, 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.



ORCID iD:

ДІАГНОСТИКА, ТЕРАПІЯ, ВНУТРІШНІ ХВОРОБИ ТА КЛІНІЧНА БІОХІМІЯ

УДК 636.39.09:612.392.4:546.18.47

Метаболізм кальцію та його фракційного складу у клінічно здорових кіз

Гоцуляк М.М. , Сахнюк В.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет



E-mail: Гоцуляк М.М. mhotsuliak@btsau.edu.ua;

Сахнюк В.В. volodymyr.sakhniuk@btsau.edu.ua.



Гоцуляк М.М., Сахнюк В.В. Метаболізм кальцію та його фракційного складу у клінічно здорових кіз. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 28–42.

Hotsuliak M., Sakhniuk V. Calcium metabolism and its fractional composition in clinically healthy goats. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 28–42.

Рукопис отримано: 01.11.2024 р.

Прийнято: 07.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-28-42

У клінічно здорових кіз на 2,5–3 міс. і 4–4,5 міс. кітності концентрація кальцію загального у сироватці крові за діючими фізіологічними лімітами знаходилась у межах від 2,30 до 2,62 ммоль/л ($2,46 \pm 0,014$ і $2,34 \pm 0,030$ ммоль/л), у лактуючих тварин – $1,93$ – $2,77$ ммоль/л ($2,40 \pm 0,020$ ммоль/л), зокрема на 0–2-гу добу після окоту – $2,05 \pm 0,030$ ммоль/л, на 15–25-ту і 50–60-ту добу лактації, відповідно, $2,45 \pm 0,015$ та $2,47 \pm 0,027$ ммоль/л.

Оптимальні концентрації Са заг. в сироватці крові встановлено у 52,4 % кіз (кітні і лактуючі). Ще у 14,5 % клінічно здорових кіз різних фізіологічних груп за незначного зниження вмісту кальцію загального в сироватці крові клінічні ознаки гіпокальціємії не проявлялись.

Встановлено фізіологічні межі кальцію загального у сироватці крові клінічно здорових кіз ($n=177$): min – 2,20, max – 2,90 ммоль/л. У визначених лімітах за $M \pm 2\sigma$ знаходились 87,6 % досліджених тварин.

Концентрація іонізованої фракції кальцію в сироватці крові клінічно здорових кітних кіз знаходилась у межах 0,50–1,13 ммоль/л ($0,76 \pm 0,020$ ммоль/л), у лактуючих тварин – 0,45–1,30 ммоль/л ($0,87 \pm 0,023$ ммоль/л), що становило, відповідно, 30,7 та 36,2 % від кальцію загального.

Фізіологічні ліміти кальцію іонізованого в сироватці крові клінічно здорових кіз за $M \pm 2\sigma$ наступні: min – 0,47 ммоль/л, max – 1,20 ммоль/л і в 96,6 % досліджених тварин ($n=177$) ці значення знаходились у визначених межах. Співвідношення Са заг.: Са іонізов. у клінічно здорових тварин становить 0,34:1.

Швидкість поширення ультразвукової хвилі по ділянці останнього ребра у клінічно здорових лактуючих кіз становила в середньому $734,7 \pm 95,9$ м/с ($252,5$ – $2500,0$ м/с) проти $808,2 \pm 123,6$ м/с – у хворих за субклінічного перебігу гіпокальціємії. Визначення поширення ультразвукової хвилі по кістковій тканині за допомогою ехоостеометра ЕОМ-01-Ц є одним із маркерів оцінки стану мінералізації кісток у кіз.

Ключові слова: кози, вітамін D, метаболіти, кальцій загальний, кальцій іонізований, концентрація, ехоостеометрія, ультразвук.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Кози є одними з перших сільськогосподарських тварин, які були приручені людиною понад 10 тис. років тому [1]. Завдяки пристосованості до складних умов навколишнього середовища та до різних видів кормів і раціонів годівлі кози завжди вважалися цінними тваринами через їх високу молочну продуктивність, якісну продукцію і невибагливість до умов утримання. За таких умов козівництво поширене на всіх континентах, окрім Антарктиди [2].

За даними FAO (Food and Agriculture Organization), на сьогодні у світі існує понад 1153 породи кіз і налічується близько 1 млрд голів, які легко адаптуються і розвиваються в різних кліматичних умовах (тропічний, холодний, сухий або вологий клімат). Завдяки своїм невеликим розмірам, порівняно з іншими видами тварин, їх можна утримувати на невеликих територіях фермерських господарств з обмеженими ресурсами [3, 4]. Козівництво є важливою галуззю тваринництва, основною метою якої є максимальне отримання прибутку, забезпечення населення високоякісним тваринним білком у вигляді м'яса та молока для споживання [5].

За даними літератури [6–8], кози молочного напрямку продуктивності особливо чутливі до нестачі мінеральних речовин, адже за інтенсивної лактації значна кількість есенціальних макроелементів виділяється з молоком. Особливо важливим є передродовий період у кітних кіз за 6–8 тижнів до окоту, упродовж якого відбувається кілька метаболічних змін та адаптацій організму до нового фізіологічного стану тварини [9, 10]. У цей час кози стають сприйнятливими до багатьох метаболічних захворювань через невідповідність кількості у раціоні вітамінів та есенціальних макро- і мікроелементів потребам тварин під час періодів пізньої кітності та ранньої лактації. За недостатньої забезпеченості раціонів розвиваються метаболічні розлади. Найпоширенішими метаболічними захворюваннями у кіз є гіпокальціємія, аліментарна остеодистрофія та токсикоз у період кітності [11]. Кози досить часто страждають від дефіциту кальцію, внаслідок неякісного/неповноцінного раціону, низького рівня вітаміну D_3 , складних взаємодій з іншими мікроелементами, зокрема, цинком (Zn) та кадмієм (Cd) [12]. Дефіцит кальцію призводить до порушення мінералізації кісткової тканини, що супроводжується некрозом хрящових клітин і зміною процесів проникності остеобластів, це призводить до

зниження еластичності та деформації кісток [13]. Тому надзвичайно важливим є постійний моніторинг рівня кальцію в сироватці крові кіз різних фізіологічних і технологічних груп.

Найпоширенішим мінералом в організмі тварин є кальцій. Добова потреба його залежить, зокрема, від фізіологічного стану та продуктивності кіз: для кітних козематок – 13,1 г, для лактуючих кіз за надою 2,5–3,5 кг молока – 13,1–14,7 г [14].

Близько 99,0 % кальцію в організмі виконує структурні функції як складова кісток та зубів і лише 1 % міститься в тканинах і позаклітинних рідинах. Кальцій має вирішальне значення в регуляції різних процесів, зокрема, згортанні крові, скороченні м'язів, проведенні нервових імпульсів, проникності мембран, стабілізації та активації ферментів тощо. Метаболізм кальцію в крові регулюється активними метаболітами вітаміну D – $25\text{OH}_2\text{D}_3$, $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ та $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, а також паратиреоїдним гормоном (ПТГ) і кальцитоніном (КТ) [15].

Встановлено, що вітамін D підтримує гомеостаз кальцію (стимуляція Ca^{2+}) і фосфору: доведена пряма швидка дія $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ через безпосередній вплив на процеси абсорбції цих життєво важливих елементів у кишечнику, реабсорбцію цих катіонів у ниркових каналцях та мобілізацію їх із кісткової тканини [16].

На метаболізм кальцію в організмі тварин опосередковано впливає фактор росту фібробластів (FGF32). Цей гормон є фосфотропним, виділяється остеобластами та остеоцитами в системний кровотік, має важливе значення у взаємодії між кістковою тканиною, прищитоподібними залозами та нирками [17–19]. Доведено, що FGF23 є критично важливим гормоном, оскільки спільно з паратгормоном (ПТГ) регулює метаболізм фосфату та синтез кальцитріолу ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) у нирках [20].

Прищитоподібні залози інкретують паратгормон у відповідь на зниження рівня кальцію в сироватці крові через стимуляцію резорбції кальцію з кісткової тканини, посилення його реабсорбції в ниркових каналцях, гідроксилування $25\text{OH}\text{D}_3$ до $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ у нирках, екскрецію фосфату нирками. Усі ці процеси сприяють зростанню рівня кальцію в сироватці крові [21].

Парафолікулярні клітини щитоподібної залози (С-клітини) збільшують синтез кальцитоніну (КТ) у відповідь на підвищення рівня кальцію в сироватці крові. Цей гормон діє на кісткову тканину, стимулюючи остеоб-

ласти відкладати кальцій, пригнічує його ниркову реабсорбцію, збільшує екскрецію есенціального макроелемента з сечею, пригнічує засвоєння кальцію в кишечнику. Ці процеси безпосередньо призводять до зниження рівня кальцію в сироватці крові [22, 23].

Мета досліджень – вивчити метаболізм кальцію та його фракційний склад у клінічно здорових породних кіз.

Матеріал і методи досліджень. Роботу виконували на поголів'ї зааненської, альпійської та ламанської молочних порід кіз у господарствах різних форм власності. Об'єктом дослідження були кітні (n=141) і лактуючі кози (n=197) 1–4-річного віку із продуктивністю 750–1050 кг молока за лактацію.

Для виконання поставленої мети здійснено детальний аналіз раціонів годівлі кітних і лактуючих козематок щодо їх забезпеченості за сухою речовиною, обмінною енергією, клітковиною, сирим і перетравним протеїном, цукром, крохмалем, жиром, макро- (Ca, P, Mg) і мікроелементами (Zn, Cu, Fe, Mn, I, Co), каротином, жиророзчинними вітамінами A, D, E [14, 24].

Матеріалом для дослідження слугували зразки крові, які відбирали в одноразові пробірки Vacumed з активатором згортання крові та гелем методом зажиттєвої пункції яремної вени. Відбір крові проводили з 8:00 до 10:00 год перед годівлею тварин. Після цього пробірки з кров'ю витримували за 20–25 °C впродовж 30 хв до початку відділення згустку. Рідку частину (сироватку крові) центрифугували за 3000 об./хв упродовж 10–12 хв [25–27].

Використовували загальноклінічні (огляд, пальпація, перкусія), лабораторні та інструментальні методи дослідження [28, 29]. За біохімічного дослідження крові у кіз уніфікованими методами визначали кальцій загальний (реакція з кальцій арсеназо III), кальцій іонізований (методом іонообмінної абсорбції) [26, 27]. Вимірювання проводили в науково-дослідній лабораторії діагностики хвороб тварин і птиці кафедри пропедевтики та медицини внутрішніх хвороб тварин і птиці ім. В.І. Левченка на автоматичному біохімічному аналізаторі Stat Fax 4500+.

Концентрацію 25 OH D₃ визначали в сироватці крові кітних і лактуючих кіз за допомогою імуноферментного аналізатора «Stat Fax 2100» (Avareness Technology Inc., США). Дослідження проводили на тест-системі фірми Monobind Inc (Lake Forest, CA 92630, USA) – «25-OH Vitamin D Total (Vit D-Direct)» [30] на базі міжфакультетської науково-дослідної ла-

бораторії молекулярно-генетичних та імунологічних досліджень Білоцерківського НАУ.

Швидкість поширення ультразвуку по кістковій тканині кіз визначали за допомогою ехоостеометра ЕОМ-01-Ц. Дослідження проводили по останній парі ребер кіз по лінії маклака.

Отримані результати лабораторних досліджень крові обробляли статистичними методами за допомогою програми Statistica-12 і Microsoft Excel [31]. Вірогідну різницю оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Результати вважали вірогідними за $p < 0,05; 0,01; 0,001$.

Результати дослідження. Дослідження проводили на поголів'ї кітних (75–90 і 120–140 діб кітності) та лактуючих кіз (0–2, 15–25 і 50–60-та доба після окоту) зааненської, альпійської та ламанської порід у літньо-осінній та зимово-весняний періоди.

Комплексну оцінку клінічного статусу кіз, зокрема, визначення їх вгодованості, проводили за Body Condition Score (BCS). Встановлено, що 76,6 % із 141 гол. кітних кіз були середньої вгодованості (2,5–3,5 бали за BCS; [32]), 23,4 % тварин – нижчез середньої. У 68,5 % лактуючих кіз (135 гол.) вгодованість була середньою, ще у 31,5 % – нижчою за середню (1,5–2 бали BCS). Оцінка кондиції тіла (англ. *Body Condition Score*) – це система присвоєння цифрового балу дослідженій тварині, що визначається на основі фізичних характеристик, які вказують на її вгодованість та дає можливість оцінити резерв енергії в організмі. Її здійснювали оглядом і пальпацією жирових відкладень у визначених ділянках тіла. Цей метод дозволяє об'єктивно визначати стан вгодованості тварини. Оцінку кіз проводили за шкалою BCS в діапазоні від 1,0 до 5,0 з кроком 0,5 бали [33].

У клінічно здорових кітних і лактуючих кіз загальний стан був задовільний, положення тіла в просторі природне стояче. Шерсть блискуча, рівномірно вкривала шкіру і добре в ній утримувалась. Шкіра у тварин блідо-рожевого забарвлення, еластична, помірно волога. Кон'юнктива рожева або блідо-рожева, блискуча, помірно волога. Слизова ротової порожнини у тварин помірно волога, блідо-рожева. Лімфатичні вузли не збільшені, гладенькі, рухомі, не болючі, щільної консистенції, температура шкіри в ділянках їх локалізації не відрізнялась від температури розміщених поруч тканин.

За дослідження кісток не було встановлено горбкуватості ребер та хиткості різців, збільшення та змін конфігурацій суглобів.

Тварини легко піднімались на оклики. Частота пульсу у кіз становила 60–80 уд./хв, частота дихання – 16–30 дих. рухів/хв, температура тіла – 38,5–40,0 °C.

На прикладі кількох господарств проведено аналіз раціонів живлення кітних і лактуючих кіз, де в період дослідження була запроваджена дробна годівля тварин (корми роздавали 3–5 разів впродовж світлового дня). Графік годівлі кітних кіз зааненської породи в ТОВ «СГП «ОЛІМПІК-АГРО» наступний: вранці – сіно лугове, концентрати у вигляді гранул (склад: кукурудза – 35,0 %, пшениця – 18,0 %, овес – 15,75 %, шрот соняшниковий – 21,25 %, макуха соєва – 10 %), в обід та ввечері – аналогічно. Встановлено, що раціон кітних козematок був забезпечений за сирим протеїном (104,6 % від потреби), перетравним протеїном (106,6 %) за значного надлишку магнію (143,0 %). У раціоні виявлений дефіцит за сухою речовиною (92,1 %), обмінною енергією (85,7 %), сирою клітковиною (89,6 %), кормовими одиницями (78,6 %), сирим жиром (66,3 %), цукром (48,3 %), крохмалем (64,6 %), кальцієм (74,5 %), фосфором (66,1 %) та марганцем (96,8 %), мікроелементами – цинком (67,6 %), міддю (75,0 %), кобальтом (52,8 %) йодом (53,5 %), вітамінами А і D (35,0 і 48,5 %, відповідно).

Кальцієво-фосфорне співвідношення у раціоні становило 1,59:1. Співвідношення цукру до перетравного протеїну та сума легкоферментованих вуглеводів цукру і крохмалю до перетравного протеїну становило, відповідно, 0,36:1 та 1,95:1. У структурі раціону (за ОЕ) частка грубих кормів становила 40,5 % (оптимальне – 35–45 %), концентрованих – 59,5 % (норма 20–22,0 % [14]), соковиті відсутні.

Добовий раціон лактуючих кіз у господарстві включав сіно люцернове (1,5 кг), солону ячмінну (0,2 кг) та концентрати (кукурудза – 0,3 кг; пшениця – 0,15 кг; овес – 0,1 кг; шрот соняшниковий – 0,2 кг; макуха соєва – 0,1 кг). У раціоні козematок був надлишок за сирим і перетравним протеїном (113,7 і 124,3 % від потреби), фосфором (117,0 %), кальцієм (181,2 %), магнієм (235,6 %), калієм (200,0 %), залізом (342,6 %), вітаміном Е (240,5 %). Водночас, у раціоні дефіцит за сухою речовиною (76,0 % від потреби), обмінною енергією (92,0 %), кормовими одиницями (83,3 %), сирою клітковиною (97,4), цукром (48,6 %), крохмалем (38,3 %), сирим жиром (42,6), міддю (81,6 %), цинком (63,2 %), кобальтом (54,9 %), марганцем (71,3 %),

йодом (46,5 %), каротином (65,3 %), вітамінами А і D (28,0 і 50,5 %, відповідно). Кальцієво-фосфорне співвідношення в раціоні становило 2,17:1. Співвідношення цукру до перетравного протеїну та сума легкоферментованих вуглеводів цукру і крохмалю до перетравного протеїну становило, відповідно, 0,38:1 та 1,38:1.

Добовий раціон кітних і лактуючих козematок у зимово-весняний період в господарстві «Екоферма «Лиманська коза» включав сіно лугове (1,5 кг), зерно вівса (0,6 кг), сіль-лизунець (вволю) (виробник «SELCO BLOCK», Royal Паф, Туреччина). За такого раціону тварини були забезпечені за сухою речовиною (104,0 %) за надлишку обмінної енергії (112,1 %), сирого протеїну (114,8 %), сирої клітковини (122,2 %) та магнію (137,3 %) за незначного дефіциту кальцію (94,5 %). Окрім того, у раціоні був виражений дефіцит за цукром (56,0 % від потреби) і крохмалем (41,8 %), фосфором (60,1 %), цинком (67,3 %), міддю (75,0 %), вітамінами А і D (18,0 і 88,5 %, відповідно).

У структурі раціону (за обмінною енергією) частка концентрованих кормів становила 37,7 %, грубих – 62,3 %, соковиті відсутні. Співвідношення цукор:перетравний протеїн становило 0,46:1, а сума легкоферментованих вуглеводів до перетравного протеїну – 2,56:1.

Під час вивчення метаболізму кальцію загального у тварин на 2,5–3 міс. кітності встановлено його значення в сироватці крові у межах від 1,60 до 2,62 ммоль/л ($2,28 \pm 0,028$ ммоль/л; табл. 1). У клінічно здорових кіз (60,5 %) уміст цього есенціального макроелемента знаходився в межах 2,30–2,62 ммоль/л (за норми 2,3–3,0 ммоль/л [26]) за середнього значення $2,46 \pm 0,014$ ммоль/л. Зниження концентрації кальцію загального діагностували у 39,5 % тварин цієї фізіологічної групи ($2,0 \pm 0,030$ ммоль/л).

У кіз 3–4,5 міс. кітності концентрація кальцію загального в сироватці крові знаходилась у межах 1,68–2,37 ммоль/л ($1,88 \pm 0,054$ ммоль/л) і була вірогідно меншою порівняно з тваринами першого періоду кітності ($p < 0,001$; табл. 1).

Оптимальні значення кальцію загального встановлено у 50,0 % досліджених тварин цієї групи, а його концентрація знаходилась у межах від 2,31 до 2,39 ммоль/л ($2,34 \pm 0,030$ ммоль/л), що в 1,1 рази менше, порівняно з клінічно здоровими тваринами 75–90 діб кітності ($p < 0,001$; див. табл. 1). Ще у такої ж кількості кіз діагностували гіпокальціємію ($1,82 \pm 0,030$ ммоль/л; 1,68–1,99 ммоль/л).

Таблиця 1 – Динаміка обміну кальцію загального в сироватці крові кітних кіз

Біохімічні показники	Доба кітності	Біометричні показники	Загальне значення по групі	Клінічно здорові
Са заг., ммоль/л	75–90	n M±m Lim	81 2,28±0,028 1,60–2,62	49 2,46±0,014*** 2,30–2,62
	120–140	n M±m Lim	60 1,88±0,054 ^{oo} 1,68–2,37	30 2,34±0,030 ^{***oo} 2,31–2,39

Примітки: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ – клінічно здорові кітні кози проти загального значення по групі; ^o $p < 0,05$, ^{oo} $p < 0,01$, ^{ooo} $p < 0,001$ – 120–140 дів кітності проти 75–90 дів.

Отже, з наближенням до окоту встановлено виражену динаміку зниження концентрації кальцію загального у сироватці крові козематок. Не виключено, що така динаміка метаболізму цього есенціального макроелемента пов'язана також із дефіцитом вітаміну D в раціоні (забезпеченість 48,5–88,5 %) та обміном одного з активних метаболітів вітаміну D – 25 ОН D₃, концентрація якого в сироватці крові кітних кіз на 75–90 і 120–140-ву добу знаходилась у межах 10,4–52,4 нг/мл.

На 0–2-гу добу після окоту вміст кальцію загального у всіх досліджених козематок був нижчим мінімальної фізіологічної межі, проте клінічного прояву гіпокальціємії у тварин, за винятком 3 гол., не діагностовано. У новокітних кіз концентрація макроелемента становила у середньому 1,84±0,050 ммоль/л (1,28–2,25 ммоль/л), що в 1,1 рази менше порівняно із клінічно здоровими козематками цієї групи ($p < 0,001$; табл. 2).

На 15–25-ту добу лактації вміст кальцію загального в сироватці крові кіз знаходився у діапазоні 1,70–2,72 ммоль/л (2,31±0,024 ммоль/л) і був вірогідно більшим порівняно з новокітними тваринами ($p < 0,001$; див. табл. 2). Оптиміальні значення кальцію загального встановлені у сироватці крові 56,5 % кіз цієї групи (2,32–2,72; 2,45±0,015 ммоль/л) проти 48,3 % козематок – у перші доби після окоту за середнього значення 2,05±0,030 ммоль/л, що вказує на відновлення гомеостазу есенціального макроелемента в організмі лактуючих кіз. Гіпокальціємію (менше 2,3 ммоль/л) діагностували у 43,5 % досліджених кіз цієї групи (2,13±0,028 ммоль/л).

Отже, на 2–3 тиждень лактації прослідковується зростання концентрації Са заг. у сироватці крові кіз, порівняно з новокітними ($p < 0,001$; див. табл. 2) і зниження кількості тварин із гіпокальціємією.

Таблиця 2 – Динаміка обміну кальцію загального в сироватці крові лактуючих кіз

Біохімічні показники	Дів після окоту	Біометричні показники	Загальне значення по групі	Клінічно здорові
Са заг., ммоль/л	0–2	n Lim M±m	58 1,28–2,25 1,84±0,050	28 1,93–2,25 2,05±0,030***
	15–25	n Lim M±m $p_1 <$	69 1,70–2,72 2,31±0,024 0,001	39 2,32–2,72 2,45±0,015*** 0,001
	50–60	n Lim M±m $p_2 <$ $p_3 <$	70 1,80–2,77 2,29±0,024 – 0,001	31 2,30–2,77 2,47±0,027*** – 0,001

Примітки: $p_1 <$ – 15–25 дів лактації проти 0–2 дів після окоту; $p_2 <$ – 50–60 дів лактації проти 0–2 дів після окоту; $p_3 <$ – 50–60 дів лактації проти 15–25 дів після окоту; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – клінічно здорові лактуючі кози проти загального значення по групі.

На 50–60-ту добу лактації концентрація кальцію загального в сироватці крові кіз, порівняно з попереднім періодом дослідження, не мала суттєвої різниці за середньої величини $2,29 \pm 0,024$ ммоль/л ($1,80$ – $2,77$ ммоль/л; $p < 0,5$; див. табл. 2) проти $2,31 \pm 0,024$ ммоль/л. У клінічно здорових кіз (44,3 %) цієї групи рівень есенціального макроелемента становив у середньому $2,47 \pm 0,027$ ммоль/л ($2,30$ – $2,77$ ммоль/л), а гіпокальціємію встановили у 55,7 % тварин ($2,13 \pm 0,028$ ммоль/л; $1,70$ – $2,28$ ммоль/л).

Визначено, що забезпеченість раціонів вітаміном D кіз різного терміну лактації становить 50,5–88,5 % від потреби. За такого раціону концентрація 25-гідроксихолекальциферолу в сироватці крові лактуючих кіз знаходилась в межах від 9,8 до 54,2 нг/мл.

Встановлення фізіологічних лімітів біохімічних показників, зокрема, у дорослого поголів'я кіз молочного напрямку є актуальним, оскільки дозволяє об'єктивно інтерпретувати результати досліджень. Тому наступним етапом дослідження було визначення оптимальних меж кальцію загального, кальцію іонізованого в сироватці крові кіз за їх промислового утримання. З цією метою відібрали 177 клінічно здорових кітних і лактуючих тварин, у яких біохімічні показники сироватки крові були оптимальними.

За розрахунку середнього квадратичного відхилення $M \pm \sigma$, ($2,52 \pm 0,013$ ммоль/л; $\sigma 1 \pm 0,160$) встановлені наступні ліміти кальцію загального у сироватці крові клінічно здорових кіз: min – 2,36, max – 2,68 ммоль/л. У 63,9 % кіз концентрація есенціального макроелемента знаходилась у визначених межах (табл. 3).

За $M \pm 2\sigma$ ($2,53 \pm 0,013$ ммоль/л; $\sigma 2 \pm 0,321$) мінімальна величина вмісту кальцію загального в сироватці крові клінічно здорових козематок становила 2,21, максимальна – 2,85 ммоль/л і в 155 тварин із 177 досліджених (87,6 %) ці значення знаходилися у визначених лімітах. Лише в 22 новокітних кіз (12,4 % від загальної кількості досліджених)

концентрація есенціального елемента була дещо меншою мінімального значення і знаходилась на рівні $1,93$ – $2,11$ ммоль/л.

Отже, фізіологічні ліміти Ca заг. в сироватці крові клінічно здорових кіз (кітні і лактуючі) становлять $2,20$ – $2,90$ ммоль/л. Отримані оптимальні величини Ca заг. виконані на значному поголів'ї тварин ($n=177$) за їх промислового утримання в Україні та узгоджуються з даними літератури [26].

Уміст іонізованої фракції кальцію в сироватці крові клінічно здорових кіз на 75–90-ту добу кітності знаходився в межах від 0,50 до 1,13 ммоль/л ($0,76 \pm 0,020$ ммоль/л), а його частка в структурі кальцію загального становила в середньому 30,9 % (табл. 4).

Мінімальною фізіологічною межею вважається 1,10 ммоль/л Ca іонізованого у сироватці крові кіз [26]. Отже, у 95,9 % тварин цієї групи було встановлено зниження його вмісту ($0,50$ – $1,04$ ммоль/л), а співвідношення іонізованої фракції кальцію до кальцію загального становило 0,31:1. Оптимальну концентрацію кальцію іонізованого за чинними лімітами встановлено лише у 4,1 % кітних кіз ($1,10$ – $1,13$ ммоль/л), а його співвідношення до кальцію загального у тварин цієї групи становило 0,44:1. При цьому концентрація Ca заг. була у 100 % тварин у межах фізіологічних величин.

На 120–140-ву добу кітності рівень вільного (іонізованого) кальцію знаходився в межах від 0,44 до 0,99 ммоль/л за середнього значення $0,64 \pm 0,038$ ммоль/л, а в клінічно здорових тварин його концентрація коливалась у межах $0,65$ – $0,80$ ммоль/л ($0,73 \pm 0,075$ ммоль/л), що незначно відрізнялась від середнього показника у клінічно здорових тварин на 75–90-ту добу кітності ($p < 0,01$). Частка іонізованого кальцію в структурі кальцію загального становила в середньому 31,2 %, проти 30,9 % на 2,5–3 міс. кітності. Отже, оптимальні значення Ca іонізованого встановлено в 2,5 % клінічно здорових кітних кіз, а його частка в структурі Ca заг. становила 43,9 %.

Таблиця 3 – Фізіологічні ліміти кальцію загального та іонізованого в сироватці крові клінічно здорових кіз

Показники	M±m	Фізіологічні ліміти	Структура значень показників					
			у межах норми		менше норми		понад норму	
			n	%	n	%	n	%
Ca заг., ммоль/л	2,53±0,013	2,36–2,68	113	63,9	59	33,3	5	2,8
Ca іон., ммоль/л	0,83±0,017	0,65–1,0	135	76,3	25	14,1	17	9,6

Таблиця 4 – Динаміка обміну кальцію іонізованого в сироватці крові кітних кіз

Біохімічні показники	Доба кітності	Біометричні показники	Загальне значення по групі	Клінічно здорові
Ca іон., ммоль/л	75–90	n Lim M±m	81 0,25–1,13 0,65±0,021	49 0,50–1,13 0,76±0,020***
	120–140	n Lim M±m	60 0,44–0,99 0,64±0,038	30 0,65–0,80 0,73±0,075***°°
Ca іон./ Ca заг., у %	75–90	n M±m	81 28,5	49 30,9
	120–140	n M±m	60 34,0	30 31,2

Примітки: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ клінічно здорові кітні кози проти загального значення по групі; ° $p < 0,05$; °° $p < 0,01$ м °°° $p < 0,001$ – за порівняння 120–140 доба кітності проти 75–90.

Встановлено, що у пізній фетальний період кітності у клінічно здорових кіз рівень кальцію загального та іонізованого в сироватці крові мав тенденцію до зниження на 4,9 і 4,0 %, відповідно, порівняно із 75–90-ю добою кітності ($p < 0,001$; $p < 0,01$; див. таблиці 3 і 4). Відомо [14], що саме в цей період у кіз підвищується потреба в макроелементі, що обумовлено формуванням скелета плода та підготовки організму до лактації.

На 0–2-гу добу після окоту рівень іонізованого кальцію в сироватці крові кіз знаходився в межах 0,36–0,86 ммоль/л

(0,57±0,026 ммоль/л), а його співвідношення до кальцію загального становило 0,30:1. У клінічно здорових кіз його концентрація знаходилась у межах від 0,45 до 0,77 ммоль/л за середнього значення 0,62±0,031 ммоль/л, що у 1,18 раза менше порівняно з клінічно здоровими тваринами у другий період кітності, проте вірогідної різниці не встановлено ($p < 0,2$), а його частка в структурі кальцію загального становила в середньому 30,2 %. Отже, зниження умісту іонізованого кальцію було встановлено в 100,0 % новокітних тварин.

Таблиця 5 – Динаміка обміну кальцію іонізованого в сироватці крові лактуючих кіз

Біохімічні показники	Доба після окоту	Біометричні показники	Загальне значення по групі	Клінічно здорові
Ca іон., ммоль/л	0–2	n Lim M±m	58 0,36–0,86 0,57±0,026	28 0,45–0,77 0,62±0,031
	15–25	n Lim M±m $p_1 <$	69 0,40–1,09 0,78±0,020 0,001	39 0,61–1,09 0,85±0,023* 0,001
	50–60	n Lim M±m $p_2 <$ $p_3 <$	70 0,32–1,30 0,87±0,032 0,001 0,05	31 0,73–1,30 1,02±0,033** 0,001 0,001
Ca іон./ Ca заг., у %	0–2	n M±m	58 31,0	28 30,2
	15–25	n M±m	69 33,8	39 34,7
	50–60	n M±m	70 38,0	31 41,5

Примітки: $p_1 <$ – 15–25 дів лактації проти 0–2 дів після окоту; $p_2 <$ – 50–60 дів лактації проти 0–2 дів після окоту; $p_3 <$ – 50–60 дів лактації проти 15–25 дів після окоту; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – клінічно здорові лактуючі кози проти загального значення по групі.

На 15–25-ту добу після окоту встановлено динамічне зростання рівня кальцію іонізованого у сироватці крові клінічно здорових лактуючих кіз, порівняно з новокітними, а його концентрація у тварин цієї групи знаходилась у межах від 0,61 до 1,09 ммоль/л ($0,85 \pm 0,023$ ммоль/л), що на 37,1 % більше, порівняно з 0–2-ю добою після окоту ($p < 0,001$; табл. 5).

Отже, зі збільшенням концентрації Са загального зростає частка його іонізованої фракції в сироватці крові, порівняно з новокітними тваринами, що є показником відновлення метаболізму цього макроелемента у кіз.

Зниження умісту Са іон. діагностували у 100,0 % клінічно здорових лактуючих кіз за 2–3 тижні після окоту, а співвідношення Са іон.:Са заг. становило 0,35:1 проти 0,30:1 у новокітних – за нормою 0,45–0,52:1 [6].

На 50–60-ту добу лактації рівень вільного (іонізованого) кальцію у сироватці крові кіз знаходився в межах від 0,32 до 1,30 ммоль/л за середнього значення $0,87 \pm 0,032$ ммоль/л, а у клінічно здорових тварин його концентрація коливалась у діапазоні 0,73–1,30 ммоль/л і в середньому становила $1,02 \pm 0,033$ ммоль/л, що в 1,65 та 1,2 рази більше, порівняно з 0–2 і 15–25 добою лактації ($p < 0,001$; $p < 0,01$, див. табл. 5). Фізіологічну концентрацію кальцію іонізованого діагностували у 25,8 % досліджених кіз ($1,10$ – $1,30$; $1,20 \pm 0,026$ ммоль/л). За оптимального умісту кальцію загального та іонізованого в сироватці крові кіз на 50–60-ту добу лактації їх співвідношення становило 0,45:1. Зниження умісту іонізованого кальцію діагностували у 74,2 % клінічно здорових тварин ($0,73$ – $1,08$ ммоль/л), а його частка до кальцію загального у тварин зі зниженою концентрацією Са іон. становила 38,6 %.

Уміст кальцію загального та іонізованого в сироватці крові клінічно здорових лактуючих кіз на 15–25-ту і 50–60-ту добу лактації мав тенденцію до підвищення, порівняно на 0–2-ю добою після окоту ($p < 0,001$; $p < 0,001$; див. табл. 5). Зниження концентрації кальцію загального та іонізованого у сироватці крові конематок на 0–2-гу добу після окоту пояснюється втратою есенціального макроелемента разом із молозивом [34].

Встановлено фізіологічні ліміти кальцію іонізованого в сироватці крові клінічно здорових кіз ($0,83 \pm 0,017$ ммоль/л, $\delta \pm 0,180$): min – 0,65 ммоль/л, max – 1,0 ммоль/л. У 76,3 % тварин його концентрація знаходилась у визначених лімітах. За $M \pm 2\sigma$ ($\sigma \pm 0,360$) мінімальна концентрація умісту кальцію іонізованого у козематок має становити

0,47 ммоль/л, максимальна – 1,20 ммоль/л і в 96,6 % досліджених тварин ці значення знаходилися у визначених лімітах, зокрема, у 100 % кітних кіз, у 92,9 % – 0–2-га доба після окоту, ще у 100 і 87,1 % – на 15–25-ту і 50–60-ту добу лактації, відповідно.

Отже, фізіологічними лімітами Са іон. є: min – 0,47, max – 1,20 ммоль/л, співвідношення Са заг.: Са іонізов. у клінічно здорових тварин становить 0,34:1.

Одним із спеціальних методів вивчення стану мінерального обміну у кіз є ехоостеометрія, за допомогою якої визначають швидкість поширення ультразвукової хвилі у кістковій тканині. За даними літератури [35], швидкість ультразвуку залежить від щільності досліджуваного зразка. За результатами наших досліджень оптимальним місцем на тілі кіз для визначення швидкості поширення ультразвукової хвилі є середина останніх ребер, у яких демінералізаційні процеси перебігають інтенсивніше, порівняно з іншими ділянками кісток [34].

Для дослідження використовували прилад “Ехоостеометр” ЕОМ-01-Ц за частоти випромінювання ультразвукової передавальної діагностичної головки приладу 0,12 МГц, а відстань між передавальною та сприймаючою головками становила 25 мм.

Встановлено швидкість поширення ультразвуку по ділянці останнього ребра у клінічно здорових лактуючих кіз – $252,5$ – $2500,0$ м/с ($734,7 \pm 95,9$ м/с) проти $390,6$ – $1700,7$ м/с ($808,2 \pm 123,6$ м/с; $p = 0,641$) за субклінічного перебігу гіпокальціємії без статистично значущої різниці. Проте, ці значення вказують на дещо вищу щільність кісткової тканини у клінічно здорових тварин.

Отже, визначення поширення ультразвукової хвилі по кістковій тканині за допомогою ехоостеометра ЕОМ-01-Ц є одним із маркерів оцінки стану мінералізації кісток у кіз.

Обговорення. Відомо, що рівень кальцію та кальцієво-фосфорний метаболізм підтримуються взаємодією всмоктування та реабсорбцією через шлунково-кишковий тракт і нирки та регулюється, здебільшого, 1,25-дигідроксихолекальциферолом ($1,25$ (ОН)₂ D₃), 24,25-дигідроксихолекальциферолом ($24,25$ (ОН)₂ D₃, паратиреоїдним гормоном (ПТГ), кальцитоніном (КТ) та фактором росту фібробластів 23 (FGF23) [36–38].

Вітамін D широко відомий як антирахітичний фактор. Він діє як стероїдний гормон у підтриманні оптимальних значень кальцію і фосфору в сироватці крові тварин [39]. Активний метаболіт вітаміну D – 1,25-ди-

гідроксиколекальциферол ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) стимулює транспорт кальцію через стінки кишечника. Вітамін D_3 бере участь не лише у регуляції мінерального обміну, а й у синтезі ліпідів, гормонів, білків, у проліферації й диференціації клітин багатьох органів і тканин, у процесах імунної відповіді, а також у регуляції функціональної активності органів та систем, зокрема серцево-судинної, шлунково-кишкового тракту, печінки, підшлункової залози, клітин м'язової тканини тощо [40, 41].

Кальцій є життєво необхідним макроелементом для кіз, який виконує надзвичайно важливі функції в організмі. Він необхідний для формування та підтримки кісткової тканини, забезпечуючи міцність і структуру кісток, також є регулятором процесу у транскрипції генів, проліферації клітин тощо [42, 43]. В організмі тварин він необхідний для підтримання діяльності нервової системи. Зокрема, у нервово-м'язових синапсах іони кальцію сприяють виділенню ацетилхоліну і сполученню його з холінорецептором, а за надлишку ацетилхоліну вони активують холінестеразу – фермент, що розщеплює ацетилхолін. У ретикулумі саркоплазми іони Ca^{2+} сприяють взаємодії актину та міозину, що забезпечує скорочення м'язових волокон за участі іонів магнію. Крім того, іони кальцію у міокарді та провідниковій системі серця беруть безпосередню участь у генерації нервових імпульсів [44]. Іонізована фракція кальцію має важливе значення у метаболічних процесах, зокрема, активує систему мононуклеарних фагоцитів, підтримує тонус симпатичної нервової системи, зменшує проникність судин та клітинних мембран, активує трипсин і сприяє переходу протромбіну у тромбін [45].

Кальцій у позаклітинній рідині взаємодіє із кальцій-чутливим рецептором (CaSR) на клітинах прищитоподібних залоз, що приводить до збільшення внутрішньоклітинного кальцію. Це сприяє зниженню синтезу паратиреоїдного гормону. Гіпокальціємія призводить до протилежної дії, а саме: зниження внутрішньоклітинного кальцію та збільшення вироблення і секреції паратгормону. ПТГ прискорює ниркову реабсорбцію кальцію і впродовж декількох годин посилює остеокластичну резорбцію кісткової тканини, вивільняючи як кальцій, так і фосфор зі скелету. Паратиреоїдний гормон також збільшує вивільнення фактора росту фібробластів 23 (FGF23) зі зрілих остеобластів та остеоцитів, стимулює ниркове перетворення $25\text{OH}\text{D}_3$ до $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ впродовж кількох годин, в ре-

зультаті чого збільшується абсорбція кальцію в кишечнику [46].

Кальцитонін – активний гіпокальціємічний гормон, що виробляється С-клітинами щитоподібної залози, який регулює рівень кальцію в сироватці крові тварин через пригнічення його відтоку з кісток, зокрема, під час підвищеної потреби – у період лактації. Крім того, КТ також може регулювати рівень кальцію збільшуючи ниркове перетворення $25\text{OH}\text{D}_3$ до $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, в результаті прямої стимуляції гена 1α -гідроксилази (CYP27B1) в проксимальних каналцях нирок [47].

Встановлено, що у другий період кітності в клінічно здорових кіз концентрація загального та іонізованого кальцію в сироватці крові мала виражену закономірну тенденцію до зниження, що пояснюється підвищеними потребами есенціального макроелемента для розвитку плода, оскільки в останні доби кітності ріст його найвищий та відбувається підготовка організму до лактації. Наші результати досліджень узгоджуються із даними зарубіжних авторів [8, 48], які також відмічали тенденцію до зниження рівнів кальцію загального та іонізованого із 110 доби кітності до моменту окоту.

На 15–25-ту і 50–60-ту добу лактації уміст Ca заг. та іонізованого в сироватці крові клінічно здорових кіз мав виражену динаміку до підвищення, порівняно з 0–2-ю добою після окоту ($p < 0,001$; $p < 0,001$). За даними літератури [49, 50], гомеостаз кальцію в кіз у перші доби після окоту порушується через надмірне підвищення його витрат на початку лактації внаслідок секреції в молозиво, яке містить близько 130–134 мг/100 мл та недостатньої абсорбції кальцію із кишечника внаслідок дефіциту в організмі активних метаболітів вітаміну D [51, 52]. Зниження концентрації кальцію в організмі активує кальцій-чутливі рецептори, які розташовані на головних клітинах прищитоподібної залози, що стимулюють вивільнення ПТГ у кров. ПТГ збільшує проліферацію остеокластів, підвищуючи активність кісткової резорбції і остеокитарний остеоліз завдяки остеоцитам [53]. У результаті цього відбувається мобілізація солей кальцію із кісткового депо у кров. Паратгормон також стимулює утворення в нирках метаболітів вітаміну D, зокрема кальцитріолу, спільно з яким бере участь в утворенні кальцієзв'язувального білка, що здійснює трансмембранне перенесення кальцію з кишечника у кров. Активна форма вітаміну D ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$), підвищує концентрацію кальцію в крові, збільшуючи як абсорбцію

кальцію в кишечнику, так і реабсорбцію кальцію в нирках [54–56].

Визначення поширення ультразвукової хвилі за допомогою ехоостеометра ЕОМ-01-Ц по кістковій тканині є одним із маркерів оцінки стану мінералізації кісток у кіз. Зокрема, швидкість поширення ультразвуку по ділянці останнього ребра у клінічно здорових лактуючих кіз становила в середньому $734,7 \pm 95,9$ м/с, що на 9,1 % менше порівняно з тваринами за субклінічного перебігу гіпокальціємії ($808,2 \pm 123,6$ м/с).

На основі одержаних результатів вважаємо, що перспективним є дослідження з вивчення білокзв'язувальної та ультрафільтрувальної фракції кальцію, а також ендокринного статусу клінічно здорових кіз різних фізіологічних і технологічних груп.

Висновки. 1. У клінічно здорових кіз на 2,5–3 міс. і 4–4,5 міс. кітності концентрація кальцію загального у сироватці крові за діючими фізіологічними лімітами знаходилась у межах $2,30$ – $2,62$ ммоль/л ($2,46 \pm 0,014$ і $2,34 \pm 0,030$ ммоль/л), у лактуючих тварин – $1,93$ – $2,77$ ммоль/л ($2,40 \pm 0,020$ ммоль/л), зокрема на 0–2-гу добу після окоту – $2,05 \pm 0,030$ ммоль/л, на 15–25-ту і 50–60-ту добу лактації – $2,45 \pm 0,015$ та $2,47 \pm 0,027$ ммоль/л, відповідно.

2. Оптимальні значення Са заг. встановлено у 56,0 % кітних та у 49,7 % лактуючих кіз. Гіпокальціємію діагностували у 47,6 % досліджених тварин, зокрема у 44,0 % поголів'я кітних та у 50,3 % лактуючих тварин.

3. Концентрація іонізованої фракції кальцію в сироватці крові клінічно здорових кітних кіз знаходилась у межах $0,50$ – $1,13$ ммоль/л ($0,76 \pm 0,020$ ммоль/л), у лактуючих тварин – $0,45$ – $1,30$ ммоль/л ($0,87 \pm 0,023$ ммоль/л), що становило, відповідно, 30,7 та 36,2 % від кальцію загального.

4. Фізіологічні ліміти кальцію загального у сироватці крові клінічно здорових кіз ($n=177$): min – $2,20$, max – $2,90$ ммоль/л. У визначених лімітах за $M \pm 2\sigma$ знаходились 87,6 % досліджених тварин; кальцію іонізованого за $M \pm 2\sigma$: min – $0,47$ ммоль/л, max – $1,2$ ммоль/л. У 96,6 % досліджених тварин його концентрація знаходилась у визначених межах.

Співвідношення Са заг.:Са іонізов. у клінічно здорових тварин становить 0,34:1.

5. Швидкість поширення ультразвукової хвилі по ділянці останнього ребра у клінічно здорових лактуючих кіз становила в середньому $734,7 \pm 95,9$ м/с ($252,5$ – $2500,0$ м/с) проти $808,2 \pm 123,6$ м/с – у хворих за субклінічного перебігу гіпокальціємії.

6. Визначення поширення ультразвукової хвилі по кістковій тканині за допомогою ехоостеометра ЕОМ-01-Ц є одним із маркерів оцінки стану мінералізації кісток у кіз.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження проводили із дотриманням вимог Закону України № 3447 – IV від 21.02.06 р. “Про захист тварин від жорстокого поводження” та відповідно до основних принципів “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. Автори М.М. Гоцуляк, В.В. Сахнюк, статті «Метаболізм кальцію та його фракційного складу у клінічно здорових кіз» стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їх вкладу та результатів дослідження. Матеріали статті можуть бути опубліковані.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Monteiro A., Costa J.M., Lima M.J. Goat System Productions: Advantages and Disadvantages to the Animal, Environment and Farmer. *Goat Science*. 2018. DOI:10.5772/intechopen.70002.
2. Mahmoud A.A. Present Status of the World Goat Populations and their Productivity. *Lohman Information*. 2010. 45 (2). 42 p. URL:lohmann-information.de/content/1_i_45_artikel17.pdf
3. Miller B.A., Lu C. D. Current status of global dairy goat production: an overview. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2019. Vol. 32, No 8. P. 1219–1232. DOI:10.5713/ajas.19.0253.
4. The origin of domestication genes in goats / Z. Zheng et al. *Science Advances*. 2020. Vol. 6. No 21. DOI:10.1126/sciadv.aaz5216.
5. Productive performance of goat / K. A. Raheem et al. *Trends in Clinical Diseases, Production and Management of Goats*. 2024. P. 163–177. DOI: 10.1016/b978-0-443-23696-9.00001-8.
6. Influence of calcium concentrations on the metabolic profile of dairy goats during the transitional period / J.F.D.P. Cajueiro et al. *Research, Society and Development*. 2021. Vol. 10. No 11. DOI:10.33448/rsd-v10i11.19462.
7. Câmara A.C.L., Soto-Blanco B. Metabolic Diseases in Goats. In *Principles of Goat Disease and Prevention*, T. Rana (Ed.). 2023. DOI:10.1002/9781119896142.ch16.
8. Brzezinska M., Krawczyk M. The Influence of Pregnancy and Lactation on the Magnesium and Calcium Concentration in Goats Blood Serum. *Journal of Elementology*. 2010. Vol. 15. No 1. P. 31–37.
9. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes /

- R. M. Caldeira et al. *Small Ruminant Research*. 2007. Vol. 68. No 3. P. 233–241. DOI:10.1016/j.smallrumres.2005.08.027.
10. Energetic and hormonal profile of Santa Ines ewes in the middle of gestation to postpartum / C. A. S. C. Araujo et al. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2014. Vol. 34. No 12. P. 1251–1257. DOI:10.1590/s0100-736x2014001200019.
11. Brozos C., Mavrogianni V.S., Fthenakis G.C. Treatment and Control of Peri-Parturient Metabolic Diseases: Pregnancy Toxemia, Hypocalcemia, Hypomagnesemia. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2011. Vol. 27. No 1. P. 105–113. DOI:10.1016/j.cvfa.2010.10.004.
12. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Washington, D.C.: National Academies Press, 2007. DOI:10.17226/11654.
13. Amita T., Udainiya S., Rana T. Prevention and Control Strategy in Combating Diseases of Goats. *Principles of Goat Disease and Prevention*. 2023. P. 285–298. DOI:10.1002/9781119896142.ch21.
14. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / І.І. Ібатулін та ін.; за ред. І.І. Ібатуліна та О.М. Жукорського. К.: Аграрна наука, 2016. 336 с.
15. Symposium review: Transition cow calcium homeostasis—Health effects of hypocalcemia and strategies for prevention / M. R. Wilkens et al. *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. No 3. P. 2909–2927. DOI:10.3168/jds.2019-17268.
16. Костів А., Костів М., Таратинова К. Порухення метаболізму кальцію. *Grail of Science*. 2024. № 36. С. 468–472. DOI:10.36074/grail-of-science.16.02.2024.081.
17. FGF23 Regulates Bone Mineralization in a 1,25(OH)₂D₃ and Klotho-Independent Manner / S. K. Murali et al. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2015. Vol. 31. No 1. P. 129–142. DOI:10.1002/jbmr.2606.
18. FGF23 induces left ventricular hypertrophy / C. Faul et al. *Journal of Clinical Investigation*. 2011. Vol. 121. No 11. P. 4393–4408. DOI:10.1172/jci46122.
19. Faul C. Fibroblast growth factor 23 and the heart. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*. 2012. Vol. 21. No 4. P. 369–375. DOI:10.1097/mnh.0b013e32835422c4.
20. Okano T. The role of the liver in vitamin D metabolism. *Clinical Calcium*. 2015. 25 (11). P. 1613–1618. URL:clica151116131618. PMID: 26503864.
21. New concepts in regulation and function of the FGF23 / S. Dastghaib et al. *Clinical and Experimental Medicine*. 2022. DOI:10.1007/s10238-022-00844-x.
22. Munoz F., Hu H. The Role of Store-operated Calcium Channels in Pain. *Pharmacological Mechanisms and the Modulation of Pain*. 2016. P. 139–151. DOI:10.1016/bs.apha.2015.12.005.
23. Villalba J.J., Provenza F.D., Hall J.O. Learned appetites for calcium, phosphorus, and sodium in sheep. *Journal of Animal Science*. 2008. Vol. 86. No 3. P. 738–747. DOI:10.2527/jas.2007-0189.41.
24. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин: довідник / Г.В. Проваторов та ін.; за ред. В. О. Проваторова. 2-ге вид. стер. Суми: Університетська книга, 2023. 489 с. ISBN 798-966-680-370-5.
25. Chandratre G.A. Collection, Preservation, Processing, and Dispatch of Clinical Material of Goats. *Principles of Goat Disease and Prevention*. 2023. P. 49–61. DOI:10.1002/9781119896142.ch5.
26. Влізло В.В., Федорук Р.С., Ратич І.Б. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник. Львів: СПО-ЛОМ, 2012. 764 с. ISBN 976-966-665-677-6.
27. Методи лабораторної клінічної діагностики хвороб тварин / В.І. Левченко та ін.; за ред. В.І. Левченка. К.: Аграрна освіта, 2010. 445 с.
28. Smith M.C., Sherman D. M., Metre D.C.V. *Goat Medicine*. Wiley & Sons, Limited, John. 2020. ISBN:1119949521; 9781119949527.
29. Клінічна діагностика хвороб тварин / В.І. Левченко та ін.; за ред. В.І. Левченка і В.М. Безуха. Біла Церква, 2017. 544 с. ISBN 978-966-2122-51-0.
30. Holick M.F. Vitamin D Status: Measurement, Interpretation, and Clinical Application. *Annals of Epidemiology*. 2009. Vol. 19. No 2. P. 73–78. DOI:10.1016/j.annepidem.2007.12.001
31. Петровська І.Р., Салига Ю.Т., Вудмаска І.В. Стагистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ: Аграрна наука, 2022. 172 с. ISBN 978-966-540-551-1.
32. Body measurements explaining variations in scores for the sternal, lumbar, and caudal regions used to estimate body condition in dairy goats / J. Hervieu et al. *Options Méditerranéennes—Série Séminaires*. 1991. 13. P. 43–56. ISSN 1857–7709.
33. Body Condition Scoring in Goat: Impact and Significance / C.P. Ghosh et al. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2019. 7. P. 554–560.
34. Внутрішні хвороби тварин / В.І. Левченко та ін.; за ред. В.І. Левченка. Біла Церква, 2015. Ч. 2. 610 с. ISBN 978-966-2122-41-1.
35. Effects of structural anisotropy of cancellous bone on speed of ultrasonic fast waves in the bovine femur / K. Mizuno et al. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control*. 2008. Vol. 55. No 7. P. 1480–1487. DOI:10.1109/tuffc.2008.823.
36. Influence of different calcium supplies and a single vitamin D injection on vitamin D receptor and calbindin D9k immunoreactivities in the gastrointestinal tract of goat kids / K. Sidler-Lauff et al. *Journal of Animal Science*. 2010. Vol. 88. No 11. P. 3598–3610. DOI:10.2527/jas.2009-2682.
37. Wilkens M.R., Muscher-Banse A.S. Review: Regulation of gastrointestinal and renal transport of calcium and phosphorus in ruminants. *Animal*. 2020. Vol. 14. P. 29–43. DOI:10.1017/s1751731119003197.
38. Keung L., Perwad F. Vitamin D and kidney disease. *Bone Reports*. 2018. Vol. 9. P. 93–100. DOI:10.1016/j.bonr.2018.07.002

39. Fleet J.C. The role of vitamin D in the endocrinology controlling calcium homeostasis. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 2017. Vol. 453. P. 36–45. DOI: 10.1016/j.mce.2017.04.008.
40. Nemeth M.V., Wilkens M.R., Liesegang A. Vitamin D status in growing dairy goats and sheep: Influence of ultraviolet B radiation on bone metabolism and calcium homeostasis. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100. No 10. P. 8072–8086. DOI:10.3168/jds.2017-13061.
41. Saponaro F., Saba A., Zucchi R. An Update on Vitamin D Metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21. No 18. 6573 p. DOI:10.3390/ijms21186573
42. Calcium Signaling Regulates Autophagy and Apoptosis / P. Sukumaran et al. *Cells*. 2021. Vol. 10. No 8. 2125 p. DOI:10.3390/cells10082125.
43. Renal mechanisms of calcium homeostasis in sheep and goats / G. Herm et al. *Journal of Animal Science*. 2015. Vol. 93. No 4. P. 1608–1621. DOI:10.2527/jas.2014-8450.
44. Barragan M., Good M., Kolls J.K. Regulation of Dendritic Cell Function by Vitamin D. *Nutrients*. 2015. Vol. 7 (9). P. 8127–8151. DOI:10.3390/nu7095383
45. CYP2R1 is a major, but not exclusive, contributor to 25-hydroxyvitamin D production in vivo / J. G. Zhu et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013. Vol. 110. No 39. P. 15650–15655. DOI:10.1073/pnas.1315006110.
46. Goltzman D., Mannstadt M., Marcocci C. Physiology of the Calcium-Parathyroid Hormone-Vitamin D Axis. *Frontiers of Hormone Research*. 2018. P. 1–13. DOI:10.1159/000486060.
47. Davey R.A., Findlay D.M. Calcitonin: Physiology or fantasy?. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2013. Vol. 28. No 5. P. 973–979. DOI:10.1002/jbmr.1869.
48. Mineral Metabolism in Singleton and Twin-pregnant Dairy Goats / C. J. Härter et al. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2014. Vol. 28. No 1. P. 37–49. DOI:10.5713/ajas.14.0214.
49. Yadav A.K., Singh J., Yadav S.K. Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 2016. Vol. 35. No 2. DOI:10.18805/ajdfr.v35i2.10719.
50. Nutritive advantages of goat milk and possibilities of its production in republic of Macedonia / N. Pacinovski et al. *Macedonian Journal of Animal Science*. 2015. Vol. 5. No 2. P. 81–88. DOI:10.54865/mjas1552081p.
51. Quader M.N. Investigation of Clinical Hypocalcaemia in Cattle and Goats at the Selected Veterinary Hospitals in Bangladesh and India. *Obstetrics & Gynecology International Journal*. 2017. Vol. 5. No 1. DOI:10.15406/jdvar.2017.05.00130.
52. Modulation of Intestinal Phosphate Transport in Young Goats Fed a Low Phosphorus Diet / J. L. Behrens et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22. No 2. 866 p. DOI:10.3390/ijms22020866.
53. Wysolmerski J.J. Osteocytic osteolysis: time for a second look? *BoneKEy Reports*. 2012. Vol. 1. 229 p. DOI:10.1038/bonekey.2012.229.
54. Gastrointestinal transport of calcium and phosphate in lactating goats / S. Starke et al. *Livestock Science*. 2016. Vol. 189. P. 23–31. DOI:10.1016/j.livsci.2016.04.023.
55. Hernández-Castellano L. E., Hernandez L. L., Bruckmaier R. M. Review: Endocrine pathways to regulate calcium homeostasis around parturition and the prevention of hypocalcemia in periparturient dairy cows. *Animal*. 2020. Vol. 14. No 2. P. 330–338. DOI:10.1017/s1751731119001605.
56. Kumar R., Thompson J.R. The Regulation of Parathyroid Hormone Secretion and Synthesis. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2010. Vol. 22. No 2. P. 216–224. DOI:10.1681/asn.2010020186.

REFERENCES

- Monteiro, A., Costa, J.M., Lima, M.J. (2017). Goat System Productions: Advantages and Disadvantages to the Animal, Environment and Farmer. *Goat Science*. DOI:10.5772/intechopen.70002.
- Mahmoud A. A. (2010). Present Status of the World Goat Populations and their Productivity. *Lohman Information*. Vol. 45 (2), 42 p. Available at: lohmann-information.de/content/l_i_45_artikel17.pdf
- Miller, B.A., Lu, C.D. (2019). Current status of global dairy goat production: an overview. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32 (8), pp. 1219–1232. DOI:10.5713/ajas.19.0253.
- Zheng, Z., Wang, X., Li, M., Li, Y., Yang, Z., Wang, X., Pan, X., Gong, M., Zhang, Y., Guo, Y., Wang, Y., Liu, J., Cai, Y., Chen, Q., Okpeku, M., Colli, L., Cai, D., Wang, K., Huang, S., Sonstegard, T.S. (2020). The origin of domestication genes in goats. *Science Advances*, 6 (21), 5216 p. DOI:10.1126/sciadv.aaz5216.
- Raheem, K.A., Basiru, A., Raji, L.O. and Odetokun, I.A. (2024). Productive performance of goat. *Trends in Clinical Diseases, Production and Management of Goats*. pp. 163–177. DOI:10.1016/b978-0-443-23696-9.00001-8.
- Cajueiro, P., José, R., Hortêncio, E., Dantas, C., José, R., Lopes, C., Soares, P.C., Augusto, J. (2021). Influence of calcium concentrations on the metabolic profile of dairy goats during the transitional period. *Research Society and Development*. 10 (11). DOI:10.33448/rsd-v10i11.19462.
- Câmara, A.C.L., Soto-Blanco, B. (2023). *Metabolic Diseases in Goats*. pp. 207–220. DOI:10.1002/9781119896142.ch16.
- Brzezinska, M., Krawczyk, M. (2010). The Influence of Pregnancy and Lactation on the Magnesium and Calcium Concentration in Goats' Blood Serum. *Journal of Elementology*, Vol. 15, no. 1, pp. 31–37.
- Caldeira, R.M., Belo, A.T., Santos, C.C., Vazques, M.I., Portugal, A.V. (2007). The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research*, 68 (3), pp. 233–241. DOI:10.1016/j.smallrumres.2005.08.027

10. Araujo, C.A.S.C., Nikolaus, J.P., Morgado, A.A., Monteiro, B.M., Rodrigues, F.A.M.L., Vechiato, T.A.F., Soares, P.C., Sucupira, M.C.A. (2014). Energetic and hormonal profile of Santa Ines ewes in the middle of gestation to postpartum. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34 (12), pp. 1251–1257.
11. Brozos, C., Mavrogianni, V.S., Fthenakis, G.C. (2011). Treatment and Control of Peri-Parturient Metabolic Diseases: Pregnancy Toxemia, Hypocalcemia, Hypomagnesemia. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 27 (1), pp. 105–113. DOI:10.1016/j.cvfa.2010.10.004.
12. Nutrient Requirements of Small Ruminants. (2007). National Academies Press. DOI:10.17226/11654.
13. Amita, T., Udainiya, S., Rana, T. (2023). Prevention and Control Strategy in Combating Diseases of Goats. *Principles of Goat Disease and Prevention*. pp. 285–298. DOI:10.1002/9781119896142.ch21.
14. Ibatullin, I.I., Bashchenko, M.I., Zhukorsky, O.M. (2016). Dovidnyk z povnotsinnoi hodivli silskohospodarskykh tvaryn; za red. I.I. Ibatullina ta O.M. Zhukorskoho [A guide to complete feeding of farm animals; edited by I.I. Ibatullin and O.M. Zhukorsky]. Kyiv: Agrarian Science, 336 p. (In Ukrainian).
15. Wilkens, M.R., Nelson, C.D., Hernandez, L.L., McArt, J.A.A. (2020). Symposium review: Transition cow calcium homeostasis – Health effects of hypocalcemia and strategies for prevention. *Journal of Dairy Science*, 103 (3), pp. 2909–2927. DOI:10.3168/jds.2019-17268.
16. Kostiv, A., Kostiv, M., Taratynova, K. (2024). Porushennia metabolizmu kaltsiiu [Calcium metabolism disorders]. *Grail of Science*. no. 36, pp. 468–472. DOI:10.36074/grail-of-science.16.02.2024.081. (In Ukrainian).
17. Murali, S.K., Roschger, P., Zeitz, U., Klaushofer, K., Andrukhova, O., Erben, R.G. (2015). FGF23 Regulates Bone Mineralization in a 1,25 (OH)₂D₃ and Klotho-Independent Manner. *Journal of Bone and Mineral Research*, 31 (1), pp.129–142. DOI:10.1002/jbmr.2606.
18. Faul, C., Amaral, A.P., Oskouei, B., Hu, M.-C., Sloan, A., Isakova, T., Gutiérrez, O.M., Aguilon-Prada, R., Lincoln, J., Hare, J.M., Mundel, P., Morales, A., Scialla, J., Fischer, M., Soliman, E.Z., Chen, J., Go, A.S., Rosas, S.E., Nessel, L., Townsend, R.R. (2011). FGF23 induces left ventricular hypertrophy. *Journal of Clinical Investigation*, 121 (11), pp. 4393–4408. DOI:10.1172/jci46122.
19. Faul, C. (2012). Fibroblast growth factor 23 and the heart. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*. 21 (4), pp. 369–375. DOI:10.1097/mnh.0b013e32835422c4
20. Okano, T. (2015). The role of the liver in vitamin D metabolism. *Clinical Calcium*. 25 (11), pp. 1613–1618. Available at:clica151116131618.
21. Dastghaib, S., Koohepeyma, F., Shams, M., Saki, F., Alizadeh, A. (2022). New concepts in regulation and function of the FGF23. *Clinical and Experimental Medicine*. DOI:10.1007/s10238-022-00844-x.
22. Munoz, F., Hu, H. (2016). The Role of Store-operated Calcium Channels in Pain. *Pharmacological Mechanisms and the Modulation of Pain*, pp.139–151. DOI:10.1016/bs.apha.2015.12.005.
23. Villalba, J.J., Provenza, F.D., Hall, J.O. (2008). Learned appetites for calcium, phosphorus, and sodium in sheep. *Journal of Animal Science*, Vol. 86, no. 3, pp. 738–747. DOI:10.2527/jas.2007-0189.41.
24. Provatorov, G.V., Ladika, V.I., Bondarchuk, L.V. (2023). Normy hodivli, ratsiony i pozhyvnysh kormiv dlia riznykh vydiv silskohospodarskykh tvaryn: dovidnyk. 2-he vyd. ster. [Feeding rates, rations and nutritional value of feed for different types of farm animals: a guide. 2nd ed]. Sumy: University Book, 489 p. (In Ukrainian). ISBN 978-966-680-370-5.
25. Chandratre, G.A. (2023). Collection, Preservation, Processing, and Dispatch of Clinical Material of Goats. *Principles of Goat Disease and Prevention*. pp. 49–61. DOI:10.1002/9781119896142.ch5.
26. Vlizlo, V.V., Fedoruk, R.S., Ratych, I.B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynytsvtvi ta veterynarii medytsyni: dovidnyk [Laboratory methods of testing in biology, veterinary medicine and veterinary medicine: an introduction]. Lviv: SPOLOM, 764 p. (In Ukrainian). ISBN 978-966-665-677-6.
27. Levchenko, V.I., Holovakha, V.I., Kondrakhin, I.P. (2010). Metody laboratornoi klinichnoi diahnostryky khvorob tvaryn [Methods of laboratory clinical diagnosis of animal diseases]. Kyiv: Agrarian Education, 445 p. (In Ukrainian).
28. Smith, M.C., Sherman, D. M., Metre, D.C.V. (2022). *Goat Medicine*. Wiley & Sons, Limited, John. ISBN 1119949521, 9781119949527.
29. Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrakhin, I.P. (2017). Klinichna diahnostryka khvorob tvaryn; za red. V.I. Levchenko ta V.M. Bezukh [Clinical diagnosis of animal diseases; edited by V.I. Levchenko and V.M. Bezukh]. Bila Tserkva, 544 p. (In Ukrainian). ISBN 978-966-2122-51-0.
30. Holick, M.F. (2009). Vitamin D Status: Measurement, Interpretation, and Clinical Application. *Annals of Epidemiology*, 19 (2), pp. 73–78. DOI:10.1016/j.annepidem.2007.12.001.
31. Petrovska, I.R., Salyha, Yu.T., Vudmaska, I.V. (2022). Statystychni metody v biolohichnykh doslidzhenniakh: navch. metod.posibn. [Statistical methods in biological research: study guide]. Kyiv: Agrarian Science, 172 p. (In Ukrainian). ISBN 978-966-540-551-1.
32. Hervieu, J., Morand, F. P., Schmidely, P., Fedele, V., & Delfa, R. (1991). Body measurements explaining variations in scores for the sternal, lumbar, and caudal regions used to estimate body condition in dairy goats. *Options Méditerranéennes-Série Séminaires*. 13, pp. 43–56. ISSN 1857 – 7709.
33. Ghosh, C.P., Datta, S., Mandal, D., Das, A.K., Roy, A.N.K. (2019) Body Condition Scoring in Goat: Impact and Significance. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7, pp. 554–560.

34. Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrakhin, I.P. (2015). Vnutrishni khvoroby tvaryn [Internal diseases of animals]. Bila Tserkva, Part 2, 610 p. ISBN 978-966-2122-41-1. (In Ukrainian).
35. Mizuno, K., Matsukawa, M., Otani, T., Takada, M., Mano, N.I., Tsujimoto, T. (2008). Effects of structural anisotropy of cancellous bone on speed of ultrasonic fast waves in the bovine femur. *IEEE Transactions on Ultrasonics Ferroelectrics and Frequency Control*, 55 (7), pp. 1480–1487. DOI:10.1109/tuffc.2008.823.
36. K Sidler-Lauff, Boos, A., Kraenzlin, M.E., Liesegang, A. (2010). Influence of different calcium supplies and a single vitamin D injection on vitamin D receptor and calbindin D9k immunoreactivities in the gastrointestinal tract of goat kids. 88 (11), pp. 3598–3610. DOI:10.2527/jas.2009-2682.
37. Wilkens, M.R., Muscher-Banse, A.S. (2020). Review: Regulation of gastrointestinal and renal transport of calcium and phosphorus in ruminants. *Animal*, 14, pp. 29–43. DOI:10.1017/s1751731119003197.
38. Keung, L., Perwad, F. (2018). Vitamin D and kidney disease. *Bone Reports*, 9, pp. 93–100. DOI:10.1016/j.bonr.2018.07.002.
39. Fleet, J.C. (2017). The role of vitamin D in the endocrinology controlling calcium homeostasis. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 453, pp. 36–45. DOI: 10.1016/j.mce.2017.04.008
40. Nemeth, M.V., Wilkens, M.R., Liesegang, A. (2017). Vitamin D status in growing dairy goats and sheep: Influence of ultraviolet B radiation on bone metabolism and calcium homeostasis. *Journal of Dairy Science*, 100 (10), pp. 8072–8086. DOI:10.3168/jds.2017-13061.
41. Saponaro, F., Saba, A., Zucchi, R. (2020). An Update on Vitamin D Metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (18). DOI:10.3390/ijms21186573.
42. Sukumaran, P., Nascimento Da Conceicao, V., Sun, Y., Ahamad, N., Saraiva, L.R., Selvaraj, S., Singh, B.B. (2021). Calcium Signaling Regulates Autophagy and Apoptosis. *Cells*, 10 (8), 2125 p. DOI:10.3390/cells10082125.
43. Herm, G., Muscher-Banse, A.S., Breves, G., Schröder, B., Wilkens, M.R. (2015). Renal mechanisms of calcium homeostasis in sheep and goats. *Journal of Animal Science*, 93 (4), pp. 1608–1621. DOI:10.2527/jas.2014-8450.
44. Barragan, M., Good, M., Kolls, J. (2015). Regulation of Dendritic Cell Function by Vitamin D. *Nutrients*, 7 (9), pp. 8127–8151. DOI:10.3390/nu7095383.
45. Zhu, J.G., Ochalek, J.T., Kaufmann, M., Jones, G., DeLuca, H.F. (2013). CYP2R1 is a major, but not exclusive, contributor to 25-hydroxyvitamin D production in vivo. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110 (39), pp.15650–15655. DOI:10.1073/pnas.1315006110.
46. Goltzman, D., Mannstadt, M., Marcocci, C. (2018). Physiology of the Calcium-Parathyroid Hormone-Vitamin D Axis. *Frontiers of Hormone Research*, 50, pp.1–13. DOI:10.1159/000486060.
47. Davey, R.A. and Findlay, D.M. (2013). Calcitonin: Physiology or fantasy? *Journal of Bone and Mineral Research*, 28 (5), pp. 973–979. DOI:10.1002/jbmr.1869.
48. Härter, C.J., Castagnino, D.S., Rivera, A.R., Lima, L.D., Silva, Mendonça, A.N., Bonfim, G.F., Liesegang, A., N. St-Pierre and Teixeira, A. (2014). Mineral Metabolism in Singleton and Twin-pregnant Dairy Goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28 (1), pp. 37–49. DOI:10.5713/ajas.14.0214.
49. Yadav, A.K., Singh, J. and Yadav, S.K. (2016). Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: a review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35 (2). DOI:10.18805/ajdfr.v35i2.10719.
50. Pacinovski, N., Dimitrovska, G., Kočoski, L., Cilev, G., Menkovska, M., Petrovska, B. and Pacinovski, A. (2015). Nutritive advantages of goat milk and possibilities of its production in republic of Macedonia. *Macedonian Journal of Animal Science*, 5 (2), pp. 81–88. DOI:10.54865/mjas1552081p.
51. Quader, M.N. (2017). Investigation of Clinical Hypocalcaemia in Cattle and Goats at the Selected Veterinary Hospitals in Bangladesh and India. *Obstetrics & Gynecology International Journal*, 5 (1). DOI:10.15406/jdvar.2017.05.00130.
52. Behrens, J.L., Schnepel, N., Hansen, K., Hustedt, K., Burmester, M., Klinger, S., Breves, G. and Muscher-Banse, A.S. (2021). Modulation of Intestinal Phosphate Transport in Young Goats Fed a Low Phosphorus Diet. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (2), 866 p. DOI:10.3390/ijms22020866..
53. Wysolmerski, J.J. (2012). Osteocytic osteolysis: time for a second look? *BoneKey Reports*, 1, 229 p. DOI:10.1038/bonekey.2012.229.
54. Starke, S., Reimers, J., Muscher-Banse, A.S., Schröder, B., Breves, G., Wilkens, M.R. (2016). Gastrointestinal transport of calcium and phosphate in lactating goats. *Livestock Science*, 189, pp. 23–31. DOI:10.1016/j.livsci.2016.04.023.
55. Hernández-Castellano, L.E., Hernandez, L.L., Bruckmaier, R.M. (2020). Review: Endocrine pathways to regulate calcium homeostasis around parturition and the prevention of hypocalcemia in periparturient dairy cows. *Animal*, 14 (2), pp. 330–338. DOI:10.1017/S1751731119001605.
56. Kumar, R., Thompson, J.R. (2010). The Regulation of Parathyroid Hormone Secretion and Synthesis. *Journal of the American Society of Nephrology*, 22 (2), pp. 216–224. DOI:10.1681/asn.2010020186.

Calcium metabolism and its fractional composition in clinically healthy goats

Hotsuliak M., Sakhniuk V.

In clinically healthy goats at 2,5–3 months and 4-4,5 months of gestation, the concentration of total calcium in the blood serum according to the current physiological limits was in the range from 2,30 to 2,62 mmol/l (2,46±0,014 and 2,34±0,030 mmol/l), in lactating animals – 1,93–2,77 mmol/l (2,40±0,020 mmol/l), including on the 0–2nd day after lambing – 2,05±0,030 mmol/l, on the 15–25th day and

50–60th day of lactation, respectively, $2,45 \pm 0,015$ and $2,47 \pm 0,027$ mmol/l.

Optimal serum Ca concentrations were found in 52,4 % of goats (pregnant and lactating). In another 14,5 % of clinically healthy goats of different physiological groups with a slight decrease in the total calcium content in the blood serum, clinical signs of hypocalcaemia were not observed.

We have established physiological limits of total calcium in the blood serum of clinically healthy goats ($n=177$): min – 2,20, max – 2,90 mmol/l. Within the defined limits by $M \pm 2\sigma$ were 87,6 % of the studied animals.

The concentration of the ionised calcium fraction in the blood serum of clinically healthy goats was in the range of 0,50–1,13 mmol/l ($0,76 \pm 0,020$ mmol/l), in lactating animals – 0,45–1,30 mmol/l ($0,87 \pm 0,023$ mmol/l), which was, respectively, 30,7 and 36,2 % of total calcium.

The physiological limits of ionised calcium in the blood serum of clinically healthy goats according to $M \pm 2\sigma$ are as follows: min – 0,47 mmol/l, max – 1,20 mmol/l, and in 96,6 % of the studied animals ($n=177$) these values were within the specified limits. The ratio of Ca total : Ca ionised in clinically healthy animals is 0,34:1.

The velocity of ultrasound wave propagation through the last rib area in clinically healthy lactating goats was on average $734,7 \pm 95,9$ m/s ($252,5$ – $2500,0$ m/s) against $808,2 \pm 123,6$ m/s in patients with subclinical hypocalcaemia. Determination of ultrasound wave propagation through bone tissue using the echoosteometer EOM-01-C is one of the markers for assessing the state of bone mineralisation in goats.

Key words: goats, vitamin D, metabolites, total calcium, ionised calcium, concentration, echoosteometry, ultrasound.



Copyright: Гоцуляк М.М., Сахнюк В.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:

Гоцуляк М.М.

Сахнюк В.В.

<https://orcid.org/0009-0004-6165-5032>

<https://orcid.org/0000-0002-3070-9876>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 619:616.579.835:636

Світовий досвід лікування інфекційного перитоніту котів

Мурашко Т.В. 

Сумський національний аграрний університет

 E-mail: feli.vet.tm@gmail.com/

Мурашко Т.В. Світовий досвід лікування інфекційного перитоніту котів. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 43–55.

Murashko T. World experience in the treatment of feline infectious peritonitis. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 43–55.

Рукопис отримано: 28.08.2024 р.

Прийнято: 11.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-43-55

Лікування інфекційного перитоніту котів (ІПК), яке спричинює мутований коронавірус котів (FIPV), тривай час залишалося значною проблемою як для фахівців у галузі ветеринарної медицини так і для пацієнтів з цим діагнозом. Фахівці у різних країнах світу намагалися визначити ефективний спосіб лікування ІПК, експериментуючи з пошуком та дозуванням основних препаратів, а також з тривалістю терапевтичного впливу. У статті опрацьовано англійські та українські публікації у вільному доступі, тематика яких пов'язана з досвідом лікування ІПК, текст яких було опубліковано із січня 2019 року до серпня 2024 року. В поле наукового аналізу потрапило 20 наукових публікацій, в яких дослідники розкривали деталі лікування тварин з ІПК, включаючи найменування основних препаратів, їх дозування для різних форм інфекційного перитоніту котів, тривалість лікування і тривалість життя пацієнтів у стані ремісії. У двох публікаціях містилися авторські пропозиції щодо протоколу лікування ІПК на фоні успішного досвіду лікування цього захворювання. В результаті опрацювання наукового матеріалу було виявлено, що золотим стандартом лікування інфекційного перитоніту котів на цьому етапі є протівірусний препарат GS-441524 та його нуклеозидний аналог під назвою Ремдесивір. Дозування цих препаратів варіюється від 10 до 20 мг/кг залежно від форми ІПК та важкості стану пацієнта з ефективною тривалістю терапії від 28, 42 і до 84 діб з пероральним або підшкірним введенням один раз на 24 години. Водночас було виявлено не менш ефективний альтернативний протівірусний препарат під назвою Молнупіравір з аналогічними умовами дозування за одноразового перорального застосування кожні 12 годин упродовж 84 діб. Молнупіравір є дешевшим та доступним в Україні і використовується як препарат-замінник у разі виникнення резистентності до препарату GS-441524. У дослідженнях вказується інформація про виникнення рецидивів захворювання після лікування ІПК від 10 до 30 %, де проглядається залежність успіху від дотримання умов лікування. Перспективою подальших досліджень щодо лікування ІПК є вивчення можливої епігенетичної схильності або резистентності до захворювання на ІПК та зменшення тривалості протівірусної терапії за лікування ІПК.

Ключові слова: лікування інфекційного перитоніту котів, протокол лікування, GS-441524, Ремдесивір, Молнупіравір.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Інфекційний перитоніт котів (ІПК) є небезпечним видом захворювання, яке за останнє десятиліття набуло значного поширення серед різних країн світу. Незважаючи на досить значну кількість наукових

досліджень щодо лікування ІПК, це захворювання донедавна вважалося смертельним для пацієнта і залишається проблемою для лікарів ветеринарної медицини щодо його діагностики та лікування [1]. Деякі лікарі ветеринарної медицини та дослідники [2, 3]

запропонували свої протоколи лікування інфекційного перитоніту котів. Однак, незважаючи на появу різних противірусних препаратів у світовій фармакологічній індустрії та їх апробацію у лікуванні ІПК, процес формування єдиного протоколу лікування ІПК наразі не завершено з огляду на певну несистематичність успішності застосування того чи іншого препарату в загальній картині лікування ІПК [4]. Водночас є дослідження, які вказують на невідповідність заявленої виробниками концентрації діючої речовини у препаратах, які, здебільшого, використовували у лікуванні пацієнтів з ІПК [5, 6]. Отже, сучасна ветеринарна наука пропонує багатонаціональний досвід лікування ІПК з використанням різних підходів, на що необхідно звернути увагу як можливість застосування цього досвіду в українській ветеринарній практиці.

Метою дослідження було вивчити та узагальнити світовий досвід лікування інфекційного перитоніту котів. Зокрема розглянути методи та підходи щодо лікування інфекційного перитоніту котів у світовій ветеринарній практиці, що дозволить вивести лікуванні ІПК в Україні на належний рівень.

У сучасних наукових джерелах, які пов'язані з тематикою діагностики і лікування ІПК часто зустрічається застосування препарату GS-441524 як основного компоненту противірусної терапії в парентеральній [7] або пероральній формах [8]. Варто зауважити, що цей препарат не є ліцензованим в багатьох країнах як препарат для застосування у ветеринарній медицині [9]. Практика застосування цього препарату полягає у здатності GS-441524 пригнічувати РНК мутованого коронавірусу котів (FIPV) [10, 11]. Слід зазначити, що цей препарат було розроблено для лікування вірусних захворювань у людей, однак певний успіх у його впливі на перебіг лікування ІПК обумовив попит на нього серед власників котів та ветеринарних лікарів по всьому світу. Водночас, як вказують науковці [10], неліцензований статус препарату GS-441524, його розрекламована ефективність та затребуваність серед власників котів, в яких була підозра на захворювання ІПК, спровокували виникнення соціальних груп, які почали розповсюджувати цей препарат. Небезпека полягає в тому, що представники цих груп рекомендують схеми лікування препаратом не маючи належної ветеринарної освіти та науково підтверджених доказів застосування певного підходу, водночас сумнівною є якість препарату, який вони розпов-

сюджують з урахуванням даних про можливу ненадійну фактичну й заявлену концентрацію діючої речовини у розчині [6].

На додаток до вказаного вище GS-441524, в наукових джерелах згадуються інші препарати, які використовували або розглядали для лікування пацієнтів з діагнозом ІПК, а саме: молнупіравір [12, 13], ремдесівір [14], туріфлуномід, руксолітініб, рітонавір, нірматлевір [15], поліпреніл [16], мефлохін [17], адалімумаб та ітраконазол [18], GS376 [19, 20] і преднізолон [21]. Непоодиноким є лікування пацієнтів з ІПК за поєднання двох препаратів, зокрема GS-441524 та ремдесівір [9, 22, 23], а також є випадки заміни основного препарату GS-441524 на молнупіравір за негативної динаміки лікування ІПК [12].

На сучасному етапі світової практики лікування ІПК золотим стандартом вважається застосування препарату GS-441524 та його нуклеозидних аналогів, які на думку науковців є найефективнішим способом лікування цього небезпечного захворювання [24, 25, 14].

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом дослідження слугували наукові англійські та українські статті, тематика була пов'язана з лікуванням інфекційного перитоніту котів та препаратами, які використовували у лікуванні ІПК. Для проведення дослідження обирали статті, які були опубліковані у період із січня 2019 до серпня 2024 року. Для пошуку та відбору матеріалу використовували електронну бібліометричну базу даних Google Scholar. Авторами дослідження було проаналізовано лише ті наукові публікації, які мали відкритий доступ до їх змісту. Кількість наукових джерел, які опрацьовано в межах дослідження становить 20 найменувань.

Результати дослідження. Під час вивчення наукових джерел встановлено, що пацієнти з ІПК, які не отримували специфічного противірусного лікування (а лише симптоматичне) або не отримували лікування взагалі гарантовано помирали, тимчасом пацієнти з ІПК, які отримували лікування, мали високий відсоток виживання, покращення клінічних показників та переходили у період ремісії. Варто додати, що науковці вказують на необхідність диференційованого дозування препаратів за різних форм ІПК: (волога форма (В), суха форма (С), неврологічна форма (Н), офтальмологічна форма (О) та змішана форма (З).

Науковці університету Сіднея [26, 27] вивчали три підходи до лікування ІПК, а саме: 1) застосування противірусних препаратів (інгібітори протеази та нуклеозидні аналоги);

2) застосування імуномодуляторів з метою посилення імунологічної реакції; 3) застосування препаратів, які пригнічують імунологічну реакцію з метою полегшення клінічних проявів хвороби (наприклад, циклоспорин та кортикостероїди). Згідно з результатами їх дослідження, найефективнішим підходом є лікування ППК противірусними препаратами та з помірно й маловивченою ефективністю за допомогою імуномодуляторів. Лікування ППК із застосуванням препаратів, які пригнічують імунологічну реакцію, виявилось неефективним. Отримані результати підтверджують інші дослідники [28].

Переважає кількість наукових праць, які стосуються лікування ППК, відображають лікування за допомогою противірусного препарату GS-441524. Згідно із спостереженнями науковців [10], 96,7 % пацієнтів (n=380 котів), які отримували лікування цим препаратом, вижили після лікування, тимчасом 12,7 % пацієнтів переживали рецидив захворювання, що потре-

бувало продовження лікування. Водночас, крім позитивного перебігу лікування, застосування цього препарату має свої особливості, які проявляються у реакції організму тварини, а саме: введення препарату підшкірно спричинює у тварин біль, який має поведінкові прояви (шипіння, намагання втекти, вокалізація). За введення препарату внутрішньшкірно виникає некроз. Також є дослідження, в якому було виявлено ризик формування уролітів за лікування цим препаратом [29].

Деякі науковці [30], які вивчали застосування поєднання ін'єкційного Ремдесвіру та перорального GS-441524 вказують на необхідність первинного 14-добового лікування тварин з урахуванням дозування відповідно до маси тіла тварини (табл. 1, 2). Ремдесвір (GS-5734) є нуклеозидним аналогом GS-441524 [26] та має широкий спектр противірусної дії, який був розроблений для лікування людей із захворюванням на гепатит С, вірус Еболи та COVID-19 [30].

Таблиця 1 – Рекомендоване дозування та об'єм препаратів Ремдесвір та GS-441524 [30]

Дозування і об'єм препарату Ремдесвір для перших 14 діб лікування			
Вага тіла тварини	Випітна (волога) форма ППК 10–12 мг/кг П/Ш або В/В 1 р/д	Офтальмологічна форма ППК 15 мг/кг П/Ш або В/В 1 р/д	Неврологічна форма ППК 10 мг/кг П/Ш або В/В кожні 12 годин
1 кг	1–1,2 мл	1,5 мл	2 мл
1,5 кг	1,5–1,8 мл	2,25 мл	3 мл
2 кг	2–2,4 мл	3 мл	4 мл
2,5 кг	2,5–3 мл	3,75 мл	5 мл
3 кг	3–3,6 мл	4,5 мл	6 мл
3,5 кг	3,5–4,2 мл	5,25 мл	7 мл
4 кг	4–4,8 мл	6 мл	8 мл
Дозування таблетованого GS-441524			
Вага тіла тварини	Випітна (волога) форма ППК 10–12 мг/кг П/О 1 р/д (70 діб)	Офтальмологічна форма ППК 15 мг/кг П/О 1 р/д (70 діб)	Неврологічна форма ППК 10 мг/кг П/О кожні 12 годин (70 діб)
1 кг	¼ таблетки	½ таблетки	¼ таблетки
1,5 кг	½ таблетки	½ таблетки	½ таблетки
2 кг	½ таблетки	¾ таблетки	½ таблетки
2,5 кг	½ таблетки	¾ таблетки	½ таблетки
3 кг	¾ таблетки	1 таблетка	¾ таблетки
3,5 кг	¾ таблетки	1 ¼ таблетки	¾ таблетки
4 кг*	1 таблетка	1 ¼ таблетки	1 таблетка
ППК = інфекційний перитоніт котів П/Ш = підшкірно В/В = внутрішньовенно П/О = перорально 1 р/д = один раз на добу (кожні 24 години) * Лікування тварини препаратом GS-441524 з вагою 4 кг має тривати 84 доби додатково до 14-добового первинного лікування.			

Таблиця 2 – Рекомендоване дозування Ремдесивіру та GS-441524 [30]

Форма ІПК	Клінічні прояви	Дозування	Періодичність	Спосіб введення
Волога/Суха без офтальмологічних або неврологічних проявів	Асцит та/або плевральний випіт	10–12 мг/кг	Кожні 24 години	Перорально
Суха з офтальмологічними проявами	Увеїт, хоріоретиніт, гіфема, гіпопійон	15 мг/кг	Кожні 24 години	
Суха з неврологічними проявами	Атаксія, гіперестезія	10 мг/кг (або 20 мг/кг у поділених дозах)	Кожні 12 годин	
За необхідності збільшити дозування, рекомендується збільшувати дозу препарату на 3–5 мг/кг на добу. Максимальне дозування – 20 мг/кг (варто ділити на дві дози по 10 мг/кг) за сухої форми ІПК з неврологічними проявами.				

Поряд з лікуванням ІПК препаратом GS-441524 та його нуклеозидним аналогом в науковій літературі є також дослідження, в яких описано досвід лікування ІПК препаратом Молнупіравір. Це противірусний препарат, який мав початкову назву Beta-d-N4-hydroxycytidine (бета-д-Н4-гідроксицитидин), що пригнічує реплікацію зокрема альфакоронавірусів [31]. Він також був розроблений для лікування COVID-19 і містить речовину під назвою цитидин і досить ефективний у лікуванні ІПК з можливістю його застосування, якщо у пацієнтів з ІПК виникає резистентність до лікування препаратом GS-441524 [30].

Наприклад, науковиця з Японії [13] застосовувала Молнупіравір для лікування 18-ти котів з діагнозом ІПК вологої (n=13) та сухої (n=5) форм. Лікування проводили в умовах ветеринарної клініки тривалістю 84 доби, де пацієнтам перорально вводили препарат двічі на добу з розрахунком дозування від 10–20 мг/кг. За результатами лікування, в стан ремісії перейшло 14 пацієнтів (78 %), тимчасом 4 пацієнти з вологою формою померли або були евтаназовані у перші 7 діб лікування. Отже, препарат Молнупіравір можна використовувати в арсеналі сучасного лікування ІПК, яке матиме позитивні результати.

Водночас, результати дослідження групи американських вчених [15] вказують на те, що препарати Молнупіравір та Нірмалтревір за своєю фармакологічною дією на вірус, який спричиняє ІПК, можуть бути дієвою альтернативою препарату GS-441524. Однак, деякі дослідження [12] вказують на виникнення побічних ефектів за можливого передозування препаратом Молнупіравір (за дозування ≥ 23 мг/кг,

2 р/д), а саме: фолдові (загнуті) вуха, ламкість вібрисів, виражена лейкопенія.

Допоміжна терапія під час лікування ІПК. Під час аналізу наукових статей та вивчення особливостей лікування ІПК основними противірусними препаратами з відповідним дозуванням, звернули також увагу на використання інших препаратів як підтримуючої терапії. Наприклад, під час лікування Молнупіравіром, для підтримання функціонального попередження зневоднення ветеринари використовували розчин Рінгера і урсодезоксихолеву кислоту для зменшення рівня білірубіну [13]. В іншому дослідженні [14] як допоміжну терапію застосовували такі препарати як фенбендазол та габапентин. Під час лікування ітраконазолом [21] використовували преднізолон (як протизапальний засіб), антибіотики доксициклін або гентаміцин, бромгексину гідрохлорид та очні краплі левофлоксацин.

Апробація протоколу лікування ІПК. Австралійські науковці [2, 3] запропонували свої протоколи лікування ІПК (табл. 3, 4):

Інші науковці, які публікували свій досвід лікування ІПК не пропонували власні протоколи лікування, однак їх результати можуть слугувати безцінним матеріалом для формування рекомендацій щодо формування протоколу лікування ІПК в майбутньому (табл. 5). Варто зауважити, що в одному з досліджень особливістю є те, що лікування і дозування були розділені на індукційне (4 доби) та підтримуюче (80 діб) [9]. Зокрема дозу препарату збільшували у разі збільшення ваги пацієнта і не зменшували, якщо пацієнт втрачає вагу. Збільшення дози також проводили за відсутності позитивної динаміки лікування.

Таблиця 3 – Протокол лікування ІПК за Hughes та Brady (2021) [2]

Клінічні прояви хвороби	<ul style="list-style-type: none"> - наявність випоту в одній або двох порожнинах; - висока температура та відсутня реакція на антибіотики; - гіперглобулінемія; - гіпоальбумінемія; - жовтяниця; - нерегенеративна анемія; - нейтрофілія; - збільшення лімфатичних вузлів. 												
Тривалість курсу лікування	84 доби												
Основний препарат	Ремдесивір (виробник BOVA Compounding Pharmacy, Австралія). Зберігати в холодильнику.												
Спосіб введення препарату	Підшкірно												
Перші 3–4 доби	<p>Підшкірне введення препарату</p> <p>Введення препарату здійснюється підшкірно з дозуванням 10 мг/кг (один раз на добу). <i>(Для пацієнтів, в яких не спостерігається зневоднення та наявний апетит).</i></p> <p>Амбулаторне або стаціонарне лікування.</p>												
	<p>Внутрішньовенне введення препарату</p> <p>Введення препарату проводять через катетер крапельниці упродовж 10 хв один раз на добу. <i>(Для пацієнтів, які знаходяться в критичному стані та є потреба в інфузійній терапії. Якщо в ділянці катетера з'являється біль або виникає ризик тромбоемболії – 3 доби такої терапії буде достатньо. Існує 10 % ризик погіршення плеврального випоту).</i></p> <p>Амбулаторне або стаціонарне лікування.</p>												
День 5–84 доба	<p>Підшкірне введення препарату упродовж 84 днів з наступним дозуванням:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Форма ІПК</th> <th>Дозування</th> <th>Частота</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Волога</td> <td>8 мг/кг</td> <td>1 р/д</td> </tr> <tr> <td>Суха</td> <td>10 мг/кг</td> <td>1 р/д</td> </tr> <tr> <td>Офтальмологічна та неврологічна</td> <td>15 мг/кг</td> <td>1 р/д</td> </tr> </tbody> </table> <p>Застереження: Не варто вираховувати м'язову масу тварини без випоту. Орієнтуйтеся на фактичну масу тіла для підрахунку дози препарату.</p>	Форма ІПК	Дозування	Частота	Волога	8 мг/кг	1 р/д	Суха	10 мг/кг	1 р/д	Офтальмологічна та неврологічна	15 мг/кг	1 р/д
Форма ІПК	Дозування	Частота											
Волога	8 мг/кг	1 р/д											
Суха	10 мг/кг	1 р/д											
Офтальмологічна та неврологічна	15 мг/кг	1 р/д											
Допоміжні препарати	<ul style="list-style-type: none"> - Бупренорфін (перед ін'єкцією Ремдесивіру); - Габапентин (перорально перед ін'єкцією Ремдесивіру); - Антибіотик (рекомендовано Доксидиклін за наявності супутньої інфекції); <p>НЕ рекомендовано:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нестероїдні протизапальні засоби; - кортикостероїди. 												
Спостереження	<p>Показники крові у перші 3 доби не будуть змінюватися, тому не витрачайте на це час та ресурс.</p> <p>Збір аналізів проводять на 4, 8 та 12 тижнів після початку лікування (ЗАК, біохімія (особливо білірубін, глобуліни). Звертаємо увагу на відсутність анемії, зменшення нейтрофілів, нормалізацію рівня альбуміну та глобулінів, а також нормалізацію рівня білірубіну.</p>												
Закінчення лікування	<p>Чинники:</p> <ul style="list-style-type: none"> - всі показники крові в нормі, включно з глобулінами; - відсутній випіт; - лімфатичні вузли в нормі; - відсутні офтальмологічні ознаки та прояви хвороби з боку центральної нервової системи. 												
Додаткові рекомендації	<ul style="list-style-type: none"> - лікування варто починати якнайшвидше (залежно від досвіду лікаря, враховуючи на клінічні прояви); - не варто гаяти час та очікувати на результати аналізів для ініціації лікування. 												

Таблиця 4 – Протокол лікування ІПК за Hughes (2022) [3]

Клінічні прояви хвороби	<ul style="list-style-type: none"> - наявність випоту в одній або двох порожнинах; - висока температура та відсутність реакції на антибіотики; - гіперглобулінемія; - гіпоальбумінемія; - жовтяниця; - нерегенеративна анемія; - нейтрофілія; - збільшення лімфатичних вузлів. 												
Тривалість курсу лікування	84 доби												
Основний препарат	Ремдесивір і таблетована форма GS-441524 (виробник BOVA Compounding Pharmacy, Австралія).												
Спосіб введення препарату	Підшкірно (Ремдесивір), перорально (GS-441524).												
Перші 3–4 доби (або з 1 до 14 доби)	<p>Підшкірне введення препарату Введення препарату здійснюють підшкірно з дозуванням 10–20 мг/кг (один або два рази на добу). <i>(Для пацієнтів, в яких не спостерігається зневоднення та наявний апетит. Для вологої форми ІПК необхідне менше дозування ніж для сухої, офтальмологічної та неврологічної).</i> Амбулаторне або стаціонарне лікування.</p>												
	<p>Внутрішньовенне введення препарату Введення препарату проводять через катетер крапельниці упродовж 10 хв один раз на добу. <i>(Для пацієнтів, які знаходяться в критичному стані та є потреба у інфузійній терапії. Якщо в ділянці катетера з'являється біль або виникає ризик тромбоемболії – 3 доби такої терапії буде достатньо. Існує 10 % ризик небезпечного погіршення плеврального випоту.)</i> Амбулаторне або стаціонарне лікування.</p>												
	<p>Пероральне введення препарату Якщо пацієнт їсть, можливо застосувати препарат GS-441524 перорально з дозуванням 10–20 мг/кг (один раз на добу). Дозування можливо поділити на декілька разів на добу. <i>(Для вологої форми ІПК необхідне менше дозування ніж для сухої, офтальмологічної та неврологічної).</i></p>												
Доба 5–14 та до 84 доби	<p>Пероральне введення препарату GS-441524 з наступним дозуванням:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Форма ІПК</th> <th>Дозування</th> <th>Частота</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Волога</td> <td>10–15 мг/кг</td> <td>1 р/д</td> </tr> <tr> <td>Суха</td> <td>20 мг/кг</td> <td>1 р/д</td> </tr> <tr> <td>Офтальмологічна та неврологічна</td> <td>20 мг/кг</td> <td>1 р/д</td> </tr> </tbody> </table> <p>Застереження: Не варто вираховувати м'язову масу тварини без випоту. Орієнтуйтеся на фактичну масу тіла для підрахунку дози препарату. Метаболізм ліків у кошенят швидший, тому для них дозування мг/кг може бути більшим.</p>	Форма ІПК	Дозування	Частота	Волога	10–15 мг/кг	1 р/д	Суха	20 мг/кг	1 р/д	Офтальмологічна та неврологічна	20 мг/кг	1 р/д
Форма ІПК	Дозування	Частота											
Волога	10–15 мг/кг	1 р/д											
Суха	20 мг/кг	1 р/д											
Офтальмологічна та неврологічна	20 мг/кг	1 р/д											
Допоміжні препарати	<ul style="list-style-type: none"> - Бупренорфін (перед ін'єкцією Ремдесивіру); - Габапентин (перорально перед ін'єкцією Ремдесивіру); - Антибіотик (рекомендовано Доксациклін або Марбофлораксацин за наявності супутньої інфекції); <p>НЕ рекомендовано:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нестероїдні протизапальні засоби; - кортикостероїди. 												
Спостереження	<p>Показники крові у перші 3 доби не будуть змінюватися, тому не витрачайте на це час та ресурс.</p> <p>Збір аналізів проводять на 4, 8 та 12 тиждів після початку лікування (ЗАК, біохімія (особливо білірубін, глобуліни). Звертаємо увагу на відсутність анемії, нейтропенії, лімфопенії, нормалізацію рівня альбуміну та глобулінів, а також нормалізація рівня білірубіну. Помірна еозинофілія може бути позитивним показником.</p>												

Продовження табл. 4

Закінчення лікування	Чинники: - всі показники крові в нормі, включно з глобулінами; - відсутній випіт; - лімфатичні вузли в нормі; - відсутні офтальмологічні ознаки та прояви хвороби з боку центральної нервової системи.
Додаткові рекомендації	- лікування варто починати якнайшвидше (залежно від досвіду лікаря, враховуючи клінічні прояви); - не варто гаяти час та очікувати на результати аналізів для ініціації лікування; - не рекомендовано відкачувати випітну рідину окрім як для діагностичних цілей.

Таблиця 5 – Особливості лікування пацієнтів з ПШК

Джерело	Вибірка	Препарат	Форма препарату	Форма ПШК	Дозування	Частота	Тривалість (діб)	В ремісії		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
(Perera et al., 2019) [32]	1	GS-376	П/Ш	В	10–30 мг/кг	2 р/д	63	0		
					Рецидив через 30 діб					
(Yin et al., 2021) [20]	30	GS-441524	П/Ш	В	2–4 мг/кг	1 р/д	28	29		
		GS-376	П/Ш	С 3	6–8 мг/кг					
(Sase, 2023) [13]	18	Молнупіравір 200 мг	П/О	В	10 мг/кг	2 р/д	84	14		
				С	15 мг/кг					
				Н/О	20 мг/кг					
(Coggins та ін., 2023) [9]	28	Ремдесивір 100 мг	П/Ш	В	8–10 мг/кг	1 р/д	84	24		
				С	10–12 мг/кг					
				Н/О	12–15 мг/кг					
(Green, Syme, & Tayler, 2023) [23]	32	Ремдесивір	В/В П/Ш	В	10 мг/кг	1 р/д	84	26		
				С	15 мг/кг					
				Н/О	20 мг/кг					
(Dickinson та ін., 2020) [33]	4	GS-441524	П/Ш	Н/О	5–10 мг/кг	1 р/д	98	3		
(Krentz та ін., 2021) [8]	18	Mutian Xraphconn (з вмістом GS-441524)	П/О	В	5 мг/кг	1 р/д	84	18		
				Н/О	10 мг/кг					
(Taylor et al., 2023) [22]	104	Ремдесивір	В/В	В	10 мг/кг	1 р/д	84	67		
	171	Ремдесивір потім GS-441524		В/В +П/О	відповідно				14 потім 70	
					32					GS-441524
(Pedersen та ін., 2019) [34]	31	GS-441524	П/Ш	В	4 мг/кг	1 р/д	84	26		
				С						
				О					15 мг/кг	
				Н	10–20 мг/кг (за дозування 20 мг/кг – дозу розділяли на два рази на добу)					

Продовження табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
(Lv et al., 2022) [35]	46	I*	GS-441524 (12.5 мг/мл)	П/Ш	В/С	5 мг/кг	1 р/д	28	43
			GC376 (50 мг/мл)			20 мг/кг	12 год.		
		II	GS-441524 (12.5 мг/мл)	П/Ш	В/С	2,5 мг/кг	1 р/д		
			GC376 (50 мг/мл)			20 мг/кг	12 год.		
		III	GS-441524 (12.5 мг/мл)	П/Ш	В/С	2,5 мг/кг	1 р/д		
			GC376 (50 мг/мл)			10 мг/кг	12 год.		
		IV	GS-441524 (12.5 мг/мл)	П/Ш	В/С	5 мг/кг	1 р/д		
			GC376 (50 мг/мл)			10 мг/кг	12 год.		
(Roy та ін., 2022) [12]	26	Молнупіравір	П/О	В/С/З	12,8–14,7 мг/кг	2 р/д	84	24	
(Zwicklbauer та ін., 2023) [36]	18	GS-441524	П/О	Н/О	22 мг/кг	1 р/д	884	18	
				В	11 мг/кг				
(Cosaro, Pires, Castillo, Murphy & Reagan, 2023) [14]	9	GS-441524	П/О	В	12,5–15 мг/кг	1 р/д	884	5	
	9	Ремдесивір	П/О	В	25–30 мг/кг	1 р/д	884	7	
(Doki, Toda, Hasegawa, Hohdatsu & Takano, 2020) [18]	3	Адалімумаб	В/В	В	10 мг/ТВ**	2 р.***	00–4	2	
		Ітраконазол	П/О		50 мг/ТВ	1 р/д	0–30		
(Kameshima та ін., 2020) [21]	1	Ітраконазол	П/О	В	10 мг/кг	2 р/д	37	0	
		Преднізолон	П/О		1 мг/кг	1 р/д	1-18		
(Katayama & Uemura, 2023) [37]	I (n=163)	Mutian, 100 мг (GS-441524, 5 мг)	П/О/П/Ш	С	150–200 мг/кг	1 р/д	84	153	
	II (n=161)			З	130–200 мг/кг			137	
(Murphy et al., 2024) [38]	I n=12	GS-441524	П/О	В	12,5–15 мг/кг	1 р/д	84	11	
				С	18–22 мг/кг			11	
	II n=19	GS-441524	П/О	В	12,5–15 мг/кг			25–30 мг/кг	17
		Ремдесивір			38–42 мг/кг				
III n=20	GS-441524	П/О	С	18–22 мг/кг	38–42 мг/кг	3			
	Ремдесивір								
(Zuzzi-Krebitz et al., 2024) [39]	I n=20	GS-441524 (50 мг)	П/О	В	15 мг/кг	1 р/д	84	19	
	II n=20						42	19	
* I, II, III, IV – номер групи пацієнтів ** мг/ТВ – міліграм на тварину *** 2 р. – два рази 1 р/д – один раз на 24 години 2 р/д – кожні 12 годин на добу									

Ремісія та рецидив захворювання. В опрацьованих джерелах науковці визначали настання періоду ремісії за показником стану організму, враховуючи: 1) нормальну температуру тіла; 2) повне зникнення клінічних ознак ІПК; 3) нормалізацію показників рівня білірубину, співвідношення альбуміно-глобулінового коефіцієнту ($\geq 0,6$); 3) рівень нейтрофілів; 4) кількість лімфоцитів; 5) коефіцієнт якості життя, який отримували за допомогою опитувальника власників тварин, які проходили лікування.

Поряд з позитивною динамікою застосування різних препаратів, в наукових джерелах також згадується про рецидив клінічних проявів ІПК. Зокрема, у міжнародному дослідженні, в якому брали участь 105 клінік з загальною вибіркою 307 котів [22] вказують на те, що за лікування Ремдесивіром та GS-441524 10,8 % пацієнтів мали рецидив виникнення клінічних проявів ІПК. Переважна частина рецидиву припадала на виникнення неврологічних ознак захворювання. Водночас, майже у 10 % пацієнтів не було помічено позитивної реакції на лікування і вони померли.

Факт рецидиву захворювання також було зафіксовано у 30 % пацієнтів іншими дослідниками [34]. Науковці вказують, що пацієнти, в яких було повторно виявлено симптоми ІПК мали переривання в лікуванні, деяким необхідно було збільшувати дозування препарату, а також в деяких спостерігалось погіршення стану здоров'я через виникнення ознак неврологічної форми ІПК. Водночас, автори дослідження вказують, що котів з неврологічними симптомами мали два рецидиви виникнення хвороби.

Досить цікавий результат було виявлено в дослідженні японських вчених [35], які використали для лікування ІПК комбіновану терапію GS-441524 та GC376 упродовж 4 тижнів. Згідно з отриманими даними, 93 % пацієнтів одужали після лікування впродовж цього періоду, 4 % потребували додаткового лікування із загальною тривалістю лікування 72 доби, тимчасом смертність становила лише 2 %. У пацієнтів, які одужали після призначеного лікування, рецидиву не спостерігалось.

Науковці з Німеччини та Швейцарії [36], які вивчали стан здоров'я котів упродовж 48 тижнів після початку лікування ІПК, вказують на довготривалий ефект лікування за допомогою препарату GS-441524 без підтверджених ознак рецидиву упродовж одного року. Однак, у цій науковій роботі зазначається, що у період ремісії у 66 % котів спостерігалась лімфоаденомегалія у черевній порожнині,

тимчасом в 11 % котів – виникали симптоми, які автори дослідження пов'язують із синдромом гіперестезії котів, яку інші науковці [30] вважають проявом неврологічної форми ІПК.

Серед наукових публікацій українською мовою [40, 41] ми не виявили запропонованих схем або протоколів лікування ІПК.

Обговорення. Результати аналізу англomовних наукових джерел вказують на те, що в сучасному арсеналі лікування ІПК першочерговим залишається препарат GS-441524 та його нуклеозидні аналоги на фоні їх ефективності та тривалості ремісії. Водночас, науковці наголошують, що застосування цього препарату та його аналогів має відбуватися з урахуванням ваги тварини з огляду на вивчене оптимальне дозування для кожної форми ІПК. Водночас набуває популярності застосування препарату Молнупіравір, який за результатами досліджень є не менш ефективним для лікування ІПК різних форм. На додаток, препарат Молнупіравір рекомендується застосовувати як засіб лікування ІПК у випадку формування резистентності до препарату GS-441524. Наявність альтернативних препаратів для ІПК є позитивним результатом, оскільки лікарі ветеринарної медицини наразі мають хоч і обмежений, однак варіативний набір фармакологічних протівірусних засобів для лікування ІПК.

Досить несприятливим чинником є те, що доступність препаратів у світі є нерівномірною. У деяких країнах препарат GS-441524 є неліцензованим, включно з Україною, та розповсюджується за несертифікованих і сумнівних умов. Водночас, лікування цим препаратом є досить дороговартісним, враховуючи тривалість лікування. Такі витрати на лікування навіть одного улюбленця є досить затратним для бюджету власника, що часто може призводити до відмови власника лікувати свою тварину, якій встановили діагноз ІПК. Досить втішним фактом є те, що альтернативний препарат Молнупіравір є більш доступним та має меншу вартість на курс лікування і має відповідний дозвіл на його застосування в системі охорони здоров'я багатьох країн, зокрема в Україні.

Після ретельного вивчення наукових джерел, в яких дослідники опублікували результати лікування ІПК, авторами статті було помічено, що переважним часовим стандартом лікування ІПК є період у 12 тижнів (84 доби), після чого спостерігалась довготривала ремісія (≥ 162 діб). Спостереження за пацієнтами у стані ремісії відбувалися переважно до моменту публікації наукової статті, і деякі досліджен-

ня також вказують на перебування пацієнтів у стані ремісії більше 1-го року після закінчення лікування ІПК. На нашу думку, враховуючи важкість захворювання та його патологічний вплив на організм пацієнта, подальше спостереження за пацієнтами у стані ремісії після лікування ІПК необхідно зосереджувати на виникненні хронічних патологічних станів та підвищеному ризику до захворювань у наступних періодах життя тварин. Водночас, досить позитивними результатами досліджень є те, що лікування ІПК є ефективним і за менш тривалих строків (наприклад, 28 діб і 42 доби за лікування препаратом GS-441524).

На жаль, поряд з позитивними результатами лікування ІПК є випадки смертності пацієнтів до закінчення лікування та виникнення рецидиву захворювання, що призводить до евтаназії тварини з огляду на вкрай важкий стан пацієнта. Випадками рецидиву, після якого проводять евтаназію, здебільшого є виникнення неврологічної форми ІПК з ознаками сильного патологічного стану центральної нервової системи (часті судоми та втрата свідомості) з неможливістю стабілізувати пацієнта. Згідно з опублікованими даними, рецидив захворювання може становити від 10 до 30 % пацієнтів. На нашу думку, така варіативність статистики щодо рецидиву може бути обумовлена умовами лікування в різні періоди терапевтичного досвіду, зокрема це стосується визначення необхідного дозування за лікування тварин з різними формами ІПК.

Водночас слід застосовувати допоміжну терапію пацієнтам з ІПК під час реалізації основного протівірусного лікування. Необхідно враховувати, що ІПК сильно уражує внутрішні органи тварини на мікро- та макроскопічному рівнях, що впливає на функціональний стан організму. Тому науковці у своїх роботах вказували на специфічне підтримуюче лікування за допомогою гормональних препаратів (преднізолон) та антибіотиків.

Варто зазначити, що вивчаючи роботи австралійських дослідників, виділили ряд процедурних рекомендацій щодо лікування ІПК. Першою порадою є те, що лікування ІПК варто розпочинати одразу під час виявлення характерних симптомів і паралельно проводити відповідні аналізи та діагностику з метою вчасного початку терапевтичного впливу. Така рекомендація є досить слушною, оскільки ІПК здатний швидко прогресувати і час очікування на результати аналізів може погіршити стан внутрішніх органів тварини, її загальний стан, унеможливити лікуван-

ня та внаслідок цього призвести до загибелі тварини. Успішність такого підходу зазвичай буде залежати від досвіду лікаря ветеринарної медицини щодо ідентифікації симптомів та лікування ІПК за допомогою ключових препаратів. Також австралійські науковці не рекомендують вдаватися до гіпердіагностики зразків крові, оскільки вони будуть змінюватися поступово. Загалом, покращення загального стану тварини буде відображатися як у її поведінці (харчова поведінка, фізична активність тощо), так і під час контрольних оглядів ветеринарним лікарем (зникнення жовтяниці, зменшення об'єму випітної рідини в черевній та грудній порожнинах, зникнення офтальмологічних проявів та відсутність проявів з боку ЦНС). І на завершення, науковці не рекомендують проводити евакуацію випітної рідини, окрім як невелику порцію для діагностичних цілей. На нашу думку рекомендація є досить слушною, оскільки випітна рідина є частиною рідинного балансу тварини, яка всмоктується і відповідно виводиться з тіла природним способом у процесі позитивної динаміки лікування. Звісно можуть бути випадки, коли випітна рідина унеможливує самостійне рівномірне дихання тварини.

Варто зазначити, що науковцями виявлено факт виникнення побічної дії у випадку передозування препаратом Молнупіравір та ураження ділянки шкіри тварини під час введення препарату GS-441524 у інтрадермальний простір. У зв'язку з цим таких випадків варто уникати, а за виникнення подібних ситуацій проводити відповідну терапію ураженої ділянки та приймати рішення щодо пріоритетності дозування, щоб врятувати тварину та відповідно до її стану застосовувати препарати GS-441524 та Молнупіравір.

Висновки. У світовій практиці лікування інфекційного перитоніту котів підтверджується успішна терапія пацієнтів трьома основними протівірусними препаратами GS-441524 і його нуклеозидними аналогами Ремдесивір та Молнупіравір. Рекомендоване дозування препарату GS-441524 для лікування ІПК – 10–15 мг/кг (для вологої форми ІПК), 15–20 мг/кг (для сухої, офтальмологічної та неврологічної форм ІПК). За визначення дозування необхідно враховувати ступінь важкості стану тварини і відповідно збільшувати його за відсутності ознак позитивної реакції на лікування. Загальний рекомендований термін терапії становить 84 доби, хоча є поодинокі дослідження, що цей термін може бути скорочений щонайменше до 42 діб за введення препарату підшкірно або перорально один

раз на 24 години. Рекомендоване дозування препарату Молнупіравір становить 10 мг/кг (для вологої форми ППК), 15 мг/кг (для сухої форми ППК) та 20 мг/кг (для офтальмологічної та неврологічної форм ППК) за одноразового застосування кожні 12 годин упродовж 84 діб. Лікування ППК за допомогою препарату Ремдесивір може відбуватися за схемою лікування препаратом GS-441524 з урахуванням вмісту діючої речовини, яка є нуклеозидним аналогом GS-441524. Аналіз опрацьованих джерел вказує на наявність достатньої кількості даних, що свідчать про дієвість лікування пацієнтів з ППК зазначеними препаратами. Також виявлено пропозиції науковців щодо протоколу лікування ППК з важливими процедурними рекомендаціями.

У наукових джерелах міститься інформація про виникнення рецидивів захворювання після лікування ППК в статистичному діапазоні від 10 до 30 %. За інформацією, яку автори публікації виявили в опрацьованих наукових джерелах, смертність пацієнтів з ППК під час та після лікування пов'язана з невчасним початком лікування ППК та недостатнім дозуванням препарату. Вбачається необхідність додаткового вивчення ефективності лікування різних форм ППК препаратом Молнупіравір, оскільки він є дешевшим для лікування, ліцензованим та доступним в Україні медичним препаратом і використовується у світовій практиці як препарат-замінник за виникнення резистентності до препарату GS-441524. Перспективою подальших досліджень щодо лікування ППК є вивчення можливої епігенетичної схильності або резистентності до захворювання на ППК та зменшення тривалості протівірусної терапії за лікування ППК.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори статті повідомляють про відсутність конфлікту інтересів або обставин, які обумовлюють такий конфлікт.

REFERENCES

1. Felten, S., Hartmann, K. (2019). Diagnosis of Feline Infectious Peritonitis: A Review of the Current Literature. *Viruses*. no. 11, pp. 1068–1103. DOI:10.3390/v11111068
2. Hughes, D., Brady, R.A. (2021). Feline infectious peritonitis treatment protocol. Control and Therapy Series. pp. 7–12. Available at: <http://www.cve.edu.au/Common/Uploaded%20files/CT/FIP-all-3.pdf> (Accessed: 15.08.2024).
3. Hughes, D. (2022). Update on cat no. 5896: a feline infectious peritonitis (fip) treatment protocol. Control and Therapy Series. pp. 3–6. Available at: <http://www.cve.edu.au/Common/Uploaded%20files/CT/FIP-all-3.pdf> (Accessed: 10.08.2024).
4. Delaplace, M., Huet, H., Gambino, A., Le Poder, S. (2021). Feline coronavirus antivirals: A review. *Pathogens*. Vol. 10, no. 9, pp. 1150–1166. DOI:10.3390/pathogens10091150
5. Mulligan, A.J., Browning, M.E. (2024). Quality assessment and characterization of unregulated antiviral drugs for feline infectious peritonitis: implications for treatment, safety, and efficacy. *American Journal of Veterinary Research*, Vol. 85, no. 3, pp. 1–9. DOI:10.2460/ajvr.23.10.0221
6. Kent, A.M., Guan, S., Jacque, N., Novicoff, W., Evans, S.J. (2024). Unlicensed antiviral products used for the at-home treatment of feline infectious peritonitis contain GS-441524 at significantly different amounts than advertised. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Vol. 262, no. 4, pp. 1–9. DOI:10.2460/javma.23.08.0466
7. Meli, M.L., Spiri, A.M., Zwicklbauer, K., Krentz, D., Felten, S., Bergmann, M., Hofmann-Lehmann, R. (2022). Fecal feline coronavirus RNA shedding and spike gene mutations in cats with feline infectious peritonitis treated with GS-441524. *Viruses*. Vol. 14, no. 5, pp. 1069–1089. DOI:10.3390/v14051069
8. Krentz, D., Zenger, K., Alberer, M., Felten, S., Bergmann, M., Dorsch, R., Hartmann, K. (2021). Curing cats with feline infectious peritonitis with an oral multi-component drug containing GS-441524. *Viruses*. Vol. 13, no. 11, pp. 2228–2257. DOI:10.3390/v13112228
9. Coggins, S.J., Norris, J.M., Malik, R., Govendir, M., Hall, E.J., Kimble, B., Thompson, M.F. (2023). Outcomes of treatment of cats with feline infectious peritonitis using parenterally administered remdesivir, with or without transition to orally administered GS-441524. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, Vol. 37, no. 5, pp. 1772–1783. DOI:10.1111/jvim.16803
10. Jones, S., Novicoff, W., Nadeau, J., Evans, S. (2021). Unlicensed GS-441524-like antiviral therapy can be effective for at-home treatment of feline infectious peritonitis. *Animals*. Vol. 11, no. 8, pp. 2257–2271. DOI:10.3390/ani11082257
11. Addie, D.D., Bellini, F., Covell-Ritchie, J., Crowe, B., Curran, S., Fosbery, M., Jarrett, O. (2023). Stopping feline coronavirus shedding prevented feline infectious peritonitis. *Viruses*. Vol. 15, no. 4, pp. 818–832. DOI:10.3390/v15040818
12. Roy, M., Jacque, N., Novicoff, W., Li, E., Negash, R., Evans, S.J. (2022). Unlicensed molnupiravir is an effective rescue treatment following failure of unlicensed GS-441524-like therapy for cats with suspected feline infectious peritonitis. *Pathogens*. Vol. 11, no. 10, pp. 1209–1224. DOI:10.3390/pathogens11101209
13. Sase, O. (2023). Molnupiravir treatment of 18 cats with feline infectious peritonitis: a case series. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, Vol. 37, no. 5, pp. 1876–1880. DOI:10.1111/jvim.16832
14. Cosaro, E., Pires, J., Castillo, D., Murphy, B.G., Reagan, K.L. (2023). Efficacy of oral remdesivir compared to GS-441524 for treatment of cats with naturally occurring effusive feline infectious peritonitis:

- a blinded, non-inferiority study. *Viruses*. Vol. 15, no. 8, pp. 1680–1695. DOI:10.3390/v15081680
15. Barua, S., Kaltenboeck, B., Juan, Y.C., Bird, R.C., Wang, C. (2023). Comparative evaluation of GS-441524, teriflunomide, ruxolitinib, molnupiravir, ritonavir, and nirmatrelvir for in vitro antiviral activity against feline infectious peritonitis virus. *Veterinary Sciences*. Vol. 10, no. 8, pp. 513–527. DOI:10.3390/vetsci10080513
16. Cerna, P., Ayoob, A., Baylor, C., Champagne, E., Hazanow, S., Heidel, R.E., Gunn-Moore, D.A. (2022). Retrospective survival analysis of cats with feline infectious peritonitis treated with polyprenyl immunostimulant that survived over 365 days. *Pathogens*. Vol. 11, no. 8, pp. 881–895. DOI:10.3390/pathogens11080881
17. Yu, J., Kimble, B., Norris, J.M., Govendir, M. (2020). Pharmacokinetic profile of oral administration of mefloquine to clinically normal cats: a preliminary in-vivo study of a potential treatment for feline infectious peritonitis (FIP). *Animals*. no. 10, pp. 1000–1014. DOI:10.3389/fvets.2022.1002488
18. Doki, T., Toda, M., Hasegawa, N., Hohdatsu, T., Takano, T. (2020). Therapeutic effect of an anti-human-TNF-alpha antibody and itraconazole on feline infectious peritonitis. *Archives of Virology*. no. 165, pp. 1197–1206. DOI:10.1007/s00705-020-04605-7
19. Sharun, K., Tiwari, R., Dhama, K. (2021). Protease inhibitor GC376 for COVID-19: Lessons learned from feline infectious peritonitis. *Annals of medicine and surgery*. no. 61, pp. 122–125. DOI:10.1016/j.amsu.2020.12.030
20. Yin, Y., Li, T., Wang, C., Liu, X., Ouyang, H., Ji, W., Hu, C. (2021). A retrospective study of clinical and laboratory features and treatment on cats highly suspected of feline infectious peritonitis in Wuhan, China. *Scientific Reports*. Vol. 11, no. 1, pp. 5208–5217. DOI:10.1038/s41598-021-84754-0
21. Kameshima, S., Kimura, Y., Doki, T., Takano, T., Park, C.H., Itoh, N. (2020). Clinical efficacy of combination therapy of itraconazole and prednisolone for treating effusive feline infectious peritonitis. *Journal of Veterinary Medical Science*, Vol. 82, no. 10, pp. 1492–1496. DOI:10.1292/jvms.20-0049
22. Taylor, S.S., Coggins, S., Barker, E. N., Gunn-Moore, D., Jeevaratnam, K., Norris, J.M., Tasker, S. (2023). Retrospective study and outcome of 307 cats with feline infectious peritonitis treated with legally sourced veterinary compounded preparations of remdesivir and GS-441524 (2020–2022). *Journal of feline medicine and surgery*, Vol. 25, no. 9, pp. 1–26. DOI:10.1177/1098612X231194460
23. Green, J., Syme, H., Tayler, S. (2023). Thirty-two cats with effusive or non-effusive feline infectious peritonitis treated with a combination of remdesivir and GS-441524. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, Vol. 37, no. 5, pp. 1784–1793. DOI:10.1111/jvim.16804
24. Cook, S., Wittenburg, L., Yan, V.C., Theil, J.H., Castillo, D., Reagan, K. L., Murphy, B.G. (2022). An optimized bioassay for screening combined anticoronaviral compounds for efficacy against feline infectious peritonitis virus with pharmacokinetic analyses of GS-441524, remdesivir, and molnupiravir in cats. *Viruses*. Vol. 14, no. 11, pp. 2429–2447. DOI:10.3390/v14112429
25. Tasker, S., Addie, D.D., Egberink, H., Hofmann-Lehmann, R., Hosie, M.J., Truyen, U., Hartmann, K. (2023). Feline Infectious Peritonitis: European Advisory Board on Cat Diseases Guidelines. *Viruses*. Vol. 15, no. 9, 18471950 p. DOI:10.3390/v15091847
26. Izes, A.M., Yu, J., Norris, J.M., Govendir, M. (2020). Current status on treatment options for feline infectious peritonitis and SARS-CoV-2 positive cats. *Veterinary Quarterly*. Vol. 40, no. 1, pp. 322–330. DOI:10.1080/01652176.2020.1845917
27. Yu, J., Govendir, M., Norris, J. (2021). Feline infectious peritonitis (FIP)—now a treatable disease. *Control and Therapy Series*. no. 303, pp. 3–8. Available at: <https://cve.edu.au/Common/Uploaded%20files/CT/FIP-all-3.pdf> (Accessed: 05.08.2024).
28. Kennedy, M.A. (2020). Feline infectious peritonitis: update on pathogenesis, diagnostics, and treatment. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*. Vol. 50, no. 5, pp. 1001–1011. DOI:10.1016/j.cvsu.2020.05.002
29. Allinder, M., Tynan, B., Martin, C., Furbish, A., Austin, G., Bartges, J., Lourenço, B.N. (2024). Uroliths composed of antiviral compound GS-441524 in 2 cats undergoing treatment for feline infectious peritonitis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, Vol. 38, no. 1, pp. 370–374. DOI:10.1111/jvim.16954
30. Sorrell, S., Pugalendhi, S.J., Gunn-Moore, D. (2022). Current treatment options for feline infectious peritonitis in the UK. *Companion Animal*. Vol. 27, no. 6, pp. 79–90. DOI:10.12968/coan.2022.0016
31. Pedersen, N.C. (2021). The Long History of Beta-d-n4-Hydroxycytidine and Its Modern Application to Treatment of COVID-19 in People and FIP in Cats. Available at: http://www.ccah.vetmed.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk4586/files/inline-files/The%20long%20history%20of%20beta-d-N4-hydroxycytidine%20and%20its%20modern%20application%20to%20treatment%20of%20Covid-19%20in%20people%20and%20FIP%20in%20cats_0.pdf (Accessed: 08.08.2024).
32. Perera, K.D., Rathnayake, A.D., Liu, H., Pedersen, N.C., Groutas, W. C., Chang, K.O., Kim, Y. (2019). Characterization of amino acid substitutions in feline coronavirus 3C-like protease from a cat with feline infectious peritonitis treated with a protease inhibitor. *Veterinary microbiology*. no. 237, 108398 p. DOI:10.1016/j.vetmic.2019.108398
33. Dickinson, P.J., Bannasch, M., Thomasy, S.M., Murthy, V.D., Vernau, K.M., Liepnieks, M., Pedersen, N.C. (2020). Antiviral treatment using the adenosine nucleoside analogue GS-441524 in cats with clinically diagnosed neurological feline infectious peritonitis. *Journal of veterinary internal medicine*, Vol. 34, no. 4, pp. 1587–1593. DOI:10.1111/jvim.15780
34. Pedersen, N.C., Perron, M., Bannasch, M., Montgomery, E., Murakami, E., Liepnieks, M., Liu, H. (2019). Efficacy and safety of the nucleoside analog GS-441524 for treatment of cats with naturally

occurring feline infectious peritonitis. *Journal of feline medicine and surgery*, Vol. 21, no. 4, pp. 271–281. DOI:10.1177/1098612X19825701

35. Lv, J., Bai, Y., Wang, Y., Yang, L., Jin, Y., Dong, J. (2022). Effect of GS-441524 in combination with the 3C-like protease inhibitor GC376 on the treatment of naturally transmitted feline infectious peritonitis. *Frontiers in Veterinary Study*. Vol. 9, pp. 1–10. DOI:10.3389/fvets. 2022.1002488

36. Zwicklbauer, K., Krentz, D., Bergmann, M., Felten, S., Dorsch, R., Fischer, A., Hartmann, K. (2023). Long-term follow-up of cats in complete remission after treatment of feline infectious peritonitis with oral GS-441524. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, Vol. 25, no. 8. DOI:10.1177/1098612X231183250

37. Katayama, M., Uemura, Y. (2023). Prognostic prediction for therapeutic effects of Mutian on 324 client-owned cats with feline infectious peritonitis based on clinical laboratory indicators and physical signs. *Veterinary Sciences*. Vol. 10, no. 2, pp. 136–150. DOI:10.3390/vetsci10020136

38. Murphy, B.G., Castillo, D., Neely, N.E., Kol, A., Brostoff, T., Grant, C. K., Reagan, K.L. (2024). Serologic, Virologic and Pathologic Features of Cats with Naturally Occurring Feline Infectious Peritonitis Enrolled in Antiviral Clinical Trials. *Viruses*. Vol. 16, no. 3, pp. 462–484. DOI:10.3390/v16030462

39. Zuzzi-Krebitz, A.M., Buchta, K., Bergmann, M., Krentz, D., Zwicklbauer, K., Dorsch, R., Hartmann, K. (2024). Short Treatment of 42 Days with Oral GS-441524 Results in Equal Efficacy as the Recommended 84-Day Treatment in Cats Suffering from Feline Infectious Peritonitis with Effusion—A Prospective Randomized Controlled Study. *Viruses*. Vol. 16, no. 7, pp. 1144–1167. DOI:10.3390/v16071144

40. Bochkaryova, A. (2023). Ereatment of viral infectious peritonitis in cats. All-Ukrainian scientific and practical conference of master's students and young researchers "Current problems of veterinary medicine". (Bila Tserkva, 16 Nov. 2023). Bila Tserkva, pp. 18–20. Available at:https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/11714/1/likuvannja_virusnogo.pdf (Accessed: 30.08. 2024) (in Ukrainian).

41. Melnyk, S. (2023). Diagnosis and treatment of infectious peritonitis of cats in different forms of the course of the disease. All-Ukrainian scientific and practical conference of master's students and young researchers "Current problems of veterinary medicine". (Bila Tserkva, 16 Nov. 2023). Bila Tserkva, pp. 119–121. Available at:https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/11714/1/likuvannja_virus_nogo.pdf (Accessed: 30.08.2024) (in Ukrainian).

World experience in the treatment of feline infectious peritonitis

Murashko T.

Treatment of the feline infectious peritonitis (FIP), which is caused by the mutated feline coronavirus (FIPV), has been remaining a challenge for the experts in veterinary medicine and a real lottery of life for the patients with this diagnosis for an exceedingly long time. Experts in a variety of countries were trying to identify an effective way of FIP treatment by experimenting with the search and selection of the right dosage of the main drugs, as well as with the duration of therapeutic treatment. This article analyzes publications in open access courses in the English and Ukrainian languages, in which the topic was related to the experience of treatment of FIP and were published from January 2019 to August 2024. The analysis covers twenty scientific publications where the authors revealed the details of FIP treatment, including the main drugs, their dosage for various types of feline infectious peritonitis, duration of treatment and duration of life of the patients in the state of remission. Two publications contained protocols of FIP treatment that were offered by the authors of those publications at the background of successful treatment of this disease. In the result of the work through the scientific sources we found that the golden standard of feline infectious peritonitis treatment at the current stage is the use of the antiviral drug GS-441524 and its nucleoside analogue Remdesivir. The dosage of these drugs is estimated in the range of 10 to 20 mg/kg depending on the form of FIP and the severity of the patient's condition with the effective duration of treatment from 28, 42 and up to 84 days with oral or subcutaneous introduction of the drug once in 24 hours. At the same time, we found a not less effective alternative antiviral drug called Molnupiravir with the same dosage conditions and with oral introduction once in 12 hours during 84 days. Molnupiravir is cheaper and available in Ukraine and is used as a substitute-drug in case of resistance to GS-441524. The research indicated a 10% to 30% relapse of FIP where the treatment success is seen to be dependent on the conditions of treatment. The authors of the article suggest that the future research in this field should focus on the identification of possible epigenetic aptitude for or resistance to FIP and the decrease of the antiviral therapy period during the treatment of FIP.

Key words: treatment of feline infectious peritonitis, treatment protocol, GS-441524, Remdesivir, Molnupiravir.



Copyright: Мурашко Т.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:

Мурашко Т.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4168-9943>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 619:614.31:658.81:639.21

Видовий склад мікроорганізмів та їх кількісні показники за мікробіологічних випробувань зразків риби та рибної продукції.

Мусієць І.В.¹ , Рубленко І.О.¹ , Чечет О.М.² , Горбатюк О.І.² ,
Піщанський О.В.² , Рубленко С.В.¹ , Руда М.Є.² ,
Баланчук Л.В.² , Мех Н.Я.² , Жовнір О.М.³ 

¹Білоцерківський національний аграрний університет²Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики і ветеринарно-санітарної експертизи;³ Інститут ветеринарної медицини НААН

Кореспондентний автор Рубленко І.О. E-mail: rublenkoi@meta.ua; 097-398-57-83



Мусієць І.В., Рубленко І.О., Чечет О.М., Горбатюк О.І., Піщанський О.В., Рубленко С.В., Руда М.Є., Баланчук Л.В., Мех Н.Я., Жовнір О.М. Видовий склад мікроорганізмів та їх кількісні показники за мікробіологічних випробувань зразків риби та рибної продукції. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 56–68.

Musiets I., Rublenko I., Chechet O., Horbatiuk O., Pishchanskyi O., Rublenko S., Ruda M., Mekh N., Balanchuk L., Zhovnir O. Species composition of microorganisms and their quantitative indicators in microbiological tests of fish and fish products. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 56–68.

Рукопис отримано: 07.10.2024 р.

Прийнято: 22.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-56-68

Інтеграційні процеси в Україні пов'язані з адаптацією нормативної документації до стандартів ЄС. Пріоритетними напрямками у міжнародних нормативних документах є гарантування виробництва безпечної і якісної продовольчої сировини різних галузей сільського господарства, зокрема рибницької. У країнах ЄС спостерігається досить високий рівень поширеності в сировині та харчовій продукції, зокрема рибницької галузі, ентеропатогенних штамів *Escherichia coli*, збудників родів *Salmonella*, *Enterococcus*, *Campilobacter* та ін.

Враховуючи те, що в Україні через певні методичні обмеження у моніторингових та рутинних дослідженнях не завжди виділяють всі види бактерій, які контамінують рибу і рибну продукцію, тому метою поглиблених мікробіологічних досліджень було визначення реального видового складу бактеріальних мікроорганізмів у зразках риби і рибної продукції, та здійснення кількісного порівняльного аналізу одержаних результатів поглиблених мікробіологічних досліджень з результатами моніторингових і рутинних випробувань для оцінки реальних ризиків щодо зараження умовно- патогенними, зокрема зоонозними, мікроорганізмами.

За поглиблених мікробіологічних досліджень виділено умовно-патогенні мікроорганізми у 125 (37,1 % від досліджених) зразках риби та рибної продукції. За результатами Державного моніторингу виділено лише 1 (0,3 % від досліджених) штам *Listeria monocytogenes*. За рутинних досліджень виділено 22 (6,5 % від досліджених) таких штами.

За мікробіологічних випробувань серед 129 позитивних зразків ідентифіковано 45 ізолятів *Escherichia coli*, 51 ізолят *Staphylococcus aureus*, 19 ізолятів *Listeria monocytogenes*, 5 ізолятів *Bacillus spp.*, 4 ізоляти *Enterococcus faecalis*, 1 ізолят *Proteus vulgaris*, що вказує на високий рівень контамінації патогенними мікроорганізмами, зокрема зоонозними, та перевищує одержані кількісні показники Державних моніторингових випробувань – в 123,7 рази, за рутинних досліджень – у 5,7 разів. Одержані результати поглиблених мікробіологічних досліджень засвідчують необхідність у проведенні корегування чинної документації щодо проведення випробувань зразків риби і рибної продукції за розширеними мікробіологічними критеріями, оскільки існують реальні ризики ймовірного зараження тварин, птиці та людини означеними патогенами.

Ключові слова: контамінація, риба, рибна продукція, мікробіологічні дослідження, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus spp.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Інтеграція України в європейське (ЄС) та світове співтовариство потребує від держави проведення низки змін щодо адаптації чинних документів до стандартів та норм Європейського Союзу. Одним із основних пріоритетних напрямів, закріплених міжнародними нормами, є вимоги щодо безпечності і якості продовольчої продукції, від якої залежить здоров'я, довголіття, працездатність, опір захворюванням, зменшення негативного впливу навколишнього середовища та ряду інших чинників, що згубно впливають на здоров'я населення [1, 2].

На сучасному етапі Міністерство охорони здоров'я України презентувало програму щодо здорового харчування населення з акцентом на оздоровлення української нації. Риба та рибна продукція входить до раціону людини, оскільки її харчова цінність визначається повнотою забезпечення фізіологічних потреб людини [3, 4]. Біологічна цінність риби є показником якості рибного білка за амінокислотним складом щодо забезпечення потреб організму людини в амінокислотах для синтезу білка. Білок риби за вмістом лізину, триптофану і аргініну перевершує цінність курячого білка, а за вмістом валіну, лейцину, аргініну, фенілаланіну, тирозину, триптофану, цистину і метіоніну є оптимальним амінокислотним складом для їжі людини. У зв'язку з цим риба, рибна сировина і продукція, завдяки амінокислотному складу та білковій структурі мають бути обов'язковими складовими раціону людини [5]. Однак, не зважаючи на це, риба та вироби з неї несуть небезпеку людині, тваринам і навколишньому середовищу у зв'язку з наявністю та швидким розмноженням мікроорганізмів (умовно-патогенних та патогенних).

Наразі в більшості країн-членів ЄС констатують досить високий рівень поширеності ентеропатогенних штамів *Escherichia coli*, збудників родів *Salmonella*, *Enterococcus*, *Campylobacter* та інших в сировині і продукції рибницької галузі [6, 7].

Проте, система моніторингу риби та рибної продукції в Україні не охоплює усіх ризиків за її вирощування, переробки сировини, виявлення критичних точок у технологічних процесах, у прогнозуванні можливої бактеріальної контамінації зі сторони об'єктів довкілля. Така ситуація є небезпечною, оскільки провокує ризики щодо виникнення інфекційних захворювань у тварин, птиці, людини і може мати прямі епідеміологічні наслідки через використання контамінованої сировини

і продукції, а також відходів рибної сировини, що використовують у інших сільськогосподарських та промислових галузях.

Хоча в Україні запроваджений Національний план дій щодо боротьби із стійкістю до протимікробних препаратів, згідно з положеннями Глобальної стратегії Всесвітньої організації охорони здоров'я (WHO) щодо стримування стійкості до антибактеріальних препаратів, цей план не поширюється на рибопереробну галузь України.

З огляду на це, виникла необхідність встановити видовий спектр мікроорганізмів у зразках риби та рибної продукції для подальшого вивчення у них чутливості до АБП та проведення скринінгу на перевірку продукції щодо набутих ними ферментів антибіотико-резистентності.

В усьому світі, зокрема в Україні, рибальську галузь супроводжує ряд проблем. Це стосується зростання масштабів розповсюдження харчових зоонозних інфекцій, які реєструють у всіх країнах-членах ЄС. Людські інфекції передаються через вживання зараженої риби та рибної продукції, що може відбуватися в період вирощування риби, її вилову, під час переробки сировини через недотримання санітарно-гігієнічних норм, за порушення технології переробки риби і виготовлення рибної продукції [8, 9].

За зростаючої потреби споживання біологічно цінних, якісних та безпечних риби і рибної продукції, перед рибницькою галуззю України та у межах Європейської концепції «Єдине здоров'я», до якої залучена Україна, ставляться виклики щодо повного забезпечення населення повноцінними, безпечними, якісними продуктами [10, 11]. До об'єктів діяльності рибної галузі України входять вилов, переробка, відтворення та збільшення запасів риби, біоресурсів у природних і штучних водоймах. Рибна галузь держави забезпечує отримання не лише цінних харчових продуктів для споживання, а також постачає інші галузі кормовими, лікарськими та технічними продуктами [12]. Дослідники наголошують на тому, що країна має власні необхідні водні і рибні ресурси, але донині залишається імпортозалежною державою та імпортує близько 80,0 % риби і рибної продукції [13].

Оскільки Україна прагне інтеграції до ЄС, тому долучена до світових стратегій «Єдине здоров'я» (One Health) та Глобальна безпека охорони здоров'я (Global Health Security), розробленої провідними світовими організаціями – Продовольчою сільськогосподарською Організацією ООН (ФАО),

Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) та Всесвітньою організацією охорони здоров'я тварин (МЕБ). Головними пріоритетами означених світових стратегій є збереження здоров'я людини, тварин та забезпечення виробництва якісної і біобезпечної продукції. В Україні також як контроль проводять моніторинги сировини та продукції всього агропромислового комплексу, зокрема якості і безпечності сільськогосподарської продукції. За зазначених моніторингових досліджень проводять збір, аналіз і систематизацію інформації щодо невідповідності мікробіологічним критеріям риби та рибної продукції, тобто її забрудненості біотичними контамінантами – збудниками бактеріальної етіології, зокрема і зоонозними [14].

Однак, на сучасному етапі ще більшою проблемою є формування в умовно-патогенних мікроорганізмів резистентності до антибіотиків, навіть одночасно до кількох їх груп. Наразі стійкість бактеріальних збудників до антибіотиків та поява штамів з набутою антибіотикорезистентністю є проблемою глобального значення, яка спричиняє серйозні загрози для людства через пряму передачу набутої резистентності іншим видам бактерій, зокрема мікробіоті людини [14, 15]. У зв'язку з наведеним вище та для одержання безпечної і якісної сировини та продукції рибної галузі необхідно визначати реальний видовий склад мікроорганізмів, контамінуючих рибу і рибну продукцію. Тимчасом моніторингові випробування зразків риби і рибної продукції обмежені визначеним переліком мікробіологічних невідповідностей стосовно певних мікроорганізмів, рутинні дослідження також мають певні методичні обмеження, за якими не завжди потребується виділення всіх видів бактерій, які контамінують рибу і рибну продукцію.

Метою поглиблених мікробіологічних досліджень було виділення, ідентифікація збудників бактеріальної етіології, встановлення їх реального видового спектру у зразках риби і рибної продукції та здійснення кількісного порівняльного аналізу одержаних результатів поглиблених мікробіологічних досліджень з результатами моніторингових та рутинних випробувань для оцінки реальних ризиків щодо зараження умовно-патогенними, зокрема зоонозними, мікроорганізмами.

Матеріал та методи досліджень. Дослідження проведені на базі науково-дослідного бактеріологічного відділу Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної

експертизи (ДНДІЛДВСЕ), м. Київ та кафедри мікробіології та вірусології Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ), м. Біла Церква.

Моніторингові мікробіологічні дослідження зразків риби та рибної продукції на невідповідність проводили згідно з Наказами Державної служби України з питань безпечності та захисту прав споживачів № 641 від 30.12.2022 р. та № 889 від 27.12.2023 р. про затвердження Планів державного моніторингу рибних продуктів на 2023 і 2024 рр. відповідно. Моніторингові випробування обмежені завчасно розробленим планом щодо кількості досліджень зразків риби і рибної продукції та переліку рибопереробних господарств, які мають брати участь у означеному моніторингу. Згідно з чинними нормативними документами по моніторингових випробуваннях у зразках риби і рибної продукції визначення невідповідності мікробіологічних критеріїв обмежується виявленням збудників сальмонельозу та *Listeria monocytogenes*.

Повсякденні рутинні методи досліджень риби та рибної продукції обмежуються вимогами рибопереробних підприємств за власне розробленою чинною документацією (затвердженими ТУ, методичними вказівками). Рутинні дослідження проводять згідно із замовленнями виробника продукції на виявлення невідповідності щодо показників КМАФА-нМ, БГКП, *Staphylococcus aureus*, збудників сальмонельозу, *Listeria monocytogenes*, сульфітредукуючих клостридій. Але такий перелік на вимогу виробників може бути і більш обмеженим. Тому, і моніторингові і рутинні випробування з визначення невідповідності мікробіологічним критеріям щодо патогенних збудників не надають повної картини щодо видового складу наявних у зразках риби і рибної продукції мікроорганізмів, зокрема патогенних.

Власні поглиблені мікробіологічні дослідження зразків риби та рибної продукції проводили за допомогою прямих пересівів із середовища накопичення (обирали залежно від досліджуваних мікроорганізмів), в яке попередньо були внесені зразки риби або рибної продукції, проведено їх культивування за температури $37 \pm 1,0$ °C упродовж 24 год. Пересіви проводили на відповідні середовища для виявлення *Escherichia coli* (середовище Ендо, трицукровий агар, TSC, XLD, Рамбак), бактерій родів *Staphylococcus* (середовище Байд-Паркера, жовтково-сольовий агар, молочно-сольовий агар), *Listeria* (бульйон Фрейзера, середовище L-mono), *Enterococcus*

(МПА із вмістом 6,5 % солі, за дифузного помутніння МПБ), *Bacillus* (молоко із додаванням метиленового синього), *Proteus* (агар Плоскірева), для виявлення сульфїтредукуючих бактерій (середовище Кїтта-Тарощї і середовище CST).

Усі випробування проводили згідно з чинною нормативною документацією, дотримуючись положень та методик мікробіологічних досліджень, регламентованих державними і міжнародними стандартами: ДСТУ 8534:2015; ДСТУ ISO 7251: 2006; ДСТУ 30726-2002; ISO 7251:2005; ISO 16649-3:2015; ДСТУ EN 12824: 2004; ISO 6579-1:2017/ Amd 1:2020; ISO 6579-1:2017; ISO 15213-1:2023; ISO 15213-2:2023; ISO 11290-1:2017; ДСТУ EN ISO 11290-1:2022; ДСТУ 7444:2013 [16–28].

Проведено порівняльний аналіз щодо кількісного та видового складу виділених бактеріальних збудників, зокрема зоонозних, за різних підходів до випробувань – моніторингових, щоденних рутинних та власних поглиблених мікробіологічних досліджень зразків риби і рибної продукції, що надходили для досліджень із рибопереробних підприємств на території України.

Методи досліджень: мікроскопічний, культуральний, біохімічний, статистичний.

випробувань та власних поглиблених було досліджено 337 зразків риби і рибної продукції, зокрема зразків риби свіжої – 129; риби охолодженої – 45; риби мороженої – 11; риби соленої – 13; риби копченої – 13; оселедців – 37; ікри, моллюсків та інших продуктів моря – 60; напівфабрикатів та кулінарних виробів з морепродуктів – 29.

За проведеним аналізом результатів власних поглиблених мікробіологічних досліджень встановлено, що 45 культур ідентифіковані як *Escherichia coli*, оскільки вони мали усі типові властивості, характерні для цього збудника. Зокрема, на середовищі Ендо спостерігався характерний ріст у вигляді червоних колоній з металевим блиском та почервонінням середовища під ними. На середовищі Рамбак виростили колонії зеленого кольору, що є характерною особливістю для ешерихій за росту на цьому середовищі. Колонії забарвлені в жовтий колір із зоною опалесценції навколо росли на середовищі XLD, що підтверджує їх належність до *Escherichia coli* (рис. 1).

На середовищі Сїмонса дослідні ізоляти ешерихій не росли і середовище не змінювало колір, що є однією із характерних культуральних ознак для ешерихій. Рїст дослідних ізолятів *Escherichia coli* на скошеному стовп-

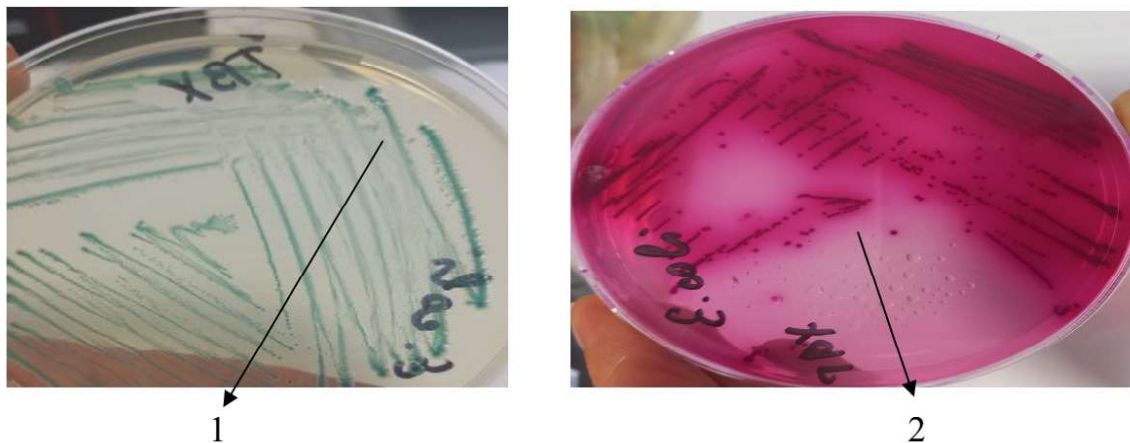


Рис. 1. Особливості культурального росту ізоляту *Escherichia coli* на диференційно-діагностичних середовищах: 1 – ріст на середовищі ТСС; 2 – ріст на середовищі Ендо.

Результати дослідження. За період від 01.07. 2023 до 01.04. 2024 рр. на невідповідність мікробіологічним критеріям щодо виявлення умовно-патогенних мікроорганізмів за моніторингових випробувань було досліджено 215 зразків риби і рибної продукції згідно з планами, розроблених на 2023–2024 рр. Впродовж дослідного періоду за рутинних

чику трицукрового агару (ТЦА) характеризувався зміною кольору середовища із червоного на жовтий на скошеній його частині та у товщі агару через ферментацію ешерихіями цукрів до кислоти і зміною рН середовища. Це свідчило про характерні для ешерихій біохімічні властивості дослідних ізолятів. Крім того, вивчення біохімічних властивостей на

середовищі Гіса у ізолятів *Escherichia coli* на виявлення ферментів для зброджування глюкози, лактози, сахарози, мальтози, арабінози, рамнози та ксилоли підтвердили їхню наявність. Дослідні ізоляти не зброджували дульцит. Була підтверджена продукція індолу, який утворювався за повного розпаду білків і проявлявся у вигляді почервоління смужки, просякнутої індикатором Ковача – всі дослідні культури *Escherichia coli* мали таку властивість. Біохімічні властивості дослідних ізолятів *Escherichia coli*, виділених із зразків риби та рибної продукції, підтверджували наявність основних характерних біохімічних властивостей для ешерихій.

За аналізом результатів досліджень на виявлення збудників стафілококових інфекцій було виділено та ідентифіковано 38 ізолятів. Належність до *Staphylococcus aureus* підтверджено культуральним ростом дослідних ізолятів стафілококів на молочно-сольовому агарі після культивування у термостаті, оскільки був характерний для збудника ріст непрозорих, округлих, з рівними краями, випуклих пігментованих у жовтуватий, жовтий і білий кольори колоній малих і середніх розмірів. На жовтково-сольовому агарі дослідні ізоляти стафілококів росли у вигляді колоній світлого кольору середніх розмірів з утворенням навколо колоній зони помутніння з райдужним вінчиком, це ознака наявності продукції лецитинази, що є характерною властивістю *Staphylococcus aureus*. На середовищі Байд-Паркера був виявлений специфічний ріст дослідних ізолятів стафілококів у вигляді характерних чорних колоній з металевим блиском та чіткою зоною опалесценції навколо них, що є характерною ознакою для *Staphylococcus aureus* (рис. 2).

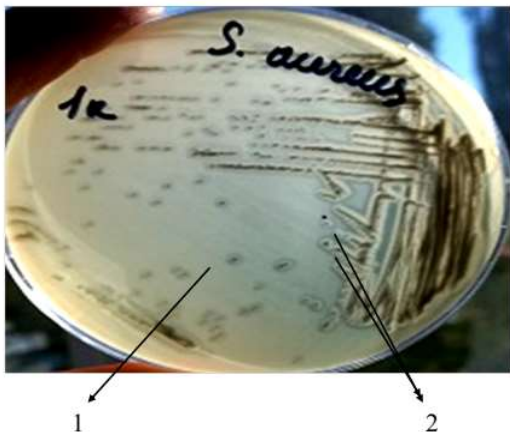


Рис. 2. Особливості культурального росту ізоляту *Staphylococcus aureus* на середовищі Байд-Паркера:

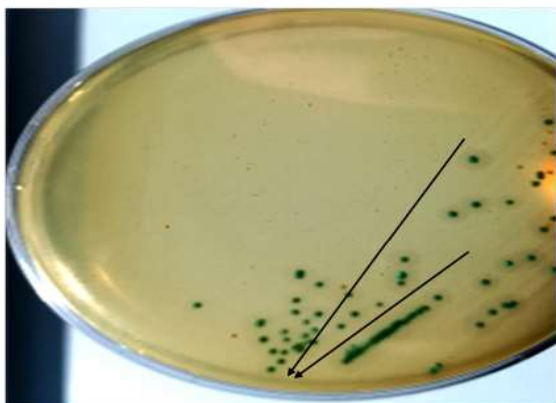
- 1 – ріст чорних колоній із металевим блиском;
2 – зона опалесценції навколо колоній.

Із окремих характерних колоній на середовищі Байд-Паркера виготовляли мазки для проведення перевірки на чистоту ізолятів *Staphylococcus aureus*. Виготовлені препарати фіксували, фарбували за методом Грама. За мікроскопії препаратів у полі зору спостерігали однорідні грампозитивні коки, розташовані окремо, попарно, гронами і пакетами, що підтверджувало чистоту дослідних ізолятів *Staphylococcus aureus*. Результати проведення тесту на плазмокоагуляцію, яка почала у різних ізолятів проявлятися через проміжок часу від 2 год 30 хв до 6 год після постановки, показало повне згортання плазми крові кроля у всіх дослідних ізолятів стафілококів, виділених із зразків риби та рибної продукції, що підтверджувало одну із характерних типових властивостей *Staphylococcus aureus*. За дослідження біохімічних властивостей дослідних ізолятів у всіх виявлено цукролітичні ферменти до зброджування лактози, глюкози, маніту, мальтози, які підтверджують ферментативні властивості, характерні для *Staphylococcus aureus*. За результатами постановки тестів на каталазу і оксидазу у всіх дослідних ізолятів було виявлено продукцію каталази та відсутність оксидази, що свідчило про їх належність до *Staphylococcus aureus*. За вивчення гемолітичних властивостей дослідних ізолятів стафілококів було виявлено повний гемоліз еритроцитів барана (β -гемоліз) з прозорою зоною навколо колоній, що підтверджує характерну типову властивість *Staphylococcus aureus*.

За результатами ідентифікації на виявлення збудників лістеріозу було встановлено 19 ізолятів *Listeria monocytogenes*. Підтвердженням наявності росту дослідних ізолятів лістерій було потемніння першого і другого бульйонів Фрейзера. Спостерігався ріст дрібних, темного кольору колоній із запалим центром з почерволінням середовища під ними на селективному агарі PALCAM. На середовищі L-моно дослідні ізоляти бактерій росли у вигляді зеленкуватих колоній з чіткою зоною опалесценції колоній *Listeria monocytogenes* (рис. 3).

За постановки САМР-тесту підтверджено, що виділені ізоляти належали до виду *Listeria monocytogenes* за зоною розширення і просвітлення гемолізу навколо штриха *Staphylococcus aureus* та вузькою зоною гемолізу біля штриха *Rhodococcus equi*.

За результатами досліджень на виявлення бактерій роду *Bacillus* виділено 5 ізолятів. Їх належність до цього роду було підтверджено відсутністю росту бактерій на МПА за анаеробних умов та їх ростом на МПА за звичайних умов культивування (рис. 4).



1

Рис. 3. Особливості культурального росту ізоляту *Listeria monocytogenes* на середовищі L-mono:

1 – ріст зеленкуватих колоній з чіткою зоною опалесценції навколо колоній.



1

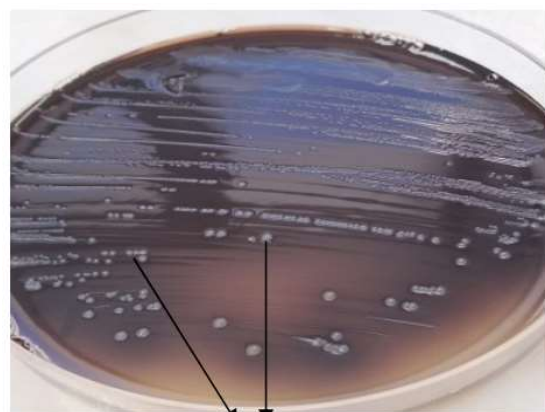
Рис. 4. Ріст бактерій роду *Bacillus*, виділених із зразків риби та рибної продукції, на чашках з МПА за аеробних умов:

1 – колонії середні і великі за розміром, матові, тілесного кольору з порізаними краями.

Ріст дослідних ізолятів на пробірках з молоком із додаванням метиленового синього характеризувався знебарвленням молока, що підтверджувало редукцію метиленового синього, це характерні властивості бактерій роду *Bacillus*. Особливими характерними ознаками належності дослідних ізолятів до роду *Bacillus* був їх ріст МПА з 7,5 % хлоридом натрію. Посів на середовище з додаванням крохмалю характеризувався розрідженням середовища за росту дослідних ізолятів збудника, оскільки бактерії роду *Bacillus* розщеплюють крохмаль. За проведення біохімічних досліджень на середовищі Гіса з манітом, ксилосою, глюкозою, арабінозою, лактозою, окрім лактози були зброжені усі вуглеводи зі зміною кольору середовища на червоний, що підтверджувало типову властивість бактерій роду *Bacillus* до ферментації означених цукрів, окрім лактози. За постановки тесту на каталазу він був позитивним в усіх дослідних ізолятів бактерій роду *Bacillus*, що підтверджувало одну із характерних їх властивостей.

За особливостями культурального росту дослідних ізолятів бактерій роду *Enterococcus* на звичайних поживних середовищах, за росту на сольовому МПА з вмістом 6,5 % солі, за дифузного помутніння МПБ з додаванням 1 % глюкози і 10 % інактивованої сироватки крові коней, за росту на МПА з додаванням 1 % глюкози і 10 % дефібрированої крові кроля була підтверджена належність виділених дослідних бактерій до роду *Enterococcus*. Ріст дослід-

них ізолятів бактерій на твердому середовищі з телуритом калію у вигляді колоній темного кольору та на ентерококовому середовищі у вигляді колоній вишнево-червоного кольору підтвердив їх належність до виду *Enterococcus faecalis* (рис. 5).



1

Рис. 5. Візуалізація росту ізолятів *Enterococcus faecalis*, виділених із зразків риби та рибної продукції, на твердому середовищі з телуритом калію:

1 – колонії темного кольору і запалим центром з потемнінням середовища під ними.

За обліком результатів культурального росту ізолятів бактерій роду *Proteus* на середовищах Ендо отримано безколірні, сироваті з рожевим відтінком повзучі колонії.

На агарі Плоскірева виявлений ріст прозорих з перламутровим відтінком колоній, в зоні росту яких з'являвся жовтий відтінок через залуження середовища через ріст культури. Посіви на вісмут-сульфіт агарі характеризувалися ростом колоній темного кольору. Характерні колонії пересівали на МПБ та після культивування за $37,0 \pm 1,0$ °C 18 год із бульйонних культур готували препарати для мікроскопії та проводили пересіви на 0,3 % НРА. Через добу культивування за температури $37,0 \pm 1,0$ °C на 0,3 % НРА була виявлена рухливість через дифузний ріст усіх дослідних ізолятів бактерій роду *Proteus*. За постановки тесту з використанням феніланіну агару після культивування і нанесення кількох крапель 10 % хлориду заліза на ростоу поверхню дослідних ізолятів спостерігалося утворення зеленого забарвлення, що підтверджувало належність культур до роду *Proteus*. Тест на середовищі Клігlera показав, усі дослідні культури ферментували глюкозу, що підтверджено зміною кольору стовпчика агару, без ферментації глюкози (скошена частина стовпчика агару не жовтіла) та утворенням сірководню (H_2S), який давав почорніння у стовпчику агару по укладу дослідних ізолятів. Усі дослідні культури мали властивість розплавляти 12 % желатину, про що свідчили посіви ізолятів у стовпчик МПЖ і її розрідження після добового культивування та надалі витримування посівів впродовж 2 год в умовах холодильника. За результатами визначення ферментативних властивостей за посівів на середовища Гіса з лактозою, глюкозою, сахарозою, манітом, мальтозою і арабінозою, у дослідних бактерій роду *Proteus* виявлена відсутність ферментації лактози, маніту, арабінози, а за ферментацією мальтози доведена їх належність до виду *Proteus vulgaris*. Виявлені вище властивості у дослідних культур підтверджувало їх належність до роду *Proteus*, вид *Proteus vulgaris*.

За порівняльним аналізом одержаних даних за різних підходів зокрема, після проведеного Державного моніторингу риби та рибної продукції, повсякденних рутинних мікробіологічних випробувань та за власних поглиблених досліджень зразків риби і рибної продукції було встановлено, що за моніторингу і рутинних випробувань результати досліджень не надають справжньої картини епізоотичної ситуації щодо рівня контамінації та видової циркуляції різних видів мікроорганізмів в господарствах та підприємствах рибної галузі України (табл. 1).

Результати власних поглиблених досліджень зразків риби і рибної продукції показали досить проблемну картину, оскільки окрім умовно-патогенних мікроорганізмів були виділені зоонозні збудники *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* у значно більшій кількості зразків, порівняно з результатами моніторингу та рутинними випробуваннями. Водночас, за проведення власних поглиблених досліджень означених зразків було виділено нові види мікроорганізмів, які не виділяли за рутинних досліджень.

Аналіз одержаних результатів досліджень показав, що у дослідних зразках риби та рибної продукції за моніторингових і повсякденних рутинних випробувань не було виявлено значної частини бактеріальних контамінантів різних видів, оскільки чинна документація не передбачає таких досліджень.

Тобто, виявлені за власних поглиблених досліджень бактеріальні контамінанти залишилися у реалізованій рибній сировині і продукції. Це, зокрема, стосується *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus vulgaris*. Кількісні показники виділених ізолятів мікроорганізмів за власних поглиблених досліджень в 5,7 разів перевищували аналогічні показники за рутинних випробувань. Така ситуація створює реальні ризики щодо зараження тварин, птиці і людини умовно-патогенними та патогенними мікроорганізмами, зокрема зоонозними. Ще більші ризики криються у тому, що на сьогодні мікроорганізми, виділені із зразків риби та рибної продукції, не підлягають моніторингу на виявлення серед них антибіотикорезистентних штамів та штамів з набутою до них резистентністю. Оскільки риба і рибна продукція є невід'ємною частиною харчового ланцюга у положеннях концепції «Єдине здоров'я», відтак проблема значно поглиблюється ризиками, які пов'язані з безпечністю та якістю рибної сировини і продукції.

Обговорення. За результатами випробувань Державного моніторингу риби та рибної продукції із 215 зразків риби і рибної продукції виділено 1 (0,3 % від досліджених) ізолят *Listeria monocytogenes*; за рутинних досліджень із 337 дослідних зразків всього виділено 22 (6,5 % від досліджених) ізоляти; за результатами власних поглиблених досліджень 337 зразків риби і рибної продукції, виділено 125 (37,1 % від досліджених) ізолятів, якими були контаміновані риба та рибна продукція.

Таблиця 1 – Результати мікробіологічних випробувань за застосування різних підходів до мікробіологічних досліджень зразків риби та рибної продукції; шт., $n_1=215$; $n_2=337$; $n_3=337$

Виділено і ідентифіковано збудника (невідповідність мікробіологічним критеріям)	Досліджено зразків	Всього виділено ізолятів	Риба						Ікра, молоски, ракоподібні та інші представники моря	Напівфабрикати та кулінарні вироби з морепродуктів
			свіжа (жива, різних видів)	охолоджена (різних видів)	морожена (різних видів)	солена (різних видів)	копчена (різних видів)	оселедець (різних видів)		
Результати моніторингових досліджень (n_1)										
<i>Listeria monocytogenes</i>	215	1	-	-	1	-	-	-	-	-
Всього:		1	-	-	1	-	-	-	-	-
% до досліджених		0,5	-	-	0,5	-	-	-	-	-
Результати рутинних досліджень (n_2)										
<i>Enterobacter spp.</i>	3373	2	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>		2	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Listeria monocytogenes</i>		14	2	1	-	3	2	-	1	5
<i>Bacillus cereus</i> <i>Bacillus poliyxa</i>		22	-	-	-	-	-	-	-	22
Всього:		22	2	1	-	5	2	-	3	9
% до досліджених		6,5	0,6	0,2	-	1,5	0,6	-	0,9	2,7
Результати власних поглиблених досліджень (n_3)										
<i>Escherichia coli</i>	337	45	4	7	10	4	7	2	8	3
<i>Staphylococcus aureus</i>		51	-	14	9	5	8	2	4	9
<i>Listeria monocytogenes</i>		19	4	2	-	3	2	-	1	7
<i>Bacillus spp.</i>		5	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Enterococcus faecalis</i>		4	1	-	-	1	-	-	2	-
<i>Proteus vulgaris</i>		1	-	1	-	-	-	-	-	-
Всього:		125	9	24	19	13	17	4	15	24
% до досліджених	37,1	2,7	7,1	5,6	3,8	5,1	1,2	4,5	7,1	

Результати наших досліджень співпадають із результатами інших науковців, які займалися цією проблемою. Зокрема, дослідники наголошують на необхідності контролю за мікробіологічними показниками риби і рибних продуктів незалежно від країни-імпортера через невідповідність мікробіологічних критеріїв щодо безпечності імпортованої риби та рибної продукції [15, 29].

Автори зазначають, що за мікробіологічних досліджень були ідентифіковані небезпечні бактерії в рибних імпортованих продук-

тах, зокрема бактерії роду *Pseudomonas* [30].

Науковцями також описані випадки виділення бактерій роду *Proteus* із зразків риби та рибної продукції з вивченням їх біологічних властивостей. Автори вказують, що найбільший ризик для здоров'я людини створюють зоонозні бактерії *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* та інші мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми, які виділяли із зразків риби і рибної продукції у 36,9 % випадків від загальної кількості позитивних проб [31–35].

Висновки. 1. За власних поглиблених досліджень виявлено 125 (37,1 % від досліджених зразків) ізолятів умовно-патогенних мікроорганізмів із 337 досліджених зразків риби та рибної продукції, тимчасом за результатами Державного моніторингу риби та рибної продукції виділено 1 (0,3 % від досліджених) ізолят *Listeria monocytogenes*, за повсякденних рутинних досліджень виділено 22 (6,5 % від досліджених) ізоляти.

2. Встановлено, що за проведених власних поглиблених досліджень мікробіологічних критеріїв серед 125 позитивних ізолятів із зразків риби та рибної продукції зокрема ідентифіковано: 45 ізолятів *Escherichia coli*, 51 ізолят *Staphylococcus aureus*, 19 ізолятів *Listeria monocytogenes*, 5 ізолятів *Bacillus* spp., 4 ізоляти *Enterococcus faecalis*, 1 ізолят *Proteus vulgaris*, що підтверджує високий рівень контамінації патогенними мікроорганізмами, зокрема зоонозними, риби та рибної продукції. Водночас, загальна кількість виділених ізолятів патогенних та умовно-патогенних бактерій за власних поглиблених досліджень перевищує аналогічні показники за Державного моніторингу – в 123,7 рази, за рутинних досліджень – у 5,7 разів та вказує на потенційні ризики щодо їх розповсюдження, створює додаткову небезпеку через ймовірну наявність у них стійкості до антибактеріальних препаратів (АБП) з вірогідною продукцією ними набутих ферментів антибіотикорезистентності.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні виділених дослідних штамів збудників на чутливість до антибіотиків, скринінгу штамів ентеробактерій та *Staphylococcus aureus* для підтвердження продукції набутих ферментів антибіотикорезистентності з метою зменшення ризиків їх розповсюдження та для підвищення спроможності підприємств рибопереробної галузі до виробництва якісної, безпечної харчової сировини і продукції із риби.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження проводили на базі кафедри мікробіології та вірусології 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 тва-

ринах». Проект виконання представлених досліджень схвалено Етичним комітетом БНАУ.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в представленій роботі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вдовенко Н.М., Павленко М.М., Сіненко І.О. Організаційно-економічні засади розвитку рибальства й аквакультури в Україні. Бізнес Інформ. 2020. 4. С. 221–228. URL:jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001132920.

2. Ємцев В., Солодовник Н., Ємцева Г. Рибне господарство України: сучасний стан та перспективи відновлення. Наукові іновачії та передові технології. 2022. 9 (11). С. 314–326. DOI:10.52058/2786-5274-2022-9(11)-314-326.

3. Бут О. Огляд ринку рибної продукції для видання. Світ продуктів. UIFSA, 2017. URL:uifsa.ua/uk/news/news-of-ukraine/fish-market-survey-for-magazine-world-of-products.

4. Фесенко О.О., Купінець Л.Є. Мезоекономічний розвиток аквакультури в Україні: проблеми та перспективи. Економіка АПК. 2015. 2. С. 28–35. URL:nbu.gov.ua/UJRN/E_apk_2015_2_6.

5. Стан державного нагляду в Україні за якістю та безпечністю рибної продукції / Н.М. Богатко та ін. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені Гжицького. 2010. 12. 3 (4). С. 113–119. URL:nbu.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_3(4)_22.

6. Гаркавенко Т.О., Малімон З.В. Аналіз невідповідності мікробіологічним критеріям, виявлених у мороженій рибі та рибопродуктах, що імпортуються в Україну. Ветеринарна біотехнологія. 2018. 32 (2). С. 85–91. DOI:10.31073/vet_biotech32(2)-10.

7. Котелевич В., Гуральська С., Гончаренко В. Ветеринарно-санітарна оцінка риби та морепродуктів за показниками якості та безпеки. Науковий прогрес та інновації. 2023. 26 (3). С. 103–112. DOI:10.31210/spi2023.26.03.19.

8. Самофатова В., Невеселюк В. Сучасний стан рибного господарства України. Економіка харчової промисловості. 2020. 12 (2). DOI:10.15673/fe.v12i2.1738.

9. Непран І.В. Сучасний стан водних біоресурсів і рибного господарства в Харківській області. Таврійський науковий вісник. 2022. 124. С. 232–238. DOI:10.32851/2226-0099.2022.124.32.

10. Гончарова О.В., Кутіщев П.С. Аспекти формування потенціалу та розвитку української аквакультури на тлі європейської інтеграції інноваційних рішень. Водні біоресурси та аквакультура. 2023. 1 (13). С. 73–82. DOI:10.32851/wba.2023.1.6.

11. Fishing & Aquaculture. 2023. URL:www.theglobaleducationproject.org/earth/fisheries-and-aquaculture.php.

12. Глебова О.А. Стан та проблеми використання водних біоресурсів в Україні. Таврій-

ський науковий вісник. 2023. 121. С. 253–258. DOI:10.32851/2226-0099.121.33.

13. Гончарова О. Ефективність комплексних технологічних рішень при вирощуванні риби для підвищення стійкості до мінливості абіотичних та біотичних факторів під впливом кліматичних трансформацій: наук. монографія. Традиційні та інноваційні підходи до наукових досліджень: теорія, методологія, практика. Рига, Латвія: Baltija Publishing, 2022. С. 218–235. DOI:10.30525/978-9934-26-241-8-10.

14. Antibiotics: An overview on the environmental occurrence, toxicity, degradation, and removal methods / Q. Yang et al. Bioengineered, 2021. 12 (1). P. 7376–7416. DOI:10.1080/21655979.2021.1974657.

15. Бучковська В.І., Євстаф'єв Ю.В. «Проблеми та перспективи розвитку економіки України». М. Українська «Атлантида» – трагедія і відродження. Водні біоресурси та аквакультура. 2021. 2. С. 219–226. DOI:10.32851/wba.2021.2.19.

16. ДСТУ 8534:2015 Продукти харчові. Метод виявлення та визначання кількості ентерококів.

17. ДСТУ ISO 7251:2006 Мікробіологія. Загальна настанова щодо підрахунку передбачуваної *Escherichia coli*. Метод найімовірнішого числа.

18. ДСТУ ГОСТ 30726-2002 Продукти харчові. Методи виявлення та визначання кількості бактерій виду *Escherichia coli*.

19. ISO 7251:2005 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку передбачуваної *Escherichia coli*. Найімовірніша техніка чисел.

20. ISO 16649-3:2015 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку бета-глюкуронідазопозитивної *Escherichia coli*. Частина 3: Виявлення та метод найбільш ймовірного числа з використанням 5-бром-4-хлор-3-індоліл-β-D-глюкуроніду.

21. ДСТУ EN 12824: 2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella*.

22. ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення, підрахунку та серотипування *Salmonella*. Частина 1: Виявлення *Salmonella spp.*

23. ISO 6579-1:2017 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення, підрахунку та серотипування *Salmonella*. Частина 1: Виявлення *Salmonella spp.*

24. ISO 15213-1:2023 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку *Clostridium spp.* Частина 1: Перелік сульфїтвідновлюючих *Clostridium spp.* методом підрахунку колоній.

25. ISO 15213-2:2023 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку *Clostridium spp.* Частина 2: Підрахунок *Clostridium perfringens* методом підрахунку колоній.

26. ISO 11290-1:2017 Мікробіологія харчового ланцюга – Горизонтальний метод виявлення та

підрахунку *Listeria monocytogenes* і *Listeria spp.* Частина 1: Метод виявлення.

27. ДСТУ EN ISO 11290-1:2022 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод виявлення та підрахунку *Listeria monocytogenes* і *Listeria spp.* Частина 2. Метод перерахування.

28. ДСТУ 7444:2013 Продукти харчові. Методи виявлення бактерій родів *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*.

29. Васильєв Д.А., Феоктистова Н.А., Золотухін С.Н. Виділення та вивчення біологічних властивостей бактерій роду *Proteus*. Вісник Ульяновської державної сільськогосподарської академії. 2017. 2 (38). DOI:10.18286/1816-4501-2017-2-70-75.

30. Mohammed S.A.I-J., Al-Jasass F.M. Study the Chemical, Physical Changes and Microbial Growth As Quality Measurement of Fish. Annual Research & Review in Biology. 2014. 4 (9). P. 1406–1420. DOI:10.9734/ARRB/2014/7131.

31. Hassan M.A., Shaltout F.A., Maarouf A.A., El-Shafey W.S. Psychrotrophic bacteria in frozen fish with special reference to pseudomonas species. Benha Veterinary Medical Journal. 2015. 27 (1). P. 78–83. URL:bvmj.bu.edu.eg/issues/27-1/7.pdf,

32. Одарченко Д.М., Карбівнича Т.В., Гойсай Е.Л., Ільїна Д.Д. Визначення контрольних критичних точок для управління безпекою виробництва мороженої риби. Східноєвропейський журнал передових технологій. 2015. 5. 11 (77). P. 31–35. DOI:10.15587/1729-4061.2015.50979.

33. Сучасний стан і тенденції розвитку рибництва в Україні та світі / А.М. Трофимчук та ін. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2021. 2. С. 123–133. DOI:10.33245/2310-9289-2021-166-2-123-133.

34. Мельниченко С.Г., Богадьорова Л.М. Рибне господарство України: тенденції розвитку, проблеми та шляхи вирішення. Таврійський науковий вісник. 2023. 133. С. 362–367. DOI:10.32782/2226-0099.2023.133.48.

35. Багаторічні зміни стабільності агроландшафтів у зонах зрошеного землеробства степової зони України / В. Пічура та ін. Журнал екологічної інженерії. 2023. 24 (3). С. 188–198. DOI:10.12911/22998993/158553.

REFERENCE

1. Vdovenko, N. M., Pavlenko, M. M., Sinenok, I. O. (2020). Orhanizatsiino-ekonomichni zasady rozvytku rybalstva y akvakultury v Ukraini [The Organizational and Economic Bases for the Development of Fishing and Aquaculture Industry in Ukraine]. Business Inform, 4, pp. 221–228. Available at:jnas.nbu.gov.ua/article/ UJRN-0001132920. (In Ukrainian).

2. Yemtsev, V., Slobodyaniuk, N., Yemtseva, G. (2022). Rybne gospodarstvo Ukrainy: suchasnyi stan ta perspektyvy vidnovlennia [Fisheries of Ukraine: current state and prospects for recovery]. Naukovi inovatsii ta peredovi tekhnologii [Scientific innovations

- and advanced technologies], 9 (11), pp. 314–326. DOI:10.52058/2786-5274-2022-9(11)-314-326. (In Ukrainian).
3. But, O. (2018). Market overview of fish products for the publication “World of Products”. Available at: uifsa.ua/uk/news/news-of-Ukraine/fish-market-survey-for-magazine-world-of-products.
4. Fesenko, O.O., Kupinets, L.E. (2015). Mezoekonomichnyi rozvytok akvakultury v Ukraini: problemy ta perspektyvy [Meso-economic development of aquaculture in Ukraine: problems and prospects]. *Ekonomika APK [Economy of agro-industrial complex]*, 2, pp. 28–35. Available at: nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2015_2_6. (In Ukrainian).
5. Bogatko, N.M., Salata, V.Z., Semanyuk, V.I., Dzhmil, O.M., Holub, O.Yu. (2010). Stan derzhavnogo nahliadu v Ukraini za yakistiu ta bezpechnistiu rybnoi produktsii [The state of state supervision in Ukraine over the quality and safety of fish products]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni Gzhitskoho [Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after Gzhitskyi]*, 12, 3 (4), 113–119. Available at: [nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_3\(4\)_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2010_12_3(4)_22). (In Ukrainian).
6. Garkavenko, T. O., Malimon, Z. V. (2018). Analiz nevidpovidnosti mikrobiolohichnym kryteriiam, vyjavlenykh u morozhenii rybi ta ryboproduktakh, shcho importuetsia v Ukrainu [Analysis of non-conformity to microbiological criteria detected in frozen fish and fish products imported to Ukraine]. *Veterynarna biotekhnolohiia [Veterinary biotechnology]*, 2, pp. 85–91. DOI:10.31073/vet_biotech32(2)-10. (In Ukrainian).
7. Kotelevych, V., Huralska, S., Honcharenko, V. (2023). Honcharenko V. Veterynarno-sanitarna otsinka ryby ta moreproduktiv za pokaznykamy yakosti ta bezpeky [Veterinary and sanitary assessment of fish and seafood by quality and safety indicators]. *Naukovyi prohres ta innovatsii [Scientific Progress & Innovations]*, 26 (3), pp. 103–112. DOI:10.31210/spi2023.26.03.19. (In Ukrainian).
8. Samofatova, V., Neveseliuk, V. (2020). Suchasnyi stan rybnogo hospodarstva Ukrainy [The current state of the fishing industry of Ukraine]. *Ekonomika kharchovoi promyslovosti [Food Industry Economics]*, 12 (2). DOI:10.15673/fie.v12i2.1738. (In Ukrainian).
9. Nepran, I. V. (2022). Suchasnyi stan vodnykh bioresursiv i rybnogo hospodarstva v Kharkivskii oblasti [Current state of water bioresources and fisheries of Kharkiv region]. *Tavriiskyi naukovi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, 124, pp. 232–238. DOI:10.32851/2226-0099.2022.124.32. (In Ukrainian).
10. Goncharova, O.V., Kutishchev, P.S. (2023). Aspekty formuvannia potentsialu ta rozvytku ukraïnskoi akvakultury na tli yevropeiskoi intehratsii innovatsiinykh rishen [Aspects of potential formation and development of Ukrainian aquaculture against the background of European integration of innovative solutions]. *Vodni bioresursy ta akvakultura [Aquatic bioresources and aquaculture]*, 1 (13), pp. 73–82. DOI:10.32851/wba.2023.1.6. (In Ukrainian).
11. Fishing & Aquaculture. (2023). Available at: www.Theglobaleducationproject.org/earth/fisheries-and-aquaculture.php.
12. Glebova, O.A. (2023). Stan ta problemy vykorystannia vodnykh bioresursiv v Ukraini [State and problems of aquatic biological resources in Ukraine]. *Tavriiskyi naukovi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, 121, pp. 253–258. DOI:10.32851/2226-0099.121.33. (In Ukrainian).
13. Honcharova, O. (2022). Efektyvnist kompleksnykh tekhnolohichnykh rishen pry vyroshchuvanni ryby dlia pidvysychennia stiikosti do minlyvosti abiotychnykh ta biotychnykh faktoriv pid vplyvom klimatychnykh transformatsii: naukova monohrafiia [The effectiveness of complex technological solutions in fish farming to increase resistance to the variability of abiotic and biotic factors under the influence of climatic transformations: science. monograph]. *Tradytsiini ta innovatsiini pidkhody do naukovykh doslidzen: teoriia, metodolohiia, praktyka [Scientific monograph. Traditional and innovative approaches to scientific research: theory, methodology, practice]*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, pp. 218–235. DOI:10.30525/978-9934-26-241-8-10.
14. Yang, Q., Gao, Y., Ke, J., Loke Show, P., Ge, Y., Liu, Y., Guo, R., Chen, J. (2021). Antibiotics: An overview on the environmental occurrence, toxicity, degradation, and removal methods. *Bioengineered*, 12 (1), pp. 7376–7416. DOI:10.1080/21655979.2021.1974657.
15. Buchkovska, V.I., Yevstafiev, Yu.M. (2021). «Problemy ta perspektyvy rozvytku ekonomiky Ukrainy». M. Ukrainska «Atlantida» – trahediia i vidrozhennia [Ukrainian “Atlantida” - tragedy and revival]. *Vodni bioresursy ta akvakultura [Aquatic bioresources and aquaculture]*, 2, pp. 219–226. DOI:10.32851/wba.2021.2.19. (In Ukrainian).
16. DSTU 8534:2015 Produkty kharchovi. Metod vyjavlennia ta vyznachannia kilkosti enterokokiv [DSTU 8534:2015 Food products. The method of detection and determination of the number of enterococci]. (In Ukrainian).
17. DSTU ISO 7251: 2006 Mikrobiolohiia. Zahalna nastanova shchodo pidrakhunku peredbachuvanoi *Escherichia coli*. Metod naimovirnishoho chysla [DSTU ISO 7251: 2006 Microbiology. General guidance for enumeration of presumptive *Escherichia coli*. The method of the most probable number]. (In Ukrainian).
18. DSTU HOST 30726-2002 Produkty kharchovi. Metody vyjavlennia ta vyznachannia kilkosti bakterii vydu *Escherichia coli* [DSTU GOST 30726-2002 Food products. Methods of detecting and determining the number of *Escherichia coli* bacteria]. (In Ukrainian).
19. ISO 7251:2005 Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniy metod vyjavlennia ta pidrakhunku peredbachuvanoi *Escherichia coli*. Naimovirnishia tekhnika chysel [ISO 7251:2005 Microbiology of food and animal feed-

ing stuffs. Horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli*. Most probable number technique]. (In Ukrainian).

20. ISO 16649-3:2015 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalniyi metod pidrakhunku beta-hliukuronidazopozytyvnoi *Escherichia coli*. Chastyna 3: Vyiavlennia ta metod naibilsh ymovirnoho chysla z vykorystanniam 5-brom-4-khlor-3-indolil- β -D-hliukuronidu [ISO 16649-3:2015 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli*. Part 3: Detection and most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-glucuronide]. (In Ukrainian).

21. DSTU EN 12824: 2004 Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniyi metod vyiavlennia *Salmonella* [DSTU EN 12824: 2004 Microbiology of food products and animal feed. Horizontal method of detection of *Salmonella*]. (In Ukrainian).

22. ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalniyi metod vyiavlennia, pidrakhunku ta serotypuvannia *Salmonella*. Chastyna 1: Vyiavlennia *Salmonella spp.* [ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*. Part 1: Detection of *Salmonella spp.*]. (In Ukrainian).

23. ISO 6579-1:2017 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalniyi metod vyiavlennia, pidrakhunku ta serotypuvannia *Salmonella*. Chastyna 1: Vyiavlennia *Salmonella spp.* [ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella*. Part 1: Detection of *Salmonella spp.*]. (In Ukrainian).

24. ISO 15213-1:2023 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalniyi metod vyiavlennia ta pidrakhunku *Clostridium spp.* Chastyna 1: Perelik sulfitvidnovliuichykh *Clostridium spp.* metodom pidrakhunku kolonii [ISO 15213-1:2023 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of *Clostridium spp.* Part 1: Enumeration of sulfite-reducing *Clostridium spp.* by colony-count technique]. (In Ukrainian).

25. ISO 15213-2:2023 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalniyi metod vyiavlennia ta pidrakhunku *Clostridium spp.* Chastyna 2: Pidrakhunok *Clostridium perfringens* metodom pidrakhunku kolonii [ISO 15213-2:2023 Microbiology of the food chain. Horizontal method for the detection and enumeration of *Clostridium spp.* Part 2: Enumeration of *Clostridium perfringens* by colony-count technique]. (In Ukrainian).

26. ISO 11290-1:2017 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha – Horyzontalniyi metod vyiavlennia ta pidrakhunku *Listeria monocytogenes* i *Listeria spp.* Chastyna 1: Metod vyiavlennia [ISO 11290-1:2017 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* and of *Listeria spp.* Part 1: Detection method]. (In Ukrainian).

27. DSTU EN ISO 11290-1:2022 Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalniyi metod vyiavlennia ta pidrakhunku *Listeria monocytogenes* i *Listeria spp.* Chastyna 2. Metod pererakhuvannia [DSTU EN ISO 11290-1:2022 Microbiology of the food chain. Horizontal method of detection and counting of *Listeria monocytogenes* and *Listeria spp.* Part 2. Enumeration method]. (In Ukrainian).

28. DSTU 7444:2013 Produkty kharchovi. Metody vyiavlennia bakterii rodiv *Proteus*, *Morganella*, *Providencia* [DSTU 7444:2013 Food products. Methods of detection of bacteria of the genera *Proteus*, *Morganella*, *Providencia*]. (In Ukrainian).

29. Vasiliev, D.A., Feoktistova, N.A., Zolotukhin, S.N. (2017). Vydilennia ta vyvchennia biolohichnykh vlastyvostei bakterii rodu *Proteus* [Isolation and study of biological properties of bacteria of the genus *Proteus*]. Visnyk Ulianovskoi derzhavnoi silskohospodarskoi akademii [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2 (38). DOI:10.18286/1816-4501-2017-2-70-75. (In Ukrainian).

30. Mohammed, S.Al-J., Al-Jasass, F.M. (2014). Study the Chemical, Physical Changes and Microbial Growth As Quality Measurement of Fish. Annual Research & Review in Biology, 4 (9), pp. 1406–1420. DOI:10.9734/ARRB/2014/7131.

31. Hassan, M.A., Shaltout, F.A., Maarouf, A.A., El-Shafey, W.S. (2015). Psychrotrophic bacteria in frozen fish with special reference to pseudomonas species. Benha Veterinary Medical Journal, 27 (1), pp. 78–83. Available at: bvmj.bu.edu.eg/issues/27-1/7.pdf.

32. Odarchenko, D.M., Karbivnycha, T.V., Gosai, E.L., Ilyina, D.D. (2015). Vyznachennia kontrolnykh krytychnykh tochok dlia upravlinnia bezpekoiu vyrobnytstva morozhenoi ryby [Identification of control critical points for managing the safety of frozen fish production]. Skhidnoievropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii [Eastern European Journal of Advanced Technologies], 5, 11 (77), pp. 31–35. DOI:10.15587/1729-4061.2015.50979. (In Ukrainian).

33. Trofymchuk, A.M., Hrynevych, N.E., Trofymchuk, M.I., Kunovskyi, Y.V., Bondar, O.S., Tkachenko, O.V., Savchuk, O.V. (2021). Suchasnyi stan i tendentsii rozvytku rybnytstva v Ukraini ta sviti [The current state and trends in the development of fish farming in Ukraine and the world]. Zbirnyk naukovykh prats «Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynytstva» [Collection of scientific works «Technology of production and processing of animal husbandry products»], 2, pp. 123–133. DOI:10.33245/2310-9289-2021-166-2-123-133. (In Ukrainian).

34. Melnychenko, S.G., Bogadyorova, L.M. (2023). Rybne gospodarstvo Ukrainy: tendentsii rozvytku, problemy ta shliakhy vyrishennia [Fisheries of Ukraine: development trends, problems and solutions]. Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin], 133, pp. 362–367. DOI:10.32782/2226-0099.2023.133.48. (In Ukrainian).

35. Pichura, V., Potravka, L., Domaratskiy, Y., Vdovenko, N., Straticuk, N., Baysha, K., Pichura, I. (2023). Bahatorichni zminy stabilnosti ahrolandshaftiv u zonakh zroshuvanoho zemlerobstva stepovoi zony Ukrainy [Long-term Changes in the Stability of Agricultural Landscapes in the Areas of Irrigated Agriculture of the Ukraine Steppe Zone]. Zhurnal ekolohichnoi inzhenerii [Journal of Ecological Engineering], 24 (3), pp. 188–198. DOI:10.12911/22998993/158553. (In Ukrainian).

Species composition of microorganisms and their quantitative indicators in microbiological tests of fish and fish products

Musiets I., Rublenko I., Chechet O., Horbatiuk O., Pishchanskiy O., Rublenko S., Ruda M., Mekh N., Balanchuk L., Zhovnir O.

Integration processes in Ukraine are related to the adaptation of normative documentation of standards to the EU. The priority directions in international normative documents are guaranteeing the production of safe and high-quality food raw materials in various branches of agriculture, in particular fisheries. In the EU countries, there is a very high prevalence of enteropathogenic strains of *Escherichia coli*, pathogens of the genera *Salmonella*, *Enterococcus*, *Campylobacter*, etc. in raw materials and food products, in particular in the fish industry.

Given that in Ukraine, due to certain methodological limitations in monitoring and routine studies, all types of bacteria that contaminate fish and fish products are not always identified, the purpose of our

in-depth microbiological studies was to determine the actual species composition of bacterial microorganisms in fish and fish products samples and to perform a quantitative comparative analysis of the results of in-depth microbiological studies with the results of monitoring and routine tests to assess the real risks of foodborne illness.

In-depth microbiological tests identified opportunistic and pathogenic microorganisms in 125 (37.1% of the samples tested) samples of fish and fish products. According to the results of the State Monitoring, only 1 (0.3% of the samples tested) strain of *Listeria monocytogenes* was isolated. During routine testing, 22 (6.5% of the samples tested) such strains were isolated.

During in-depth microbiological tests, 45 isolates of *Escherichia coli*, 51 isolates of *Staphylococcus aureus*, 19 isolates of *Listeria monocytogenes*, 5 isolates of *Bacillus spp.*, 4 isolates of *Enterococcus faecalis*, 1 isolate of *Proteus vulgaris*, which confirms a high level of contamination of fish and fish products with pathogenic microorganisms, including zoonotic ones, which exceeds the results of routine studies by 5,7 times and State monitoring studies by 123,7 times. The obtained results of in-depth microbiological studies indicate the need to adjust the current documentation on in-depth testing of fish and fish products, as there are real risks of the possible spread of antibiotic-resistant strains, including acquired resistance, in Ukraine.

Key words: contamination, fish, fish products, microbiological studies, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus spp.*



Copyright: Мусяць І.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:

Мусяць І.В.	https://orcid.org/0000-0001-5099-5577
Рубленко І.О.	https://orcid.org/0000-0002-1401-0969
Чечет О.М.	https://orcid.org/0000-0001-5099-5577
Горбатюк О.І.	https://orcid.org/0000-0002-0573-2089
Піщанський О.В.	https://orcid.org/0009-0002-0111-4977
Рубленко С.В.	https://orcid.org/0000-0003-0678-5497
Руда М.Є.	https://orcid.org/0000-0002-7094-4993
Баланчук Л.В.	https://orcid.org/0000-0003-0989-5886
Мех Н.Я.	https://orcid.org/0009-0006-9472-5054
Жовнір О.М.	https://orcid.org/0000-0003-1677-2120

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 636.7/.8.09:573.4:615.33

Визначення чутливості до антибіотиків у ізолятів, виділених від собак та котівЧемеровська І.О. , Рубленко І.О. 

Білоцеківський національний аграрний університет



E-mail: Чемеровська І.О. chemerovska.i.o@ukr.net; Рубленко І.О. rublenkoi@meta.ua



Чемеровська І.О., Рубленко І.О. Визначення чутливості до антибіотиків у ізолятів, виділених від собак та котів. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 69–87.

Chemerovska I., Rublenko I. Determination of antibiotic susceptibility in isolates from dogs and cats. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 69–87.

Рукопис отримано: 23.10.2024 р.

Прийнято: 06.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-69-87

Мікроорганізми здатні швидко набувати антибіотикорезистентності через мутацію, передачу генів-пам'яті та епігенетичних змін. Різні чинники впливають на поширення стійких до антибіотиків бактерій у сфері охорони здоров'я, сільському господарстві/тваринництві та навколишньому середовищі за їх нераціонального, надмірного використання. Ці стійкі мікроорганізми (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*) та їх гени потрапляють у ґрунт, повітря, воду, сільськогосподарські відходи, очисні споруди і поширюються у навколишньому середовищі. Особливо небезпечними є збудники-зоонози. Вчені та практикуючі лікарі розробляють глобальні стратегії, які насамперед включають удосконалення ідентифікації та моніторингу поширення стійких патогенів. Метою досліджень було визначити у мікроорганізмів, виділених від тварин-компаньйонів, чутливість до антибактеріальних препаратів. Для мікробіологічного дослідження відібрано біологічний матеріал, за різних інфекційних процесів.

Визначено у ізолятів *Staphylococcus aureus* резистентність до різних антибіотиків. Зокрема, найбільш резистентними виявилися ізоляти до цефтріаксону (7,14 %), цефазоліну (5,36 %) та ампіциліну (5,36 %). За дослідження ізолятів *Staphylococcus aureus* найвищу резистентність встановлено до еритроміцину, лінкоміцину що вірогідно вище ($p < 0,001$) у порівнянні із отриманими показниками резистентності до тетрацикліну та цефтріаксону.

У виділених ізолятів *Staphylococcus epidermidis* виявили резистентність до гентаміцину, еритроміцину, лінкоміцину, цефатоксину, ампіциліну, що вірогідно ($p < 0,001$) вище у порівнянні із отриманими даними резистентності до тетрацикліну, ципрофлоксацину, цефтріаксону.

Найбільш резистентними ізоляти *E. coli* виявилися до лінкоміцину (10,34 %), цефтріаксону (10,34 %), тетрацикліну (8,62 %) та норфлоксацину (8,62 %).

Ключові слова: антибіотикорезистентність, антибіотики, поширення, мікроорганізми, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*, собаки, коти.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У природі широко поширені збудники, які здатні спричинювати інфекційні процеси у тварин та людей. Різні чинники впливають на поширення стійких до антибіотиків бактерій, безпосе-

редньо через використання антибактеріальних препаратів у сфері охорони здоров'я, сільському господарстві/тваринництві за їх нераціонального і надмірного використання. Мікроорганізми здатні швидко набувати антибіотикорезистентності через передачу

генів-пам'яті. Небезпека основана й на тому, що ці патогени із фекаліями, сечею та секретами виділяються з організму. Стійкі мікроорганізми та їх гени потрапляють у ґрунт, повітря, воду, сільськогосподарські відходи, внаслідок чого вони поширюються у навколишньому середовищі. Водночас небезпека полягає в тому, що ці збудники є зоонозними мікроорганізмами. Вчені та практикуючі лікарі розробляють глобальні стратегії щодо їх контролювання. Крім того, проводять постійне удосконалення ідентифікації та моніторингу поширення стійких форм патогенів (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*).

У світі та на території України набула поширеності *Escherichia coli* [7–10] — грамнегативна, коменсальна бактерія, яка мешкає у шлунково-кишковому тракті тварин та людей. Цей збудник часто піддається впливу антибактеріальних препаратів впродовж життя свого господаря [3, 6]. Проблема резистентної стійкості цієї бактерії до антибіотиків — викликає серйозне занепокоєння у медицині та ветеринарії. Резистентні збудники здебільшого пов'язані з високою захворюваністю, смертністю та вартістю лікування.

Крім того, поширеними є бактерії *Staphylococcus spp.*, які можуть колонізувати як живі організми, так і неживі об'єкти. Передача чинників вірулентності, через горизонтальне перенесення генів резистентності, утворення мутацій та зміни в структурах клітин обумовлює стійкість у них до антимікробних препаратів. У зв'язку з цим ускладнюється лікування стафілококової інфекції [11, 12]. У тварин інфекційні процеси, зумовлені стафілококом, супроводжуються утворенням гнійного ексудату, некрозом тканин та сепсисом [13, 14], що проявляється за фурункульозу, маститу, кон'юнктивіту, кератиту, бактеріємії [15, 16].

Водночас резистентність виявляють у бактерій роду *Proteus*, які є частиною нормальної мікрофлори кишечника теплокровних організмів. Цей збудник широко поширений у навколишньому середовищі (воді, ґрунті), де його наявність вважається наслідком фекального забруднення. За даними авторів [17], *Proteus spp.* мають резистентність до аміноглікозидів, внаслідок цього виникає проблема у лікуванні як людей так і тварин. Ці мікроорганізми інфікують продукцію та людей, що є високим ризиком поширеності зоонозних бактерій та зумовлює труднощі за лікування.

На сьогодні відомо не менше чотирьох біохімічних механізмів, які відповідають за розвиток у бактерій антибіотикорезистентності: детоксикація антибіотика; зменшення проникності стінки мікроорганізму для антибіотиків і видалення його з клітини; структурні зміни в молекулах, які є мішенями для антибіотиків; продукція альтернативних мішеней. Висока здатність до антибіотикорезистентності у грамнегативних бактерій обумовлена їх потенціалом детоксикувати антибіотики. У них механізми детоксикаційної резистентності до антибіотиків більш ефективні ніж у грампозитивних, оскільки відсутня периплазма (периплазмовий простір), що є основною причиною руйнування антибіотиків, зокрема β -лактамаз.

Отже, антимікробна стійкість бактерій до антибіотиків є загальносвітовою проблемою [1] і потребує вивчення з метою зниження резистентних патогенів. Виділення від тварин та людей [6, 7] резистентних ізолятів ще раз підтверджує ризик поширення зоонозних патогенів. Наразі існує проблема обмінення харчових продуктів та поширення патогенів, стійких до антибіотиків, серед тварин та людей [4–5].

Важливість діагностики та визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків є актуальними питаннями сьогодення. Визначення чутливості бактерії є одним із найважливіших чинників щодо вибору препарату для лікування [2], однак зазвичай це не враховують у ветеринарній медицині.

З огляду на проблему антибіотикорезистентності вчені МЕН та Кабінет Міністрів України (Розпорядження від 06.03. 2019 №116-р) [21–20] закликають дотримуватися жорстких обмежень щодо призначення, реалізації, застосування та утилізації антибіотиків, через розроблення плану дій, стратегій контролювання резистентних мікроорганізмів [19].

Мета дослідження – визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів, виділених за інфекційних процесів у тварин-компаньйонів.

Матеріал і методи досліджень. Для мікробіологічного дослідження відібрано біологічний матеріал, за різних інфекційних процесів у тварин.

Чутливість до антимікробних препаратів у виділених збудників визначали за допомогою найбільш поширеного диско-дифузійного методу, оскільки він універсальний для широкого спектру антимікробних препаратів і не потребує обов'язкового вико-

ристання спеціального обладнання. Диско-дифузійний метод — стандартизований метод (документами європейського комітету з визначення чутливості до антимікробних препаратів) по виявленню резистентності до антибіотиків (EUCAST). Граничні значення діаметра зони затримки росту за використаного диско-дифузійного методу були відкалібровані, за узгодженням із європейськими граничними значеннями, які опубліковані у EUCAST [2].

Для дослідження використовували агар Мюлера-Хінтона (HiMedia, Індія), який готували згідно з інструкцією від виробника. Після приготування мікробної суспензії (1 млрд/1 см³) досліджуваного мікроорганізму, наносили її на поверхню поживного середовища в об'ємі 1 см³, рівномірно розподіливши по поверхні. Потім чашки поміщали у термостат за температури 37 °C на 30 хв. Після чого наносили диски антибіотиків на поверхню агару, рівномірно розподіливши їх на поверхні поживного середовища, і злегка притиснувши пінцетом (2×2 см² один від одного). Одразу після нанесення дисків, поміщали бактеріологічні чашки в термостат та інкубували за температури 37 °C впродовж 24 год. Диски із різних груп (беталактаміни, амінозиди, макроліди, тетрацикліни, римфапіцини, хінолони, асоціація сульфамідів) антибіотиків застосовували відповідно до досліджуванних бактерій, згідно з вимогами EUCAST [2]. По закінченню часу інкубування, посіви викладали догори дном на темну поверхню і вимірювали діаметр затримки росту (за допомогою лінійки-лекало).

Результат оцінки антибіотикорезистентності (табл. 1) враховували за діаметром зони та відносили їх до однієї з трьох категорій: I – чутливий, підвищений вплив (лікування інфекції, зумовленої цим мікроорганізмом ефективно за використання рекомендованих доз антибіотика); S – чутливий, штам пригнічується за концентрації антибіотика (лікування може бути ефективним при збільшених дозах антибіотика); R – стійкий: мікроорганізм не пригнічується за концентрацій антибіотиків (лікування інфекційних процесів, зумовлених цим мікроорганізмом буде неефективним).

Усі проведені дослідження схвалені Етичним комітетом Білоцерківського національного аграрного університету з питань поводження з тваринами у наукових дослідженнях та освітньому процесі (висновок № 17 від 12 .08. 2024 р., протокол № 1) та

виконували згідно із законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р. та 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».

Достовірність проведених досліджень підтверджено використанням сучасних методів випробувань, за використанням статистичної обробки отриманих результатів (Microsoft Excel, критерій Ст'юдента).

Результати досліджень. За визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків у виділених від собак ізолятів бактерій встановлено наявність резистентності у *Staphylococcus aureus* (рис. 1).

За результатами досліджень чутливості *Staphylococcus aureus* (n=56) до антибіотиків встановлено резистентність у ізолятів (n=20) до: еритроміцину (15 мкг) 3,57 %, що становить в середньому 12,0±0,15 мм; цефазоліну (30 мкг) 5,36 % – 11,0±0,75 мм; цефтріаксону (30 мкг) 7,14 % – 10,0±0,77 мм; амікацину (30 мкг) 1,80 % – 11,0±0,99 мм; ампіциліну (2 мкг) 5,36 % – 11,0±0,44 мм; норфлоксацину (10 мкг) 1,78 % – 11,0±0,23 мм; нетілміцину (10 мкг) 3,57 % – 11,0±0,37 мм (рис. 2).

Найвищу резистентність встановлено у ізолятів до еритроміцину, лінкоміцину що вірогідно вище (p<0,001) у порівнянні із отриманими показниками резистентності до тетрацикліну, цефтріаксону.

Виділені ізоляти були чутливими до: амоксициліну (2 мкг) 42,86 % – 31,0±0,56 мм; еритроміцину (15 мкг) 67,86 % – 31,0±0,45 мм; цефазоліну (30 мкг) 57,14 % – 32,0±0,42 мм; тетрацикліну (30 мкг) 62,50 % – 31,0±0,51 мм; лінкоміцину (15 мкг) 71,43 % – 32,0±0,56 мм; цефтріаксону (30 мкг) 73,22 % – 35,0±0,54 мм; цефатоксину (30 мкг) 83,93 % – 32,0±0,73 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 55,36 % – 32,0±0,46 мм; амікацину (30 мкг) 76,76 % – 30,0±0,81 мм; ампіциліну (2 мкг) 83,93 % – 32,0±0,65 мм; левофлоксацину (5 мкг) 58,93 % – 33,0±0,52 мм; норфлоксацину (10 мкг) 66,07 % – 30,0±0,77 мм; гентаміцину (10 мкг) 78,57 % – 30,0±0,57 мм; нетілміцину (10 мкг) 78,57 % – 30±0,45 мм.

Виявлено резистентність у ізолятів *Staphylococcus aureus* до антибіотиків, зокрема найбільш резистентними були ізоляти до цефтріаксону (7,14 %), цефазоліну (5,36 %) та ампіциліну (5,36 %).

Таблиця 1 – Визначення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків

Антибіотики для бактерій роду <i>Staphylococcus</i>	Межі діаметра, мм	Антибіотики для бактерій роду <i>Streptococcus</i>	Межі діаметра, мм	Антибіотики для бактерій роду <i>Enterobacteries</i>	Межі діаметра, мм
Беталактаміни		Беталактаміни		Беталактаміни	
Пеніцилін (15 мг/диск)	29	Оксацилін (5 мг/диск)	21	Амоксицилін (30 мг/диск)	14–21
Цефокситин, 30 мг/диск (C2G)	25	Амоксицилін (25 мг/диск)	14–21	Амоксицилін + клавуланова кислота (30 мг/диск)	14–21
Цефовецин, 15 мг/диск (C2G)	24	Амоксицилін + клавуланова кислота (30 мг/диск)	14–21	Цефтіюфур 30 мг/диск (C3G)	18–21
Амоксицилін+ клавуланова кислота, 30 мг/диск	14–21	Цефалексин 25 мг/диск (C1G)	12–18	Цефокситин (30 мг/диск (C2G)	15–22
Цефалексин, 30 мг/диск (C1G)	12–18	Цефтіюфур 30 мг/диск (C3G)	21	Цефалексин 25 мг/диск (C1G)	12–18
Цефтіюфур, 25 мг/диск (C3G)	21	Цефхіном 25 мг/диск (C4G)	19–22	Цефхіном 25 мг/диск (C4G)	19–22
Амінозиди		Амінозиди		Амінозиди	
Стрептоміцин (10 мг/диск)	13–15	Стрептоміцин (500 мг/диск)	12–13	Стрептоміцин (10 мг/диск)	13–15
Гентаміцин (15 мг/диск)	20	Канаміцин (1000 мг/диск)	10–14	Гентаміцин (15 мг/диск)	16–48/15 Pseudo
Канаміцин (30 мг/диск)	15–17	Гентаміцин (500 мг/диск)	11–17	Канаміцин (30 мг/диск)	15–17
Макроліди		Макроліди		Феніколи	
Спіраміцин (30 мг/диск)	20	Спіраміцин (30 мг/диск)	14–18	Флорфенікол (10 мг/диск)	19
Еритроміцин (30 мг/диск)	17–22	Еритроміцин (30 мг/диск)	17–22	Тетрацикліни	
Ункозаміди		Лінкозаміди		Тетрациклін (30 мг/диск)	17–19
Лінкоміцин (25 мг/диск)	17–21	Лінкоміцин (25 мг/диск)	17–21	Поліпептиди	
Асоціація сульфамідів		Тетрацикліни		Колістин (30 мг/диск)	15–18
Триметоприн сульфаметоксазол (30 мг/диск)	10–16	Тетрациклін (30 мг/диск)	17–19	Асоціація сульфамідів	
Тетрацикліни		Руфаміцини		Триметоприм сульфаметоксазол (30 мг/диск)	10–16
Тетрациклін (30 мг/диск)	17–19	Римфапідин (30 мг/диск)	24–29	Хінолони	
Хінолони		Хінолони		Флумехін (30 мг/диск)	21–25
Марбофлоксацин (25 мг/диск)	19	Енрофлоксацин (30 мг/диск)	17–22	Енрофлоксацин (30 мг/диск)	19
Руфаміцини		Асоціація сульфамідів		Марбофлоксацин (15 мг/диск)	19
Римфапідин (30 мг/диск)	24–29	Триметоприм сульфаметоксазол (30 мг/диск)	10–16	-	-
Неоміцин	15–17	-	-	-	-
Кислота фузидікова (15 мг/диск)	24	-	-	-	-

Примітка: C1G, де C – цефалоспорини; 1, 2, 3, 4 – покоління антибіотика; G – група.

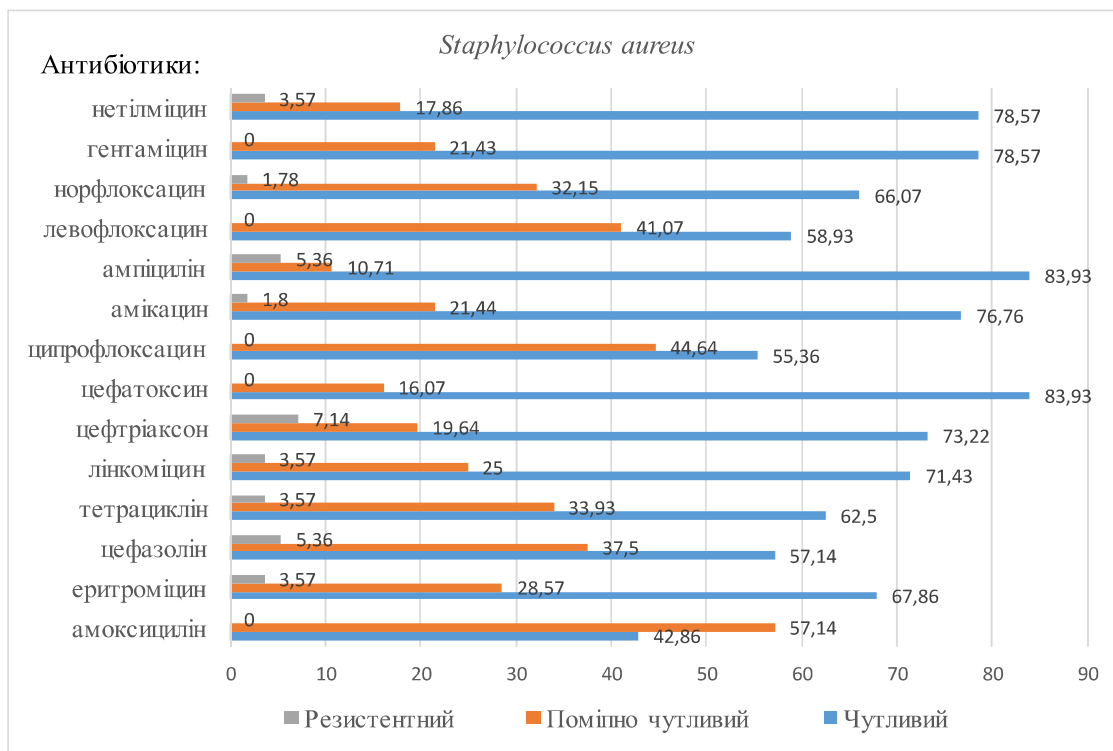


Рис. 1. Чутливість до антибіотиків *Staphylococcus aureus*, виділених від собак, %.

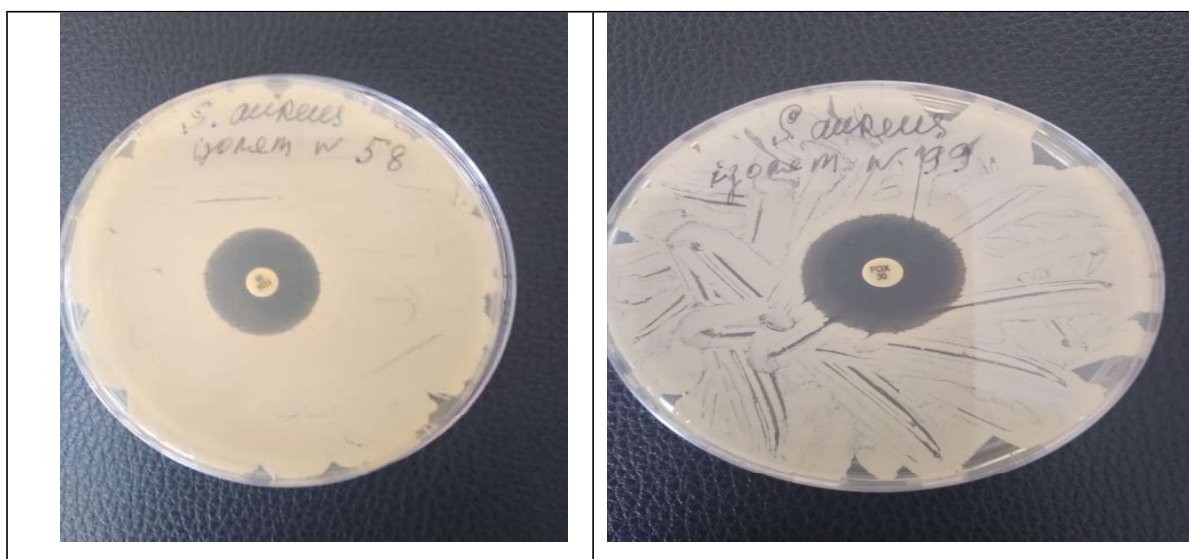


Рис. 2. Порівняння чутливості до антибіотиків у ізолятів *Staphylococcus aureus* № 99 і № 58, виділених від собак.

Окрім *Staphylococcus aureus* визначали чутливість до антибіотиків у ізолятів *E. coli*. Результати досліджень свідчать про резистентність *E. coli* (n=58) до антибактеріальних препаратів (рис. 3): до амоксициліну (25 мкг) 6,90 %, що становить в середньому

11,0±0,56 мм; еритроміцину (15 мкг) 3,45 % – 11,0±0,33 мм; цефазоліну (30 мкг) 1,72 % – 11,0±0,33 мм; тетрацикліну (30 мкг) 8,62 % – 10,0±0,29 мм; лінкоміцину (15 мкг) 10,34 % – 11,0±0,55 мм; цефотаксину (5 мкг) 6,89 % – 8,0±0,13 мм; цефтріаксону (30 мкг) 10,34 % –

9,0±0,55 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 5,18 % – 11,0±0,22 мм; амікацину (30 мкг) 10,34 % – 12,0±0,96 мм; ампіциліну (10 мкг), 8,62 % – 10,0±0,37 мм; норфлораксацину (10 мкг) 8,62 % – 8,0±0,31 мм; нетілміцину (10 мкг) 6,90 % – 11,0±0,21 мм; левофлораксацину (5 мкг) 5,17 % – 11,0±0,19 мм; гентаміцину (10 мкг) 6,90 % – 9,0±0,34 мм.

Виділені ізоляти були чутливими до (рис. 4): амоксициліну (25 мкг) 48,27 % – 30,0±0,41 мм; еритроміцину (15 мкг) 60,34 % – 33,0±0,67 мм; цефазоліну (30 мкг) 39,65 % –

33,0±0,59 мм; тетрацикліну (30 мкг) 58,63 % – 30,0±0,48 мм; лінкоміцину (15 мкг) 44,83 % – 32,0±0,48 мм; цефтріаксону (30 мкг) 34,49 % – 30,0±0,87 мм; цефатоксину (30 мкг) 65,52 % – 30,0±0,56 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 55,17 % – 30,0±0,67 мм; амікацину (30 мкг) 48,28 % – 30,0±0,73 мм; ампіциліну (10 мкг) 41,38 % – 32,0±0,65 мм; левофлораксацину (5 мкг) 53,45 % – 30,0±0,22 мм; норфлораксацину (10 мкг) 62,07 % – 31,0±0,43 мм; гентаміцину (10 мкг) 51,72 % – 30,0±0,55 мм; нетілміцину (10 мкг) 48,27 % – 31,0±0,83 мм.

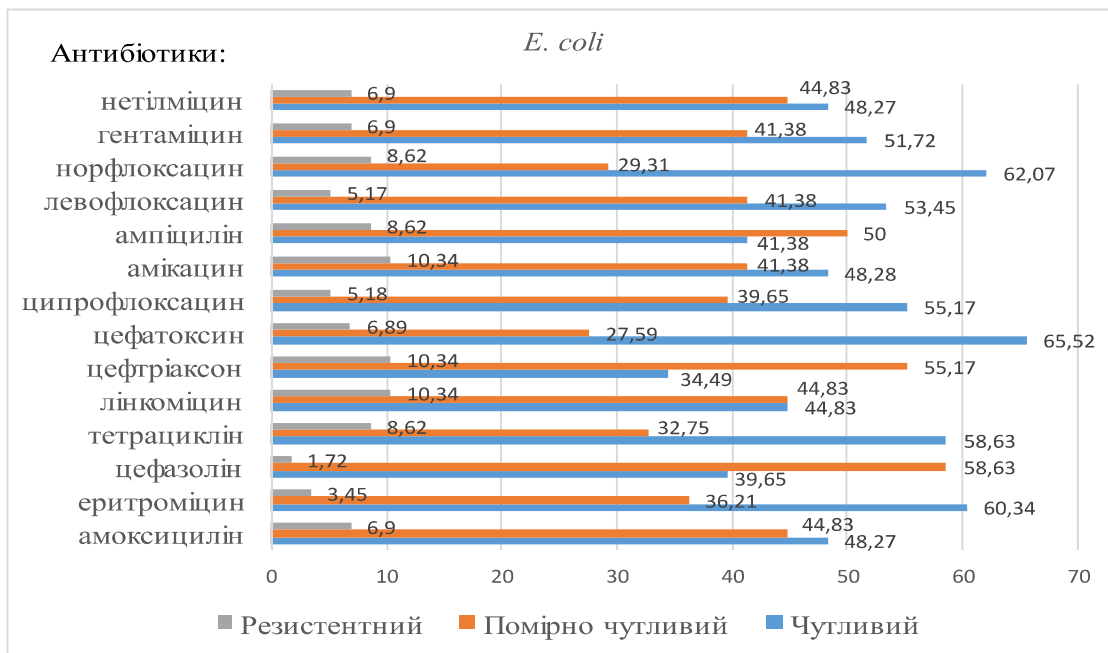


Рис. 3. Чутливість до антибіотиків ізолятів *E. coli*, виділених від собак, %.

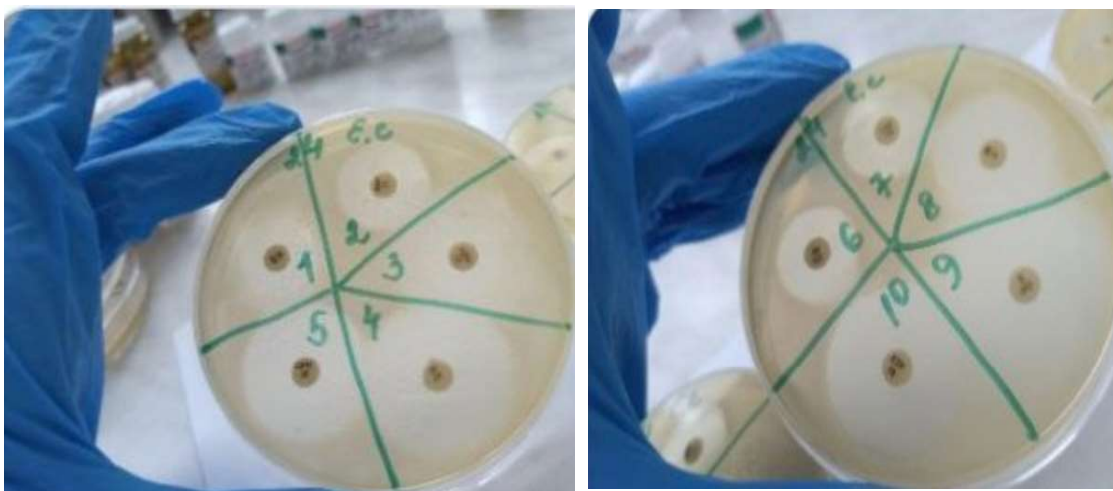


Рис. 4. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *E. coli*, виділеного від собаки.

Встановлено, що найвища резистентність *E. coli* була до амікацину, амоксициліну, еритроміцину що вірогідно ($p < 0,001$) вище у порівнянні із результатами показників резистентності до цефтріаксону, цефатоксину. Зазначимо, резистентними виявилися ізоляти до лінкоміцину (10,34 %), цефтріаксону (10,34 %), тетрацикліну (8,62 %) та норфлоксацину (8,62 %).

За результатами досліджень чутливості *Staphylococcus epidermidis* ($n=58$) до антибіотиків (рис. 5), встановлено резистентність до: амоксициліну (25 мкг) 10,35 %, що становить в середньому $11,0 \pm 0,23$ мм; еритроміцину (15 мкг) 6,90 % – $9,0 \pm 0,11$ мм; цефазоліну (30 мкг) 5,17 % – $11,0 \pm 0,62$ мм; тетрацикліну (30 мкг) 10,35 % – $12,0 \pm 0,42$ мм; лінкоміцину (15 мкг) 1,72 % – $9,0 \pm 0,11$ мм; цефтріаксону (30 мкг) 3,45 % – $11,0 \pm 0,99$ мм; цефатоксину (30 мкг) 5,17 % – $9,0 \pm 0,11$ мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 12,07 % – $10,0 \pm 0,43$ мм; ампіциліну (2 мкг), 6,90 % – $9,0 \pm 0,44$ мм; гентаміцину (10 мкг) 5,17 % – $8,0 \pm 0,34$ мм.

Чутливими виділені ізоляти *Staphylococcus epidermidis* були до: амоксициліну (2 мкг) 41,38 % – $30,0 \pm 0,61$ мм; еритроміцину (15 мкг) 62,07 % – $30,0 \pm 0,66$ мм; цефазоліну (30 мкг) 65,52 % – $30,0 \pm 0,26$ мм; тетрацикліну (30 мкг) 46,55 % – $31,0 \pm 0,74$ мм; лінкоміцину (15 мкг) 62,07 % – $34,0 \pm 0,59$ мм; цефтріаксону (30 мкг) 41,38 % – $30,0 \pm 0,68$ мм; цефатоксину (30 мкг) 53,45 % – $33,0 \pm 0,79$ мм; ципрофлокса-

цину (5 мкг) 32,76 % – $30,0 \pm 0,43$ мм; амікацину (30 мкг) 62,07 % – $30,0 \pm 0,57$ мм; ампіциліну (2 мкг) 72,41 % – $35,0 \pm 0,52$ мм; левофлоксацину (5 мкг) 100 % – $30,0 \pm 0,37$ мм; норфлоксацину (10 мкг) 87,93 % – $30,0 \pm 0,95$ мм; гентаміцину (10 мкг) 79,31 % – $30,0 \pm 0,87$ мм; нетілміцину (10 мкг) 100 % – $30 \pm 0,67$ мм (рис. 6).

Результати досліджень свідчать, що найвища резистентність спостерігалась до гентаміцину, еритроміцину, лінкоміцину, цефатоксину, ампіциліну, що вірогідно ($p < 0,001$) вище у порівнянні із отриманими даними резистентності до тетрацикліну, ципрофлоксацину, цефтріаксону.

Отже, встановлено резистентність ізолятів до ципрофлоксацину (12,07 %), амоксициліну (10,35 %) та тетрацикліну (10,35 %).

За результатами досліджень чутливості у *Pseudomonas spp.* (рис. 7) ($n=26$) до антибіотиків встановлено резистентність ($n=19$) до: амоксициліну (25 мкг) 7,69 % що становить в середньому $10,0 \pm 0,28$ мм; еритроміцину (15 мкг) 15,38 % – $10,0 \pm 0,14$ мм; тетрацикліну (30 мкг) 15,38 % – $11,0 \pm 0,34$ мм; цефатоксину (5 мкг) 3,85 % – $8,0 \pm 0,22$ мм; цефтріаксону (30 мкг) 11,54 % – $11,0 \pm 0,59$ мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 3,85 % – $9,0 \pm 0,82$ мм; ампіциліну (10 мкг) 7,69 % – $11,0 \pm 0,11$ мм; норфлоксацину (10 мкг) 23,08 % – $9,0 \pm 0,65$ мм; нетілміцину (10 мкг) 6,90 % – $11 \pm 0,21$ мм; левофлоксацину (5 мкг) 5,17 % – $11,0 \pm 0,19$ мм.



Рис. 5. Чутливість до антибіотиків ізолятів *Staphylococcus epidermidis*, виділених від собак, %.

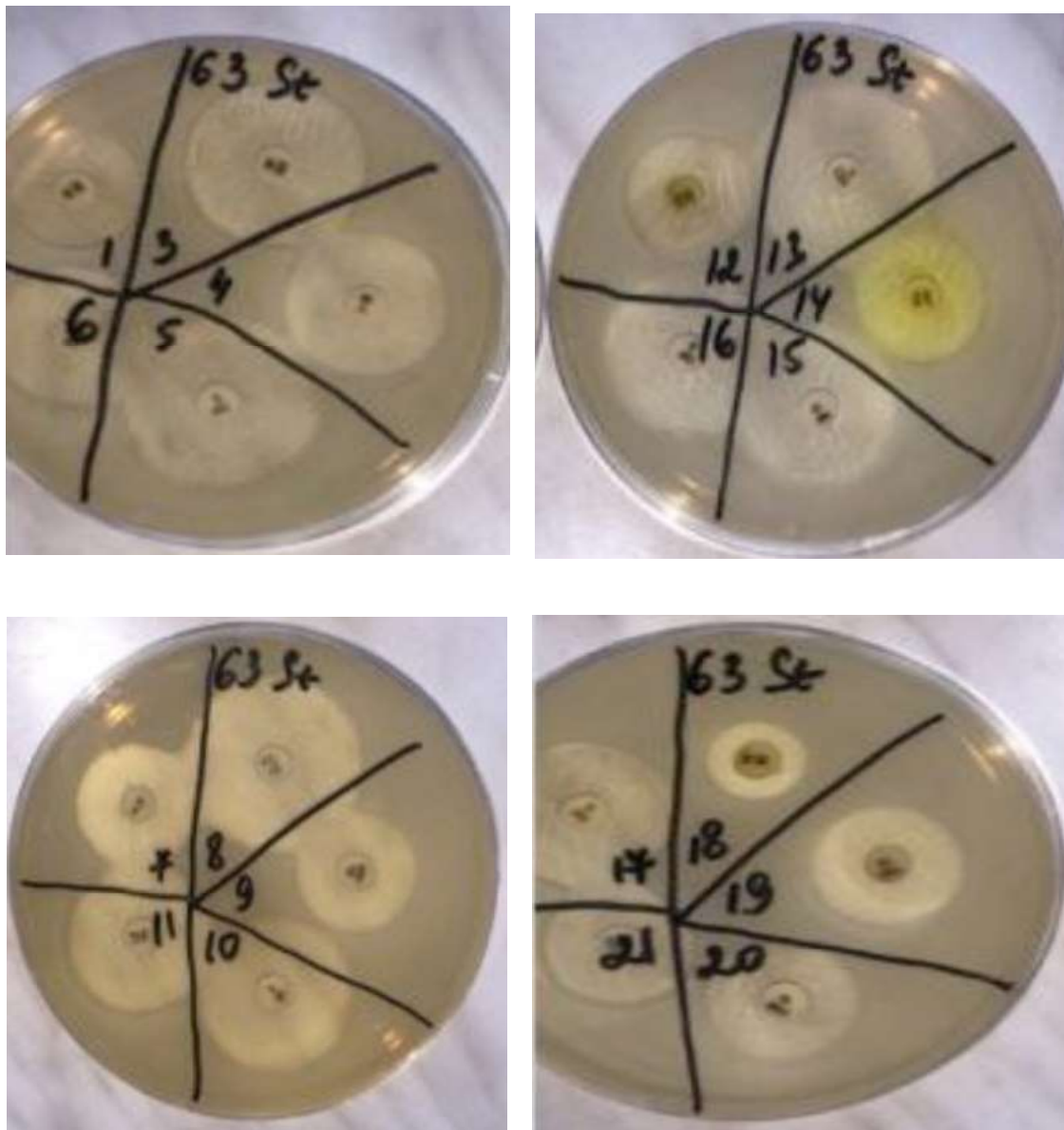


Рис. 6. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *Staphylococcus epidermidis*, виділеного від собаки.

Отже, чутливими виділені нами ізоляти були (рис. 8) до: амоксициліну (25 мкг) 69,23 % – 31,0±0,19 мм; еритроміцину (15 мкг) 73,08 % – 30,0±0,38 мм; цефазоліну (30 мкг) 100 % – 30,0±0,37 мм; тетрацикліну (30 мкг) 42,31 % – 30,0±0,64 мм; лінкоміцину (15 мкг) 80,77 % – 36,0±0,56 мм; цефтріаксону (30 мкг) 50,00 % – 30,0±0,57 мм; цефатоксину (30 мкг) 61,54 % – 30,0±0,78 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 42,31 % – 33,0±0,57 мм; амікацину (30 мкг) 100 % – 33,0±0,82 мм; ампіциліну (10 мкг) 57,69 % – 33,0±0,78 мм; левофлоксацину (5 мкг) 53,85 % – 33,0±0,57 мм; норфлоксацину (10 мкг) 46,15 % – 30,0±0,48 мм;

гентаміцину (10 мкг) 69,23 % – 30,0±0,57 мм; нетілміцину (10 мкг) 100 % – 30,0±0,41 мм.

Встановлено найвищу резистентність виділених ізолятів до цефатоксину, ципрофлоксацину, норфлоксацину що вірогідно вище ($p < 0,001$) у порівнянні із левофлоксацином, ампіциліном, цефтріаксоном, тетрацикліном.

Зокрема, резистентними виявилися ізоляти до норфлоксацину (23,08 %), еритроміцину (15,38 %), тетрацикліну (15,38 %) та левофлоксацину (15,38 %).

Під час досліджень у виділених ізолятах *Staphylococcus aureus* від котів встановили стійкість до різних антибіотиків (рис. 9).



Рис. 7. Чутливість до антибіотиків *Pseudomonas spp.*, виділених від собак, %.

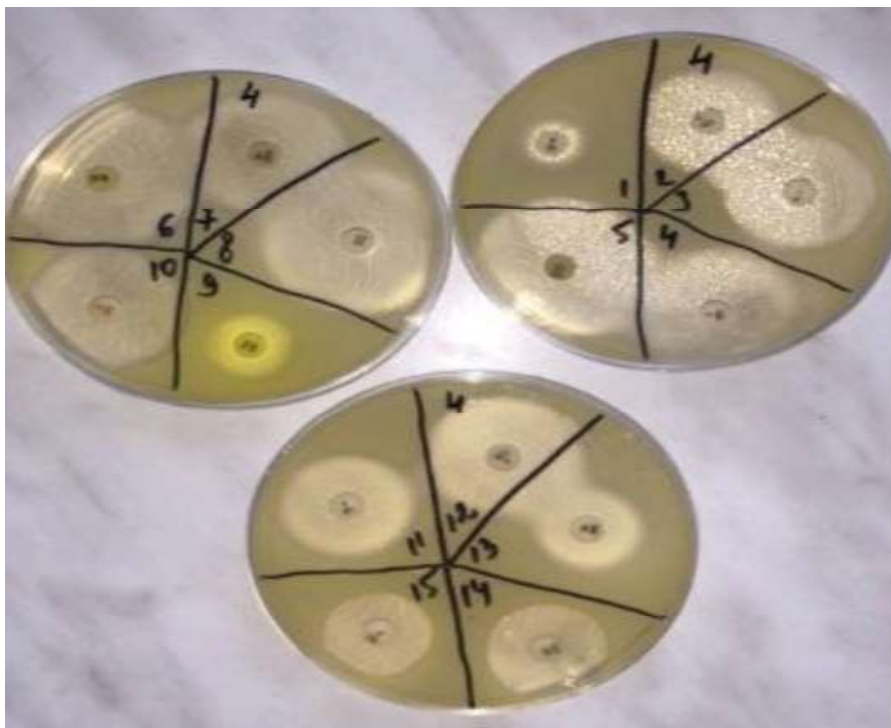


Рис. 8. Результати чутливості до антибіотиків ізоляту *Pseudomonas aeruginosa* № 4, виділеного від собаки.



Рис. 9. Чутливість до антибіотиків ізолятів *Staphylococcus aureus*, виділених від котів, %.

За аналізу результатів досліджень чутливості ізолятів *Staphylococcus aureus* (n=66) до антибіотиків встановлено їх резистентність до: амоксициліну (25 мкг) 16,67 %, що становить в середньому 11,0±0,26 мм; тетрацикліну (30 мкг) 9,10 % – 12,0±0,31 мм; лінкоміцину (15 мкг) 4,54 % – 13,0±0,58 мм; гентаміцину (10 мкг) 1,52 % – 14,0±0,51 мм; еритроміцину (15 мкг) 3,04 % – 10,0±0,45 мм; цефазоліну (30 мкг) 1,51 % – 10,0±0,11 мм; цефтріаксону (30 мкг) 9,10 % – 12,0±0,56 мм; амікацину (30 мкг) 7,58 % – 12,0±0,17 мм; ампіциліну (2 мкг) 6,06 % – 11,0±0,46 мм (рис. 10).

Виділені ізоляти були чутливими до: амоксициліну (2 мкг) 36,36 % – 31,0±0,27 мм; еритроміцину (15 мкг) 48,48 % – 33,0±0,42 мм; цефазоліну (30 мкг) 63,64 % – 33,0±0,23 мм; тетрацикліну (30 мкг) 57,57 % – 34,0±0,56 мм; лінкоміцину (15 мкг) 69,70 % – 30,0±0,67 мм; цефтріаксону (30 мкг) 54,55 % – 34,0±0,54 мм; цефатоксину (30 мкг) 66,67 % – 32,0±0,31 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 69,70 % – 30,0±0,76 мм; амікацину (30 мкг) 59,09 % – 31,0±0,43 мм; ампіциліну (2 мкг) 69,70 % – 30,0±0,21 мм; левофлоксацину (5 мкг) 96,97 % – 30,0±0,76 мм; норфлоксацину (10 мкг) 84,85 % – 30,0±0,16 мм; гентаміцину (10 мкг) 93,93 % – 30,0±0,67 мм; нетілміцину (10 мкг) 100 % – 30±0,43 мм.

За результатами досліджень встановлено резистентність до еритроміцину, цефазоліну та ампіциліну, що було вірогідно (p<0,001) вищим, у порівнянні з отриманими показниками до гентаміцину, лінкоміцину та тетрацикліну.

Отже, у 39 ізолятів встановлено резистентність до різних груп антибіотиків. Зокрема, найбільш резистентними виявилися ізоляти до амоксициліну (16,67 %), тетрацикліну (9,10 %) та цефтріаксону (9,10 %).

За визначення чутливості *Staphylococcus epidermitis* (n=68) до антибіотиків встановлено резистентність (рис. 11) до: амоксициліну (25 мкг) 20,58 %, що становить в середньому 10,0±0,21 мм; еритроміцину (15 мкг) 7,36 % – 8,0±0,28 мм; тетрацикліну (30 мкг) 2,95 % – 10,0±0,87 мм; лінкоміцину (15 мкг) 4,41 % – 12,0±0,39 мм; цефтріаксону (30 мкг) 2,95 % – 12,0±0,23 мм; амікацину (30 мкг) 5,88 % – 10,0±0,32 мм; норфлоксацину (10 мкг) 1,47 % – 11,0±0,16 мм; нетілміцину (10 мкг) 2,94 % – 10,0±0,21 мм.

Чутливими виділені ізоляти (рис. 12) були до: амоксициліну (25 мкг) 41,18 % – 30,0±0,12 мм; еритроміцину (15 мкг) 64,70 % – 34,0±0,51 мм; цефазоліну (30 мкг) 91,18 % – 31,0±0,56 мм; тетрацикліну (30 мкг) 85,29 % – 31,0±0,56 мм; лінкоміцину (15 мкг) 64,70 % –

32,0±0,43 мм; цефтріаксону (30 мкг) 61,76 % – 32,0±0,23 мм; цефатоксину (30 мкг) 82,35 % – 30,0±0,71 мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 100 % – 33,0±0,43 мм; амікацину (30 мкг) 70,59 % – 30±0,47 мм; ампіциліну (2 мкг)

86,76 % – 31,0±0,37 мм; левофлоксацину (5 мкг) 94,12 % – 32,0±0,54 мм; гентаміцину (10 мкг) 91,18 % – 32,0±0,32 мм; норфлоксацину (10 мкг) 55,88 % – 32,0±0,32 мм; нетіліміцину (10 мкг) 85,29 % – 32,0±0,27 мм.



Рис. 10. Визначення чутливості до антибіотиків у ізолятів *Staphylococcus aureus* (№ 54, № 55, № 58, № 78, № 93), виділених від котів.

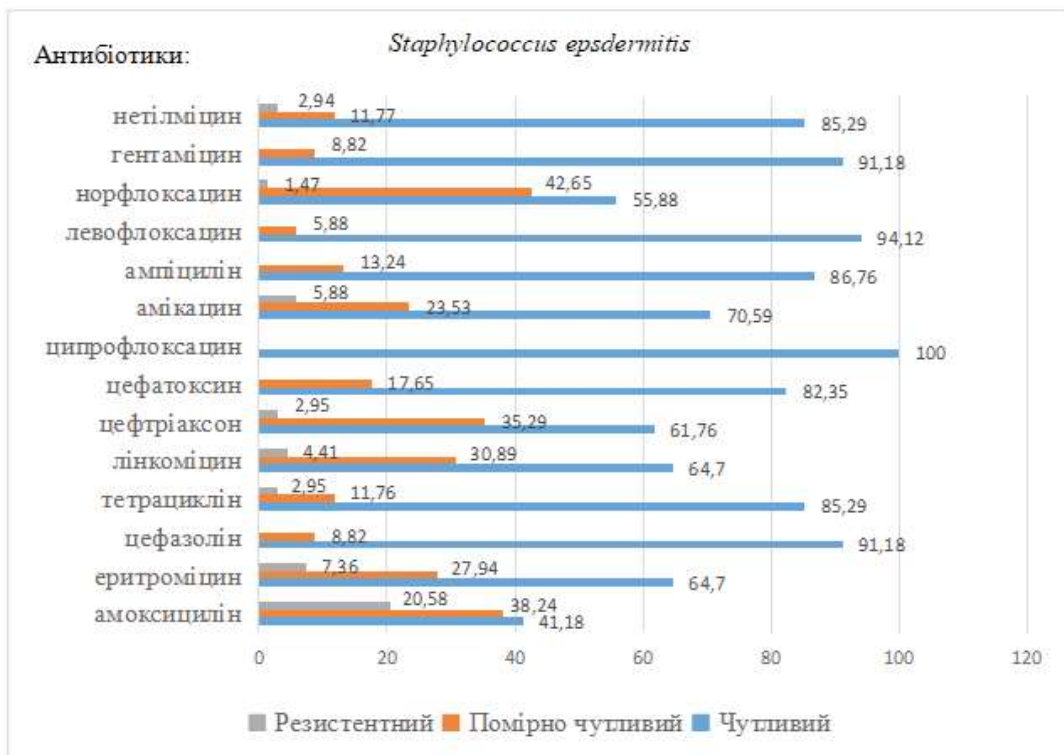


Рис. 11. Чутливість до антибіотиків культур *Staphylococcus epidermidis*, виділених від котів, %.

Найвищу резистентність було встановлено до еритроміцину – 7,36 %, амоксициліну – 20,58 %, тетрацикліну – 2,95 % та амікацину – 5,88 % що було вірогідно ($p < 0,001$) вище у порівнянні з отриманими результатами резистентності до лінкоміцину, цефтріаксону та норфлоксацину.

За результатами досліджень чутливості у ізолятів *E. coli* ($n=64$) щодо антибіотиків встановлено резистентність до: амоксициліну (25 мкг) 20,58 %, що становить в середньому $11,0 \pm 0,63$ мм; еритроміцину (15 мкг) 6,25 % – $11,0 \pm 0,13$ мм; цефазоліну (30 мкг) 9,37 % – $12,0 \pm 0,32$ мм; тетрацикліну (30 мкг) 3,12 % – $14,0 \pm 0,39$ мм; лінкоміцину (15 мкг) 1,56 % – $9,0 \pm 0,17$ мм; цефотаксину (5 мкг) 7,81 % – $11,0 \pm 0,64$ мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 10,94 % – $11,0 \pm 0,67$ мм; ампіциліну (10 мкг) 12,50 % – $10, \pm 0,12$ мм; левофлоксацину (5 мкг) 6,25 % – $12,0 \pm 0,56$ мм; норфлоксацину (10 мкг) 10,94 % – $11,0 \pm 0,62$ мм (рис. 13).

Виділені ізоляти були чутливі до: амоксициліну (25 мкг) 53,12 % – $30,0 \pm 0,67$ мм; еритроміцину (15 мкг) 43,77 % – $31,0 \pm 0,58$ мм; цефазоліну (30 мкг) 46,88 % – $36,0 \pm 0,86$ мм; тетрацикліну (30 мкг) 70,32 % – $33,0 \pm 0,59$ мм; лінкоміцину (15 мкг) 65,62 % – $34,0 \pm 0,68$ мм;

цефтріаксону (30 мкг) 46,87 % – $31,0 \pm 0,45$ мм; цефатоксину (30 мкг) 43,75 % – $29,0 \pm 0,85$ мм; ципрофлоксацину (5 мкг) 54,69 % – $30,0 \pm 0,18$ мм; амікацину (30 мкг) 67,19 % – $24,0 \pm 0,48$ мм; ампіциліну (10 мкг) 31,25 % – $30,0 \pm 0,45$ мм; левофлоксацину (5 мкг) 67,19 % – $31,0 \pm 0,65$ мм; норфлоксацину (10 мкг) 54,69 % – $30,0 \pm 0,45$ мм (рис. 14).

Встановлено найвищу резистентність ізолятів *E. coli* до лінкоміцину, ампіциліну, амоксициліну, еритроміцину що було вищим ($p < 0,001$) у порівнянні з отриманими результатами резистентності до тетрацикліну, цефазоліну та левофлоксацину. Зокрема, резистентними були ізоляти до ампіциліну (12,50 %), ципрофлоксацину (10,94 %) та норфлоксацину (10,94 %).

За результатами досліджень визначення чутливості *Micrococcus luteus* виділених від котів ($n=42$) до антибіотиків (рис. 15–16), встановлено резистентність ($n=12$) до: амоксициліну (25 мкг) 4,77 %, що становить в середньому $9,0 \pm 0,38$ мм; цефазоліну (30 мкг) 9,52 % – $9,0 \pm 0,11$ мм; тетрацикліну (30 мкг) 2,38 % – $9,0 \pm 0,38$ мм; цефатоксину (30 мкг) 4,77 % – $12,0 \pm 0,29$ мм; ампіциліну (10 мкг) 4,77 % – $8,0 \pm 0,39$ мм; нетілміцину 2,38 % – $11,0 \pm 0,28$ мм.

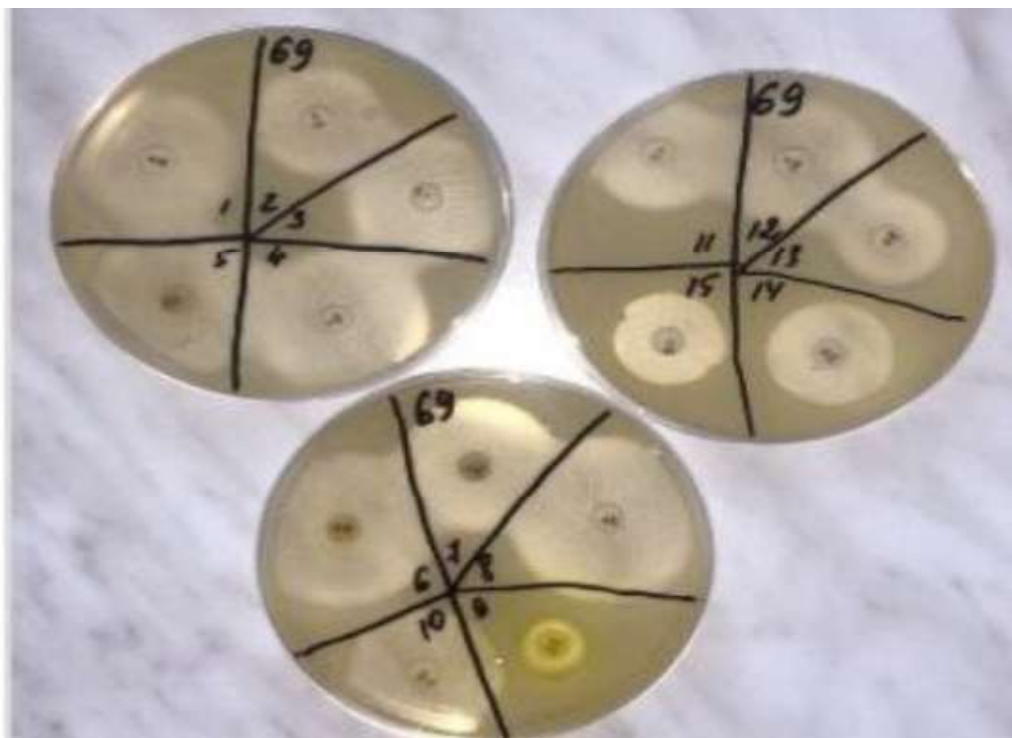


Рис. 12. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *Staphylococcus epidermidis* № 69, виділеного від kota.

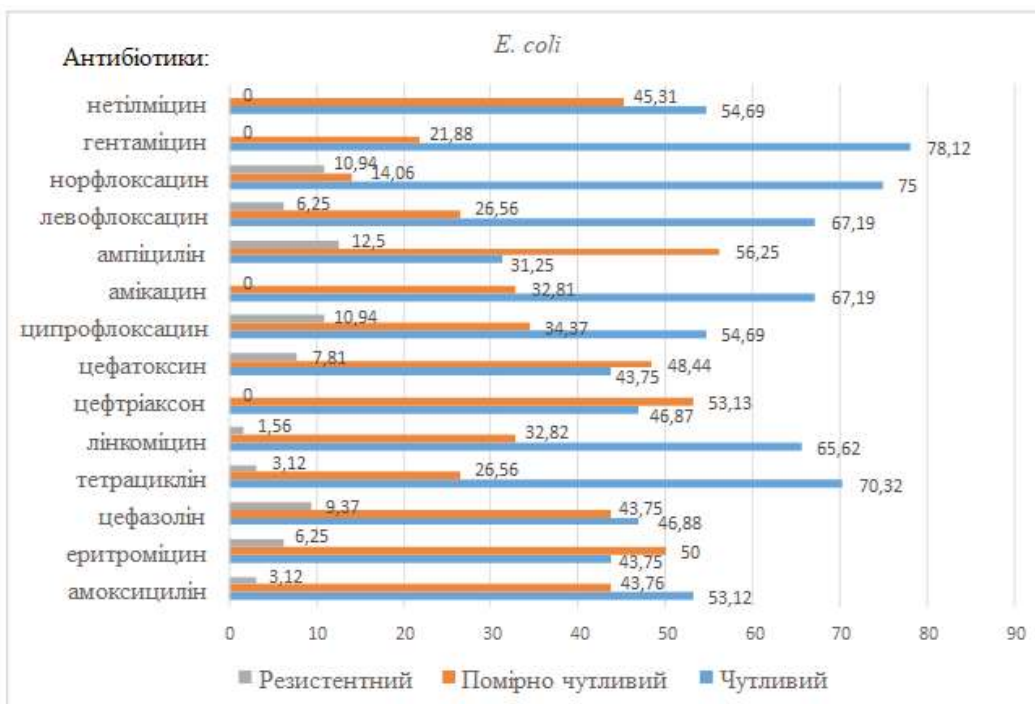


Рис. 13. Чутливість до антибіотиків ізолятів *E. coli*, виділених від котів, %.

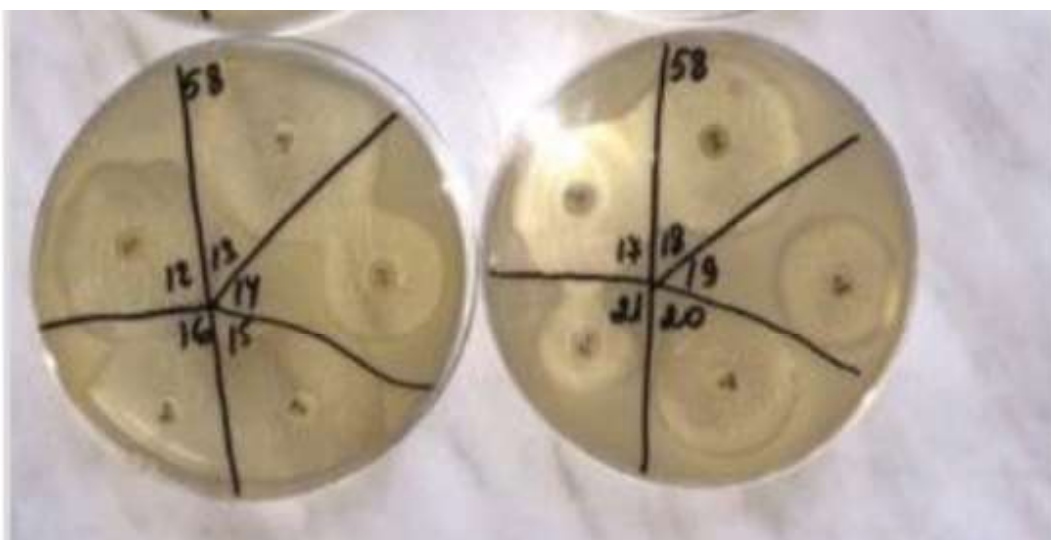


Рис. 14. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *E. coli* № 58, виділеного від kota.

Отже, чутливими виділені ізоляти були до: амоксициліну (25 мкг) 80,95 % – 34,0±0,67; еритроміцину (15 мкг) 42,86 % – 30,0±0,23 мм; цефазоліну (30 мкг) 47,62 % – 30,0±0,21 мм; тетрацикліну (30 мкг) 71,43 % – 30,0±0,84 мм; лінкоміцину (15 мкг) 26,19 % – 30,0±0,46 мм; цефтріаксону (30 мкг) 14,28 % – 30,0±0,58 мм; цефатоксину (30 мкг) 61,90 % – 31,0±0,74 мм; ципрофлораксацину (5 мкг) 50,0% – 29,0±0,51 мм; амікацину (30 мкг) 28,57 % – 30,0±0,67 мм;

ампіциліну (10 мкг) 54,76 % – 29,0±0,58 мм; левофлораксацину (5 мкг) 80,95 % – 30,0±0,38мм; норфлораксацину (10мкг) 73,81% – 30,0±0,69 мм; гентаміцину (10 мкг) 100 % – 30±0,51 мм; нетілміцину (10 мкг) 83,33 % – 29±0,49 мм. Зауважимо, виявлено резистентність до ампіциліну, амоксициліну, цефазоліну, тетрацикліну що було вірогідно (p<0,001) вищим у порівнянні з отриманими результатами резистентності до цефазоліну та нетілміцину.

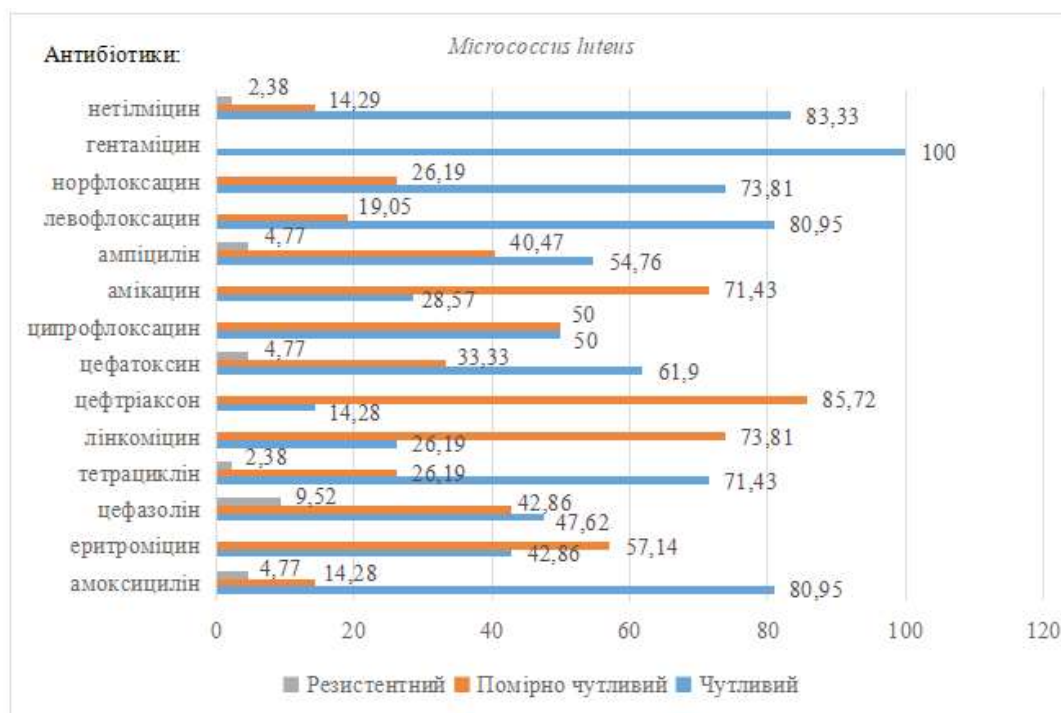


Рис. 15. Чутливість до антибіотиків ізолятів *Micrococcus luteus*, виділених від котів, %.



Рис. 16. Визначення чутливості до антибіотиків ізоляту *Micrococcus luteus* № 30, виділеного від кота.

Обговорення. Відкриття антибіотиків у минулому столітті вважається одним із найважливіших досягнень в історії медицини. Використання антибіотиків значно знизило захворюваність і смертність, пов'язану з бактеріальними інфекціями. Однак, неправильне використання антибіотиків призвело до появи стійкості із загрозовою швидкістю. Нині

стійкість до антибіотиків вважається головною проблемою охорони здоров'я.

Наразі поширеність стійких збудників коливається від 1 до 45 % і більше у Європі: Норвегії (0,9 %), Нідерландах (1,2 %), Швейцарії (4,4 %), Німеччині (7,6%), Франції (12,1%), Італії (34 %), Португалії (38 %) та Румунії (43 %) [22].

За даними авторів [23, 24], стійкість *Staphylococcus aureus* до метициліну опосередковується геном, який поширюється через горизонтальний метод передачі генів мобільного генетичного елемента, та набуває поширеності у світі. За результатами наших досліджень ізоляти *Staphylococcus aureus* також проявили стійкість до антибіотиків групи пеніцилінів.

Бактеріальні інфекції, спричинені *Escherichia coli*, є найпоширенішими типами інфекцій. Стійкість цієї групи бактерій до антибіотиків швидко зростає, що змушує лікарів вагатися за вибору антибіотиків для лікування. Автори [25] зазначають, що до групи антибіотиків фторхінолонів (в Японії та Австралії) сприйнятливі *E. Coli*, це становить приблизно 90 %, у США – коливається від 70 до 88 %, у Китаї – до 84 %. Країни Середньої та Північної Європи продемонстрували сприйнятливість до фторхінолонів – 80 % [26, 27], тимчасом інші європейські та деякі середземноморські регіони мають чутливість патогенів в середньому 60 %. За результатами наших досліджень, *E. coli* проявила стійкість до ципрофлоксацину (10,49 %), норфлоксацину (10,49 %) та левофлоксацину (6,25 %).

Занепокоєння також викликає *Pseudomonas aeruginosa*, оскільки лікування інфекцій, зумовлених цим мікроорганізмом, є значною проблемою через здатність її протистояти низці антибіотиків. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) проводить моніторинг чутливості до карбапенему у різних видів бактерій, для яких є нагальна потреба в розробці нових антибіотиків для лікування інфекцій, зокрема для *P. aeruginosa* [28]. Крім того, надмірне застосування антибіотиків під час лікування прискорює розвиток мультирезистентних штамів *P. aeruginosa*, що призводить до неефективності емпіричної антибіотикотерапії від цього мікроорганізму. Зазначимо, що під час наших досліджень стійких штамів *P. aeruginosa* до карбапенему не було виявлено.

Слід зазначити, навіть якщо нові антибіотики і з'являться на ринку, розвиток резистентності мікроорганізмів до цих антибіотиків почнеться негайно. У зв'язку з цим, впровадження програм управління антибіотиками має вирішальне значення для мінімізації ймовірності вибору стійкої резистентності. Ці програми мають ґрунтуватися на таких принципах: 1) антибіотики слід використовувати за ознак бактеріальної інфекції, щоб звести до мінімуму вплив антибіотиків на пацієнтів; 2) не слід призначати антибіотик

якщо немає чинника ризику; 3) використання відповідних доз антибіотиків, а не низьких доз, для потенційного зменшення утворення мутантів; 4) використання антибіотиків впродовж відповідного терміну для зменшення рецидивів.

Загрозу розвитку антибіотикорезистентні становлять мікроорганізми, які виділяються від людей і тварин, тому необхідно постійно проводити моніторинг та досліджувати у виділених ізолятів чутливість до антибіотиків різних груп.

Висновки. Виявлено від собак і котів резистентні до антибіотиків мікроорганізми: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *E. coli* та *Pseudomonas aeruginosa*. Крім того, у котів резистентними були також ізоляти *Micrococcus luteus*.

Впродовж досліджуваного періоду 2020–2023 рр. нами встановлено, що *Staphylococcus aureus*, виділений від котів, проявив найвищу резистентність до еритроміцину, лінкоміцину що вірогідно вищим було ($p < 0,001$) у порівнянні із отриманими показниками резистентності до тетрацикліну, цефтріаксону. *Staphylococcus epidermidis* найвищу резистентність мав до еритроміцину – 7,36 %, амоксициліну – 20,58 %, тетрацикліну – 2,95 % та амікацину – 5,88 % що було вірогідно вищим ($p < 0,001$) у порівнянні з отриманими результатами резистентності до лінкоміцину, цефтріаксону та норфлоксацину. Встановлено найвищу резистентність у ізолятів *E. coli* до лінкоміцину, ампіциліну, амоксициліну, еритроміцину що було вірогідно вищим ($p < 0,001$) у порівнянні з отриманими результатами резистентності до тетрацикліну, цефазоліну та левофлоксацину. *Micrococcus luteus*, виділений від котів, був резистентний до ампіциліну, амоксициліну, цефазоліну, тетрацикліну, що вірогідно ($p < 0,001$) вище, у порівнянні з отриманими результатами резистентності до цефазоліну та нетілміцину.

Staphylococcus aureus, виділений від собак, мав найвищу резистентність до еритроміцину, лінкоміцину що вірогідно вищим ($p < 0,001$) у порівнянні із отриманими показниками резистентності до тетрацикліну, цефтріаксону. У *Staphylococcus epidermidis*, виділених від собак, встановлено резистентність до ципрофлоксацину (12,07 %), амоксициліну (10,35 %) та тетрацикліну (10,35 %). Найвища резистентність спостерігалась до амікацину, амоксициліну, еритроміцину що вірогідно вище ($p < 0,001$) у порівнянні із результатами показників резистентності до цефтріаксону, цефатоксину. Зазначимо,

резистентними виявилися ізоляти *E. coli*, виділені від собак, до лінкоміцину (10,34 %), цефтріаксону (10,34 %), тетрацикліну (8,62 %) та норфлораксину (8,62 %). Встановлено найвищу резистентність виділених ізолятів *Pseudomonas aeruginosa* виділених від собак, до цефатоксину, ципрофлоксацину, норфлораксину що вірогідно вище ($p < 0,001$) у порівнянні із левофлоксацином, ампіциліном, цефтріаксоном, тетрацикліном.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження проводили на базі кафедри мікробіології та вірусології 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». Проект виконання представлених досліджень схвалено Етичним комітетом БНАУ.

Конфлікт інтересів. Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в представленій роботі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Tillotson G.S., Zinner S.H. Burden of antimicrobial resistance in an era of decreasing susceptibility. *Expert. Rev. Anti. Infect. Ther.* 2017. Vol. 15. No 10. P. 663–676. DOI:10.1080/14787210.2017.1337508.
2. EUCAST. Щодо визначення механізмів резистентності та специфічної резистентності, що має клінічне та/або епідеміологічне значення назва, організація. 2013. URL:www.eucast.org.
3. Kim B.K., Hwang H.C., Wang S.H., Choi S.R. Characterization of *mcr-1*-harboring plasmids from pan drug-resistant *Escherichia coli* strains isolated from retail raw chicken in South Korea. *Microorganisms.* 2019. Vol. 7. No 9. P. 344–355. DOI:10.3390/microorganisms7090344.
4. Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* Foodborne Pathog / V.J. Velasco et al. *Clinical microbiology reviews.* 2018. Vol. 2. No 15. P. 262–268. DOI:10.1089/fpd.2017.2381.
5. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other *Staphylococcus* species in raw meat samples intended for human consumption in Benin City, Nigeria: implications for public health / E.O. Igbinsosa et al. *Environ Res Public Health.* 2016. Vol. 8. No 13. 949 p. DOI:10.3390/ijerph13100949.
6. Bourne J.A., Chong W.L., Gordon D.M. Genetic Structure, Antimicrobial Resistance and Frequency of Human Associated *Escherichia coli* Sequence Types among Faecal Isolates from Healthy Dogs and Cats Living in Canberra, Australia. *PLoS ONE.* 2019. Vol. 2. No 14. P. 276–312. DOI:10.1371/journal.pone.0212867.
7. Development and Transmission of Antimicrobial Resistance among Gram-Negative Bacteria in Animals and Their Public Health Impact / S.O. Mukerji et al. *Essays Biochem.* 2017. Vol. 9. No 61. P. 23–35. DOI:10.1042/ebc20160055.
8. Hata A.O., Fujitani N.C., Yoshikawa Y.B. Surveillance of Antimicrobial-Resistant *Escherichia coli* in Sheltered Dogs in the Kanto Region of Japan. *Sci. Rep.* 2022. Vol. 6. No 12. 773 p. DOI:41598-021-04435-w.
9. Akhtardanesh B.H., Ghanbarpour R.R., Ganjalikhani S.P., Gazanfari P.A. Determination of Antibiotic Resistance Genes in Relation to Phylogenetic Background in *Escherichia coli* Isolates from Fecal Samples of Healthy Pet Cats in Kerman City. *Vet. Res. Forum Int. Q.* 2016. Vol. 2. No 5. P. 301–308.
10. Carriage of Antimicrobial Resistant *Escherichia coli* in Dogs: Prevalence, Associated Risk Factors and Molecular Characteristics / A.L. Wedley et al. *Vet. Microbiol.* 2017. Vol. 8. No 199. P. 23–30. DOI:10.1016/j.vetmic.2016.11.017.
11. Risk factors for nasal colonization by methicillin-resistant staphylococci in healthy humans in professional daily contact with companion animals in Portugal / A.C. Rodrigues et al. *Microb Drug Resist.* 2018. Vol. 24. No 4. P. 434–46. DOI:10.1089/mdr.2017.0063.
12. Clonally diverse methicillin and multidrug resistant coagulase negative staphylococci are ubiquitous and pose transfer ability between pets and their owners / E.O. Gómez-Sanz et al. *Front Microbiol.* 2019. Vol. 6. No 10. 56 p. DOI:10.3389/fmicb.2019.00485.
13. Maali Y.D., Badiou C.T., Martins-Simões P.B., Hodille E.B. Understanding the virulence of staphylococcus pseudintermedius: a major role of pore-forming toxins. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2018. Vol. 8. No 1. 221 p. DOI:10.3389/fcimb.2018.00221.
14. Corrà M.L., Skarin J.T., Börjesson S.D., Rota A.P. Occurrence and characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in successive parturitions of bitches and their puppies in two kennels in Italy. *BMC Vet Res.* 2018. Vol. 14. No 1. 308 p. DOI:10.1186/s12917-018-1612-z.
15. The trend of resistance to antibiotics for ocular infection of *Staphylococcus aureus*, coagulase-negative staphylococci, and *Corynebacterium* compared with 10-years previous: a retrospective observational study / H.G. Deguchi et al. *PLoS One.* 2018. Vol. 13. No 9. 175 p. DOI:10.1371/journal.pone.0203705.
16. Abdel-Moein K.A., Zaher H.M. The nasal carriage of coagulase-negative staphylococci among animals and its public health implication. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2020. Vol. 29. No 12. P. 897–902. DOI:10.1089/vbz.2020.2656.
17. 2017. Detection of SGII/PGLI elements and resistance to extended-spectrum cephalosporins in Proteae of animal origin in France / E.D. Schultz et al. *Front. Microbiol.* Vol. 8. No 32. P. 56–62. DOI:10.3389/fmicb.2017.00032.

18. NusG-Dependent RNA polymerase pausing and tylosin-dependent ribosome stalling are required for tylosin resistance by inducing 23S rRNA methylation in *Bacillus subtilis* / H.A. Yakhnin et al. *mBio*. 2019. Vol. 10. No 16. P. 19–22. DOI:10.1128/mbio.02665-19.
19. Салманов А.Г. Боротьба з антимікробною резистентністю: план дій України. Практика управління закладом охорони здоров'я. 2019. №11. С. 37–54.
20. МEB. Визначення антибіотикорезистентності. 2019. 21 с. URL:<https://www.who.int/ukraine/uk/publications/9789241516822>.
21. EUCAST. European committee on antimicrobial susceptibility testing. SOP, 2021. 34 p.
22. Hassoun A.O., Linden P.K., Friedman B.D. Incidence, prevalence, and management of MRSA bacteremia across patient populations a review of recent developments in MRSA management and treatment. *Crit Care*. 2017. Vol. 17. No 21. 211 p. DOI:10.1186/s13054-017-1801-3.
23. ECDC *Surveillance* of antimicrobial resistance in Europe 2018, Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control. 2019. URL:<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-resistance-europe-2018>.
24. FOPH Swiss Antibiotic Resistance Report. Usage of Antibiotics and Occurrence of Antibiotic Resistance in Bacteria from Humans and Animals in Switzerland. 2018. URL:https://www.academia.edu/87287533/Swiss_antibiotic_resistance_report_2018_Usage_of_antibiotics_and_occurrence_of_antibiotic_resistance_in_bacteria_from_humans_and_animals_in_Switzerland.
25. Analysis of the spectrum and antibiotic resistance of uropathogens in outpatients at a tertiary hospital / B.K. Yang et al. *Journal of Chemotherapy*. 2018. Vol. 30. No 3. P. 145–149. DOI:10.1080/1120009X.2017.1418646.
26. Antimicrobial resistance in community-acquired urinary tract infections in Paris in 2015 / D.M. Chervet et al. *Médecine et Maladies Infectieuses*. 2017. Vol. 48. No 3. P. 188–192. DOI:10.1016/j.medmal.2017.09.013.
27. Seitz M.K., Stief C.Y., Waidelich R.H. Local epidemiology and resistance profiles in acute uncomplicated cystitis (AUC) in women: A prospective cohort study in an urban urological ambulatory setting. *BMC Infectious Diseases*. 2017. Vol. 17. No 7. URL:<https://bmcinfectedis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-017-2789-7>.
28. Theuretzbacher Global priority list of antibiotic-resistant bacteria to guide research, discovery, and development of new antibiotics / N.K. Tacconelli et al. World Health Organization. 2017. Vol. 4. No 8. P. 1–7. DOI:10.1016/s1473-3099(17)30753-3.
29. EUCAST. (2013). Shchodo vyznachennia mekhanizmiv rezystentnosti ta spetsyfichnoi rezystentnosti, shcho maie klinichne ta/abo epidemiolohichne znachennianazva, orhanizatsiia rik [EUCAST. Regarding the identification of resistance mechanisms and specific resistance of clinical and/or epidemiological significance name, organization]. Available at:www.eucast.org. (in Ukrainian).
30. Kim, B.K., Hwang, H.C., Wang, S.H., Choi, S.R. (2019). Characterization of mcr-1-harboring plasmids from pan drug-resistant *Escherichia coli* strains isolated from retail raw chicken in South Korea. *Microorganisms*, Vol. 7, no. 9, pp. 344–355. DOI:10.3390/microorganisms7090344.
31. Velasco, V.J., Vergara, L.A., Bonilla, M., Muñoz A.M., Vallejos, D.H. (2018). Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* Foodborne Pathog. *Clinical microbiology reviews*. Vol. 2, no. 15, pp. 262–268. DOI:10.1089/fpd.2017.2381.
32. Igbinosa, E.O., Beshiru, A.D., Akporehe, L.U., Oviasogie, F.E., Igbinosa, O. O. (2016). Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other *Staphylococcus* species in raw meat samples intended for human consumption in Benin City, Nigeria: implications for public health, *Environ Res Public Health*. Vol. 8, no. 13, 949 p. DOI:10.3390/ijerph13100949.
33. Bourne, J.A., Chong, W.L., Gordon, D.M. (2019). Genetic Structure, Antimicrobial Resistance and Frequency of Human Associated *Escherichia coli* Sequence Types among Faecal Isolates from Healthy Dogs and Cats Living in Canberra, Australia. *PLoS ONE*, Vol. 2, no. 14, pp. 276–312. DOI:10.1371/journal.pone.0212867.
34. Mukerji, S.O., Dea, M.F., Barton, M.S., Kirkwood, R.Y., Lee, T.W., Abraham, S.R. (2017). Development and Transmission of Antimicrobial Resistance among Gram-Negative Bacteria in Animals and Their Public Health Impact. *Essays Biochem*. Vol. 9, no. 61, pp. 23–35. DOI:10.1042/ebc20160055.
35. Hata, A.O., Fujitani, N.S., Yoshikawa, Y.V. (2022). Surveillance of Antimicrobial-Resistant *Escherichia coli* in Sheltered Dogs in the Kanto Region of Japan. *Sci. Rep.*, Vol. 6, no. 12. 773 p. DOI:10.1038/s41598-021-04435-w.
36. Akhtardanesh, B.H., Ghanbarpour, R.R., Ganjalikhani, S.P., Gazanfari, P.A. (2016). Determination of Antibiotic Resistance Genes in Relation to Phylogenetic Background in *Escherichia coli* Isolates from Fecal Samples of Healthy Pet Cats in Kerman City. *Vet. Res. Forum Int. Q*. Vol. 2, no. 5, pp. 301–308.
37. Wedley, A.L., Dawson, S.T., Coyne, K.P., Pinchbeck, G.L., Clegg, P.Y., Nuttall, T.O., Williams, N.J. (2017). Carriage of Antimicrobial Resistant *Escherichia coli* in Dogs: Prevalence, Associated Risk Factors and Molecular Characteristics. *Vet. Microbiol*. Vol. 8, no. 199, pp. 23–30. DOI:10.1016/j.vetmic.2016.11.017.
38. Rodrigues, A.C., Belas, A.G., Marques, C.S., Cruz, L.U., Gama, L.T, Pomba. (2018). Risk factors for nasal colonization by methicillin-resistant staphylococci in healthy humans in professional daily contact with companion animals in Portugal. *Microb*

REFERENCES

1. Tillotson, G. S., Zinner, S. H. (2017). Burden of antimicrobial resistance in an era of decreasing susceptibility. *Expert. Rev. Anti. Infect. Ther*. Vol. 15, no. 10, pp. 663–676. DOI:10.1080/14787210.2017.1337508.

Drug Resist. Vol. 24, no. 4, pp. 434–46. DOI:10.1089/mdr.2017.0063.

12. Gómez-Sanz, E.O., Ceballos, S.X., Ruiz-Ripa, L.K., Zarazaga, M.V., Torres, C.L. (2019). Clonally diverse methicillin and multidrug resistant coagulase negative staphylococci are ubiquitous and pose transfer ability between pets and their owners. *Front Microbiol.* Vol. 6, no. 10, 56 p. DOI:10.3389/fmicb.2019.00485.

13. Maali, Y.D., Badiou, C.T., Martins-Simões, P.B., Hodille, E.B. (2018). Understanding the virulence of staphylococcus pseudintermedius: a major role of pore-forming toxins. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* Vol. 8, no. 1, 221 p. DOI:10.3389/fcimb.2018.00221.

14. Corró, M.L., Skarin, J.T., Börjesson, S.D., Rota, A.P. (2018). Occurrence and characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in successive parturitions of bitches and their puppies in two kennels in Italy. *BMC Vet Res.* Vol. 14, no. 1, 308 p. DOI:10.1186/s12917-018-1612-z.

15. Deguchi, H.G., Kitazawa, K.W., Kayukawa, K.B., Kondoh, E.X., Fukumoto, A.K., Yamasaki, T.S. (2018). The trend of resistance to antibiotics for ocular infection of *Staphylococcus aureus*, coagulase-negative staphylococci, and *Corynebacterium* compared with 10-years previous: a retrospective observational study. *PLoS One.*, Vol. 13, no. 9, 175 p. DOI:10.1371/journal.pone.0203705.

16. Abdel-Moein, K.A., Zaher, H.M. (2020). The nasal carriage of coagulase-negative staphylococci among animals and its public health implication. *Vector Borne Zoonotic Dis.* Vol. 29, no. 12, pp. 897–902. DOI:10.1089/vbz.2020.2656.

17. Schultz, E.D., Cloeckeaert, A.M., Doublet, B.L., Madec, J.-Y., Haenni, M.D. (2017). Detection of SGI1/PGI1 elements and resistance to extended-spectrum cephalosporins in *Proteae* of animal origin in France. *Front. Microbiol.* Vol. 8, no. 32, pp. 56–62. DOI:10.3389/fmicb.2017.00032.

18. Yakhnin, H.A., Yakhnin, A.V., Mouery, B.L., Mandell, Z.F., Karbasiafshar, C.G., Kashlev, M.X., Babitzke, P.E. (2019). NusG-Dependent RNA polymerase pausing and tylosin-dependent ribosome stalling are required for tylosin resistance by inducing 23S rRNA methylation in *Bacillus subtilis*. *mBio.* Vol. 10, no. 16, pp. 19–22. DOI:10.1128/mbio.02665-19.

19. Salmanov, A.H. (2019). Borotba z antimikrobnou rezystentnistiu: plan dii Ukrainy [Combating Antimicrobial Resistance: Ukraine's Action Plan]. *Praktyka upravlinnia zakladom okhorony zdorovia [Healthcare Facility Management Practices]*. no. 11, pp. 37–54. (in Ukrainian).

20. MEB. (2019). Vyznachennia antybiotyko-rezystentnosti [OIE: Determination of antibiotic resistance]. 21 p. Available at: <https://www.who.int/ukraine/uk/publications/9789241516822>. (in Ukrainian).

21. EUCAST. (2021). European committee on antimicrobial susceptibility testing. SOP, 34 p.

22. Hassoun, A.O., Linden, P.K., Friedman, B.D. (2017). Incidence, prevalence, and management of MRSA bacteremia across patient populations-a

review of recent developments in MRSA management and treatment. *Crit Care.* Vol. 17, no. 21, 211 p. DOI:10.1186/s13054-017-1801-3.

23. ECDC Surveillance of antimicrobial resistance in Europe 2018, Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control. 2019. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/surveillance-antimicrobial-resistance-europe-2018>.

24. FOPH Swiss Antibiotic Resistance Report. Usage of Antibiotics and Occurrence of Antibiotic Resistance in Bacteria from Humans and Animals in Switzerland. 2018. Available at: https://www.academia.edu/87287533/Swiss_antibiotic_resistance_report_2018_Usage_of_antibiotics_and_occurrence_of_antibiotic_resistance_in_bacteria_from_humans_and_animals_in_Switzerland.

25. Yang, B.K., Yang, F.L., Wang, S.G., Wang, Q.J., Liu, Z.H., Feng, W.V., Sun, F.N., Xia, P.M. (2018). Analysis of the spectrum and antibiotic resistance of uropathogens in outpatients at a tertiary hospital. *Journal of Chemotherapy*, Vol. 30, no. 3, pp. 145–149. DOI:10.1080/1120009X.2017.1418646.

26. Chervet, D.M., Lortholary, O.V., Zahar, J.R., Dufougeray, A.D., Pilmis, B.S., Partouche, H.H. (2017). Antimicrobial resistance in community-acquired urinary tract infections in Paris in 2015. *Médecine et Maladies Infectieuses.* Vol. 48, no. 3, pp. 188–192. DOI:10.1016/j.medmal.2017.09.013.

27. Seitz, M.K., Stief, C.Y., Waidelich, R.H. (2017). Local epidemiology and resistance profiles in acute uncomplicated cystitis (AUC) in women: A prospective cohort study in an urban urological ambulatory setting. *BMC Infectious Diseases.* Vol. 17, no. 7. Available at: <https://bmcinfectedis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-017-2789-7>.

28. Tacconelli, N.K., Magrini, Y.D., Carmeli, S.I., Harbarth, G.V., Kahlmeter, J.F., Kluytmans, M.X., Mendelson, C.E., Pulcini, N.A., Singh, U.M. (2017). Theuretzbacher Global priority list of antibiotic-resistant bacteria to guide research, discovery, and development of new antibiotics. *World Health Organization.* Vol. 4, no. 8, pp. 1–7. DOI:10.1016/s1473-3099(17)30753-3.

Determination of antibiotic susceptibility in isolates from dogs and cats

Chemerovska I., Rublenko I.

Microorganisms are able to rapidly acquire antibiotic resistance through mutation, memory gene transfer and epigenetic changes. Various factors contribute to the spread of antibiotic-resistant bacteria in healthcare, agriculture/livestock, and the environment due to their irrational and excessive use. These resistant microorganisms (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*) and their genes get into the soil, air, water, agricultural waste, and wastewater treatment plants and spread in the environment. Zoonotic pathogens are particularly dangerous. Scientists and healthcare practitioners are developing global strategies, which primarily include improving the identification and monitoring of the spread of resistant pathogens. The aim of our research was to deter-

mine the sensitivity of microorganisms isolated from companion animals to antibacterial drugs. For the microbiological study, biological material was collected from different infectious processes.

We found resistance to various antibiotics in *Staphylococcus aureus* isolates. In particular, the most resistant isolates were to ceftriaxone (7.14 %), ceftazolin (5.36 %) and ampicillin (5.36 %). In the study of *Staphylococcus aureus* isolates, the highest resistance was found to erythromycin, lincomycin, which was significantly higher ($p < 0.001$) compared to the obtained resistance rates to tetracycline and ceftriaxone.

And in the isolated isolates of *Staphylococcus epidermidis*, resistance to gentamicin, erythromycin, lincomycin, cephalothin, ampicillin was detected, which was significantly ($p < 0.001$) higher compared to the resistance data obtained for tetracycline, ciprofloxacin, ceftriaxone.

The most resistant *E. coli* isolates were to lincomycin (10.34 %), ceftriaxone (10.34 %), tetracycline (8.62 %) and norfloxacin (8.62 %).

Keywords: antibiotic resistance, antibiotics, spread, microorganisms, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*



Copyright: Чемеровська І.О., Рубленко І.О. © 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:

Чемеровська І.О.

Рубленко І.О.

<https://orcid.org/0000-0002-7291-6400>

<https://orcid.org/0000-0002-1401-0969>


ПАРАЗИТАРНІ ХВОРОБИ

УДК 636.7.09:616.995.1:619

Поширеність зоонозних кишкових гельмінтозів у собак

Шаганенко Р.В. , Рубленко С.В. , Шаганенко В.С. , Козій Н.В. 
Авраменко Н.В. , Антіпов А.А. , Гончаренко В.П. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Шаганенко Р.В. E-mail: raisa.shahanenکو@btsau.edu.ua

Шаганенко Р.В., Рубленко С.В., Шаганенко В.С., Козій Н.В., Авраменко Н.В., Антіпов А.А., Гончаренко В.П. Поширеність зоонозних кишкових гельмінтозів у собак. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 88–101.

Shahanenکو R., Rublenکو S., Shahanenکو V., Kozii N., Avramenko N., Antipov A., Goncharenکو V. The prevalence of zoonotic intestinal helminthiasis in dogs. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 88–101.

Рукопис отримано: 15.10.2024 р.

Прийнято: 30.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-88-101

Собаки є найпопулярнішими тваринами–компаньйонами у всьому світі, що перебувають у тісному контакті з людиною і є носіями небезпечних гельмінтозів. Вони можуть бути потенційним джерелом зоонозних паразитів, зокрема кишкових гельмінтів, таких як *Toxocara spp.*, *Ancylostoma spp.*, *Echinococcus spp.*, *Dipylidium caninum*. За певних обставин середовище, забруднене інвазійними елементами паразитів, є джерелом інфекції і становить потенційну небезпеку як для власників, інших м'ясоїдних тварин, так і для навколишнього середовища. Через постійний контакт собак з людьми підвищується ризик передачі спільних захворювань.

У дослідженні було визначено поширеність у собак шлунково-кишкових гельмінтів, зокрема тих, які є зоонозами. Загалом досліджено 95 зразків фекалій, відібраних від домашніх та бездомних собак різних вікових категорій. Враховуючи отримані результати, екстенсивність та інтенсивність інвазії кишковими гельмінтами різнилися залежно від вікової категорії та способу життя досліджуваних собак. За копроовоскопічного дослідження у собак виявляли яйця *Toxocara canis*, *Ancylostoma caninum*, *Trichuris vulpis* та кокони *Dipylidium caninum*.

Залежно від способу утримання собак, захворюваність на гельмінтози у бездомних тварин була більшою у 3 рази, порівняно із домашніми. Зокрема, екстенсивність захворюваності на кишкові гельмінтози у домашніх тварин становила 28,6 %, у бездомних – 90,6 %. Відповідно до вікового аспекту, найвищу екстенсивність інвазії мали цуценята до 6-міс. віку як домашнього утримання, так і бездомні. У цуценят за домашнього утримання виявляли збудника *Toxocara canis* у моноінвазії – 66,6 %, та у асоціації *Toxocara canis* + *Dipylidium caninum* – 33,3 %. У бездомних цуценят виявляли лише у вигляді мікстінвазій: *Toxocara canis* + *Dipylidium caninum* – 77,8 %, *Toxocara canis* + *Ancylostoma caninum* – 22,2 %. Тому, вагомим завданням є розповсюдження інформації та підвищення обізнаності власників про важливість прибирання фекалій собак у навколишньому середовищі заради уникнення зараження і поширення гельмінтозів, особливо зоонозів.

Ключові слова: собака, кишкові гельмінти, гельмінтози, зоонози, токсокароз, анкілостомоз, дипілідіоз.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У зв'язку з інтенсивним зростанням популяції тварин-компаньйонів і масовим забрудненням навколишнього середовища інвазійним матеріалом (фекаліями), паразитарні хвороби домашніх м'ясоїдних тварин є досить поширеними як на території України, так і за її межами [1–6]. Реєструють інвазійні хвороби серед собак різних категорій незалежно від їх призначення (мисливські, службові, декоративні) чи утримання (безпритульні, домашні) [1, 5, 7, 8].

Низка збудників кишкових гельмінтозів, крім загрози здоров'ю та благополуччю тварин, також мають ще й соціальне значення, оскільки становлять небезпеку для людей, особливо дітей [9–11]. Тому, особливої уваги потребують саме ті збудники, які мають «зоонозний потенціал» [12]. Контакт дрібних домашніх тварин з людиною є досить тісним, що й зумовлює потенційну небезпеку зараження людей зоонозними хворобами.

Згідно з аналізом українських та міжнародних літературних джерел, найпоширенішими кишковими гельмінтами собак, що становлять значний зоонозний ризик для людини є *Toxocara canis*, *Ancylostoma caninum*, *Dipylidium caninum*, *Echinococcus spp.*, *Uncinaria spp.* [13–18].

Водночас важливим є епідеміологічний аспект, враховуючи, що значна частка збудників паразитарних хвороб, виявлених у собак і котів, належить до зоонозів [19–21], а тісний контакт з людьми підвищує ризик передачі різних зоонозних паразитів [13]. Місцеве поширення гельмінтів у дрібних домашніх тварин та оцінка ризику зараження є важливою проблемою для ветеринарних лікарів через їх вплив на здоров'я тварин і потенційний зоонозний ризик [22]. На розповсюдження інвазій м'ясоїдних тварин суттєвий вплив справляють кліматичні та антропогенні чинники [23–25].

Собаки, уражені кишковими гельмінтозами та виділяючи інвазійні елементи через фекалії, призводять до високого рівня забруднення ґрунту, трави у зонах відпочинку, дитячих майданчиках, громадських і міських зонах, підвищують ризик зоонозної передачі чи повторного зараження інших тварин [15, 25, 26]. Інвазійні елементи, такі як яйця, личинки та ооцисти у навколишньому середовищі можуть виживати впродовж тривалого часу та залишатися заразними, патогенними за різних кліматичних умов [13, 15–17, 27]. Низка досліджень показали, що ґрунт, трава рекреаційних, громадських і міських зон у

багатьох країнах світу забруднені зоонозними паразитами [28–30]. Отже, забруднення громадських місць фекаліями є глобальною проблемою охорони здоров'я, яку важко контролювати.

В окремих країнах моніторинг паразитарних хвороб собак і котів здійснюють спорадично або й взагалі не проводять. Тому, величезна кількість бродячих собак і котів постійно забруднюють навколишнє середовище інвазійними елементами з фекаліями [5, 10, 31, 32].

У більшості випадків собаки та люди заражаються через заковтування інвазійних елементів із зараженого середовища, однак, є і зоонози, вектором передачі яких є членистоногі проміжні господарі (блохи), що містять цистицеркоїди *D. caninum*, або шерсть, заражена інвазійними яйцями, як у випадку *Echinococcus*. Личинки *анкілостом* можуть також проникати через шкіру собак або людей [28].

Собаки, які живуть у тісному зв'язку із дикою природою, можуть слугувати резервуарами паразитів, які поширені серед людей, домашніх та диких тварин [33]. Ризик передачі паразитарних захворювань зростає за більш частого контакту собак з вільноживучими м'ясоїдними тваринами або за можливості поїдання гризунів, моллюсків, сирого м'яса. У зв'язку з цим, мисливські та бездомні собаки можуть зіткнутися з вищим ризиком зараження гельмінтозами [13].

З огляду на зазначене вище, паразитарні захворювання домашніх м'ясоїдних тварин – це досить гостра екологічна, ветеринарна та епідеміологічна проблема [9, 10, 34]. Її вирішення значною мірою залежить від злагодженої роботи діагностичних установ Міністерства охорони здоров'я та Держпродспоживслужби України, а також від впровадження у ветеринарну та медичну практику новітніх методів діагностики, лікування та профілактики паразитарних хвороб [9, 23].

Через збільшення чисельності тварин зростає їх контакт між собою, з іншими видами тварин та людиною, що призводить до збільшення видової різноманітності паразитів, які інвазують собак і котів, підвищення екстенсивності та інтенсивності інвазії. Зокрема, на території України у собак зареєстровано 48 видів гельмінтів різних класів (15 видів цестод, 17 видів трематод, 15 видів нематод, 1 вид акантоцефал). Спільними для свійських і диких собачих виявилися 39 видів гельмінтів-паразитів різних класів (13 видів цестод, 11 видів трематод, 14 видів нематод

та 1 вид акантоцефал). Спільними для собак і котів є 19 видів гельмінтів. У котів зареєстровано велику фауну трематод, з яких 5 спільні для собак. Нерідко домашні м'ясоїдні тварини активно залучаються до перенесення паразитів і можуть відігравати ключову роль в їх циркуляції [21, 35].

Науковці з Непалу P.R. Sukrayo та S. Tamang, зазначають, що шлунково-кишкові гельмінти становлять значну загрозу як для бездомних, так і домашніх собак. Автори повідомляють, що понад 60 різних підтипів зоонозних захворювань пов'язані з собаками і більшість із них становлять значну загрозу здоров'ю людини [16, 36]. Тому епізоотологічний моніторинг гельмінтозів собак є актуальним напрямом досліджень.

Розуміння епідеміології зоонозних паразитарних інфекцій є важливим для мінімізації ризиків для людини [13]. На сьогодні Концепція Єдиного здоров'я чітко окреслює взаємозалежність здоров'я людей, тварин і навколишнього середовища і набуває дедалі більшого значення, частково через проблеми, пов'язані з появою заразних захворювань тварин дикої природи. Дикі хижаки ссавців є потенційним чинником ризику передачі зоонозних збудників домашнім тваринам і людям [37].

Враховуючи те, що гельмінти собак становлять значний ризик для здоров'я тварин та їх власників, стратегічний захист від інвазійних паразитів та їх контроль є актуальними. Успішний контроль щодо поширеності гельмінтозів тварин можливий лише за наявності постійної періодичної їх обробки якісними та ефективними антигельмінтиками [38].

Застосування антигельмінтиків має бути обґрунтованим та раціональним у зв'язку з новими викликами сьогодення. Зокрема, науковці G. Samson-Himmelstjerna та ін. повідомляють про набуття поширення резистентності кишкових гельмінтів, особливо, нематод собак і котів до антигельмінтиків, що викликає серйозне занепокоєння [39]. Вони зазначають, найбільшою причиною цьому слугувала зміна підходу до вибору антигельмінтика пов'язаного із зниженням частоти застосування препарату, спрямованого на конкретних паразитів та збільшення частоти регулярного використання комбінацій антигельмінтів широкого спектру дії, спрямованих на різні групи паразитів. В Австралії була описана стійкість собачої анкілостоми *Ancylostoma caninum* до пірантелу [39]. У США задокументовані наукові джерела про високі рівні антигельмінтної резистентності до кількох класів лікарських засобів: бензими-

дазоли, пірантел і макроциклічні лактони, що були виявлені в ізолятах *A. caninum* [39–42].

Нині за проведення захисту від паразитарних хвороб тварин часто ігнорують заходи з охорони зовнішнього середовища від паразитів, які б знижували або виключали ризик нових заражень. Розрив циклу паразит-господар за допомогою шляхом профілактики розповсюдження екзогенних стадій паразитів (яєць, личинок цист, ооцист) і знищення їх у відходах тваринництва – одне з найважливіших і актуальних практичних завдань у контролюванні паразитозів.

Мета дослідження – встановити поширеність кишкових гельмінтозів як потенційного ризику зоонозів у собак різних вікових груп залежно від способу утримання.

Матеріал та методи досліджень. Роботу виконували впродовж 2023–2024 рр. на базі міжкафедральної ветеринарної клініки дрібних тварин Білоцерківського НАУ м. Біла Церква. Матеріалом для досліджень були хворі на кишкові гельмінтози собаки, проби фекалій. Всього було досліджено 95 собак різних порід та метисів, різних вікових категорій (від 2 міс. до 2 років) за різного утримання (домашнього, бездомного).

За виконання роботи використовували наступні методи досліджень: анамнестичні, клінічні, гельмінтологічні. Діагноз на гельмінтози собак встановлювали насамперед на основі результатів гельмінтооскопічного дослідження фекалій, також анамнестичних, епізоотологічних та клінічних даних. Гельмінтооскопічні дослідження фекалій проводили в умовах кафедри паразитології та фармакології ФВМ БНАУ. Для встановлення наявності яєць та коконів гельмінтів у фекаліях користувалися седиментаційно-флотаційним методом за Дарлінгом у модифікації Г.О. Котельникова і В.М. Хренова з використанням насиченого розчину гранульованої аміачної селітри (питома вага розчину 1,3) [43] Основним показником зараження собак було значення екстенсивності інвазії (EI, %).

Екстенсивність інвазії (EI) вираховували за загальноприйнятою формулою:

$$EI = A/B \times 100,$$

де EI – екстенсивність інвазії;

A – кількість інвазованих тварин у групі;

B – загальна кількість тварин у групі.

Результати досліджень. Проведено дослідження ураженості гельмінтами 95 собак домашнього (63 тварини) та бездомного (32 тварини) утримання, що надходили у ветеринарну клініку.

За результатами отриманих досліджень, наявність паразитарної інвазії реєстрували у 48 собак із 95, тобто, захворюваність на гельмінтози становила 49,5 %. Із 48 уражених гельмінтозами собак 19 тварин мали домашнє утримання, 29 тварин – бездомне. Екстенсивність інвазії собак за домашнього утримання (63 тварини) становила 28,6 % (19 тварин), за бездомного утримання (32 тварини) – 90,6 % (29 тварин). Отже, частка захворюваності на гельмінтози у бездомних собак більше ніж у три рази вище порівняно із домашніми (рис. 1).

Із 19 уражених гельмінтами собак, які належали власникам, групу цуценят до 6-місячного склало 12 тварин (63,1 %), 6–12 міс. віку – 5 тварин (26,3 %), 1–3 роки – 2 тварини (10,5 %). Із групи бездомних тварин, уражених гельмінтами (29 тварин), 18 собак були цуценята віком до 6 місяців (62,1 %), 8 тварин – 6–12 міс. (27,6 %), 3 тварини – 1-3 роки (10,3 %). Отримані дані проілюстровані на діаграмі (рис. 2).

Найбільший відсоток ураженості гельмінтами мали цуценята до 6-міс. віку, що також пов'язано із найбільшою їх кількістю, порівняно із іншими віковими категоріями.

Під час дослідження фекалій від собак виявили наступні види інвазійних елементів:

– яйця темно-сірого або коричневого кольору, округлої форми, середнього розміру з комірчастою оболонкою, бластомери частково або повністю заповнювали порожнину яйця. Це яйця *Toxocara canis* (токсокароз);

– яйця світло-сірого кольору, овальної форми, які мали тонку двоконтурну оболонку, бластомери заповнювали усю порожнину яйця. Це були яйця *Ancylostoma caninum* (анкілостомоз);

– яйця бочкоподібної форми, середнього розміру, з порбочками на полюсах, жовтого або коричневого кольору, бластомери повністю заповнюють порожнину яйця. Це яйця *Trichuris vulpis* (трихуроз);

– кокони округлої форми, в яких були зрілі яйця невеликого розміру, сірого кольору, що містили онкосферу з трьома парами гачків. Це були кокони *Dipylidium caninum* (дипілідіоз).

Усі ці види є потенційно небезпечними для людини.

Інтенсивність інвазії за різних гельмінтозів була різною (табл. 1). Досить часто спостерігали місце асоціації гельмінтів. Склад паразитоценозу значно варіював залежно від віку тварин та умов утримання.

Загалом, під час дослідження 95 собак було встановлено, що 32 тварини (33,7 %) мали токсокарозну інвазію інтенсивністю від 8 до 96 екземплярів яєць. Найбільш ураженим були цуценята до 6-міс. віку, особливо до 2,5-міс. віку.

Хворими на анкілостомоз були 13 тварин (13,7 %), із інтенсивністю від 5 до 68 екземплярів яєць. Найбільш уражені собаки від 6-місячного до 3-річного віку.

Ураження собак трихурозом відмічали у 14 тварин (14,7 %), із інтенсивністю від 3 до 46 екземплярів яєць. Найбільш уражені тварини до 1-річного віку та дорослі тварини.

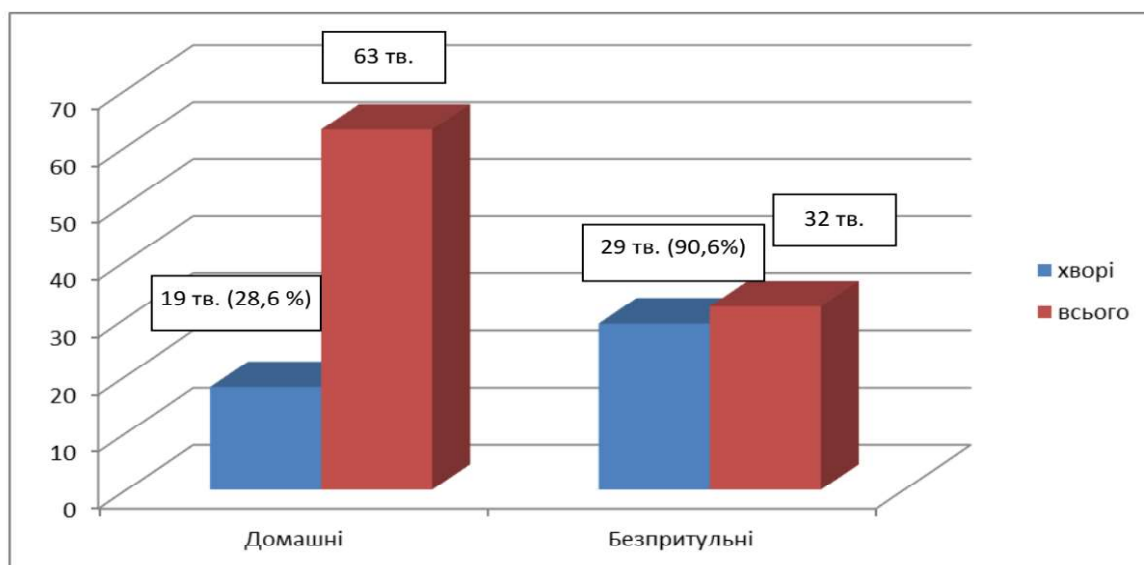


Рис. 1. Співвідношення захворюваності на гельмінтози у тварин за різних типів утримання.

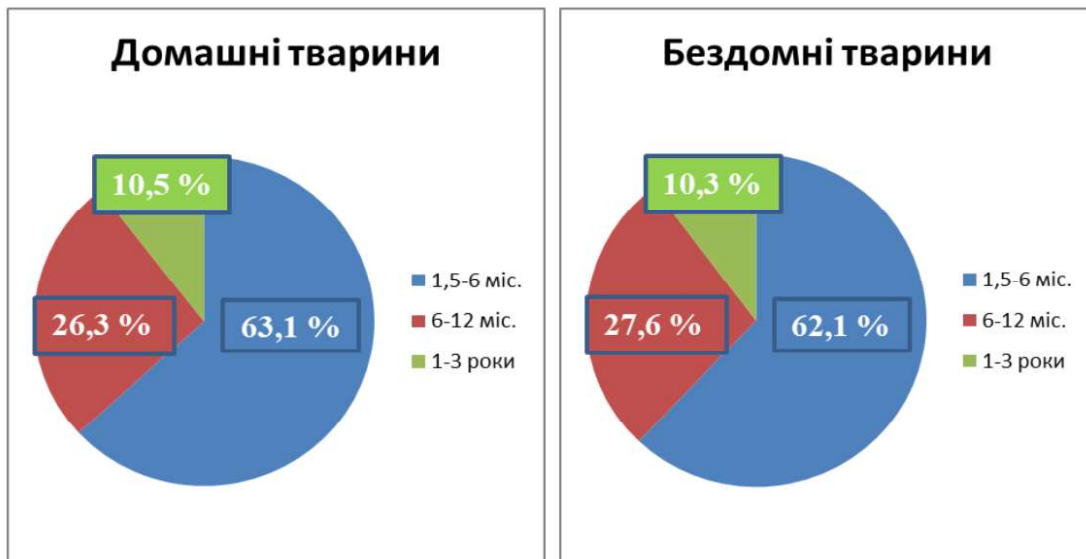


Рис. 2. Співвідношення захворюваності на гельмінтози у тварин за різних вікових категорій та типу утримання.

Таблиця 1 – Екстенсивність та інтенсивність інвазій (ЕІ, ІІ) виявлених кишкових гельмінтів у собак різного віку (n = 95)

Вік	Кишкові гельмінти							
	<i>T. canis</i>		<i>A. caninum</i>		<i>T. vulpis</i>		<i>D. caninum</i>	
Всього інвазованих собак	К-ть тв. (ЕІ, %)	ІІ, екз.	К-ть тв. (ЕІ)	ІІ, екз.	К-ть тв. (ЕІ)	ІІ, екз.	К-ть тв. (ЕІ)	ІІ, екз.
		32 (33,7 %)	55,3	13 (13,7 %)	38,4	14 (14,7 %)	19,8	24 (25,2 %)
1,5–6 міс.	30	58,4	4	7,8	-	-	18	13,3
6–12 міс.	2	14,3	6	42,6	7	14,8	5	10,2
1–3 р.	-	-	3	38,4	2	29,5	1	7,1

Дипілідіозною інвазією (наявність коконів) були уражені 24 тварини (25,2 %), з інтенсивністю інвазії від 4 до 22 коконів.

Найбільш розповсюдженими гельмінтами серед хворих цуценят домашнього утримання віком до 6 місяців були такі: *Toxocara canis* як у вигляді моноінвазії – 66,6 % (8 тварин із 12 уражених), так і в асоціації *Toxocara canis* + *Dipylidium caninum* – 33,3 % (4 тв. із 12 уражених). У безпритульних цуценят відмічали лише у вигляді мікстинвазій: *Toxocara canis* + *Dipylidium caninum* – 77,8 % (14 тв. із 18), *Toxocara canis* + *Ancylostoma caninum* – 22,2 % (4 тв. із 18).

Обговорення. Токсокароз є одним із найпоширеніших гельмінтозів молодняку. Це захворювання є значною медичною проблемою

для багатьох країн світу, зокрема й України [4, 44]. За великої чисельності собак і з урахуванням значної кількості безпритульних тварин, проблема забруднення навколишнього середовища фекаліями собак та відповідно яйцями токсокар загострюється [32, 45].

Підвищена чутливість молодняку до токсокарозу імовірно пов'язана із недостатньо сформованим імунітетом, інтенсивним ростом, водночас, не менш важливим чинником є внутрішньоутробне зараження плодів токсокарами від самки і зараження цуценят паразитами із молоком матері. Дорослі тварини менш сприйнятливі до впливу різноманітних хвороботворних чинників, що і визначає їх стійкість до токсокарозу.

Dipylidium caninum частіше реєстрували у цуценят, які були уражені паразитичними комахами – блохами та вошами. У безпритульних цуценят найчастіше зустрічався паразитоценоз, до складу якого входили токсосокара та огірковий ціп'як (дипілідіоз) (77,8 %). Ймовірно, це пов'язано зі значним ураженням блохами і вошами за таких умов утримання собак.

Вивчення паразитофауни дрібних домашніх тварин є актуальним як для ветеринарних фахівців, так і для медичних служб у зв'язку зі значним поширенням інвазійних хвороб, їх здатністю спричинювати тяжкі патології у м'ясоїдних тварин та небезпекою передачі інвазії людині. На наш погляд, основними чинниками зараження тварин є забруднене навколишнє середовище інвазійними елементами, високий ступінь контакту між тваринами, збільшення чисельності їх популяції на окремих ділянках, особливо, після вимушеної масової міграції населення України за кордон під час війни, внаслідок чого багато тварин залишилося без власників. Основним чинником поширення гельмінтозів є відсутність постійного періодичного дослідження проб фекалій від тварин та недотримання кратності обробок тварин протипаразитарними засобами.

Згідно з аналізом поширеності кишкових гельмінтів собак у світі, проблема зоонозів актуальна у багатьох країнах, як високорозвинених, так і тих що розвиваються: 26,5 % (80/302) у Вільєрмосі, Мексика (Torres-Chablé et al., 2015); 40 % (120/300) у центральному Квінсленді, Австралія (Gillespie & Bradbury, 2017); 63,5 % (148/233) у північній Іспанії (Regidor-Cerrillo та ін., 2020); 20,5 % (635/3099) у Сан-Паулу, Бразилія (Ferreira et al., 2016); 28,7 % (80/279) у Агрі, Туреччина (Afshar M.T. et al., 2022) та ін. [16, 35, 46, 47, 48].

У Словаччині загальна поширеність кишкових ендопаразитів у собак становила 27,1%, що свідчить про відносно часте виникнення паразитарних інфекцій. *Toxocara canis*, *Ancylostoma/Uncinaria spp.* і *Trichuris vulpis* були найпоширенішими видами, досягаючи 14,7; 8,3 і 6,3 % відповідно [13]. Загалом 22,0 % собак були інвазовані зоонозними видами, а саме *T. canis*, *Ancylostoma/Uncinaria spp.* та *Echinococcus multilocularis*. Авторами було проведено порівняльну поширеність інвазій залежно від утримання собак. Вони встановили, що у собак, яких утримують у притулку, інвазивні елементи були виявлені у 39,2 % зразків фекалій. У цій категорії найбільш поширеними паразитами були *T. canis* (27,8 %) і *Ancylostoma/Uncinaria spp.* (15,5 %), *E. multilocularis* також виявлено

в однієї (1,0 %) тварини. У домашніх собак загальна поширеність кишкових паразитів становила 23,2 %. У цій групі собак було виявлено сім видів паразитів, а саме *T. canis* (11,3 %), *T. leonina* (2,1 %), *T. vulpis* (5,7 %), *Capillaria spp.* (2,1 %), *T. hydatigena* (1,0 %), *E. multilocularis* (2,6 %) і *Taenia spp.* (1,5 %). Як видно, домашні тварини мали ширший гельмінтний фон, що пов'язано із неконтрольованим вигулом на різних територіях, чого не відбувалося у собак на обмеженій території (у притулку). Проте, інтенсивність інвазії у притулку була вищою.

В Італії поширеність зоонозних гельмінтів у домашніх собак становить 9,7 % [15]. Авторами були виявлені наступні види гельмінтів: *Trichuris vulpis* (5,5 %), *Toxocara canis* (4,3 %), *Ancylostoma spp.* (0,6 %) та *Eucoleus aerophilus* (0,4 %), тимчасом цестод не виявляли.

Науковці з Непалу встановили, що поширеність зоонозних шлунково-кишкових гельмінтів серед домашніх собак становить 49 %, причому поширеність серед бродячих собак була значно вищою – 70 % [27]. У дослідженнях фекалій було знайдено шість різних видів гельмінтів: *Ancylostoma spp.*, *Toxocara spp.*, *Trichuris spp.*, *Capillaria spp.*, *Dipylidium caninum* і *Taenia/Echinococcus spp.* Найбільшу поширеність становили *Ancylostoma spp.* (49,16 %) та найменшу – *Capillaria spp.* (0,84 %). У віковому дослідженні цуценят мали значно високий рівень зараження (86,96 %). Вищу поширеність кишкових гельмінтів зафіксували серед недегельмінтизованих домашніх собак (78,65 %), порівняно із дегельмінтизованими домашніми собаками (25,23 %). Це дослідження підтверджує значне забруднення навколишнього середовища інвазійними елементами гельмінтозних хвороб, які виділяють собаки, що спричиняє високий ризик передачі зоонозів. Такий стан проблеми вказує на нагальну потребу щодо контролювання цих паразитів у собак та інформування громадськості про догляд за своїми домашніми тваринами і мінімізації забруднення фекаліями зовнішнього середовища [16].

На території північної Португалії, загальна поширеність гельмінтів шлунково-кишкового тракту у домашніх собак становила 25,7 %: *Ancylostoma caninum* (33 %), *Toxocara canis* (29 %), *Dipylidium caninum* (6 %), *Capillaria spp.* (3 %), *Trichuris vulpis* (1,66 %). Слід зазначити, що молоді собаки були значно частіше інфіковані ніж дорослі [28].

У Бразилії (Мату-Гросу) поширеність шлунково-кишкового паразитування у собак становить 22,66 % у формі моно- та змішаних

інвазій, зумовлених збудниками *Ancylostoma spp.*, *Trichuris vulpis*, *Toxocara spp.*, *Dipylidium caninum*, *Cystoisospora spp.*, *Giardia duodenalis* і кокцидій [35].

Значну проблему зоонозів відмічають і на території північно-східної Нігерії, де поширеність кишкових гельмінтозів собак становить 77,9 % (*Ancylostoma caninum* – 40,2 %, *Toxocara canis* – 35,1 %, *Trichuris vulpis* – 26,6 %, *Spirocerca lupi* – 5,7 %, *Taenia/Echinococcus* – 12,3 %, *Dipylidium caninum* – 10,9 %). На території північно-східного Ірану загальна поширеність шлунково-кишкових гельмінтів становить 86 % (*Toxocara canis* – 29 %, *Toxascaris leonina* – 7 %, *Ancylostoma caninum* – 2 %, *Taenia hydatigena* – 43 %, *Dipylidium caninum* – 39 %, *Echinococcus granulosus* – 38 %, *Mesocestoides lineatus* – 16 %, *Taenia multiceps* – 11 %) [46, 47].

З огляду на отримані результати досліджень щодо поширеності шлунково-кишкових гельмінтів собак в Україні та світі, проблема зоонозів – це значний виклик для громадського здоров'я.

Поширеність гельмінтозів-зоонозів у собак вказує на необхідності впровадження органами місцевої влади ефективної стратегії контролю популяції безпритульних собак, донесення інформації власникам тварин про ризики поширення зоонозів, належну дегельмінтизацію тварин та прибирання фекалії із землі під час їх виходу.

Розуміння епідеміології паразитарних хвороб собак, зокрема шлунково-кишкових гельмінтозів, має вирішальне значення для розробки ефективних програм контролю, спрямованих на мінімізацію ризиків передачі збудників зоонозів.

Забезпечення здоров'я тварин щодо гельмінтозів та запобігання впливу зоонозних гельмінтів на людину має базуватися на основі аналізу індивідуального ризику. Наприклад, щодо здоров'я тварин згідно із рекомендацією ESCCAP (European Scientific Counsel Companion Animal Parasites – Європейська Наукова Рада з проблем паразитозів тварин-компаньйонів) частота дегельмінтизації ґрунтується на сезонній появі *Dirofilaria immitis* в ендемічних регіонах і на можливості собаки заковтувати черевонігих молюсків (равликів, слимаків), що може призвести до виникнення ангіостронгілозу собак (зоонозне захворювання) [49].

Що стосується профілактики зоонозних гельмінтів, оцінка знову таки базується на індивідуальній ризикованій поведінці собак щодо заковтування проміжних та/або паратенічних господарів *Toxocara canis* та *Echinococcus multilocularis*.

За рекомендацією ESCCAP дегельмінтизацію собак слід проводити 4–12 разів на рік залежно від групи ризику тварини (типу утримання та особливостей годівлі), (рис. 3).

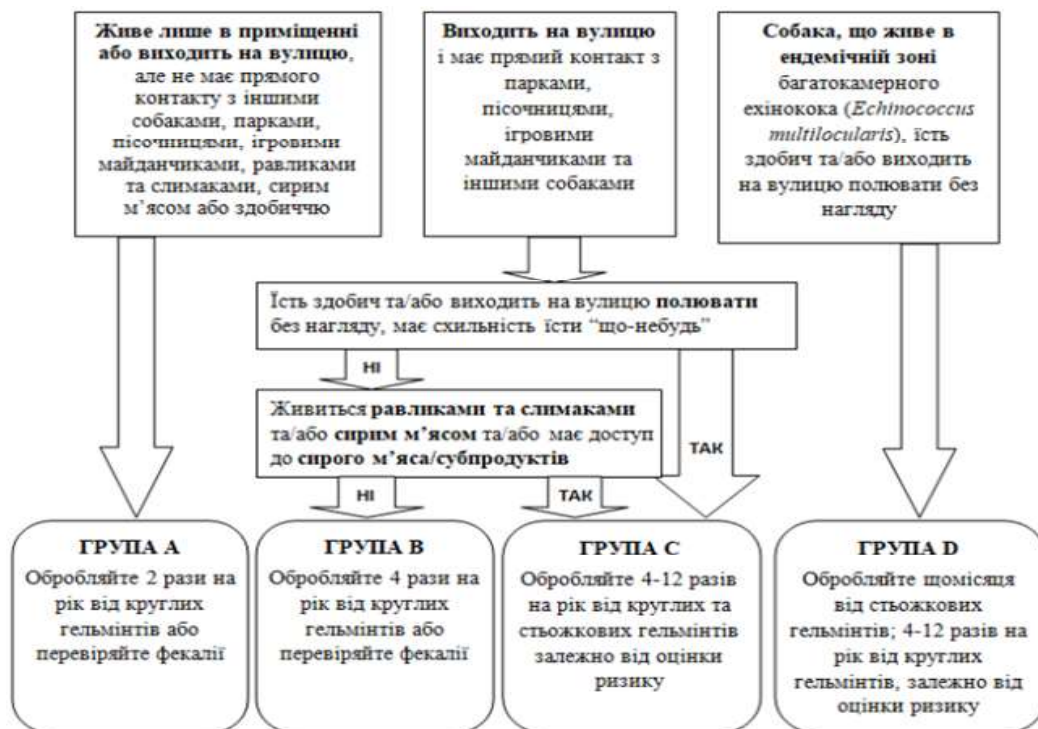


Рис. 3. Схема дегельмінтизації собак (ESCCAP).

Примітки до схеми дегельмінтизації собак (ESCCAP):

1. Регулярне дослідження фекалій, як це пропонується у групах А і В, є хорошою альтернативою стандартним схемам дегельмінтизації.

2. Якщо індивідуальний ризик для тварини не можна чітко оцінити, тварину слід оглянути або забезпечити дегельмінтизацію щонайменше 4 рази на рік. Дослідження ви-

явили, що проведення дегельмінтизації 1–3 рази на рік не забезпечує достатнього захисту. Дегельмінтизація кожні 3 місяці не завжди усуває виявлені інвазії.

Рекомендації щодо захисту від гельмінтів мають бути науково обґрунтованими та виконуватися під наглядом ветеринарного лікаря з правильним дозуванням на основі ретельного зважування тварин та використання препаратів відповідно до інструкцій виробника.

Додаткові обробки від гельмінтів для собак

Круглі гельмінти	
Цуценята	Із 2-тижневого віку, потім кожні 14 днів до 2 тижнів після відлучення, надалі щомісячне лікування до 6-місячного віку.
Щінні суки	Для зменшення передачі гельмінтів цуценятам від вагітних самок можна давати макроциклічні лактони на 40- та 55-ту добу вагітності або фенбендазол щодня з 40-ї доби щінності до другої доби після щеніння.
Лактуючі суки	Слід обробляти одночасно з першою обробкою цуценят (див. вище).
Собаки з підвищеним ризиком зараження – ті, які беруть участь в спорті, змаганнях, на виставках або утримуються в розплідниках тощо	Два способи обробки: максимум за 4 тижні до і 2–4 тижні після події. Для розплідників: використовувати планові дегельмінтизації раз на місяць або досліджувати фекалії кожні чотири тижні та обробляти відповідно до результатів.
Професійні собаки – поводити, рятувальні або поліцейські собаки (службового призначення)	Залежно від оцінки ризику, дегельмінтизація або дослідження фекалій щомісяця та обробка згідно з результатами дослідження.
Собаки, що живуть в помешканні, де є діти віком до 5 років або особи з ослабленим імунітетом	Залежно від ступеня ризику, дегельмінтизація або дослідження фекалій щомісяця та обробка згідно з результатами дослідження.
Стяжкові гельмінти	
Подорож чи ввіз до/з ендемічних регіонів щодо <i>Echinococcus spp.</i>	Собак з високим ризиком зараження слід обробляти через 4 тижні після початку подорожі, потім кожні 4 тижні після повернення. Після ввезення рекомендується негайне обстеження та лікування.
Собаки, які харчуються сирим м'ясом та/або субпродуктами, їдять здобич або полюють	Собак слід обстежувати кожні 2–3 місяці за дослідження фекалій та за результатами проводити дегельмінтизацію кожні 6 тижнів.
Зараження через розжовування та ковтання блох або вошей (як переносників <i>Dipylidium</i>)	Відразу як встановлено зараженість.
Серцеві гельмінти (<i>Dirofilaria immitis</i>)*	
Собаки, що живуть у ендемічних регіонах серцевих гельмінтів (диروفіліаріоз)	Профілактична обробка від личинкової стадії макроциклічними лактонами з місячним інтервалом впродовж сезону льоту комарів.
Подорож чи ввіз до/з ендемічних регіонів щодо серцевих гельмінтів (диروفіліаріоз)	Не пізніше 30 днів після відправлення до 30 днів після останньої можливої дати подорожі з місячним інтервалом.

Висновки.

1. Значне поширення зоонозних шлунково-кишкових паразитів підкреслює важливість охорони здоров'я громадян, ветеринарного догляду за собаками та обізнаності власників собак про ризики пов'язані із зоонозами.

2. Результати представленого дослідження показали, що кишкові гельмінти мають високий ступінь інтенсивності інвазій у більшості проаналізованих груп собак.

3. Встановлено, що залежно від утримання собак, екстенсивність захворюваності на кишкові гельмінтози у домашніх тварин становила 28,6 %, у безпритульних – 90,6 %. Відповідно, захворюваність на гельмінтози у бездомних тварин більша у 3 рази, порівняно із домашніми.

4. Найвищу екстенсивність інвазії мали цуценята до 6-міс. віку: за домашнього утримання – 63,1 %, вуличного – 62,1 %.

5. За копрологічного дослідження усіх тварин виявили 3 види яєць різної екстенсивності інвазії: *Toxocara canis* (33,7 %), *Trichuris vulpis* (14,7 %), *Ancylostoma caninum* (13,7 %) та кокони *Dipylidium caninum* (25,2 %).

6. У цуценят за домашнього утримання під час копрологічного дослідження виявляли збудника *Toxocara canis* у моноінвазії – 66,6 %, та у асоціації *Toxocara canis* + *Dipylidium caninum* – 33,3 %. У бездомних цуценят виявляли лише у вигляді мікстинвазій: *Toxocara canis* + *Dipylidium caninum* – 77,8 %, *Toxocara canis* + *Ancylostoma caninum* – 22,2 %.

7. Дотримання регулярних протипаразитарних обробок тварин є одним із ключових чинників для зниження інвазованості тварин та зовнішнього середовища.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Маніпуляції з відбору проб фекалій 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 (Шаганенко Р.В., Рубленко С.В., Шаганенко В.С., Козій Н.В., Авраменко Н.В., Антіпов А.А., Гончаренко В.П.) статті „Поширеність зоонозних кишкових гельмінтів у собак“ стверджують про відсутність конфлікту щодо їх вкладу та результатів дослідження. Матеріали статті можуть бути опубліковані.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозов Б.С. Кишкові гельмінтози собак і котів в Сумській області (поширення, лікування, розробка заходів боротьби): дис. ... д-ра філос. наук: 211 / Сумський нац. аграрний ун-т. Суми, 2021. 170 с.

2. Шаганенко В.С., Шаганенко Р.В., Панчук А.В. Ефективність препарату «Мілпро» за токсокарозу цуценят. Сучасні аспекти лікування і профілактики хвороб тварин: матеріали VII Всеукраїнської наук.-практ. Інтернет-конференції, присвяченої 65-річчю з дня народження професора П. І. Локеса, ПДАУ, 19-20 жовтня, 2023 р. Полтава, 2023. С. 155–157.

3. Сайченко І.В. Поширення та сезонна динаміка гельмінтозів собак на території Білоцерківського району. Науковий вісник ветеринарної медицини. Біла Церква, 2021. № 1. С. 119–128. DOI:10.33245/2310-4902-2021-165-1-119-128.

4. Кітіченко А.С., Мельничук В.В. Поширення нематодозів травного тракту в собак на території міста Харків. Scientific Progress & Innovations. 2024. № 27 (2). С. 117–121.

5. Zoonotic Parasites of Sheltered and Stray Dogs in the Era of the Global Economic and Political Crisis / D. Otranto et al. Trends Parasitol. 2017. Vol. 33. No 10. P. 813–825. DOI:10.1016/j.pt.2017.05.013.

6. New Insights Into the Peculiar World of the Shepherd-Dog Parasites: An Overview From Maremma (Tuscany, Italy) / B. Morandi et al. Front Vet Sci. 2020. No 7. 564164 p. DOI:10.3389/fvets.2020.564164.

7. The potential role of roaming dogs in establishing a geographically novel life cycle of taeniids (*Echinococcus* spp. and *Taenia* spp.) in a non-endemic area / T. Mutwiri et al. Vet Parasitol Reg Stud Reports. 2023. No 38. 100829 p. DOI:10.1016/j.vprsr.2022.100829.

8. Endoparasites in dogs and cats diagnosed at the Veterinary Teaching Hospital (VTH) of the University of Prince Edward Island between 2000 and 2017. A large-scale retrospective study / B. Morandi et al. Prev Vet Med. 2020. No 175. 104878 p. DOI:10.1016/j.prevetmed.2019.104878.

9. Шевчук Т.І. Личинкові зоонозні гельмінтози як біологічна, медична і соціальна проблема. Інфекційні хвороби. 2014. С. 95–100.

10. Zoonotic Soil-Transmitted Helminths in Free-Roaming Dogs, Kiribati / P.A. Zendejas-Heredia Crawley A., Byrnes H. et al. Emerg Infect Dis. 2021. Vol. 28. No 8. P. 2163–2165. DOI:10.3201/eid2708.204900.

11. Prevalence of *Toxocara* and *Toxascaris* infection among human and animals in Iran with meta-analysis approach / A.V. Eslahi et al. BMC Infect Dis. 2020. Vol. 20. No 1. 20 p. DOI:10.1186/s12879-020-4759-8.

12. Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats / A.C.Y. Lee et al.

- Trends in Parasitology. 2010. Vol. 26. No 4. P. 155–161. DOI:10.1016/J.PT.2010.01.002.
13. A Survey of Intestinal Helminths of Dogs in Slovakia with an Emphasis on Zoonotic Species / J. Jarošová et al. *Animals* (Basel). 2021. Vol. 26. No 4. 3000 p. DOI:10.3390/ani11103000.
14. Deplazes P., Eichenberg R.M., Grimm F. Wildlife-transmitted *Taenia* and *Versteria* cysticercosis and coenurosis in humans and other primates. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 2019. No 9. P. 342–358. DOI:10.1016/J.IJPPAW.2019.03.013.
15. Prevalence of zoonotic helminths in Italian house dogs / L.F. Torre et al. *J Infect Dev Ctries.* 2018. Vol. 12. No 8. P. 666–672. DOI:10.3855/jidc.9865.
16. Sukupayo P.R., Tamang S. Prevalence of Zoonotic Gastrointestinal Helminth Parasite among Dogs in Suryabinayak, Nepal. *Veterinary Medicine International.* 2023. 3624593 p. DOI:10.1155/2023/3624593. eCollection.
17. Szwabe K. Błaszowska J. Stray dogs and cats as potential sources of soil contamination with zoonotic parasites. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine.* 2017. Vol. 24. No. 1. 5 p.
18. Epidemiological survey on intestinal helminths of stray dogs in Guimarães, Portugal / V. Silva et al. *Journal of Parasitic Diseases.* 2020. Vol. 44. No. 4. P. 869–876.
19. Torkan S., Ghandehari-Alavijeh M.R., Khamesipour F. Survey of the prevalence of *Toxocara cati* in stray cats in Isfahan city, Iran by PCR method. *Tropical Biomedicine.* 2017. No 34 (3). P. 550–555. PMID: 33592923.
20. Endoparasites of household and shelter cats in the city of Rio de Janeiro, Brazil / N.V. Ramos et al. *Braz J Vet Parasitol.* 2020. No 29 (1). P. 1–15. DOI:10.1590/S1984-29612019110.
21. Корнюшин В.В., Малишко Е.І., Малєга О.М. Свійські собаки і коти як резервенти природновогнищевих і зоонозних гельмінтозів у сучасних умовах України. *Ветеринарна медицина.* 2013. Вип. 97. С. 383–387. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vetmed_2013_97 157.
22. Prevalence of major digestive and respiratory helminths in dogs and cats in France: results of a multicenter study / G. Bourgoïn et al. *Parasit Vectors.* 2022. Vol. 15. No. 1. 314 p. DOI:10.1186/s13071-022-05368-7.
23. Сучасний погляд на проблему токсокарозу у собак / В. Саїд та ін. *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького.* 2018. Т. 20. № 83. С. 411–416. DOI:10.15421/nvlvet8380.
24. Брошков М., Запека І. Паразитофауна ендопаразитів м'ясоїдних тварин м. Одеси. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral.* 2020. Issue 97. P. 5–13.
25. Torkan S., Ghandehari-Alavijeh M.R., Khamesipour F. Survey of the prevalence of *Toxocara cati* in stray cats in Isfahan city, Iran by PCR method. *Tropical Biomedicine.* 2017. No 34 (3). P. 550–555. PMID: 33592923.
26. Environmental contamination by canine geohelminths / D. Traversa et al. *Parasit Vectors.* 2014. No 7. 67 p. DOI:10.1186/1756-3305-7-67.
27. Yadav K.K., Shrestha B. Prevalence of zoonotic gastrointestinal helminth parasites in pet and stray dogs of Rupandehi district, Nepal. *Microbiol Infect Dis.* 2017. Vol. 1. No 2. P. 1–7.
28. Zoonotic intestinal helminthes diagnosed in a 6-year period (2015-2020) in privately owned dogs of sub-urban and urban areas of Italy / S. Morelli et al. *Vet Parasitol Reg Stud Reports.* 2022. Vol. 29. 100689 p. DOI:10.1016/j.vprsr.2022.100689.
29. Contamination of Italian parks with canine helminth eggs and health risk perception of the public / G. Simonato et al. *Prev. Vet. Med.* 2019. Vol. 172. 104788 p. DOI:10.1016/j.prevetmed.2019.104788.
30. Environmental contamination with *Toxocara* Spp. eggs in public parks and playground sandpits of greater Lisbon, Portugal / D. Otero et al. *J. Infect. Public Health.* 2018. Vol. 11. No. 1. P. 94–98. DOI:10.1016/j.jiph.2017.05.002.
31. Сорока Н.М., Дахно Ю.І. Гельмінтофауна собак центральної частини України. *Науковий вісник НУБіП України. Київ,* 2010. Вип. 151. Ч. 2. С. 176–178.
32. Tull A., Valdmann H., Rannap R. Free-ranging rural dogs are highly infected with helminths, contaminating environment nine times more than urban dogs. *J. Helminthol.* 2022. No 96. 19 p. DOI:10.1017/S0022149X22000116.
33. Mulinge E., Zeyhle E., Mpario J. A survey of intestinal helminths in domestic dogs in a human-animal-environmental interface: the Oloisukut Conservancy, Narok County, Kenya. *J Helminthol.* 2021. No 95. 59 p. DOI:10.1017/S0022149X21000547.
34. *Toxocara Canis* Werner (1782) (Nematoda) From the Dog, *Canis familiaris* (Canidae): A Light and Scanning Electron Microscopic Study / M. Foli et al. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences E. Medical Entom. & Parasitology.* 2020. Vol. 12. No 1. P. 43–50. DOI:10.21608/EAJBSE.2020.79240.
35. A comparison of mini-FLOTAC and FLOTAC with classic methods to diagnosing intestinal parasites of dogs from Brazil / V.F. Lima et al. *Parasitol Res.* 2015. Vol. 114. No 9. P. 3529–3533. DOI:10.1007/s00436-015-4605-x.
36. Carnivores an important reservoirs of intestinal helminthic infections in mazandaran province, northern Iran / A. Amouei et al. *Iranian Journal of Parasitology.* 2018. Vol. 13. No. 2. P. 251–257. PMID: 30069209. PMCID: PMC60 68364.
37. High overlap of zoonotic helminths between wild mammalian predators and rural dogs - an emerging One Health concern? / A. Tull et al. *Parasitology.* 2022. Vol. 149. No. 12. P. 1565–1574. DOI:10.1017/S0031182022001032.
38. Effectiveness of Credelio Plus, a novel chewable tablet containing milbemycin oxime and lotilaner for the treatment of larval and immature adult stages of *Toxocara canis* in experimentally infected dogs / L.M. Young et al. *Parasit Vectors.* 2021. Vol. 17. No. 14 (1). 256 p. DOI:10.1186/s13071-021-04762-x.
39. Spread of anthelmintic resistance in intestinal helminths of dogs and cats is currently less

pronounced than in ruminants and horses - Yet it is of major concern / G. Samson-Himmelstjerna von et al. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist.* 2021. Vol. 17. P. 36–45. DOI:10.1016/j.ijpddr.2021.07.003.

40. Multiple drug resistance in the canine hookworm *Ancylostoma caninum*: an emerging threat? / P.D. Jimenez et al. *Parasites Vectors.* 2019. Vol. 12. No. 1. 576 p. DOI:10.1186/s13071-019-3828-6.

41. Jimenez Castro P.D., Kaplan R. Persistent or suspected-resistant hookworm infections. *Clin. Brief* 2020. P. 61–68. URL: https://parasitology.cvm.ncsu.edu/vmp930/supplement/2020_UGA_Resistant_Hookworm_Guidelines.pdf

42. Isolation and characterization of a naturally occurring multidrug-resistant strain of the canine hookworm, *Ancylostoma caninum* / S. Kitchen et al. *Int. J. Parasitol.* 2019. Vol. 49. No. 1. P. 397–406. DOI:10.1016/j.ijpara.2018.12.004.

43. Порівняльна ефективність копроовоскопічних методів діагностики за трихуризу собак. Актуальні проблеми ветеринарної медицини: матер. міжнар. наук.-практ. конф. М. Біла Церква, 15 квітня 2020 р. / С.М. Баб'юк та ін. БНАУ, 2020. С. 76–79.

44. Бахур Т.І., Антіпов А.А., Гончаренко В.П., Соловійова Л.М. Токсокароз собак і котів: навч. посіб. Біла Церква, 2018. 54 с.

45. Conde M.D.P., Portugaliza H.P., Lañada E.B. Prevalence of *Toxocara canis* infection in dogs and *Toxocara* egg environmental contamination in Baybay City, Leyte, Philippines. *J Parasit Dis.* 2022. Vol. 46. No. 4. P. 1021–1027. DOI:10.1007/s12639-022-01525-y.

46. Epidemiological study of gastrointestinal helminths among dogs from Northeastern Nigeria: a potential public health concern / S.M. Jajere et al. *Parasitol Res.* 2022. Vol. 121. No. 7. P. 2179–2186. DOI:10.1007/s00436-022-07538-z.

47. Emamapour S.R., Borji H., Nagibi A. An epidemiological survey on intestinal helminths of stray dogs in Mashhad, North-east of Iran. *J Parasit Dis.* 2015. Vol. 39. No. 2. P. 266–271. DOI:10.1007/s12639-013-0319-0.

48. Gastrointestinal Helminths and Zoonotic Importance Detected in Stray Dogs in Ağrı Province and Districts / M.T. Afshar et al. *Turkiye Parazitoloj Derg.* 2022. Vol. 46. No. 1. P. 34–38. DOI:10.4274/tpd.galenos.2021.63835.

49. Контроль гельмінтів собак та котів. ESCCAP Рекомендації 01: Шосте видання, травень 2021. 42 с. ISBN: 978-1-913757-38-0. URL: https://www.escsap.org/uploads/docs/4nf419fj_1088_ESCCAP_Guideline_GL1_UA_v3_1p.pdf.

REFERENCES

1. Morozov, B.S. (2021). Kyshkovi helmintozy sobak i kotiv v Sumskii oblasti (poshyrennia, likuvannia, rozrobka zakhodiv borotby): dys. ... d-ra filos. nauk: 211 / Sumskiy nats ahrarnyi un-t. [Intestinal helminthiasis of dogs and cats in the Sumy region (spread, treatment, development of control

measures): thesis. ... Dr. Philos. Sciences: 211 / Sumy National University Agrarian University]. Sumy, 170 p. (In Ukrainian).

2. Shahanenko, V.S., Shahanenko, R.V., Panchuk, A.V. (2023). Efektyvnist preparatu «Milpro» za toksokarozu tsutseniati [Effectiveness of the drug "Milpro" for toxocariasis in puppies]. *Suchasni aspekty likuvannia i profilaktyky khvorob tvaryn: materialy VII Vseukrainskoi nauk.-prakt. Internet-konferentsii, prysviachenoj 65-richchju z dnia narodzhennia profesora P. I. Lokesa, PDAU, 19–20 zhovtnia, 2023 r* [Modern aspects of treatment and prevention of animal diseases: materials of the VII All-Ukrainian Science and Practice. Internet conference dedicated to the 65th anniversary of the birth of Professor P. I. Lokes, PDAU, October 19–20, 2023]. Poltava, pp. 155–157. (In Ukrainian).

3. Saichenko, I.V. (2021). Poshyrennia ta sezonna dynamika helmintoziv sobak na terytorii Bilotserkivskoho raionu [Distribution and seasonal dynamics of canine helminthiasis in the territory of Bila Tserkva district]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]. Bila Tserkva, no. 1, pp. 119–128. DOI:10.33245/2310-4902-2021-165-1-119-128. (In Ukrainian).

4. Kitichenko, A.S., Melnychuk, V.V. (2024). Poshyrennia nematodoziv travnoho traktu v sobak na terytorii mista Kharkiv [Distribution of nematodes of the digestive tract in dogs in the territory of the city of Kharkiv]. *Scientific Progress & Innovations*, no. 27 (2), pp. 117–121. (In Ukrainian).

5. Otranto, D., Dantas-Torres, F., Mihalca, A.D., Traub, R.J., Lappin, M., Baneth, G. (2017). Zoonotic Parasites of Sheltered and Stray Dogs in the Era of the Global Economic and Political Crisis. *Trends Parasitol.*, Vol. 33, no. 10, pp. 813–825. DOI: 10.1016/j.pt.2017.05.013.

6. Morandi, B., Mazzone, A., Gori, F., Alvarez, Rojas, C.A., Galuppi, R., Deplazes, P., Poglayen, G. (2020). New Insights Into the Peculiar World of the Shepherd-Dog Parasites: An Overview From Maremma (Tuscany, Italy). *Front Vet Sci.*, no. 7, 564164 p. DOI:10.3389/fvets.2020.564164.

7. Mutwiri, T., Muigai, A.W.T., Magambo, J., Mulinge, E., Gitau, L., Muinde, P., Bettridge, J.M., Rogan, M., Fèvre, E.M., Falzon, L.C. (2023). The potential role of roaming dogs in establishing a geographically novel life cycle of taeniids (*Echinococcus* spp. and *Taenia* spp.) in a non-endemic area. *Vet Parasitol Reg Stud Reports.* no. 38, 100829 p. DOI:10.1016/j.vprsr.2022.100829.

8. Morandi, B., Greenwood, S.J., Conboy, G.A., Galuppi, R., Poglayen, G., VanLeeuwen, J.A. (2020). Endoparasites in dogs and cats diagnosed at the Veterinary Teaching Hospital (VTH) of the University of Prince Edward Island between 2000 and 2017. A large-scale retrospective study. *Prev Vet Med.*, no. 175, 104878 p. DOI:10.1016/j.prevetmed.2019.104878.

9. Shevchuk, T.I. (2014). Lychynkovi zoonozni helmintozy yak biolohichna, medychna i sotsialna

- problema [Larval zoonotic helminthiasis as a biological, medical and social problem]. *Infektsiini khvoroby [Infectious diseases]*, pp. 95–100. (In Ukrainian).
10. Zendejas-Heredia, P.A., Crawley, A., Byrnes, H., Traub, R.J., Colella, V. (2021). Zoonotic Soil-Transmitted Helminths in Free-Roaming Dogs, Kiribati. *Emerg Infect Dis.*, Vol. 28, no. 8, pp. 2163–2165. DOI:10.3201/eid2708.204900.
11. Eslahi, A.V., Badri, M., Khorshidi, A., Majidiani, H. (2020). Prevalence of *Toxocara* and *Toxascaris* infection among human and animals in Iran with meta-analysis approach. *BMC Infect Dis.*, Vol. 20, no. 1, 20 p. DOI:10.1186/s12879-020-4759-8.
12. Lee, A.C.Y., Schantz, P.M., Kazacos, K.R., Montgomery, S.P., Bowman D.D. (2010). Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends in Parasitology*, Vol. 26, no. 4, pp. 155–161. DOI:10.1016/J.PT.2010.01.002.
13. Jarošová, J., Antolová, D., Lukáč, B., Mad'ari, A.A. (2021). Survey of Intestinal Helminths of Dogs in Slovakia with an Emphasis on Zoonotic Species. *Animals*, Vol. 26, no. 4, 3000 p. DOI:10.3390/ani11103000.
14. Deplazes, P., Eichenberg, R.M., Grimm, F. (2019). Wildlife-transmitted *Taenia* and *Versteria* cysticercosis and coenuriasis in humans and other primates. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.*, no. 9, pp. 342–358. DOI:10.1016/J.IJPPAW.2019.03.013.
15. Torre, L.F., Cesare, D.A., Simonato, G., Cassini, R., Traversa, D., Frangipane, di Regalbono A. (2018). Prevalence of zoonotic helminths in Italian house dogs. *J Infect Dev Ctries.*, Vol. 12, no. 8, pp. 666–672. DOI:10.3855/jidc.9865.
16. Sukupayo, P.R., Tamang, S. (2023). Prevalence of Zoonotic Gastrointestinal Helminth Parasite among Dogs in Suryabinayak, Nepal. *Veterinary Medicine International*, 3624593 p. DOI:10.1155/2023/3624593.eCollection
17. Szwabe, K., Błaszczowska, J. (2017). Stray dogs and cats as potential sources of soil contamination with zoonotic parasites. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, Vol. 24, no. 1, 5 p.
18. Silva, V., Silva, J., Gonçalves, M., Brandão, C., Vieira, e Brito N. (2020). Epidemiological survey on intestinal helminths of stray dogs in Guimarães, Portugal. *Journal of Parasitic Diseases*, Vol. 44, no. 4, pp. 869–876.
19. Torkan, S., Ghandehari-Alavijeh, M.R., Khamesipour, F. (2017). Survey of the prevalence of *Toxocara cati* in stray cats in Isfahan city, Iran by PCR method. *Tropical Biomedicine*, no. 34 (3), pp. 550–555. PMID: 33592923.
20. Ramos, N.V., Lourenço, e Silva M., Barreto, M.S., Barros, L.A., Mendes-de-Almeida, F. (2020). Endoparasites of household and shelter cats in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Braz J Vet Parasitol*, no. 29 (1), pp. 1–15. DOI:10.1590/S1984-29612019110.
21. Korniyshyn, V.V., Malyshko, E.I., Maleha, O.M. (2013). Sviiski sobaky i koty yak rezerventy pryrodnovohnyshchevykh i zoonoznykh helmintoziv u suchasnykh umovakh Ukrainy [Domestic dogs and cats as reservoirs of naturally occurring and zoonotic helminthiasis in modern conditions of Ukraine]. *Veterynarna medytsyna [Veterinary medicine]*, Issue 97, pp. 383–387. Available at: (In Ukrainian).
22. Bourgoin, G., Callait-Cardinal, M.P., Bouhsira, E., Polack, B., Bourdeau, P., Roussel Ariza, C., Carassou, L., Lienard, E., Drake, J. (2022). Prevalence of major digestive and respiratory helminths in dogs and cats in France: results of a multicenter study. *Parasit Vectors*, Vol. 15, no. 1, 314 p. DOI:10.1186/s13071-022-05368-7.
23. Said, V., Stybel, V.V., Hutyi, B.V., Pryima, O.B. (2018). Suchasnyi pohliad na problemu toksokarozu u sobak [A modern view of the problem of toxocarosis in dogs]. *Naukovyi visnyk LNUVMB im. S.Z. Gzhyskoho [Scientific Bulletin of LNUVMB named after S.Z. Gzhitskyi]*, Vol. 20, no. 83, pp. 411–416. DOI:10.15421/nlvvet8380. (In Ukrainian).
24. Broshkov, M., Zapeka, I. (2020). Parazytofauna endoparazytiv miasoidnykh tvaryn m. Odesy. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, Issue 97, pp. 5–13.
25. Torkan, S., Ghandehari-Alavijeh, M.R., Khamesipour, F. (2017). Survey of the prevalence of *Toxocara cati* in stray cats in Isfahan city, Iran by PCR method. *Tropical Biomedicine*. no 34 (3), pp. 550–555. PMID: 33592923.
26. Traversa, D., Frangipane, di Regalbono A., Di Cesare, A., La Torre, F., Drake, J., Pietrobelli, M. (2014) Environmental contamination by canine geohelminths. *Parasit Vectors*, no. 7, 67 p. DOI:10.1186/1756-3305-7-67.
27. Yadav, K.K., Shrestha, B. (2017). Prevalence of zoonotic gastrointestinal helminth parasites in pet and stray dogs of Rupandehi district, Nepal. *Microbiol Infect Dis*, Vol. 1, no. 2, pp. 1–7.
28. Morelli, S., Colombo, M., Traversa, D., Iorio, R., Paoletti, B., Bartolini, R., Barlaam, A., Di Cesare, A. (2022). Zoonotic intestinal helminthes diagnosed in a 6-year period (2015–2020) in privately owned dogs of sub-urban and urban areas of Italy. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*, Vol. 29, 100689 p. DOI:10.1016/j.vprsr.2022.100689.
29. Simonato, G., Cassini, R., Morelli, S., Cesare, Di A., Torre, La F., Marcer, F., Traversa, D., Pietrobelli, M., Frangipane, di Regalbono A. (2019). Contamination of Italian parks with canine helminth eggs and health risk perception of the public. *Prev. Vet. Med.*, Vol. 172, 104788 p. DOI:10.1016/j.prevetmed.2019.104788.
30. Otero, D., Alho, A.M., Nijse, R., Roelfsema, J., Overgaauw, P., Carvalho, Madeira L. (2018). Environmental contamination with *Toxocara* Spp. eggs in public parks and playground sandpits of greater Lisbon. Portugal. *J. Infect. Public Health.*, Vol. 11, no. 1, pp. 94–98. DOI:10.1016/j.jiph.2017.05.002.
31. Soroka, N.M., Dakhno, Yu.I. (2010). Helminthofauna sobak tsentralnoi chastyny Ukrainy [Helminth fauna of dogs in the central part of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy [Scientific bulletin of NUBiP of Ukrain]*. Kyiv, Issue 151, Part 2, pp. 176–178.

32. Tull, A., Valdmann, H., Rannap, R. (2022). Free-ranging rural dogs are highly infected with helminths, contaminating environment nine times more than urban dogs. *J. Helminthol.*, no. 96, 19 p. DOI:10.1017/S0022149X22000116.
33. Mulinge, E., Zeyhle, E., Mpario, J., Mugo, M., Nungari, L., Ngugi, B., Sankale, B., Gathura, P., Magambo, J., Kachani, M. (2021). A survey of intestinal helminths in domestic dogs in a human-animal-environmental interface: the Oloisikut Conservancy, Narok County, Kenya. *J Helminthol.*, no 95, 59 p. DOI:10. 1017/S0022149X21000547.
34. Foli, M., El-Ganainy, S., Ahmed, M., Yehia, S., Morsy, K., Adel, A. (2020). *Toxocara Canis* Werner (1782) (Nematoda) From the Dog, *Canis familiaris* (Canidae): A Light and Scanning Electron Microscopic Study. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences E. Medical Entom. & Parasitology*, Vol. 12, no. 1, pp. 43–50. DOI:10.21608/EAJBSE.2020.79240.
35. Lima, V.F., Cringoli, G., Rinaldi, L., Monteiro, M.F., Calado, A.M., Ramos R.A., Meira-Santos, P.O., Alves, L.C. (2015). A comparison of mini-FLOTAC and FLOTAC with classic methods to diagnosing intestinal parasites of dogs from Brazil. *Parasitol Res.* Vol. 114, no. 9, pp. 3529–3533. DOI:10.1007/s00436-015-4605-x.
36. Amouei, A., Jahandar, H., Daryani, A., Sharif, M., Sarvi, S., Mizani, A., Abdollah Hosseini, S., Sarafrazi, M. (2018). Carnivores an important reservoirs of intestinal helminthic infections in mazandaran province, northern Iran. *Iranian Journal of Parasitology*, Vol. 13, no. 2, pp. 251–257. PMID: **30069209**. PMCID: PMC6068364.
37. Tull, A., Valdmann, H., Tammeleht, E., Kaasiku, T., Rannap, R., Saarma, U. (2022). High overlap of zoonotic helminths between wild mammalian predators and rural dogs - an emerging One Health concern? *Parasitology*. Vol. 149, no. 12. pp. 1565-1574. DOI: 10.1017/S0031182022001032.
38. Young, L.M., Wiseman, S., Crawley, E., Bowman, D.D., Reinemeyer, C.R., Snyder, D.E. (2021). Effectiveness of Credelio Plus, a novel chewable tablet containing milbemycin oxime and lotilaner for the treatment of larval and immature adult stages of *Toxocara canis* in experimentally infected dogs. *Parasit Vectors*. Vol. 17, no. 14 (1), pp. 256. DOI:10.1186/s13071-021-04762-x.
39. Samson-Himmelstjerna, von G., Thompson, R.A., Krücken, J., Grant, W., Bowman, D.D., Schnyder, M., Deplazes, P. (2021). Spread of anthelmintic resistance in intestinal helminths of dogs and cats is currently less pronounced than in ruminants and horses - Yet it is of major concern. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist.*, Vol. 17, pp. 36–45. DOI:10.1016/j.ijpddr.2021.07.003.
40. Jimenez, Castro P.D., Howell, S.B., Schaefer, J.J., Avramenko, R.W., Gilleard, J.S., Kaplan, R.M. (2019). Multiple drug resistance in the canine hookworm *Ancylostoma caninum*: an emerging threat? *Parasites Vectors*. Vol. 12, no. 1, 576 p. DOI:10.1186/s13071-019-3828-6.
41. Jimenez Castro P.D., Kaplan R. (2020). Persistent or suspected-resistant hookworm infections. *Clin. Brief*. pp. 61–68. Available at:https://www.clinicians_brief.com/article/persis tent-or-suspected-resistant-hookworm-infections.
42. Kitchen, S., Ratnappan, R., Han, S., Leasure, C., Grill, E., Iqbal, Z., Granger, O., O'Halloran, D.M., Hawdon, J.M. (2019). Isolation and characterization of anaturally occurring multidrug-resistant strain of the canine hookworm, *Ancylostoma caninum*. *Int. J. Parasitol.*, Vol. 49, no. 1, pp. 397–406. DOI:10.1016/j.ijpara.2018.12.004.
43. Babiuk, S.M., Volkova, K.V., Shahanenko, V.S., Antipov, A.A. (2020). Porivnialna efektyvnist koproovoskopichnykh metodiv diahnozyky za trykhurozu sobak [Comparative effectiveness of coprooscopic methods of diagnosis for trichurosis in dogs]. *Aktualni problemy veterynarnoi medytsyny: mater. mizhnar. nauk.-prakt. konf. (BNAU, 15 kvitnia 2020 r.)* [Actual problems of veterinary medicine: Mater. international science and practice conf. M. Bila Tserkva, April 15, 2020]. *Bila Tserkva*, pp.76–79. (In Ukrainian).
44. Bakhur, T.I., Antipov, A.A., Honcharenko, V.P., Soloviova, L.M. (2018). Toksokaroz sobak i kotiv: navch. posib. [Toxocarosis of dogs and cats: a study guide]. *Bila Tserkva*, 54 p.
45. Conde, M.D.P., Portugaliza, H.P., Lañada, E.B. (2022). Prevalence of *Toxocara canis* infection in dogs and *Toxocara* egg environmental contamination in Baybay City, Leyte, Philippines. *J Parasit Dis.*, Vol. 46, no. 4, pp. 1021–1027. DOI: 10.1007/s12639-022-01525-y.
46. Jajere, S.M., Lawal, J.R., Shittu, A., Waziri, I., Goni, D.M., Fasina, F.O. (2022). Epidemiological study of gastrointestinal helminths among dogs from Northeastern Nigeria: a potential public health concern. *Parasitol Res.* Vol. 121, no. 7, pp. 2179–2186. DOI:10.1007/s00436-022-07538-z.
47. Emamapour, S.R., Borji, H., Nagibi, A. (2015). An epidemiological survey on intestinal helminths of stray dogs in Mashhad, North-east of Iran. *J Parasit Dis.*, Vol. 39, no. 2, pp. 266–271. DOI:10.1007/s12639-013-0319-0.
48. Afshar, M.T., Yıldız, R., Taş, Cengiz, Z., Aydemir, S., Şahin, M. (2022). Gastrointestinal Helminths and Zoonotic Importance Detected in Stray Dogs in Ağrı Province and Districts. *Turkiye Parazit Derg.* Vol. 46, no. 1, pp. 34–38. DOI:10.4274/tpd.galenos.2021.63835.
49. Kontrol helmintiv sobak ta kotiv [Control of helminths of dogs and cats]. *ESCCAP Rekomendatsii 01: Shoste vydannia, traven 2021* [ESCCAP Recommendations 01: Sixth Edition, May 2021]. 42 p. ISBN: 978-1-913757-38-0. Available at:https://www.esccap.org/uploads/docs/4nf419fj_1088_ESCCAP_Guide_line_GL1_UA_v3_1p.pdf. (In Ukrainian).

The prevalence of zoonotic intestinal helminthiasis in dogs

Shahanenko R.V., Rublenko S.V., Shahanenko V.S., Kozii N.V., Avramenko N.V., Antipov A.A., Goncharenko V.P.

Dogs are the most popular pets in the world, but at the same time, they are carriers of dangerous helminth infections. Dogs are in close contact with humans and can be a threat to the well-being of their owners and their surroundings. Small pets can be a potential source of zoonotic parasites, in particular, intestinal helminths such as *Toxocara* spp., *Ancylostoma* spp., *Echinococcus* spp., *Dipylidium caninum*. An environment contaminated with invasive parasite elements is a source of infection and poses a potential danger to the owners themselves, other carnivores, and the environment. Due to the close contact of dogs with people, the risk of transmission of common diseases increases.

This study determined the prevalence of gastrointestinal helminths in dogs, particularly those that are zoonotic. 95 samples of feces collected from domestic and stray dogs of different age categories were studied. Based on the obtained results, the extensiveness and intensity of intestinal helminth infestation differed depending on the age category and lifestyle

of the studied dogs. Coproovoscopic examination of dog feces revealed eggs of *Toxocara canis*, *Ancylostoma caninum*, *Trichuris vulpis* and cocoons of *Dipylidium caninum*.

Depending on the way dogs are kept, the incidence of helminthiasis in stray animals was 3 times higher than in domestic animals. Thus, the prevalence of intestinal helminthiasis in domestic animals was 28.6%, in homeless (animals) - 90.6%. According to the age aspect, puppies up to 6 months of age had the highest extent of infestation. of both household and homeless age. In puppies kept at home, the pathogen *Toxocara canis* was detected in monoinvasion - 66.6%, and in the association of *Toxocara canis* + *Dipylidium caninum* - 33.3%. In stray puppies, it was detected only in the form of mixed infestations: *Toxocara canis* + *Dipylidium caninum* – 77.8%, *Toxocara canis* + *Ancylostoma caninum* – 22.2%. Therefore, it is an important task to disseminate information and raise the awareness of owners about the importance of cleaning dog feces in the surrounding environment. This will help to avoid infection and spread of helminthiasis, especially zoonoses.

Key words: dog, intestinal helminths, helminthiasis, zoonoses, toxocariasis, hookworm, dipylidiasis.



Copyright: Шаганенко Р.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:

Шаганенко Р.В.
Рубленко С.В.
Шаганенко В.С.
Козій Н.В.
Авраменко Н.В.
Антіпов А.А.
Гончаренко В.П.

<https://orcid.org/0000-0002-5848-1367>
<https://orcid.org/0000-0003-0678-5497>
<https://orcid.org/0000-0003-3484-2962>
<https://orcid.org/0000-0002-0141-4390>
<https://orcid.org/0000-0003-2200-1322>
<https://orcid.org/0000-0003-3955-3377>
<https://orcid.org/0000-0002-7279-6146>

ФАРМАКОЛОГІЯ І ТОКСИКОЛОГІЯ

УДК: 619:636.02.053.09/.087.7:616.071.22:615.243.3

Продуктивність та показники крові телят різних вікових груп у разі застосування кормової суміші на основі гумінових кислотЯкубчак О.М.¹ , Тишківська Н.В.^{2,3} , Тишківський М.Я.² ¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України² Білоцерківський національний аграрний університет³ ДП "Київоблстандартметрологія"

Тишківська Н.В. E-mail: natalya_tyshkivska@ukr.net



Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я. Продуктивність та показники крові телят різних вікових груп у разі застосування кормової суміші на основі гумінових кислот. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 102–112.

Yakubchak O., Tyshkivskaya N., Tyshkivsky M. Productivity and blood parameters of calves of different age groups when using a feed mixture based on humic acids. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 102–112.

Рукопис отримано: 24.10.2024 р.

Прийнято: 08.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-102-112

Проведено аналіз ефективності застосування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот на збільшення маси тіла, середньодобові прирости та показники крові телят різних вікових груп. Впродовж 50 діб телятам-молочникам віком від 0 до 50 діб та теличкам дослідної групи 3–4-міс. віку згодували кормову суміш на основі гумінових кислот у кількості 20 г/100 кг маси тіла тварини. Препарат додавали до молока (молозива) телятам-молочникам та до води – теличкам 3–4-місячного віку. Контроль ефективності застосування гумінових кислот здійснювали за показниками маси тіла тварин на початку дослідження та по завершенні досліду (через 50 діб). Визначали морфологічні, фізичні та біохімічні показники крові тварин на початку дослідження та по його завершенні.

Маса тіла телят-молочників та теличок 3–4-міс. віку дослідної групи по завершенні досліду вірогідно збільшилась ($p < 0,05$) та ($p < 0,001$), відповідно, порівняно з контрольною групою. Середньодобові прирости перевищували значення телят-молочників ($p < 0,001$) та теличок 3–4-міс. віку ($p < 0,05$) контрольної групи, що вказує на здатність покращувати засвоюваність раціону, стимулюючи мікробну активність в кишечнику і, в такий спосіб, сприяють всмоктуванню поживних речовин.

За результатами біохімічних досліджень встановлено зміни концентрації гемоглобіну у крові дослідних груп телят-молочників та теличок 3–4-міс. віку ($p < 0,1$), проте вони не були статистично вірогідними. Водночас, у теличок дослідної групи наприкінці досліду виявляли незначне підвищення еритроцитів з $5,52 \pm 0,64$ до $7,1 \pm 0,60$ Т/л ($p < 0,1$) та незначне збільшення дихальної поверхні еритроцитів через збільшення середнього об'єму еритроцитів ($p < 0,1$), проте ці зміни були невірогідними.

Дослідження біохімічних показників сироватки крові телят-молочників дослідної групи вказує на зростання концентрації загального білка наприкінці досліду та загального кальцію у $p < 0,1$, проте зміни не були статистично вірогідними.

У сироватці крові теличок дослідної групи 3–4-міс. віку кількість загального білка збільшилась ($p < 0,05$), що вказує на поліпшення засвоєння білків із спожитого корму.

Гумінові кислоти позитивно впливають на мінеральний обмін теличок 3–4-міс. віку, зокрема на концентрацію загального кальцію у сироватці крові ($p < 0,05$), що вказує на покращення його засвоєння.

Ключові слова: гумінові кислоти, загальний білок, загальний кальцій, неорганічний фосфор, сироватка крові, телята-молочники, телички.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Збільшення виробництва безпечних і належної якості м'ясних продуктів – актуальне питання сьогодення, що пов'язано з потребою населення у повноцінному білку. Відомо, що недостатнє споживання повноцінних білків тваринного походження негативно впливає на ріст організму, психічний та фізичний розвиток людини, адаптацію до навколишнього середовища та знижує захисні функції організму [1].

У світовій практиці актуальна проблема дефіциту тваринного білка вирішується через збільшення поголів'я сільськогосподарських тварин і птиці [2] або через інтенсифікацію тваринництва. У світовій практиці спостерігається перехід від екстенсивної технології вирощування до інтенсивної завдяки використанню різноманітних речовин для поліпшення обміну речовин в організмі сільськогосподарських тварин і птиці (антистресові компоненти, комплексні добавки тощо) [3–5].

Висока м'ясна продуктивність худоби та якісні м'ясні продукти потребують нового підходу до годівлі тварин [3, 6, 7]. Використання кормових добавок вітчизняного виробництва для підвищення м'ясної продуктивності великої рогатої худоби є актуальним для агропромислового комплексу України.

В основі цих кормових добавок – підвищення приросту маси тіла тварин завдяки стимуляції обмінних процесів, поліпшення конверсії корму. Проте, необхідно зазначити, що багато з препаратів синтетичного походження, а іноді їх біодоступність недостатньо висока. Це зменшує собівартість яловичини, а також витрати на закупівлю та імпорт аналогічних кормових добавок із-за кордону [8]. Останніми роками зростає інтерес до гумінових речовин у раціонах тварин. Гумусові речовини – природні органічні речовини, що утворюються в ґрунті під час гуміфікації мертвої органічної речовини. Основними компонентами їх є гумінові кислоти, фульвокислоти та гуміни. Гумінові речовини – багате джерело легкозасвоюваних мінеральних речовин. Вони вважаються натуральними та безпечними кормовими добавками з багатьма позитивними ефектами, зокрема поліпшують життєдіяльність тварин та якість продуктів тваринництва [3, 4].

Метою роботи було визначити вплив органічної кормової суміші на основі гумінових кислот на продуктивність та показники крові телят різних вікових груп.

Матеріали і методи дослідження. Роботу виконували на базі ТОВ “Печенізьке” Харківської обл. смт Печеніги та Експертного центру

діагностики та лабораторного супроводу ”Бі-олайтс“, лабораторні дослідження виконували на базі науково-дослідної лабораторії діагностики хвороб тварин кафедри пропедевтики та медицини внутрішніх хвороб тварин і птиці ім. В.І. Левченка та на кафедрі ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продуктів тваринництва та патанатомії ім. Й.С. Загаєвського Білоцерківського НАУ. Вплив органічної кормової суміші на вагу телят різних вікових груп визначали за допомогою індивідуального зважування за постановки тварин на дослід та по його завершенні через 50 діб. За результатами зважувань визначали абсолютний та середньодобовий прирости маси тварин.

Телят-молочників утримували в індивідуальних будиночках. Масу тіла тварин визначали відразу після народження (впродовж доби народжувалось від 3 до 5 телят): дослідну групу сформували впродовж 10 діб. Телятам дослідної групи органічну кормову суміш, виготовлену на основі гумінових кислот, задавали у розрахунку 20 г/100 кг ваги, а добову потребу визначали індивідуально для кожної тварини. Один раз на добу до молока телятам-молочникам додавали органічну кормову суміш виробництва ТОВ “Трінат Еколоджи”. Рецепт суміші розроблена українськими та австрійськими вченими і являє собою комплекс біологічно активних речовин природного походження, виготовлений з органічної природної сировини (торф, реструктурована вода, леонардит). Суміш має вигляд рідини темно-коричневого кольору із легким специфічним ароматом. Уміст низькомолекулярних органічних гумінових кислот та фульвокислот становить 44,4 та 24,2 % відповідно.

Тварин перед початком досліду розподілили на дві групи – контрольну та дослідну по 10 голів у кожній за принципом пар-аналогів, під час комплектування яких враховували дату народження, масу тіла та загальний клінічний стан. Дослід проводили на новонароджених телятах-молочниках та теличках 3–4-міс. віку української чорно-рябої породи.

Утримували телят-молочників в індивідуальних пластикових будиночках-вольєрах на відкритому майданчику. Новонародженим телятам випоювали 3 л молозива через зонд, в подальшому застосовували пластикові пляшки із сосками. Напування молоком здійснювали із відер. Телята-молочники дослідної групи впродовж 50 діб разом із молоком (молозивом) під час випоювання отримували органічну кормову суміш, виготовлену на основі гумінових кислот із розрахунку 20 г/100 кг маси тіла тварин.

Теличок на відгодівлі утримували безприв'язно у клітках по 10 голів. Органічну кормову суміш додавали до води, призначену для напування тварин.

Усіх тварин дослідної та контрольної груп різних вікових груп утримували в однакових умовах із дотриманням санітарно-гігієнічних норм. За тваринами спостерігали щоденно, зважували їх на першу та 50-у добу дослідження. Розраховували загальне збільшення маси тіла тварин і середньодобові прирости маси тіла.

Зразки крові відбирали з яремної вени з урахуванням “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах” (Україна, 2001) та згідно з положеннями “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших цілей” (Страсбург, 1985). Кров для дослідження відбирали перед випоюванням органічної кормової суміші (початок дослідження) та після останнього задавання (закінчення дослідження). У крові підраховували загальну кількість еритроцитів і лейкоцитів (розведення пробірковим методом за Ніколаєвим), визначали концентрацію гемоглобіну (геміглобінціанідним методом), гематокритну величину (мікроцентрифугуванням). Математично вираховували індекси “червоної” крові – колірний показник (КП), вміст гемоглобіну в еритроциті (МСН) та середній об'єм еритроцита (МСV). У сироватці крові визначали загальний протеїн (біуретовою реакцією), сечовину (з діацетилмонооксимом), креатинін (за колірною реакцією Яффе), мінеральний метаболізм – дослідженням концентрації загального кальцію (з реактивом кальцій-Арсенazo-III), неорганічного фосфору (за VIS-варіантом у реакції з триетаноламіном). Усі пе-

рераховані методи виконували реактивами НВО “Філісіт-діагностика” з використанням напівавтоматичного біохімічного аналізатора Stat Fax 1904+ (серійний номер 1904-5040).

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).

Результати дослідження. У вирощуванні молодняку великої рогатої худоби найважливішим є молочний періодом, оскільки на цьому етапі найінтенсивніше ростуть м'язи скелету, осьовий скелет, видозмінюються тканини і органи, формуються і вдосконалюються функції організму.

Маса тіла телят-молочників дослідної групи на початку дослідження була дещо меншою (в 1,1 раза), порівняно з контрольною групою, за середнього значення по групі $39,9 \pm 1,62$ та $43,4 \pm 1,42$ кг відповідно (табл. 1).

По завершенні дослідження (через 50 діб) встановлено, що маса тіла телят дослідної групи перевищувала відповідний показник телят контрольної. Зокрема, маса тіла телят дослідної групи зросла на $35,8 \pm 2,23$ кг проти $30,1 \pm 1,51$ кг, що в середньому на 5,7 кг більше ($p < 0,05$), ніж у контрольній групі. Середньодобові прирости відповідно були вірогідно вищими у телят-молочників дослідної групи ($p < 0,001$) і становили в середньому по групі $741,2 \pm 24,03$ г з коливаннями значень від 520,0 до 918,0 г проти $600,02 \pm 30,25$ ($480,2 - 740,1$) г.

Проведено також дослідження з ефективності застосування гумінових кислот для збільшення приростів маси тіла теличок віком від 3 до 4 міс. (табл. 2).

Таблиця 1 – Маса тіла телят-молочників за застосування гумінових кислот

Біометричні показники	Маса тіла телят, кг		Приріст, кг	Середньодобовий приріст, г
	початок дослідження	завершення дослідження		
Дослідна група				
$M \pm m$	$39,9 \pm 1,62$	$75,7 \pm 2,44^{**}$	$35,8 \pm 2,23^*$	$741,2 \pm 24,03^{**}$
Lim	34–51	57–85	21–45	520,0–918,0
Контрольна група				
$M \pm m$	$43,4 \pm 1,42$	$73,4 \pm 1,79$	$30,1 \pm 1,51$	$600,0 \pm 30,25$
Lim	35–49	61–80	25–41	480,2–740,1

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

Таблиця 2 – Результати приростів теличок 3–4-міс. віку за застосування гумінових кислот

Біометричні показники	Маса тіла теличок, кг		Приріст, кг	Середньодобовий приріст, г
	початок дослідю	завершення дослідю		
Дослідна група				
M ± m	86,9±9,4	128,3±5,24***	41,4±5,68**	822,0±113,7
Lim	41–126	116–158	28–69	560,0–1380,0
Контрольна група				
M ± m	78,0±6,06	107,4±6,83** *	29,4±4,47	537,5±58,98*
Lim	41–107	80–151	17–63	333,3–843,1

Примітка: *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001.

За результатами зважування теличок дослідної групи встановлено, що їх маса тіла по завершенні дослідження зростає в середньому на 41,4 кг (p<0,001) та перевищувала значення контрольної групи (p<0,01). Середньодобові прирости теличок дослідної групи на 284,5 г перевищували значення контрольної групи (p<0,05), що свідчить про позитивний вплив гумінових кислот на приріст маси тіла телят завдяки стимулюванню обмінних процесів та покращенню перетравності поживних речовин раціону [9, 10].

За результатами проведених досліджень у телят-молочників дослідної групи виявляли зміну концентрації гемоглобіну з 96,0±11,9 до 118,86±10,4 г/л (p<0,1) по завершенні дослідю (за норми 95–125 г/л), проте ці зміни не були статистично вірогід-

ними. Водночас, таку тенденцію можемо розцінювати як позитивний вплив гумінових кислот на синтез гемоглобіну в червоному кістковому мозку. У телят контрольної групи кількість гемоглобіну вірогідно не змінилася і становила 109,5±12,12 г/л на початку дослідю та 110,4±11,18 г/л по його завершенні (табл. 3).

Кількість еритроцитів у крові телят як дослідної так і контрольної груп (на початку та по завершенні дослідю) була в межах фізіологічних величин. Проте, важливим показником є не лише кількість еритроцитів, а також співвідношення між кількістю еритроцитів і гемоглобіном, тобто вирахувати так звані індекси “червоної” крові – колірний показник (КП) і середній уміст гемоглобіну (ВГЕ) в одному еритроциті.

Таблиця 3 – Динаміка змін показників крові за застосування телятам-молочникам гумінових кислот

Показник	Етап дослідю	Група тварин	
		дослідна (n=10)	контрольна (n=10)
Еритроцити, Т/л	початок	6,8±0,91	6,9±1,63
	закінчення	6,7±0,72	7,2±0,93
Лейкоцити, Г/л	початок	8,6±1,6	7,1±0,47
	закінчення	7,4±0,9	8,3±0,4
Гемоглобін, г/л	початок	96,0±11,9	109,5±12,12
	закінчення	118,4±9,4*	110,4±11,18
Гематокритна величина, %	початок	33,8±2,86	37,2±4,6
	закінчення	35,8±1,26	36,3±2,40
Середній об’єм еритроцитів, мкм ³	початок	50,5±6,01	55,6±11,8
	закінчення	52,7±5,18	50,4±6,8
Середній уміст гемоглобіну в одному еритроциті, пг	початок	15,9±3,30	16,8±2,96
	закінчення	18,1±2,24	15,3±1,98

Примітка: *p < 0,1.

ВГЕ у телят-молочників дослідної групи вірогідно незначно збільшився і становив $18,1 \pm 2,24$ пг проти $15,9 \pm 3,30$ на початку дослідження (за норми 15–20 пг), що вказує на поліпшення насичення еритроцитів гемоглобіном.

У крові телят контрольної групи виявляли незначне зменшення середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті порівняно з початком дослідження, проте значення залишалися у межах фізіологічної норми.

Отже, додавання до молока гумінових кислот телятам-молочникам дослідної групи активізує обмінні процеси в організмі тварин.

Результати проведених експериментальних досліджень гематологічних показників крові дослідних телят 3–4-місячного віку наведено у таблиці 4. Як видно з даних таблиці, додавання кормової суміші на основі гумінової кислоти певною мірою впливає на морфологічні показники крові.

Гемоглобін, дихальний пігмент крові, що бере участь у транспорті кисню та вуглекислоти, у теличок 3–4-міс. віку дослідної групи незначно збільшився з $98,7 \pm 9,61$ на початку дослідження до $121,7 \pm 7,9$ г/л по його завершенні, проте ці зміни були не вірогідними ($p < 0,1$).

Водночас у теличок дослідної групи по завершенні дослідження спостерігали підвищення еритроцитів з $5,5 \pm 0,64$ до $7,1 \pm 0,60$ Т/л ($p < 0,1$), проте ці зміни не були статистично вірогідними.

Загальний об'єм еритроцитів, що містяться в крові, характеризує величина гематокрити, яка залежить від двох показників: кількості еритроцитів та їх об'єму.

У крові теличок 3–4-місячного віку на початку дослідження значення коливалися від 28 до 36 % за середнього значення по групі $32,6 \pm 5,980$ %. Причиною зменшення цього показника може бути зменшення кількості еритроцитів та їх об'єму (табл. 4). По завершенні дослідження середні значення гематокритної величини відповідали фізіологічним межах і в середньому по групі становили $35,4 \pm 2,78$ %.

Водночас у теличок дослідної групи на початку дослідження виявлено зменшення середнього об'єму еритроцитів, значення в середньому по групі становили $45,7 \pm 3,61$ пг, що вказує на розвиток мікроцитозу. По завершенні дослідження дихальна поверхня еритроцитів незначно збільшилася, значення в середньому по групі становили $52,0 \pm 2,43$ пг (табл. 4).

Білки слугують основним будівельним матеріалом для всіх клітин і тканин організму, тому вони є важливими об'єктами для дослідження [1]. Окрім того, важливе значення має показник загального протеїну в сироватці крові, який відображає забезпеченість організму поживними та пластичними речовинами. Білки крові виконують низку функцій: підтримують постійний осмотичний тиск, величину рН крові, мають важливе значення у формуванні імунітету, утворенні комплексів з вуглеводами, ліпідами, гормонами.

У сироватці крові телят-молочників дослідної групи спостерігали тенденцію до зростання загального білка по завершенні дослідження за середнього значення по групі $71,7 \pm 4,32$ проти $60,5 \pm 5,47$ г/л ($p < 0,1$) на початку дослідження (табл. 5).

Таблиця 4 – Морфологічні показники крові за застосування теличкам гумінових кислот

Показник крові	Етап дослідження	Група тварин	
		дослідна (n=10)	контрольна (n=10)
Еритроцити, Т/л	початок	$5,5 \pm 0,64$	$6,1 \pm 1,5$
	закінчення	$7,1 \pm 0,60^*$	$6,1 \pm 0,46$
Лейкоцити, Г/л	початок	$7,2 \pm 1,2$	$6,2 \pm 0,74$
	закінчення	$6,6 \pm 0,9$	$7,6 \pm 0,81$
Гемоглобін, г/л	початок	$98,7 \pm 9,6$	$107,95 \pm 8,42$
	закінчення	$121,7 \pm 7,9^*$	$112,0 \pm 10,41$
Гематокритна величина, %	початок	$32,6 \pm 5,0$	$34,2 \pm 2,40$
	закінчення	$35,4 \pm 2,78$	$36,4 \pm 3,40$
Середній об'єм еритроцитів, мкм ³	початок	$45,7 \pm 2,61$	$49,32 \pm 11,8$
	закінчення	$52,0 \pm 2,43^*$	$51,2 \pm 5,6$
Середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті, пг	початок	$13,8 \pm 3,30$	$14,6 \pm 2,66$
	закінчення	$16,5 \pm 2,8$	$16,8 \pm 2,3$

Примітка: * $p < 0,1$.

Таблиця 5 – Біохімічні показники сироватки крові телят-молочників за застосування гумінових кислот

Показник	Етап досліджу	Група тварин	
		дослідна (n=10)	контрольна (n=10)
Загальний білок, г/л	початок	60,5 ± 5,47	69,19±7,97
	закінчення	71,7±4,32*	66,0±4,71
Сечовина, ммоль/л	початок	2,4±1,6	4,6±1,63
	закінчення	3,4±0,76	3,5±0,22
Креатинін, кмоль/л	початок	98,5±9,28	111,9±21,02
	закінчення	107,0±8,65	109,9±15,73
Загальний кальцій, ммоль/л	початок	2,2±0,13	2,3±0,27
	закінчення	2,5±0,05*	2,3±0,06
Неорганічний фосфор, ммоль/л	початок	2,2±0,15	2,3±0,27
	закінчення	2,3±0,12	2,3±0,06

Примітка: * $p < 0,1$.

У сироватці крові телят-молочників контрольної групи вірогідної різниці у кількості загального білка на початку та наприкінці досліджу не виявляли, а значення в середньому по групі становили 69,2±7,97 та 66,0±4,71 г/л відповідно.

Забезпечення телят білком можливе лише за надходження його з раціону. Гумінові кислоти не забезпечують організм тварин загальним білком, проте вони сприяють кращому засвоєнню поживних речовин корму та зростанню синтезу білків крові.

У сироватці крові телят-молочників дослідної групи виявлено зростання сечовини, адже вона є кінцевим продуктом обміну білків. Проте, показники відповідають фізіологічному значенню.

Корелятивна залежність між загальним білком і сечовиною спостерігається і у телят-молочників контрольної групи (табл. 5).

Зростання креатиніну у сироватці крові телят дослідної групи, ймовірно, може свідчити про часткове зневоднення організму або ураження (пошкодження) м'язів, можливо, внаслідок м'язової активності телят.

Рівень загального кальцію у сироватці крові телят дослідної групи по завершенні дослідження мав тенденцію до збільшення і становив 2,46 ммоль/л проти 2,20 ммоль/л на початку дослідження, проте ці зміни не були статистично вірогідними ($p < 0,1$).

У сироватці крові телят контрольної групи зміст загального кальцію не змінився.

Зміст неорганічного фосфору збільшився по завершенні досліджу в сироватці крові телят дослідної групи, проте значення перебувало у фізіологічних межах впродовж досліджу.

Отже, застосування органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових

кислот, позитивно впливає на білковий та мінеральний обмін телят-молочників.

Загальний білок в сироватці крові телят дослідної групи 3–4-міс. віку на початку дослідження був низьким і в середньому по групі становив 66,3±6,4 г/л (табл. 6). Після застосування гумінових кислот рівень загального білка збільшився до 76,4±2,42 г/л ($p < 0,05$), що вказує на поліпшення засвоєння білків із спожитого корму. Водночас у сироватці крові телят дослідної групи по закінченні досліджу виявляли незначне зростання сечовини, яка є кінцевим продуктом обміну білків.

Креатинін у клінічно здорових телят повністю фільтрується клубочковим апаратом нефрону і не реабсорбується в канальцях нирок. Тому визначення креатиніну використовують для вивчення фільтраційної функції клубочків нирок. За результатами досліджень – креатинін в сироватці крові телят дослідної групи не перевищував фізіологічні межі.

Позитивний вплив гумінових кислот виявили на стан мінерального обміну, а саме на рівень загального кальцію у сироватці крові телят дослідної групи. Зростання кількості загального кальцію на 20,5 % ($p < 0,05$) вказує на поліпшення мінерального обміну.

Обговорення. Попит на безпечну та якісну яловичину в усьому світі спонукає виробників шукати альтернативу антибіотикам та стимуляторам росту, для задоволення потреб споживачів. Природними стимуляторами росту, які зменшують витрату кормів на приріст маси тіла тварин, знижують ризик захворювань, підвищують імунітет та покращують якість м'яса є органічні кормові суміші на основі гумінових кислот (Hays, 1981; Gropp та ін., 1992).

Таблиця 6 – Біохімічні показники сироватки крові теличок за застосування гумінових кислот

Показник крові	Етап досліджу	Група тварин	
		дослідна (n=10)	контрольна (n=10)
Загальний білок, г/л	початок	66,3±6,4	66,0±6,0
	закінчення	76,4±2,42*	72,7±2,3
Сечовина, ммоль/л	початок	3,6±1,3	3,9±1,45
	закінчення	4,3±0,4	3,5±0,42
Креатинін, кмоль/л	початок	91,0±8,98	117,5±6,1
	закінчення	102,6±6,13	128,4±6,23
Загальний кальцій, ммоль/л	початок	2,1±0,17	2,1±0,13
	закінчення	2,6±0,13*	2,3±0,08
Неорганічний фосфор, ммоль/л	початок	2,2±0,13	2,0±0,21
	закінчення	2,3±0,14	2,2±0,8

Примітка: * $p < 0,05$.

Гумінові кислоти, маючи колоїдні властивості здатні утворювати захисні шари на епітеліальному шарі слизової оболонки травного тракту, що перешкоджає проникненню патогенних бактерій або токсичних речовин, які виробляють бактерії [8, 14, 15]. Завдяки цьому забезпечується додатковий рівень захисту шлунково-кишкового тракту телят та покращується засвоєння поживних речовин корму. Наші дослідження узгоджуються із результатами науковців [19], які констатують зростання маси тіла телят під дією гумінових кислот, в основі яких лежить стимулювання обмінних процесів та поліпшення перетравності поживних речовин раціону. За результатами наших досліджень, маса тіла телят-молочників дослідної групи по завершенні досліді вірогідно збільшилась ($p < 0,05$) у порівнянні з контрольною. Середньодобові прирости перевищували значення телят-молочників контрольної групи ($p < 0,001$), що вказує на здатність покращувати засвоюваність раціону, стимулюючи мікробну активність в кишечнику і, в такий спосіб, сприяють всмоктуванню поживних речовин.

Маса тіла теличок 3–4-міс. віку по завершенні досліді вірогідно збільшилась ($p < 0,001$) та перевищувала значення контрольної групи ($p < 0,01$). Середньодобові прирости теличок дослідної перевищували значення контрольної групи ($p < 0,05$), що свідчить про позитивний вплив гумінових кислот на приріст маси тіла телят за збільшення мікробної популяцію рубця або зміни мікробіоти кишечника. Підвищена мікробна активність, зокрема, покращує ферментацію і засвоюваність поживних речовин [18, 19]. Гумінові кислоти діють як природні антибі-

отики, що приводить до підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин, покращують роботу кишечника тварин, сприяючи зростанню корисних мікроорганізмів, пригнічуючи шкідливу мікрофлору.

Вивчення показників крові підтверджує позитивний вплив гумінових кислот на еритроцитопоез. За результатами досліджень умісту гемоглобіну у крові телят дослідної групи, які отримували органічну кормову суміш виготовлену на основі гумінових кислот, по завершенні досліді збільшився, проте ці зміни не були статистично вірогідними.

Наші дослідження частково узгоджуються із результатами групи вчених [21] на підставі досліджень морфологічних показників крові корів, яким до раціону додавали гумінові речовини, що сприяло підвищенню гемоглобіну на 5,5 %, еритроцитів – на 6,6 %, що також дозволило авторам зробити висновок про активізацію обмінних процесів в організмі корів.

Оскільки гемоглобін постачає кисень тканинам для забезпечення нормального перебігу енергетичних процесів в організмі, транспортує вуглекислий газ із тканин у легені, входить до складу гемоглобінової буферної системи крові й бере участь у регуляції кислотно-лужної рівноваги, а його незначне збільшення ($p < 0,1$) вказує на необхідність продовжувати згодовування органічної кормової сіміші тваринам.

Загальний білок у сироватці крові, що відображає забезпеченість поживними речовинами та макроелементами, мав тенденцію до зростання ($p < 0,05$) у теличок дослідної групи 3–4-міс. віку. На основі проведених досліджень Л.М. Степченко [20] висловлює

припущення, що в травному тракті за участі ферментів гідролаз відбувається активація макромолекул гумінових кислот (як ядерної їх частини, так і периферичних функціональних груп), а це, зокрема, приводить до подальшої активації ферментів травного тракту. Водночас у печінці активізується система внутрішньоклітинних гідролаз, що приводить до зростання синтезу білків крові.

Органічні кормові суміші, виготовлені на основі гумінових кислот, стимулюють утворення, розвиток і дозрівання клітин крові (лейкоцитів, еритроцитів, тромбоцитів), синтез білків крові та використання глюкози тканинами організму; в результаті спостерігається достовірне збільшення приросту маси тіла у телят [21].

Висновки. 1. Застосування кормової суміші на основі гумінових кислот сприяє зростанню маси тіла телят-молочників і теличок 3–4-міс. віку дослідної групи у середньому на 5,7 кг ($p < 0,05$) та 12,0 кг ($p < 0,001$) відповідно, порівняно із контрольними групами.

2. Середньодобові прирости телят-молочників дослідної групи на 141,1 г ($p < 0,001$) перевищують значення контрольної групи, а теличок дослідної групи – на 284,5 г ($p < 0,05$), що вказує на позитивний вплив гумінових кислот на приріст живої маси тіла телят завдяки стимулюванню обмінних процесів та поліпшенню перетравності поживних речовин раціону.

3. Тенденція до збільшення концентрації гемоглобіну у крові телят-молочників та теличок 3–4-міс. віку дослідної групи ($p < 0,1$) може вказувати на позитивний вплив гумінових кислот на синтез гемоглобіну в червоному кістковому мозку.

4. Підвищення загального кальцію у сироватці крові теличок 3–4-міс. віку ($p < 0,05$) та тенденція до збільшення у телят-молочників ($p < 0,1$) дослідної групи по завершенні дослідження вказує на посилення засвоєння кальцію.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мазур Т.Г., Димань Т.М., Богатко Н.М. Зміни харчової поведінки людини під час війни та стратегія подолання нутрієнтних дефіцитів. Європейські виміри сталого розвитку: збірник наукових статей за матеріалами IV Міжнародної науково-практичної конференції (НУХТ, 20-21 жовтня 2022 р.). К., 2022. С. 36–45.

2. Бондаренко Г.П., Носевич Д.К., Крук О.П. Технологічні рішення ефективного виробництва

на фермах з розведення м'ясної худоби в умовах України. Тваринництво та технології харчових продуктів. Т. 14. № 4. 2023. С. 40–57.

3. Hassan A.A., Salem A.Z.M., Elghandour M.M.Y. Humic substances isolated from clay soil may improve the ruminal fermentation, milk yield, and fatty acid profile: A novel approach in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 2020. Vol. 268.

4. Effects of replacing dietary maize grains with increasing levels of sugar beet pulp on rumen fermentation constituents and performance of growing buffalo calves / H.M. Abo-Zeid et al. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2017. 234. P. 128–138. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2017.09.011

5. Allen M.S., Bradford B.J., Oba M. The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *J. Anim. Sci.* 2009. 87. P. 3317–3334. DOI:10.2527/jas.2009-1779

6. de Lourdes Angeles M., Gómez-Rosales S., Téllez-Isaias G. Mechanisms of Action of Humic Substances as Growth Promoters in Animals. *Humus and Humic Substances - Recent Advances*. Intech Open, London, United Kingdom, 2022. 102 p. DOI:10.5772/sntechopen.105956

7. Ametaj B.N., Emmanuel D.G.V., Zebeli Q., Dunn S.M. Feeding high proportions of barley grain in a total mixed ration perturbs diurnal patterns of plasma metabolites in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2009. 92. P. 1084–1091. DOI:10.3168/jds.2008-1465

8. Evaluation of nutraceutical effects on pig immunity: effects of Promox. In: *Proceedings of Annual Meeting of Southern Section of American Society of Animal Science* / L.A. Dabovich et al. Mobile, AL (USA), 2003. No 114.

9. Degirmencioglu T., Ozbilgin S. Effect of administration of humic acid on somatic cell count and total bacteria in Saanen goats. *Int. J. Vet. Sci.* 2013. 2. P. 151–154.

10. McCann J.C., Wickersham T.A., Looor J.J. Highthroughput methods redefine the rumen microbiome and its relationship with nutrition and metabolism. *Bioinform Biol Insights*. 2014. P. 109–125. DOI:10.4137/BBI.S15389

11. Storm A.C., Hanigan M.D., Kristensen N.B. Effects of ruminal ammonia and butyrate concentrations on reticulorumen epithelial blood flow and volatile fatty acid absorption kinetics under washed reticulorumen conditions in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2011. No 94. P. 3980–3994. DOI:10.3168/jds.2010-4091

12. Islam K.M.S., Schumacher A., Groppe J.M., Humic acid substances in animal agriculture. *Pakistani Journal of Nutrition*. 2005. No 4. P. 126–134. DOI:10/3923/pjn.2005.126.134

13. Analyse of traits of milk production in dairy cows / J. Bujko et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2011. Vol. 5. No 1. P. 5–9. DOI:10/5219/93

14. The rumen microbial metagenome associated with high methane production in cattle / J. Hyslop et al.

BMC Genomics. 2015. No 16. 839 p. DOI:10.1186/s12864-015-2032-0

15. Zhou S., Xu J., Yang G., Zhuang L. Methanogenesis affected by the co-occurrence of iron(III) oxides and humic substances. FEMS Microbiol. Ecol. 2014. No 88. P. 107–120. DOI:10.1111/1574-6941.12274

16. Rajendiran S., Purakayastha T.J. Effect of humic acid multinutrient fertilizers on yield and nutrient use efficiency of potato. J. Plant Nutr. 2016. No 39. P. 949–956. DOI:10.1080/01904167.2015.1109106

17. Impact of humic acid as an organic additive on ruminal fermentation constituents, blood parameters and milk production in goats and their kids growth rate / H.M. El-Zaiat et al. J. Anim. Feed Sci. 2018. Vol. 27. No 2. P. 105–113. DOI:10.22358/jafs/92074/2018

18. Єфімов В.Г., Ракитянський В.М. Вплив гумінових речовин на мінеральний обмін у корів. Науково-технічний бюлетень НДТс біобезпеки та екол. контролю ресурсів АПК. 2012. Т. 1. № 1. С. 66–70.

19. Степченко Л.М., Галузіна Л.І., Лосева Є.О., Мхайленко Є.О. Ефективність застосування кормових добавок на основі біологічно активних речовин гумінової природи у птахівництві. Розвиток Придніпровського регіону: агроекологічний аспект: монографія за заг. ред. проф. А. С. Кобця; відпр. ред. проф. Д.М. Онопрієнко та ін. Дніпровський ДАЕУ. Дніпро: Ліра, 2021. С. 609–623. URL:<http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/6321>.

20. Effects of sodium humate and glutamine combined supplementation on growth performance, diarrhea incidence, blood parameters, and intestinal microflora of weaned calves / D. Wang et al. Anim Sci J. 2021. 92 (1). DOI:10.1111/asj.13584. PMID: 34269503.

21. Stepchenko L., Dyomshyna O., Ushakova G. The impact of the humate nature feed additives on the antioxidative status of erythrocytes, liver, and muscle in chickens, hens, and gerbils. Biointerface Research in Applied Chemistry. 11 (5). P. 13202–13213. DOI:10.33263/BRIAC115.1320213213.

22. New biologically active drug “Gumosil” and the effectiveness of its use in the diets of dairy cows / G.V. Naumova et al. In Proceedings of the International Conference “Humic Substances and Phytohormones in Agriculture”, Dnepropetrovsk, Ukraine. 2010. P. 30–33.

REFERENCES

1. Mazur, T.H., Dyman, T.M., Bohatko, N.M. (2022). Zminy kharchovoi povedinky liudyny pid chas viiny ta stratehiiia podolannia nutriientnykh defitsyiv [Changes in human eating behavior during the war and a strategy for overcoming nutrient deficits]. Yevropeiski vymiry staloho rozvytku: zbirnyk naukovykh statei za materialamy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (NUKhT, 20-21 zhovtnia 2022 r.) [European dimensions of sustainable development: a collection of scientific articles based

on the materials of the 4th International Scientific and Practical Conference (NUHT, October 20–21, 2022)]. K., pp. 36–45. (In Ukrainian).

2. Bondarenko, H.P., Nosevych, D.K., Kruk, O.P. (2023). Tekhnolohichni rishennia efektyvnoho vyrobnytstva na fermakh z rozvedennia miasnoi khudoby v umovakh Ukrainy [Technological solutions for effective production on beef cattle farms in Ukraine]. Tvarynnytstvo ta tekhnolohii kharchovykh produktiv [Animal husbandry and food technologies]. Vol. 14, no. 4, pp. 40–57. (In Ukrainian).

3. Hassan, A.A., Salem, A.Z.M., Elghandour, M.M.Y. (2020). Humic substances isolated from clay soil may improve the ruminal fermentation, milk yield, and fatty acid profile: a novel approach in dairy cows. Animal Feed Science and Technology. Vol. 268.

4. Abo-Zeid, H.M., El-Zaiat, H.M., Morsy, A.S., Attia, M.F.A., Abaza, M.A., Sallam, S.M.A. (2017). Effects of replacing dietary maize grains with increasing levels of sugar beet pulp on rumen fermentation constituents and performance of growing buffalo calves. Anim. Feed Sci. Technol., 234, pp. 128–138. DOI:10.1016/j.anifeeds.2017.09.011

5. Allen, M.S., Bradford, B.J., Oba, M. (2009). The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. J. Anim. Sci., 87, pp. 3317–3334. DOI:10.2527/jas.2009-1779

6. de Lourdes, Angeles M., Gómez-Rosales, S., Téllez-Isaias, G. (2022). Mechanisms of Action of Humic Substances as Growth Promoters in Animals. Humus and Humic Substances - Recent Advances. Intech Open, London, United Kingdom, 102 p. DOI:10.5772/sntechopen.105956

7. Ametaj, B.N., Emmanuel, D.G.V., Zebeli, Q., Dunn, S.M. (2009). Feeding high proportions of barley grain in a total mixed ration perturbs diurnal patterns of plasma metabolites in lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 92, pp. 1084–1091. DOI:10.3168/jds.2008-1465

8. Dabovich, L.A., Hulbert, L., Rudine, A., Kim, S., Ji, F., McGlone, J. (2003). Evaluation of nutraceutical effects on pig immunity: effects of Promox. In: Proceedings of Annual Meeting of Southern Section of American Society of Animal Science. Mobile, AL (USA), no. 114.

9. Degirmencioglu, T., Ozbilgin, S. (2013). Effect of administration of humic acid on somatic cell count and total bacteria in Saanen goats. Int. J. Vet. Sci., 2, pp. 151–154.

10. McCann, J.C., Wickersham, T.A., Loor, J.J. (2014). Highthroughput methods redefine the rumen microbiome and its relationship with nutrition and metabolism. Bioinform Biol Insights. pp. 109–125. DOI:10.4137/BBI.S15389

11. Storm, A.C., Hanigan, M.D., Kristensen, N.B. (2011). Effects of ruminal ammonia and butyrate concentrations on reticulorumen epithelial blood flow and volatile fatty acid absorption kinetics under washed reticulorumen conditions in lactating dairy cows. J. Dairy Sci., no. 94, pp. 3980–3994. DOI:10.3168/jds.2010-4091

12. Islam, K.M.S, Schumacher, A., Gropp, J.M. (2005). Humic acid substances in animal agriculture. *Pakistani Journal of Nutrition*, no. 4, pp.126–134. DOI:10/3923pjn.2005.126.134
13. Bujko, J., Kocman, R., Žitný, J., Trakovická, A., Hrnčar, C. (2011). Analyse of traits of milk production in dairy cows. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, Vol. 5, no. 1, pp. 5–9. DOI:10/5219/93
14. Hyslop, J., Ross, D.W., Waterhouse, A., Watson, M., Roehe, R. (2015). The rumen microbial metagenome associated with high methane production in cattle. *BMC Genomics*. no. 16, 839 p. DOI:10.1186/s12864-015-2032-0
15. Zhou, S., Xu, J., Yang, G., Zhuang, L. (2014). Methanogenesis affected by the co-occurrence of iron(III) oxides and humic substances. *FEMS Microbiol. Ecol.* no. 88, pp. 107–120. DOI:10.1111/1574-6941.12274
16. Rajendiran, S., Purakayastha, T.J. (2016). Effect of humic acid multinutrient fertilizers on yield and nutrient use efficiency of potato. *J. Plant Nutr.*, no. 39, pp. 949–956. DOI:10.1080/01904167.2015.1109106
17. El-Zaiat, H.M., Morsy, A.S., El-Wakeel, E.A., Anwer, M.M., Sallam, S.M. (2018). Impact of humic acid as an organic additive on ruminal fermentation constituents, blood parameters and milk production in goats and their kids growth rate. *J. Anim. Feed Sci.*, Vol. 27, no. 2, pp. 105–113. DOI:10.22358/jafs/92074/2018
18. Yefimov, V.H., Rakytianskyi, V.M. (2012). Vplyv huminovykh rečovyn na mineralnyi obmin u koriv [The influence of humic substances on mineral metabolism in cows]. *Naukovo-tehnichniy biuleten NDTs biobezpeky ta ekol. kontroliu resursiv APK [Scientific and technical bulletin of BAT of biosafety and ecology. control of agricultural resources]*. Vol. 1, no. 1, pp. 66–70. (In Ukrainian).
19. Stepchenko, L.M., Haluzina, L.I., Losieva, Ye.O., Mykhailenko, Ye.O. (2021). Efektyvnist zastosuvannya kormovykh dobavok na osnovi biolohichno aktyvnykh rečovyn huminovoï pryrody u ptakhivnytstvi [Effectiveness of using feed additives based on biologically active substances of humic nature in poultry farming]. *Rozvytok Prydniprovskoho rehionu: ahroekolohichniy aspekt: monohrafiia za zah. red. prof. A.S. Kobtsia; vidp. red. prof. D.M. Onopriienko ta in [Development of the Dnieper region: agro-ecological aspect: monograph on general ed. Prof. AND.WITH. Kobets; resp. ed. Prof. D.M. Onopriienko and others]*. Dniprovsk DAEU. Dnipro: Lira, pp. 609–623. Available at: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/6321>. (In Ukrainian).
20. Wang, D., Du, Y., Wang, S., You, Z., Liu, Y. (2021). Effects of sodium humate and glutamine combined supplementation on growth performance, diarrhea incidence, blood parameters, and intestinal microflora of weaned calves. *Anim Sci J.*, 92 (1). DOI:10.1111/asj.13584. PMID: 34269503.
21. Stepchenko, L., Dyomshyna, O., Ushakova, G. The impact of the humate nature feed additives on the antioxidative status of erythrocytes, liver, and muscle in chickens, hens, and gerbils. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 11 (5), pp. 13202–13213. DOI:10.33263/BRIAC115.1320213213.
22. Naumova, G.V., Thomson, A.E., Ovchinnikova, T.F. New biologically active drug “Gumosil” and the effectiveness of its use in the diets of dairy cows. In *Proceedings of the International Conference “Humic Substances and Phytohormones in Agriculture”*, Dnepropetrovsk, Ukraine, 16–18 February 2010. pp. 30–33.

Productivity and blood parameters of calves of different age groups when using a feed mixture based on humic acids

Yakubchak O., Tyshkivskaya N., Tyshkivsky M.

The effectiveness of the use of an organic feed mixture based on humic acids on body weight gain, average daily gains and blood parameters of calves of different age groups was analyzed. For 50 days, dairy calves aged 0 to 50 days and heifers of the experimental group aged 3–4 months were fed a feed mixture based on humic acids in the amount of 20 g/100 kg of animal body weight. The drug was added to milk (colostrum) of dairy calves and to water of heifers aged 3–4 months. The effectiveness of the use of humic acids was monitored by monitoring the body weight of animals at the beginning of the study and at the end of the study (after 50 days). Morphological, physical and biochemical blood parameters of animals were determined at the beginning of the study and at its end.

Body weight of dairy calves and heifers 3–4 months age of the experimental group at the end of the experiment significantly increased ($p < 0.05$) and ($p < 0.001$), respectively, compared with the control group. Average daily gains exceeded the values of dairy calves ($p < 0.001$) and heifers 3–4 months of age ($p < 0.05$) of the control group, which indicates the ability to improve the digestibility of the diet, stimulating microbial activity in the intestine and, thus, improving the absorption of nutrients.

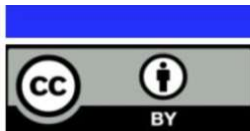
According to the results of biochemical studies, changes in hemoglobin concentration in the blood of the experimental groups of dairy calves and heifers 3–4 months of age ($p < 0.1$), but they were not statistically significant. Along with this, at the end of the experiment, the heifers of the experimental group showed a slight increase in erythrocytes from 5.52 ± 0.64 to 7.1 ± 0.60 T/l ($p < 0.1$) and a slight increase in the respiratory surface of erythrocytes due to an increase in the average volume of erythrocytes ($p < 0.1$), but these changes were not significant.

The study of biochemical parameters of the blood serum of dairy calves of the experimental group indicates an increase in the concentration of total protein at the end of the experiment and total calcium at $p < 0.1$, but the changes were not statistically significant.

In the blood serum of heifers of the experimental group of 3–4 months of age, the amount of total

protein increased ($p < 0.05$), which indicates an improvement in the assimilation of proteins from the consumed feed.

Humic acids have a positive effect on the mineral metabolism of 3–4-month-old heifers. age, in particular on the concentration of total calcium in blood serum ($p < 0.05$), which indicates an improvement in its absorption.



Copyright: Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я. © 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>

Тишківський М.Я.

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

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

УДК 636.4.09:616-007.43:617

Клініко-ехографічна оцінка застосування фібрину, збагаченого тромбоцитами, за герніотомії великих гриж у свиней**Шевченко С.М.** , **Чемеровський В.О.** , **Тодосюк Т.П.** ,
Єрошенко О.В. , **Рубленко М.В.** *Білоцерківський національний аграрний університет* E-mail: Шевченко С.М. svitlana.shevchenko@btsau.edu.ua;
Рубленко М.В. mykhailo.rublenko@btsau.edu.ua

Шевченко С.М., Чемеровський В.О., Тодосюк Т.П., Єрошенко О.В., Рубленко М.В. Клініко-ехографічна оцінка застосування фібрину, збагаченого тромбоцитами, за герніотомії великих гриж у свиней. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 113–123.

Shevchenko S.M., Chemerovsky V.O., Todosyuk T.P., Eroshenko O.V., Rublenko M.V. Clinical and echographic evaluation of the use of platelet-rich fibrin for herniotomy of large hernias in pigs. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 113–123.

Рукопис отримано: 07.10.2024 р.

Прийнято: 22.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-113-123

Грижі черевної стінки є поширеною патологією у тварин, що може виникати з різних причин, зокрема як травми, слабкість тканин або генетичні аномалії. Це може призвести не лише до значного дискомфорту для тварин, а також до низки ускладнень, що потребує здебільшого, хірургічного лікування. Вибір методів лікування залежить від низки чинників, зокрема найважливіші з них – розміри гриж та гризових воріт.

Мета роботи – клініко-експериментально оцінити імплантаційне застосування в герніотомні рани фібрину, збагаченого тромбоцитами, за великих гриж у свиней.

Сформовано контрольну та дослідну групи тварин, у кожен з яких входили свині з грижами. Після загальної та місцевої анестезії виконували у контрольній групі герніотомію класичним методом, у дослідній – додатково застосовували фібрин, збагачений тромбоцитами. У післяопераційний період проводили клінічні спостереження, для обробки швів використовували Чемі-спрей до зняття швів на 14-ту добу. На 3-, 7- та 14-ту добу проводили ультразвукографічне дослідження.

Встановлено, що у дослідній групі фаза запалення була коротшою ($p < 0,05$) та супроводжувалася меншим набряком навколо операційної рани. Фаза проліферації у 1,3 раза меншою ($p < 0,01$), порівняно з контрольною групою. Водночас ультразвукографічним дослідженням встановлено різну інтенсивність проліферативних процесів, які на ультрасонограмах характеризувалися гіперехогенними ділянками. На 7-му добу зона зниженої ехогенності у контрольній групі свідчила про інфільтрацію екссудатом. У дослідній групі гіперехогенні ділянки свідчать про утворення більшого об'єму фіброзної тканини.

На 14-ту добу на сонограмах контрольної групи все ще візуалізувалися ділянки гіпоехогенності, які свідчили про набряк. Натомість у дослідній групі такі ділянки були відсутні.

Імплантація фібрину, збагаченого тромбоцитами, в герніотомну рану забезпечує ранню та динамічну фіброзну герметизацію об'ємних гризових воріт у свиней.

Ключові слова: фібрин, тромбоцити, гризові ворота, фіброзна герметизація, ультрасонографія.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У різних популяціях домашніх свиней грижі є однією із досить складних і перманентних проблем свинарства, частота виникнення яких значною мірою залежить від породних, репродуктивних, зооінженерних та технологічних чинників. Незалежно від анатомічної локалізації та клініко-патологічних критеріїв, різні види гриж призводять до зниження продуктивності тварин через низькі темпи росту і якість м'яса, нерідко до болю і дискомфорту та відповідно до зменшення добробуту свиней-грижоносіїв і, навіть, до їх загибелі. Водночас грижі у свиней спричиняють значні економічні збитки [1].

Грижі мають певну видову специфічність, оскільки їх анатомічна локалізація суттєво різниться [2]. Зокрема, у свиней здебільшого поширені пахвинно-мошонкові та грижі черевної стінки – пупкові і білої лінії. Власне грижі білої лінії у свиней здебільшого є наслідком пупкової.

Ступінь поширення черевних гриж у свиней пов'язаний з віковими, генетичними та технологічними чинниками. Наші попередні дослідження [3] показали, що залежно від породи, ферми чи в розрізі змін технологічних умов у часовому вимірі ведення свинарства частка гриж у структурі хірургічної патології може коливатися в межах 4,5–18,5 %.

Загалом частота пупкових гриж у популяціях свиней коливається в межах 0,5–1,2 %, хоча може досягати 5–6 % і, навіть, 8 % за коефіцієнта спадковості – 0,3. Грижі здебільшого з'являються у віці 2–3,5 міс., можливо дещо частіше у свинок. Останнім часом спостерігається недостатнє ветеринарне забезпечення галузі свинарства, що призводить до ситуацій проведення грижорозтину в свиней у прекодиційному статусі за гриж великих розмірів, що супроводжується більш високим анестезіологічним ризиком. У 15 % випадків пупкові та грижі білої лінії, а також їх ускладнення, призводять до загибелі свиней [4].

В етіопатогенезі гриж у свиней суттєве значення мають генетичні та технологічні чинники, за яких власне також реалізують механізми їх формування і, навіть, рецидивів та ускладнень [5–7].

Найчастіше грижі у свиней зумовлені патологією пупкової ділянки внаслідок порушень їх ембріонального і постнатального розвитку, що призводить до ослаблення черевних м'язів, апоневрозів і фасціальної тканини. Це спричинює надмірне розтягнення та порушення редукції (рубцювання) пупкового

канатика під час опоросу, інфікування його кукси та омфаліт [8, 9].

Вибір методу лікування гриж залежить від їх розмірів, патоморфологічних характеристик (вправима, невправима, защемлена), наявності ділянок некрозу чи розміжчених тканин, омфаліту чи абсцесів, ускладнень у формі кишкової непрохідності, адгезивного чи септичного перитоніту [2, 10–13].

Зокрема, низка паліативних методів може бути використана у разі гриж діаметром менше 5 см, що передбачає бандажі чи тиснучі пов'язки, аплікації чи ін'єкції гостроподразнювальних лікарських засобів, або ж накладання на грижовий мішок, після вправлення грижового вмісту, еластратора [2, 14, 15].

Водночас було удосконалено і модифіковано низку класичних способів герніотомії [2, 16–18] з поетапним препаруванням чи пластикою серозного грижового мішка для формування біологічного тампона, з ушиванням грижового кільця та пошарово м'яких тканин черевної стінки, а також низку способів герніопластики, що виявилися достатньо раціональними у разі: 1) невеликих за об'ємом гриж; 2) гриж у поросят віком до 2–3 місяців; 3) гриж з неінфікованими тканинними структурами.

Наразі відкритим залишається питання забезпечення надійної і раціональної герніотомії у разі великих гриж чи ускладнених защемленням грижового вмісту з кишковою непрохідністю, абсцесів чи інфікування операційної рани. В будь-якому разі це підвищує ризик рецидиву грижі, або ж розвитку спайкового процесу.

У зв'язку з цим було запропоновано реконструктивну пластику гриж з використанням протезних хірургічних сіток [19–21], біоінженерних імплантатів, включаючи фібриновий клей [22, 23], або ж їх поєднання [24, 25].

Заразом протезна хірургічна сітка залишається досить вартісною в разі широкого використання у свиней, а біоінженерні імплантати потребують подальшого клініко-експериментального обґрунтування.

Мета дослідження – клініко-експериментально оцінити імплантаційне застосування фібрину, збагаченого тромбоцитами, за герніотомії великих гриж у свиней.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження провели на свинях з грижами у ділянці пупка, що надходили у клініку свиней Білоцерківського НАУ із фермерського господарства. Тварин віком 2–3 міс. та живою масою 40–50 кг (рис. 1) розділили на дві групи. Грижі у свиней діагностували за клінічними ознаками та візуалізували ехографічно. Гри-

жі були вправимі з діаметром гризових воріт 10–14 см (рис. 2). У контрольній групі (n=4) герніотомію проводили класичним методом, у дослідній (n=7) – додатково після закриття апоневрозної частини гризових воріт у шкірно-м'язову рану імплантували фібрин, збагачений тромбоцитами (PRF).

Загальне анестезіологічне забезпечення включало премедикацію 1 % розчином аце-

промазину в дозі 1 мг/кг маси тіла та внутрішньовенне повільне введення 5 % розчину тіопенталу натрію у дозі 10 мг/кг маси тіла в орбітальний венозний синус. За необхідності подовження тривалості анестезії повторно внутрішньовенно вводили 5 % розчин тіопенталу натрію у дозі 7 мг/кг. Також проводили місцеву інфільтраційну анестезію 0,5 % розчином лідокаїну у дозі 2 мг/кг.



Рис. 1. Свиня з ознаками пупкової грижі.



Рис. 2. Довжина гризових воріт після їх ушивання.

Техніка оперативного втручання. Герніотомію проводили з дотриманням вимог асептики і антисептики. Після фіксації тварин у спинному положенні та підготовки операційного поля, виконували веретенноподібний розріз шкіри і підшкірної клітковини. Далі відпрепарувували грижовий мішок до основи грижових воріт. Грижовий вміст вправляли у черевну порожнину, проводили ампутацію грижового мішка, а на грижові ворота накладали вузлові шви із нерозсмоктувального синтетичного стерильного хірургічного шовного матеріалу, виробник: ETHICON. Також накладали переривчасті вузлові шви з хромованого кетгуту (RTmED® Chromic Catgut) на апоневрозно-фасціальний шар. Шкіру зашивали вузловим швом з нерозсмоктуючого синтетичного стерильного хірургічного шов-

ного матеріалу, виробник: ETHICON та обробляли розчином повідон-йоду. Далі обробку швів проводили Чемі-спреєм 3 рази на добу до зняття швів. Шви знімали на 14-ту добу.

Приготування PRF проводили відповідно до попередньо обґрунтованої методики [26]. Кров відбирали у кількості 9 мл з очного синуса і центрифугували за 906 g впродовж 10 хв (рис. 3). Отриманий згусток спочатку розрізали упоперек на дві частини, а далі нижню розрізали по довжині, з метою збільшення довжини тієї частини згустку, яка містила найбільшу концентрацію тромбоцитів (рис. 4).

Ультразвукове дослідження проводили до операції, на 3-, 7-, 14-ту добу за допомогою приладу NEUSOFT № 7, який оснащений конвексним датчиком роздільною здатністю 5-8 МГц.



Рис. 3. Згусток PRF.

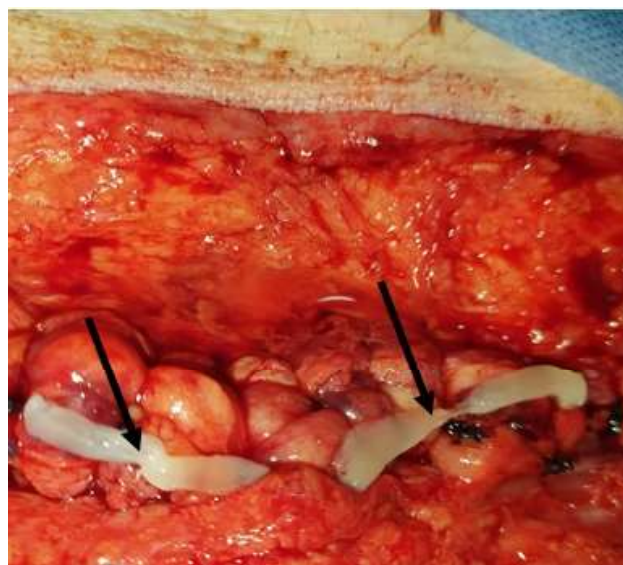


Рис. 4. Використання PRF у дослідній групі.

Результати дослідження.

Клінічний перебіг. Після анестезії тварини обох груп були дещо пригніченими та малорухливими. Впродовж першої доби рухова активність у тварин відновлювалася, проте апетит був дещо зниженим.

Загоєння операційних ран відбувалося переважно за первинним натягом. Впродовж першої–п’ятої діб у тварин контрольної групи та першої–четвертої у свиней дослідної навколо операційної рани відмічали набряк тканин, гіперемію країв рани та підвищення місцевої температури, а також болючість цієї ділянки. Заразом у дослідній групі спостерігали більш тривале почервоніння навколо операційної рани.

На 3-ю добу в одній тварині контрольної групи розвинулося ускладнення (рис. 5), яке проявлялося надмірним набряком тканин, сильною болючістю, а на 7-му добу – розходженням країв рани та розвитком нагноєння. У зв’язку з цим вона була виключена з подаль-

шого дослідження. Фази перебігу запалення та проліферації в обох групах представлені у таблиці 1. У дослідній групі тривалість фази проліферації була у 1,3 раза меншою ($p < 0,01$), порівняно з контрольною, проте ступінь проліферативних процесів був вищим, що підтверджується ультрасонографічними дослідженнями.

Ехографічне дослідження. Пупкові грижі черевної стінки до оперативного втручання (рис. 6) візуалізувалися вмістом грижового мішка у вигляді петель тонкої кишки і сальника, що переміщувалися через дефект черевної стінки по білій лінії. Вміст грижового мішка мав вигляд ехогенної структури через жирову тканину або кишечник. Кишкові петлі також візуалізувалися через наявність на ехографічному зображенні їх перистальтики. Заразом спостерігали рідину і газ у просвіті кишечника, а рідина у незначній кількості в грижовому мішку та навколо грижового вмісту мала гіпоехогенний вигляд.



Рис. 5. Нагноєння операційної рани у свині контрольної групи.

Таблиця 1 – Динаміка ранового процесу

Фази загоєння	Групи	Контрольна група (n=3)	Дослідна група (n=7)
Фаза запалення, діб		5,3±0,33	4,3±0,18*
Фаза проліферації, діб		8,67±0,33	6,71±0,29**
% рецидивів		0	0

Примітки: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, порівняно з контрольною групою

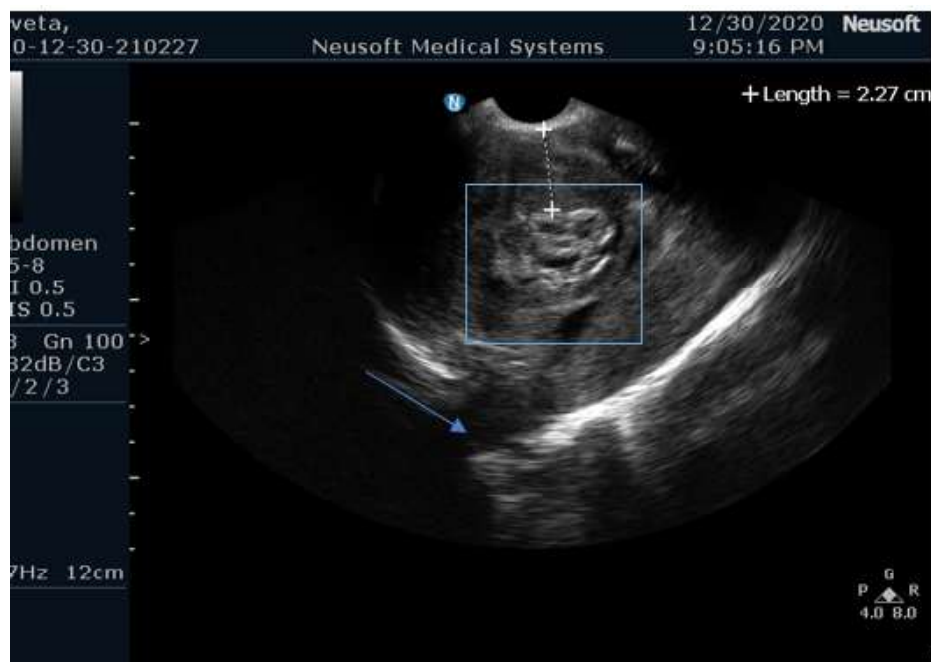


Рис. 6. Ультрасонограма пупкової грижі у свині до герніотомії (синя стрілка-грижові ворота, синій квадрат- грижовий вміст).

На 3-ю добу після проведення герніотомії у контрольній групі на сонограмах візуалізувалися гіпоехогенні ділянки, що може свідчити про накопичення ексудату (набряк), натомість у дослідній групі зона гіперехогенності займала значну площу (рис. 7).

На 7-му добу зона зниженої ехогенності у контрольній групі також свідчила про інфільтрацію ексудатом. У дослідній групі гіперехогенні ділянки свідчать про утворення більшого об'єму фіброзної тканини.

На 14-ту добу на сонограмах контрольної групи все ще візуалізувалися ділянки гіпоехогенності, які свідчили про набряк. Натомість у дослідній групі такі ділянки були відсутні.

Обговорення. Грижі у свиней, на відміну від інших видів сільськогосподарських тварин, мають значно більше поширення, причому в різному віці та незалежно від статі. Нерідко в перші місяці життя в різних популяціях свиней і за різних технологічних принципів їх вирощування грижі можуть становити значну частку в структурі незаразної патології загалом, що опосередковано свідчить про дію генетично зумовлених чинників формування гриж [2, 4].

Раніше грижі відносили до вад розвитку, проте у тварин з грижами, здебільшого, відсутні супутні тканинні дефекти розвитку, а зміщення чи функціональні дефекти або ж випадіння внутрішніх органів можуть вини-

кати і внаслідок навіть незначних травм чи розтягнень ділянок апоневрозів вентральної черевної стінки [1].

Нещодавно виявлено більше 700 генів відмінних за транскрипційним профілем, з яких 494 спостерігають у свиней з грижами. Ці гени регулюють диференціацію гладеньких м'язів, передачу сигналів у кальцієвих каналах і апоптоз. Встановлено [27] 8 генів, що кодують зв'язування міозину, протеїну С, десміну, тропоміозину, фактору росту фібробластів, експресію різних типів колагену, інгібіторів металопротеїназ, металопротеїдаз, тропоспондину типу 1. Усі вони пов'язані з формуванням еластичних волокон, дозріванням колагенів, формуванням фасціальної тканини [28–34].

Також прослідковано потенціальне значення генів сімейства колагенів у виникненні гриж у свиней [35], які беруть участь у ремодельованні позаклітинного матриксу, синтезі та забезпеченні цілісності фізико-хімічних характеристик колагенів. Серед цих генів найбільш важливі – ген агрекани, матричних металопротеїназ 9 та 13, що забезпечують процеси адгезії клітин і їх мембранних компонентів. Тобто в основі етіопатогенезу гриж у свиней знаходяться процеси дезорганізації та порушення ремодельовання різних типів сполучної тканини, які посилюються в умовах запалення, зокрема за омфалітів.

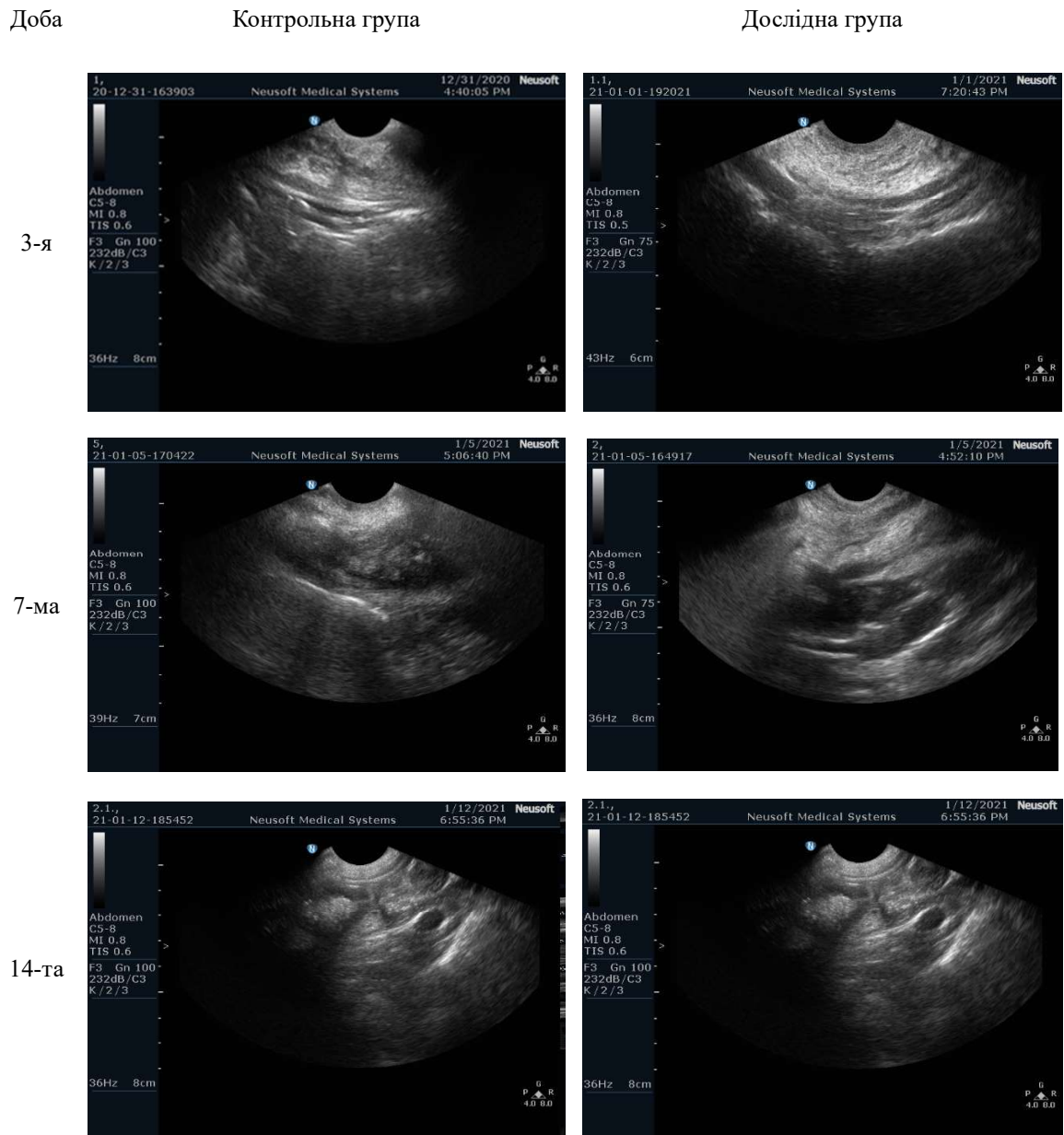


Рис. 7. Ультрасонограми операційних ран у свиней контрольної та дослідної груп на 3-, 7- та 14-ту добу.

Поряд з класичною герніотомією з елементами тканинної реконструкції у свиней для зменшення ризиків рецидивів об'ємних гриж запропоновано полімерні протези і сітки з метою укріплення грижових воріт [36–38].

У гуманній медицині використовують комерційні грижові сітки із нерозсмоктувальних (політетрафторетилен, поліпропілен) та розсмоктувальних (вікріл, дезоксон, колаген) матеріалів [37]. Однак проблемними за їх використання залишаються питання імунотолерантності, міцності та керованості в часі резорбції, формування на імплантатах біоплівки. У свиней до того ж спостерігається ризик зсуву імплантатів під час руху, а у разі генетично зумовленої патології сполучної тканини за грижonoсійства – низький рівень інтегрування імплантатів з тканинами.

З огляду на це та етіопатогенетичні особливості гриж у свиней, виглядають досить перспективними трансплантати біологічних тканин, зокрема фібринові матеріали [23, 39].

Результати представлених клініко-ехографічних досліджень засвідчують формування в межах грижових воріт масивного фіброзного біологічного тампона, що компенсує механічну і метаболічну неповноцінність апоневрозів. Поряд з фібрином цей процес індукується низкою факторів росту, що містять гранули тромбоцитів [26]. Тобто фібрин, збагачений тромбоцитами, можна вважати патогенетично обґрунтованим імплантатом у разі об'ємних гриж. Водночас він не індукуює спайкового процесу в черевній порожнині та не впливає на продуктивні показники свиней. Однак потребує подальшого вивчення щодо наявності тривалої еритеми в ділянці герніотомії.

Висновок. Використання імплантації фібрину, збагаченого тромбоцитами, в герніотомну рану забезпечує ранню і динамічну фіброзну герметизацію об'ємних грижових воріт у свиней.

У перспективі – подальше гематологічне та патохімічне обґрунтування імплантації фібрину, збагаченого тромбоцитами, за герніотомії об'ємних гриж у свиней.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження проведено відповідно до принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Official Journal of the European Union L276/33, 2010), а також відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р. № 27, ст. 230, наказу МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р. «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах» та схвалене Етичним комітетом Білоцерківського НАУ (висновок №2 від 31.05.23 р., протокол № 1).

Конфлікт інтересів. Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів або обставин, які обумовлюють такий конфлікт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Straw B., Bates R., May G. Anatomical Abnormalities in a Group of Finishing Pigs: Prevalence and Pig Performance. *J. Swine Health Prod.* 2009. 17. 4 p.
2. Бурденюк А.Ф., Власенко В.М. Грижі у тварин. К.: Вища школа. 1987. 80 с.
3. Рубленко М.В., Ільницький М.Г. Структура хірургічної патології у свиней. *Тваринництво України.* 1998. № 3. С. 18–19.
4. Prevalence of clinical signs of disease in Danish finisher pigs / H. N. Petersen et al. *Veterinary Record.* 2008. Vol. 162. No 12. P. 377–382. DOI:10.1136/vr.162.12.377

5. Knorr C., Taubert H., Peters U., Brenig B. Characterization of Two SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms) in the Porcine INSL3 Gene and Their Exclusion as a Common Genetic Basis of Hernia Inguinalis in Pigs. *Biochemical Genetics.* 2004. Vol. 42. No 1/2. P. 11–19. DOI:10.1023/b:bigi.0000012140.41292.a9

6. Identification of Genetic Regions Associated with Scrotal Hernias in a Commercial Swine Herd / L. Lago et al. *Veterinary Sciences.* 2018. Vol. 5. no. 1. P. 15. DOI:10.3390/vetsci5010015

7. Li Y., Donnelly C. G., Rivera R. M. Overgrowth Syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 2019. Vol. 35, No 2. P. 265–276. DOI:10.1016/j.cvfa.2019.02.007

8. A genome-wide association study of copy number variations with umbilical hernia in swine / Y. Long et al. *Animal Genetics.* 2016. Vol. 47. No 3. P. 298–305. DOI:10.1111/age.12402

9. Genome-wide association study identifies variants in the CAPN9 gene associated with umbilical hernia in pigs / X. Li et al. *Anim. Genet.* 2019. 50. P. 162–165. DOI:10.1111/age.12760

10. Ultra-Fine Polyethylene Hernia Meshes Improve Biocompatibility and Reduce Intraperitoneal Adhesions in IPOM Position in Animal Models / M. J. Helmedag et al. *Biomedicines.* 2022. Vol. 10. No 6. 1294 p. DOI:10.3390/biomedicines10061294

11. Evaluation of a fully absorbable poly-4-hydroxybutyrate/absorbable barrier composite mesh in a porcine model of ventral hernia repair / J. R. Scott et al. *Surgical Endoscopy.* 2016. Vol. 30. No 9. P. 3691–3701. DOI:10.1007/s00464-016-5057-9

12. The effects of amoxicillin treatment of newborn piglets on the prevalence of hernias and abscesses, growth and ampicillin resistance of intestinal coliform bacteria in weaned pigs / J. Yun et al. *PLOS ONE.* 2017. Vol. 12. No 2. DOI:10.1371/journal.pone.0172150

13. Comparison between open and closed methods of herniorrhaphy in calves affected with umbilical hernia / B. C. Sutradhar et al. *Journal of Veterinary Science.* 2009. Vol. 10. No 4. 343 p. DOI:10.4142/jvs.2009.10.4.343

14. Use of Elastrator rings to repair umbilical hernias in young swine / P. Pollicino et al. *Journal of Swine Health and Production.* 2007. Vol. 15. No 2. P. 92–95. DOI:10.54846/jshap/507

15. Use of Elastrator® Rings to Repair Umbilical Hernias in Young Swine / P. Pollicino et al. *J. Swine Health Prod.* 2007. 15. 4 p.

16. Monsang S.W. Surgical Management of Concurrent Umbilical Hernia and Intestinal Fecolith in a White Yorkshire Piglet; Case Report. *Res. J. Vet. Pract.* 2014. 2. P. 67–69.

17. Indications and Outcomes Following Complex Abdominal Reconstruction With Component Separation Combined With Porcine Acellular Dermal Matrix Reinforcement / K. M. Patel et al. *Annals of Plastic Surgery.* 2012. Vol. 69. No 4. P. 394–398. DOI:10.1097/sap.0b013e31822f997b

18. Жорник Д.В., Ільницький М.Г. Порівняльна характеристика загоювання ран у свиней при імплантації до їх порожнини різноманітних алопластичних матеріалів. *Вісник держ. агроколог. ун-ту. Житомир,* 2007. Вип. 2 (19). Т. 2. С. 213–218.

19. Abdominal wall hernia repair: from prosthetic meshes to smart materials / Q. Saïding et al. *Materials Today Bio*. 2023. DOI:10.1016/j.mtbio.2023.100691
20. Using of Polypropylene Mesh for Hernioplasty in Calves / M. Kassam et al. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 2014. Vol. 40. No 1. 112 p. DOI:10.5455/ajvs.47290
21. Inguinal hernia repair using a synthetic long-term resorbable mesh: results from a 3-year prospective safety and performance study / F. Ruiz-Jasbon et al. *Hernia*. 2014. Vol. 18. No 5. P. 723–730. DOI:10.1007/s10029-014-1249-1
22. The retention of extracellular matrix proteins and angiogenic and mitogenic cytokines in a decellularized porcine dermis / D. M. Hoganson et al. *Biomaterials*. 2010. Vol. 31. No 26. P. 6730–6737. DOI:10.1016/j.biomaterials.2010.05.019
23. Biomechanical evaluation of fixation properties of fibrin glue for ventral incisional hernia repair / N. Stoïkes et al. *Hernia*. 2013. Vol. 19. No 1. P. 161–166. DOI:10.1007/s10029-013-1163-y
24. Brown P. Abdominal Wall Reconstruction Using Biological Tissue Grafts. *AORN Journal*. 2009. Vol. 90. No 4. P. 513–524. DOI:10.1016/j.aorn.2009.05.024
25. Adhesive and tough hydrogels: from structural design to applications / W. Zhang et al. *Journal of Materials Chemistry B*. 2021. Vol. 9. No 30. P. 5954–5966. DOI:10.1039/d1tb01166a
26. Shevchenko S., Rublenko M., Bonkovsky O. Technologies for producing platelet masses for regenerative medicine. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2019. № 2. С. 105–117. DOI:10.33245/2310-4902-2019-152-2-105-117
27. The Roles of Matrix Metalloproteinases and Their Inhibitors in Human Diseases / G. A. Cabral-Pacheco et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21. No 24. 9739 p. DOI:10.3390/ijms2124973928.
28. The role of matrix metalloproteinases in the pathogenesis of abdominal wall hernias / S. A. Antoniou et al. *European Journal of Clinical Investigation*. 2009. Vol. 39. No 11. P. 953–959. DOI:10.1111/j.1365-2362.2009.02199.x
29. Susceptibility Loci for Umbilical Hernia in Swine Detected by Genome-Wide Association / X. J. Liao et al. *Генетика*. 2015. Vol. 51. No 10. P. 1163–1170. DOI:10.7868/s0016675815100100
30. A genome-wide scan reveals candidate susceptibility loci for pig hernias in an intercross between White Duroc and Erhualian1 / N. S. Ding et al. *Journal of Animal Science*. 2009. Vol. 87. No 8. P. 2469–2474. DOI:10.2527/jas.2008-1601
31. Characterization and linkage mapping of 15 porcine STS markers to fine-map chromosomal regions associated with hernia inguinalis/scrotalis / M. Germerodt et al. *Animal Genetics*. 2008. Vol. 39. No 6. P. 671–672. DOI:10.1111/j.1365-2052.2008.01779.x
32. Association and Haplotype Analyses of Positional Candidate Genes in Five Genomic Regions Linked to Scrotal Hernia in Commercial Pig Lines / Z.-Q. Du et al. *PLoS ONE*. 2009. Vol. 4. No 3. DOI:10.1371/journal.pone.0004837
33. Genome-wide linkage analysis of inguinal hernia in pigs using affected sib pairs / E. Grindflek et al. *BMC Genetics*. 2006. Vol. 7. No 1. DOI:10.1186/1471-2156-7-25
34. Genome-wide association study reveals a QTL and strong candidate genes for umbilical hernia in pigs on SSC14 / E. Grindflek et al. *BMC Genomics*. 2018. Vol. 19. No 1. DOI:10.1186/s12864-018-4812-9
35. Transcriptome analysis identifies genes involved with the development of umbilical hernias in pigs / M. R. Souza et al. *PLOS ONE*. 2020. Vol. 15. No 5. DOI: 10.1371/journal.pone.0232542
36. Cross-Linked Cholecyst-Derived Extracellular Matrix for Abdominal Wall Repair / J. C. Y. Chan et al. *Tissue Engineering Part A*. 2018. Vol. 24. No 15–16. P. 1190–1206. DOI:10.1089/ten.tea.2017.0379
37. Multifunctional prosthetic polyester-based hybrid mesh for repairing of abdominal wall hernias and defects / M. M. Shokry et al. *Carbohydrate Polymers*. 2019. Vol. 223. DOI:10.1016/j.carbpol.2019.115027
38. Harth K. C., Rosen M. J. Major Complications Associated With Xenograft Biologic Mesh Implantation in Abdominal Wall Reconstruction. *Surgical Innovation*. 2009. Vol. 16. No 4. P. 324–329. DOI:10.1177/1553350609353609
39. Hernioplasty with Peritoneal Flap for the Surgical Treatment of Umbilical Hernia in Swine / F. Spadola et al. *Animals*. 2022. Vol. 12. No 23. 3240 p. DOI: 10.3390/ani12233240

REFERENCES

1. Straw, B., Bates, R., May, G. (2009). Anatomical Abnormalities in a Group of Finishing Pigs: Prevalence and Pig Performance. *J. Swine Health Prod.*, 17, 4 p.
2. Burdeniuk, A.F., Vlasenko, V.M. (1987). *Hryzhi u tvaryn [Hernias in animals]*. K.: Higher School, 80 p. (In Ukrainian).
3. Rublenko, M.V., Ilnitskyi, M.H. (1998). *Struktura khirurhichnoi patolohii u svynei [Structure of surgical pathology in pigs]*. *Tvarynnytstvo Ukrainy [Livestock of Ukraine]*. no. 3, pp. 18–19. (In Ukrainian).
4. Petersen, H.H., Nielsen, E.O., Hassing, A.-G., Ersbøll, A.K., Nielsen, J.P. (2008). Prevalence of clinical signs of disease in Danish finisher pigs. *Veterinary Record*. Vol. 162, no. 12, pp. 377–382. DOI:10.1136/vr.162.12.377
5. Knorr, C., Taubert, H., Peters, U., Brenig, B. (2004). Characterization of Two SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms) in the Porcine INSL3 Gene and Their Exclusion as a Common Genetic Basis of Hernia Inguinalis in Pigs. *Biochemical Genetics*. Vol. 42, no. 1/2, pp. 11–19. DOI:10.1023/b:bi-gi.0000012140.41292.a9
6. Lago, L.V., Nery da Silva, A., Zanella, E.L., Groke Marques, M., Peixoto, J.O., da Silva, M. V.G.B., Ledur, M.C., Zanella, R. (2018). Identification of Genetic Regions Associated with Scrotal Hernias in a Commercial Swine Herd. *Veterinary Sciences*. Vol. 5, no. 1, 15 p. DOI:10.3390/vetsci5010015
7. Li, Y., Donnelly, C. G., Rivera, R. M. (2019). Overgrowth Syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Vol. 35, no. 2, pp. 265–276. DOI:10.1016/j.cvfa.2019.02.007

8. Long, Y., Su, Y., Ai, H., Zhang, Z., Yang, B., Ruan, G., Xiao, S., Liao, X., Ren, J., Huang, L., Ding, N. (2016). A genome-wide association study of copy number variations with umbilical hernia in swine. *Animal Genetics*. Vol. 47, no. 3, pp. 298–305. DOI:10.1111/age.12402
9. Li, X., Xu, P., Zhang, C., Sun, C., Li, X., Han, X., Li, M., Qiao, R. (2019). Genome-wide association study identifies variants in the CAPN9 gene associated with umbilical hernia in pigs. *Anim. Genet.* 50, pp. 162–165. DOI:10.1111/age.12760
10. Helmedag, M.J., Heise, D., Eickhoff, R.M., Schmitz, S.M., Mechelinck, M., Emonts, C., Bolle, T., Gries, T., Neumann, U.P., Klink, C.D., Lambertz, A. (2022). Ultra-Fine Polyethylene Hernia Meshes Improve Biocompatibility and Reduce Intraperitoneal Adhesions in IPOM Position in Animal Models. *Biomedicines*. Vol. 10, no. 6, 1294 p. DOI:10.3390/biomedicines10061294
11. Scott, J.R., Deeken, C.R., Martindale, R.G., Rosen, M.J. (2016). Evaluation of a fully absorbable poly-4-hydroxybutyrate/absorbable barrier composite mesh in a porcine model of ventral hernia repair. *Surgical Endoscopy*. Vol. 30, no. 9, pp. 3691–3701. DOI:10.1007/s00464-016-5057-9
12. Yun, J., Olkkola, S., Hänninen, M.-L., Oliviero, C., Heinonen, M. (2017). The effects of amoxicillin treatment of newborn piglets on the prevalence of hernias and abscesses, growth and ampicillin resistance of intestinal coliform bacteria in weaned pigs. *PLOS ONE*, Vol. 12, no. 2. DOI:10.1371/journal.pone.0172150
13. Sutradhar, B.C., Hossain, M.F., Das, B.C., Kim, G., Hossain, M.A. (2009). Comparison between open and closed methods of herniorrhaphy in calves affected with umbilical hernia. *Journal of Veterinary Science*, Vol. 10, no. 4, 343 p. DOI:10.4142/jvs.2009.10.4.343
14. Use of Elastrator rings to repair umbilical hernias in young swine / P. Pollicino et al. *Journal of Swine Health and Production*, 2007, Vol. 15, no. 2, pp. 92–95. DOI:10.54846/jshap/507
15. Pollicino, P., Gandini, M., Perona, G., Mattoni, M., Farca, A.M. (2007). Use of Elastrator® Rings to Repair Umbilical Hernias in Young Swine. *J. Swine Health Prod.*, 15, 4 p.
16. Monsang, S.W. (2014). Surgical Management of Concurrent Umbilical Hernia and Intestinal Fecolith in a White Yorkshire Piglet; Case Report. *Res. J. Vet. Pract.*, 2, pp. 67–69.
17. Patel, K.M., Nahabedian, M.Y., Gatti, M., Bhanot, P. (2012). Indications and Outcomes Following Complex Abdominal Reconstruction With Component Separation Combined With Porcine Acellular Dermal Matrix Reinforcement. *Annals of Plastic Surgery*. Vol. 69, no. 4, pp. 394–398. DOI:10.1097/sap.0b013e31822f997b
18. Zhornyk, D.V., Ilnitskyi, M.H. (2007). Porivnialna charakterystyka zahoivannia ran u svynei pry khlantatsii do yikh porozhnyy rizzomanitykh aloplastychnykh materialiv [Comparative characteristics of wound healing in pigs when various alloplastic materials are implanted into their cavity]. *Visnyk derzh. ahroekoloh. un-tu.* [Bulletin of the State Agroecological University]. Zhytomyr, Issue 2 (19), Vol. 2, pp. 213–218. (In Ukrainian).
19. Abdominal wall hernia repair: from prosthetic meshes to smart materials / Q. Saïding et al. *Materials Today Bio*. 2023. DOI:10.1016/j.mtbio.2023.100691
20. Kassem, M.M., El-Kammar, M.H., Korittum, A.S., Abdel-Wahed, A.A. (2014). Using of Polypropylene Mesh for Hernioplasty in Calves. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, Vol. 40, no. 1, 112 p. DOI:10.5455/ajvs.47290
21. Ruiz-Jasbon, F., Norrby, J., Ivarsson, M.L., Bjorck, S. (2014). Inguinal hernia repair using a synthetic long-term resorbable mesh: results from a 3-year prospective safety and performance study. *Hernia*. Vol. 18, no. 5, pp. 723–730. DOI: 10.1007/s10029-014-1249-1
22. Hoganson, D.M., O'Doherty, E.M., Owens, G.E., Harilal, D.O., Goldman, S.M., Bowley, C.M., Neville, C.M., Kronengold, R.T., Vacanti, J.P. (2010). The retention of extracellular matrix proteins and angiogenic and mitogenic cytokines in a decellularized porcine dermis. *Biomaterials*. Vol. 31, no. 26, pp. 6730–6737. DOI:10.1016/j.biomaterials.2010.05.019
23. Biomechanical evaluation of fixation properties of fibrin glue for ventral incisional hernia repair / N. Stoikes et al. *Hernia*. 2013, Vol. 19, no. 1, pp. 161–166. DOI:10.1007/s10029-013-1163-y
24. Brown, P. (2009). Abdominal Wall Reconstruction Using Biological Tissue Grafts. *AORN Journal*, Vol. 90, no. 4, pp. 513–524. DOI:10.1016/j.aorn.2009.05.024
25. Zhang, W., Zhang, Y., Zhang, Y., Dai, Y., Xia, F., Zhang, X. (2021). Adhesive and tough hydrogels: from structural design to applications. *Journal of Materials Chemistry B*, Vol. 9, no. 30, pp. 5954–5966. DOI:10.1039/d1tb01166a
26. Shevchenko, S., Rublenko, M., Bonkovsky, O. (2019). Technologies for producing platelet masses for regenerative medicine. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]. no. 2, pp. 105–117. DOI:10.33245/2310-4902-2019-152-2-105-117 (In Ukrainian).
27. Cabral-Pacheco, G. A. (2020). The Roles of Matrix Metalloproteinases and Their Inhibitors in Human Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 21, no. 24. P. 9739. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms2124973928>.
28. Antoniou, S.A., Antoniou, G.A., Granderath, F.A., Simopoulos, C. (2009). The role of matrix metalloproteinases in the pathogenesis of abdominal wall hernias. *European Journal of Clinical Investigation*, Vol. 39, no. 11, pp. 953–959. DOI: 10.1111/j.1365-2362.2009.02199.x
29. Liao, X.J., Lia, L., Zhang, Z.Y., Long, Y., Yang, B., Ruan, G.R., Su, Y., Ai, H.S., Zhang, W. C., Deng, W.Y., Xiao, S.J., Ren, J., Ding, N.S., Huang, L.S. (2015). Susceptibility Loci for Umbilical Hernia in Swine Detected by Genome-Wide Association. *Henetyka*. Vol. 51, no. 10, pp. 1163–1170. DOI:10.7868/s0016675 815100100
30. Ding, N.S., Mao, H.R., Guo, Y.M., Ren, J., Xiao, S.J., Wu, G.Z., Shen, H.Q., Wu, L.H., Ruan, G.F., Brenig, B. (2009). A genome-wide scan reveals candidate susceptibility loci for pig hernias in an intercross between White Duroc and Erhualian1. *Journal of Animal Science*, Vol. 87, no. 8, pp. 2469–2474. DOI:10.2527/jas.2008-1601

31. Germerodt, M., Beuermann, C., Rohrer, G.A., Snelling, W.M., Brenig, B., Knorr, C. (2008). Characterization and linkage mapping of 15 porcine STS markers to fine-map chromosomal regions associated with hernia inguinalis/scrotalis. *Animal Genetics*. Vol. 39, no. 6, pp. 671–672. DOI:10.1111/j.1365-2052.2008.01779.x

32. Du, Z.Q., Zhao, X., Vukasinovic, N., Rodriguez, F., Clutter, A.C., Rothschild, M.F. (2009). Association and Haplotype Analyses of Positional Candidate Genes in Five Genomic Regions Linked to Scrotal Hernia in Commercial Pig Lines. *PLoS ONE*, Vol. 4, no. 3. DOI:10.1371/journal.pone.0004837

33. Grindflek, E., Moe, M., Taubert, H., Simianer, H., Lien, S., Moen, T. (2006). Genome-wide linkage analysis of inguinal hernia in pigs using affected sib pairs. *BMC Genetics*. Vol. 7, no. 1. DOI:10.1186/1471-2156-7-25

34. Grindflek, E., Hansen, M.H.S., Lien, S., van Son, M. (2018). Genome-wide association study reveals a QTL and strong candidate genes for umbilical hernia in pigs on SSC14. *BMC Genomics*. Vol. 19, no. 1. DOI:10.1186/s12864-018-4812-9

35. Transcriptome analysis identifies genes involved with the development of umbilical hernias in pigs / M. R. Souza et al. *PLOS ONE*. 2020. Vol. 15, no. 5. P. e0232542. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232542>

36. Chan, J.C.Y., Burugapalli, K., Huang, Y.S., Kelly, J.L., Pandit, A. (2018). Cross-Linked Cholecyst-Derived Extracellular Matrix for Abdominal Wall Repair. *Tissue Engineering Part A*. Vol. 24, no. 15-16, pp. 1190–1206. DOI:10.1089/ten.tea.2017.0379

37. Shokry, M.M., Khalil, I.A., El-Kasapy, A., Osman, A., Mostafa, A., Salah, M., ElSherbiny, I.M. (2019). Multifunctional prosthetic polyester-based hybrid mesh for repairing of abdominal wall hernias and defects. *Carbohydrate Polymers*. Vol. 223. DOI:10.1016/j.carbpol.2019.115027

38. Harth, K. C., Rosen, M. J. (2009). Major Complications Associated With Xenograft Biologic Mesh Implantation in Abdominal Wall Reconstruction. *Surgical Innovation*. Vol. 16, no. 4, pp. 324–329. DOI:10.1177/1553350609353609

39. Spadola, F. (2022). Hernioplasty with Peritoneal Flap for the Surgical Treatment of Umbilical Hernia in Swine. *Animals*. Vol. 12, no. 23, 3240 p. DOI:10.3390/ani12233240

Clinical and echographic evaluation of the use of platelet-rich fibrin for herniotomy of large hernias in pigs

Shevchenko S.M., Chemerovsky V.O., Todosyuk T.P., Eroshenko O.V., Rublenko M.V.

Abdominal wall hernias are a common pathology in animals that can occur for various reasons, such as trauma, tissue weakness, or genetic abnormalities. However, this can lead not only to significant discomfort for animals, but also to a number of complications that require surgical treatment. The choice of treatment methods depends on a number of factors, in particular, the most important of which are the size of the hernia and the hernial gate.

The aim of the study was to evaluate clinically and experimentally the implantation of platelet-rich fibrin into herniated wounds in large hernias in pigs.

Control and experimental groups of animals were formed, each of which included pigs with hernias. After general and local anesthesia, herniotomy was performed in the control group by the classical method, and in the experimental group, platelet-rich fibrin was additionally used. During the postoperative period, clinical observations were performed, and Chemi spray was used to treat the sutures until the sutures were removed on day 14. Ultrasonography was performed on days 3, 7, and 14.

It was found that in the experimental group, the inflammation phase was shorter ($p < 0.05$) and was accompanied by less swelling around the surgical wound. The proliferation phase was 1.3 times shorter ($p < 0.01$) compared to the control group. At the same time, ultrasonographic examination revealed different intensity of proliferative processes, which were characterized by hyperechoic areas on ultrasonograms. On day 7, the area of decreased echogenicity in the control group indicated infiltration with exudate. In the experimental group, hyperechoic areas indicate the formation of a larger volume of fibrous tissue.

On day 14, the sonograms of the control group still visualized areas of hypoechogenicity, indicating edema. In contrast, such areas were absent in the experimental group.

Implantation of platelet-rich fibrin into a herniated wound provides early and dynamic fibrous sealing of volumetric hernia gates in pigs.

Key words: fibrin, platelets; hernia gate; fibrous sealing; ultrasonography.



Copyright: Шевченко С.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:

Шевченко С.М.

<https://orcid.org/0000-0002-9155-0619>

Чемеровський В.О.

<https://orcid.org/0000-0001-5475-5642>

Тодосюк Т.П.

<https://orcid.org/0000-0002-9856-9793>

Єрошенко О.В.

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

Рубленко М.В.

<https://orcid.org/0000-0001-9690-9531>

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

УДК 616-001.4:002.3:089:615.246.2:276

Лінійні розміри компонентів грануляційної тканини за гнійних ран у коней

Стоцький О.Г.¹, Білий Д.Д.², Стоцький А.О.³¹ Сумський національний аграрний університет² Дніпровський державний аграрно-економічний університет³ Збройні сили України

E-mail: sog61@ukr.net



Стоцький О.Г., Білий Д.Д., Стоцький А.О.
Лінійні розміри компонентів грануляційної тканини за гнійних ран у коней. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2024. № 2. С. 124–141.

Stotskyi O., Bilyi D., Stotskyi A. Linear dimensions of granulation tissue components in purulent wounds in horses. *Nauk. visn. vet. med.*, 2024. № 2. PP. 124–141.

Рукопис отримано: 07.10.2024 р.

Прийнято: 22.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2024-192-2-124-141

Випадкові гнійні рани у коней є досить розповсюдженою патологією, яка пов'язана із режимами утримання і експлуатації тварин. Частіше вони локалізуються в ділянці задніх кінцівок (41,7 %). Проблема лікування поранених тварин досить часто пов'язана із недостатньою ефективністю наявних схем. У зв'язку з цим метою досліджень було апробація ефективності розробленого комплексного засобу антимікробної та сорбційно-детоксикаційної дії Ксерофлорекс (у складі 2 % офлоксацину та 98 % гідрогелю метилкремніевої кислоти) за гнійних шкірно-м'язових ран у коней та вивчення динамічних змін у структурі грануляційної тканини (діаметра ядер ендотеліоцитів, товщини стінки судин, товщини фібрил, параметрів судинного русла та кількості клітин грануляційної тканини). Встановлено, що в процесі загоєння гнійних шкірно-м'язових ран у коней, формування грануляційної тканини проходить з вираженими стадійними змінами. Формування первинних компонентів грануляційної тканини відбувається вже на другу добу після травми в напрямку від периферійних ділянок до центру. Стадія дозрівання та утворення сполучної тканини спостерігається у різні терміни, залежно від обраного засобу у першу фазу ранового процесу. Отримано результати клінічної апробації розробленого комплексного лікарського засобу антимікробної та сорбційно-детоксикаційної дії Ксерофлорекс (до складу включено 2 % офлоксацину та 98 % гідрогелю метилкремніевої кислоти) за гнійних шкірно-м'язових ран у коней. Вибір як антибактеріального компоненту Офлоксацину обумовлений високою чутливістю до нього виділеної мікрофлори. За застосування Ксерофлорексу у першу фазу ранового процесу, починаючи із другої доби, реєстрували формування грануляційної тканини. Використання Ксерофлорексу, порівняно із Левомеколем, забезпечувало скорочення терміну загоєння випадкових шкірно-м'язових ран з 24–26 до 20 діб ($p < 0,001$), що пов'язано із більш раннім формуванням артеріоловеноулярного містка в грануляційній тканині, що супроводжувалося динамічним збільшенням діаметра ядер ендотеліальних клітин і товщини стінок судин, а також організації волокон сполучної тканини.

Ключові слова: коні, рана, ранова інфекція, лінійні розміри, ендотеліоцити, стінка судин, колагенові фібрили, лікування.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Проблема загоєння та лікування ран на сьогодні є досить актуальною, незважаючи на значну кількість запропонованих методів [1, 2].

У коней часто зустрічаються травматичні рани дистального відділу кінцівки. Ці рани здебільшого загоюються вторинним натягом через значний розрив тканини та забруднення. У коня загоєння ран вторинним натягом часто проблематичне, а рани супроводжуються утворенням надмірної грануляційної тканини, яка перешкоджає прогресуванню загоєння. Нині рекомендовано низку препаратів для покращення загоєння випадкових ран у коней, однак жоден з них не виявився панацеєю для лікування [3].

Загальноприйняті методи лікування шкірно-м'язових ран не зазнали істотних змін впродовж десятиліть. Однак у міру появи нових відомостей про механізми «нормального» загоєння шкірно-м'язових ран і можливі порушення цих процесів, які призводять до хронічного перебігу і утворення виразок, розробляють та оцінюють нові методи лікування, спрямовані на певні ланки регенеративних механізмів [4].

Наявні спостереження свідчать про те, що максимальний ефект лікування в клінічній практиці досягається за умови диференційованого підходу, оптимізації умов для кожного наступного етапу загоєння рани. Зокрема, вплив лікування на запальну реакцію має першорядне значення для інших фаз загоєння, що необхідно завжди враховувати за терапії рани. З метою оптимізації загоєння ран вторинним натягом слід стимулювати запалення до моменту заповнення рани грануляційною тканиною, а потім гальмувати [5].

Інфекційні чинники ранової поверхні можуть призводити до надмірного залучення запальних клітин, посилення виділення активних форм кисню, які пошкоджують тканини, а також можуть призвести до утворення біоплівки, які зумовлюють погане загоєння ран [6]. Тому місцеве використання за гнійних ран антибактеріальних засобів залишається необхідною складовою лікувальних схем.

Проте поточні дані, отримані в результаті методологічного аналізу якості, вказують на високий ризик упередженості, що пов'язано з неповною характеристикою плану експерименту та протоколу лікування, це погіршує відтворюваність досліджень. Хоча мета використання антибіотиків полягає в лікуванні або запобіганні інфекції, наразі немає згоди щодо ефективності цих препаратів [7].

Наразі актуальність клінічної проблеми лікування гнійних ран м'яких тканин у коней як в Україні, так і за її межами, зумовлена мультирезистентністю її збудників, зокрема: *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Enterococcus spp.* (VRE), *Escherichia coli* та *Pseudomonas aeruginosa*. Крім того, за ранової інфекції в умовах ослабленої імунної системи антибіотикотерапія одноосібно не завжди є ефективною [8].

Відмінності в початковій запальній відповіді, які приводять до кращого місцевого антимікробного захисту, відрізняють перебіг гнійних ран у поні та коней [9], що обґрунтовує необхідність індивідуального підходу у розробці антибіотикотерапії у видовому аспекті.

Перспективним напрямом досліджень лікування гнійних ран у коней є комплексне використання антибактеріальних компонентів та поверхневих адсорбентів. Зокрема, пропонується застосування полімерних гідрогелевих мембран з лікувальними агентами (алоє справжнє, стеркулія/аравійська камедь) або антибіотиками [10]; наночастинок оксиду азоту (ZnO-NP) як ефективного адсорбенту і антибактеріального чинника [11].

Розробка ефективних методів впливу на репаративну регенерацію ран м'яких тканин можлива на основі розкриття механізмів загоєння, що обумовлює необхідність проведення досліджень як на оптичному, так і ультраструктурному рівнях [12]. Доцільність вивчення динаміки ранового процесу пов'язана з тим, що сучасне діагностичне обладнання та методики дозволяють більш детально вивчити участь клітинних елементів в процесах репаративної регенерації ран [13].

На тлі значної кількості публікацій, присвячених схемам лікування гнійних ран м'яких тканин у коней, недостатньо уваги приділено патогенетичному їх обґрунтуванню. Наразі доведено участь клітинних і позаклітинних структур «фізіологічної системи сполучної тканини» у загоєнні ранового дефекту, зокрема вплив на фагоцитарну та імунологічну активність [14]. Проте наявна інформація потребує деталізації.

Результатами наших попередніх досліджень доведено, що початкові етапи загоєння гнійних ран у коней за вторинним натягом характеризувались вираженою нейтрофільною запальною інфільтрацією тканин і гемодинамічною реакцією. В подальшому на тлі зниження інтенсивності запалення відбувалось збільшення сполучнотканинних компонентів (фібробласти і колагенові волокна) та їх дозрівання, що слугувало показником реконструкції тканин [15, 16].

Крім того, важливість досліджень в цьому напрямку обґрунтована потенційною можливістю використання коней як біологічних об'єктів за вивчення механізмів загоєння шкірних дефектів, зокрема за впливу бактеріальних агентів [17].

Отже, за гнійних ран м'яких тканин у коней актуальною залишається проблема адекватного місцевого лікування, а також використання специфічних предикторів для оцінки перебігу репаративної регенерації.

Метою дослідження було вивчення лінійних розмірів компонентів сполучної тканини за лікування гнійних шкірно-м'язових ран у коней з використанням різних схем лікування.

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом для досліджень були біоптати грануляційної тканини гнійних шкірно-м'язових ран у коней української верхової породи та орловської рисистої, локалізованих в різних ділянках тіла (підгрудок, шия, плесно тощо) (рис. 1, 2, 3), загоєння яких проходило за вторинним натягом. Під час лікування поранених коней в першу фазу ранового процесу, у першій дослідній групі (11 коней) використовували синтезований нами сорбційний засіб Ксерофлоркс, у другій (6 тварин) – мазь Левомеколь.

У всіх випадках загоєння ран відбувалося за вторинним натягом. У подальшому, впродовж ранового процесу у фазу дегідратації

(8–10 доба), лікування ран у тварин в обох групах проводили лініментом бальзамічним (за Вишневським).

Розроблений нами лікарський засіб містить антимікробний компонент – 2 % офлоксацину та 98 % препарату сорбційної дії – ксерогель метилкремнієвої кислоти (ентеросгель). Він, крім протимікробного ефекту, попереджає всмоктування в організм токсичних продуктів некротичного розпаду та нормалізує в рані осмотичний тиск, у такий спосіб знижуючи рівень деструкції тканин і прискорюючи перехід першої фази ранового процесу в другу.

Сорбційно-детоксикаційні властивості препарату ентеросгель обумовлені наявністю пористої глобулярної структури (переважно з порами середнього діаметра) – це дозволяє зв'язувати і виводити токсичні речовини з молекулярною масою 70–1000 Да (продукти розпаду білка, білірубін, холестерин, сечовину, креатинін).

У контрольній групі, у першу фазу ранового процесу використовували мазь Левомеколь, яка має протизапальні властивості та сприяє стимуляції ангиогенезу й утворенню грануляцій, а антимікробний компонент Левоміцетин пригнічує розвиток гнійної мікрофлори.

У подальшому, впродовж ранового процесу у фазу дегідратації (8–10 доба), лікування ран у тварин в обох групах проводили лініментом бальзамічним (за Вишневським).



Рис. 1. Гнійна рана в ділянці шії. Перша експериментальна група тварин (Сумська ДЮСШ).



Рис. 2. Рана в ділянці груднини. Друга дослідна група тварин (Сумська ДЮСШ).



Рис. 3. Гнійна рана латеро-плантарної ділянки скакального суглоба. Друга дослідна група тварин (1-й Сумський племінний кінний завод, с. Патріотіка).

Відбір біопсійного матеріалу проводили на 2, 5, 9, 14 і 20 добу лікування. Тканинний матеріал після відбору фіксували у 10 % нейтральному розчині формаліну. У подальшому біоптати промивали у воді, зневоднювали,

просвітляли у спирт-ксилоловому розчині, заливали у парафінові блоки та виконували серію гістологічних зрізів на санному мікромомі МС-2. Фарбування препаратів проводили гематоксилін-еозином. Дослідження

зрізів проводили на електронному мікроскопі «Bresser Biolux LCD Touch 5 MP HDMI 30x-1200x» (Німеччина) з використанням комп'ютерної програми «Програмне забезпечення обробки зображень SEO ImageLab (SEO ImageLab Bio; SEO ImageLab Met; SEO ImageLab EM)» (авторське право на твір № 27335, автор Ведмеденко М.Ю.), в центрі морфологічних досліджень медичного інституту Сумського державного університету.

Статистичне опрацювання отриманих результатів проводили із використанням програми Statistica 10 (StatSoft Inc., USA, 2011). Для визначення вірогідності різниці між виборками застосовували ANOVA із поправкою Бонферроні.

Результати дослідження. Результати проведених досліджень показують різноманітність локалізації випадкових шкірно-м'язових ран у коней, яка корелювала із умовами утримання та експлуатації (табл. 1).

Більш ніж у половині випадків їх діагностували в ділянці кінцівок (58,4 %). Зокрема задні кінцівки уражувались в 2,5 рази частіше, порівняно із передніми (41,7 % проти 16,7 %). У чверті випадків (25 %) рани розташовувались в ділянці плесни, 11,1 % – передпліччя і стегна. Частота локалізації випадкових шкірно-м'язових ран в ділянці голови та тулуба суттєво не відрізнялась – становила 19,5 і 22,2 %, відповідно.

Частота виникнення механічних пошкоджень шкіри і м'язів залежала від сезону року та, відповідно, умов утримання. Найбільш широкого поширення патологія набувала в теплий період року (насамперед, влітку) під час вигулу у табунах (близько 80 % випадків). Взимку ризик травмування суттєво знижувався (в 4 рази). Його основною причиною було недотримання вимог утримання (скупченість) та перегону тварин до левад.

Клінічні особливості шкірно-м'язових ран пов'язані із характеристикою травмуючого предмета, а також їх локалізацією (біологічними властивостями і співвідношенням тканин у цій ділянці).

Одним із головних етапів досліджень була верифікація збудників гнійного запалення і визначення їх антибіотикочутливості (табл. 2). Слід вказати суттєві відмінності щодо потенційної ефективності антибактеріальних препаратів восьми фармакологічних груп. Зокрема, серед групи антибіотиків пеніцилінового ряду, до ампіциліну мікрофлора проявляла різну чутливість, діаметр зон затримки росту становив до 15 мм за виділення кишкової палички з диплококами (зразок 1), та за її асоціації із стафіло- та стрептококами (зразок 2), тимчасом за виділення кокової мікрофлори чутливість відсутня (зразки 3, 4, 5), як і за наявності кишкової палички (зразок 7), вказуючи на середню та високу резистентність мікрофлори до препарату. Дещо вищу чутливість проявляла мікрофлора до оксациліну, діаметр зон затримки росту становив від 20 до 30 мм за різної асоціації мікрофлори в рані, та повна відсутність чутливості в зразках 1, 2. До пеніциліну мікрофлора ран мала середню чутливість (затримка росту 20–23 мм) зразки 4–7, за відсутність чутливості в зразках 8–10. Серед групи лінкозамідів, до антибіотику лінкоміцину мікрофлора, за будь-якої її асоціації в досліджуваних зразках, була нечутлива до нього, про що свідчить відсутність зони затримки росту культури. У групі макролідів, чутливість до еритроміцину найбільш чутливими виявились культури мікроорганізмів: *Diplococcus*, асоціації *E. coli* + *Diplococcus* та *Sph. saprophiticus* + *Staphylococcus* + *Diplococcus*. Зони затримки росту становили 16, 30 та 32 мм, відповідно.

Таблиця 1 – Анатомо-топографічна локалізація ран у коней

Локалізація рани, ділянка		Кількість випадків			
		n	%	загалом, %	
Голова	лобна	3	8,3	19,5	
	верхньощелепової пазухи та масетеру	2	5,6		
	підборіддя	2	5,6		
Тулуб	бічної грудної стінки	3	8,3	22,2	
	холки	2	5,6		
	бічної черевної стінки	3	8,3		
Кінцівки	передні	передпліччя	4	11,1	16,7
		п'ястка	2	5,6	
	задні	плесни	9	25,0	41,7
		путового суглоба	2	5,6	
		стегна	4	11,1	
Всього		36	100		

Таблиця 2 – Чутливість мікрофлори гнійних ран коней до антибіотиків

№ з/п	Антибіотик	№ проби та виділені збудники									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		E. coli, Dipl.	E. coli, Sph. saprophiticus	Sph. saprophiticus, Staphyl., Dipl	Sph, Staphyl., Dipl	Sph, Staphyl., Dipl	E. coli, Sph. saprophiticus	E. coli	Sph. saprophiticus, Staphyl., Dipl	Dipl	E. coli, Dipl.
Діаметр зон затримки росту (мм)											
Група пеніциліни											
1	Ампіцилін	15	15	0	0	0	-	0	-	-	-
2	Оксацилін	0	0	30	-	-	-	-	-	20	25
3	Пеніцилін	-	-	-	23	20	22	22	0	0	0
Група макроліди											
1	Еритроміцин	0	0	32	0	-	-	-	0	16	30
Група лінкозаміди											
1	Лінкоміцин	0	0	0	-	-	-	-	0	0	0
Група фторхінолони											
1	Офлоксацин	27	27	35	-	-	-	-	0	0	0
2	Левофлоксацин	0	0	35	-	-	20	-	0	15	0
3	Ципрофлоксацин	-	-	-	0	0	20	0	-	-	-
4	Енрофлоксацин	-	-	-	23	27	23	23	-	-	-
5	Норфлоксацин	-	-	-	-	0	0	-	0	26	-
Група тетрацикліни											
1	Доксіциклін	0	0	30	28	27	28	28	23	0	23
2	Тетрациклін	0	0	15	15	-	-	-	23	0	23
Група цефалоспорицини											
1	Цефатоксім	25	17	25	29	-	-	-	-	-	-
2	Цефазолін	17	17	30	-	-	-	-	0	0	-
3	Цефалексін	0	0	0	0	27	27	27	-	0	0
Група аміноглікозиди											
1	Гентаміцин	0	0	25	27	26	27	27	0	0	0
2	Амікацин	-	-	-	30	32	30	28	-	-	-
3	Канаміцин	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
Група стрептоміцини											
1	Стрептоміцин	-	-	-	-	20	22	22	0	0	0

Слід зазначити, що виділена мікрофлора проявляла різну чутливість до антибіотиків групи фторхінолонів. Зокрема, диски, просочені розчином офлоксацину зумовлювали діаметр зон затримки росту від 27 до 35 мм, а в пробах 8, 9, 10 мікрофлора була резистентна до нього. До іншого препарату цієї групи, левофлоксацину, в пробах 1, 2, 8 та 10 мікрофлора виявилася нечутливою до препарату, в інших зразках коливалася від високої в третій, до середньої в 6-й і 9-й. Нечутливою була мікрофлора до ципрофлоксацину в трьох пробах і в одному випадку – середньою, затримка росту становила 20 мм. Більш виражену чутливість мікрофлора

реєстрували до іншого препарату цієї групи – енрофлоксацину, зумовлюючи діаметр зон затримки росту в 3-х зразках 23 мм, а в зразку 5 – навіть 27 мм. До норфлоксацину в зразках 5, 6, 8 асоціація мікроорганізмів не проявляла чутливості і лише за наявності диплококів та поодиноких коків зумовила діаметр зон затримки росту в межах 26 мм. До препарату тетрациклінової групи, доксіцикліну, асоціація мікроорганізму у зразках 1, 2 та 9 була нечутлива, в інших зразках від середньої – проби 8, 10 до високої – в решті проб. До тетрацикліну чутливість мікрофлора коливалася від нульової в пробах 1, 2 та 9, до середньої – в 3, 4, 8 та 10. Чутливість мі-

крофлори до антибіотиків групи цефалоспоринових, зокрема до цефатоксіму, в 4-х пробах діаметр зон затримки росту становив від 17 в 2-й до 25 мм в – 1-й і 3-й а в 4-й – 29 мм. До цефазоліну мікрофлора проявляла середню чутливість в зразках 1 та 2, високу – в 3-му і відсутня у 8- та 9-й пробах. Високу чутливість мікрофлора за діаметра зон затримки росту в 27 мм проявляла до цефалексіну в пробах 5, 6 та 7, тимчасом в 1–4 та 8–10 – чутливість була відсутня.

Серед групи аміноглікозидів слід виділити амікацин, до якого мікробіота проявляла високу чутливість, тимчасом до канаміцину була нечутливою. До гентаміцину в п'яти випадках мікрофлора мала високу чутливість (проби 3–7), в інших була нечутливою. Затримка росту за стрептоміцину, препарату з групи стрептоміцинів, в 5, 6, 7 зразках була середньою (діаметр зон затримки росту 20–22 мм), а в 8, 9 та 10 – взагалі відсутньою.

Отже, серед препаратів, чутливість до яких визначали, слід відмітити препарати фторхінолонової та тетрациклінової груп, до яких мікробіота була найбільш чутливою. Антибіотикограма стала підґрунтям для включення до складу розробленого нами лікарського засобу протимікробного компонента Офлоксацину у вигляді порошку кристалічного (субстанції).

Клінічна оцінка перебігу загоєння у тварин засвідчила достовірне ($p < 0,001$) скорочення термінів репаративної регенерації шкірно-м'язових ран у дослідній групі, порівняно із контрольною, на 5 ± 1 діб (рис. 4, 5, 6).

Результати морфометричних досліджень компонентів сполучної тканини в процесі загоєння вторинним натягом представлені в таблиці 3. Як видно з даних таблиці, їх розміри зазнали змін у процесі загоєння шкірно-м'язових ран. На 2-гу добу лікування спостерігали утворення фібрил, товщина яких зазнає динамічної зміни в напрямку росту в процесі загоєння у тварин першої дослідної групи (рис. 7). На 5-ту добу лікування після дворазового нанесення Ксерофлюксу товщина фібрил збільшилася (невірогідно) в 1,76 рази (рис. 8).

Подальший процес формування і дозрівання грануляційної тканини на 9-ту добу характеризувався потовщенням фібрил у 2,02 рази порівняно з 5-ю добою та в 3,55 рази – із 2-ю добою. На 14-ту добу спостереження товщина фібрил збільшилася менш виражено, лише на 0,17 мкм. У момент повного загоєння ран товщина фібрил досягла найвищого показника: на 20-ту добу вона зросла в 1,31 рази порівняно з 14-ю добою і перевищила показник 2-ї доби у 4,92 рази, 5-ї доби – у 2,79 рази, 9-ї – в 1,38 рази (рис. 9).



Рис. 4. Епітелізація ранової поверхні в ділянці ший на 14-ту добу лікування. Перша експериментальна група тварин (Сумська ДЮСШ).

За дослідження товщини фібрил грануляційної тканини 2-ї дослідної групи коней зафіксували подібну тенденцію зміни досліджуваного показника. Зокрема, на 2-гу добу лікування невизначена сума перевищувала аналог першої дослідної групи тварин на 0,09 мкм. На 5-ту добу лікування товщина

фібрил невизначено збільшилася в 1,5 рази, але була меншою, ніж у 1-ї дослідної групи на 0,07 мкм. На 14 і 20-ту добу спостереження товщина фібрил збільшилася в 1,05 і 1,28 рази відповідно, а показники були меншими, ніж у першій дослідній групі на 0,11 мкм (рис. 10).



Рис. 5. Епітелізація ранової поверхні в ділянці груднини на 16-ту добу лікування. Друга дослідна група тварин (Сумська ДЮСШ).



Рис. 6. Епітелізація ранової поверхні латеро-плантарної ділянки скакального суглоба на 17-ту добу лікування. Друга дослідна група тварин (1-й Сумський кінний завод, с. Патріотівка).

Таблиця 3 – Лінійні показники компонентів грануляційної тканини в динаміці загоєння гнійних шкірно-м'язових ран у коней

Доба лікування	Перша дослідна група тварин		Друга дослідна група тварин	
	Кількість промірів	Лінійні розміри (мкм)	Кількість промірів	Лінійні розміри (мкм)
Діаметр ядер ендотеліальних клітин				
2-га	–	–	–	–
5-га	6	2,62±1,13	10	2,77±0,98
9-га	11	3,25±0,52	18	3,25±0,66
14-га	10	3,25±0,74	23	3,28±0,54
20-га	11	3,49±0,77	17	3,37±0,47
Товщина стінок судин				
2-га	–	–	–	–
5-га	21	3,09±0,83	14	3,12±0,73
9-га	36	4,52±0,89	26	4,19±0,58
14-га	23	4,52±0,92	22	4,41±0,76
20-га	22	5,74±1,12	19	5,63±0,89
Товщина фібрил/волокон*				
2-га	47	0,83±0,27	31	0,92±0,33
5-га	21	1,46±0,36	23	1,39±0,44
9-га	36	2,95±0,56	27	3,08±0,61
14-га	23	3,12±0,57	26	3,22±0,63
20-га	22	4,08±0,69	25	4,19±0,59

Примітка: * – починаючи з 5-ї доби – товщина волокнистих структур сполучної тканини, утворених фібробластами.

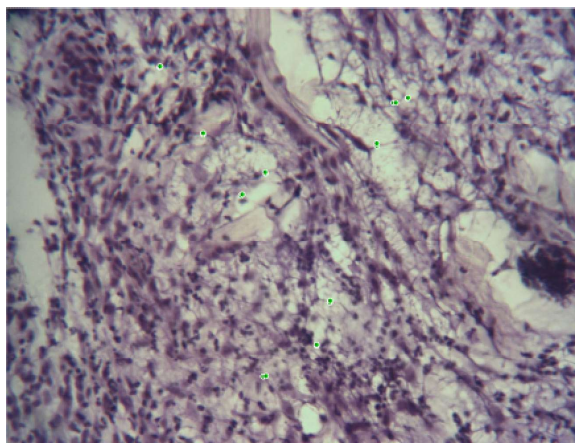


Рис. 7. Товщина фібрил на 2-гу добу лікування у першої дослідної групи тварин. Фарбування гематоксилін+еозин. 36×400.

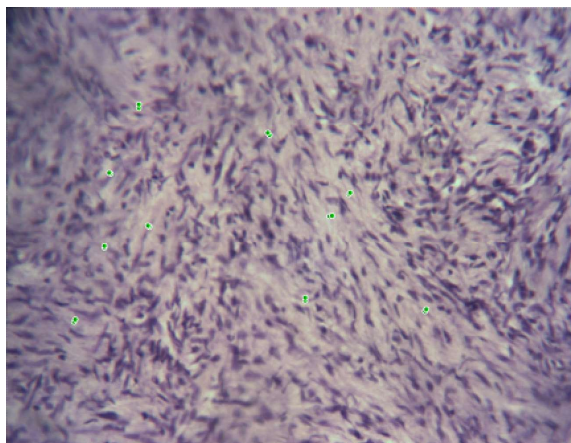


Рис. 8. Товщина фібрил на 5-ту добу лікування у першої дослідної групи тварин. Фарбування гематоксилін+еозин. 36×400.

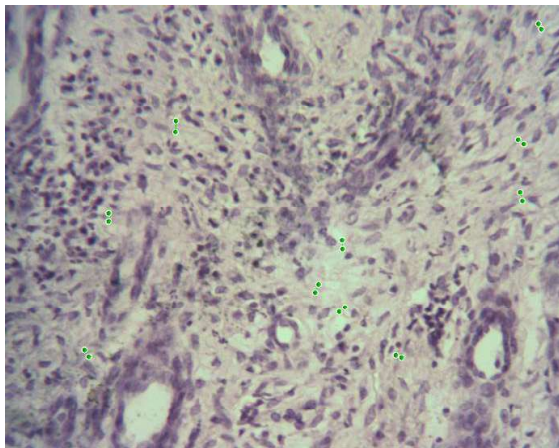


Рис. 9. Товщина волокнистих структур на 20-ту добу лікування у першій дослідній групі тварин. Фарбування гематоксилін+еозин. 36×400.

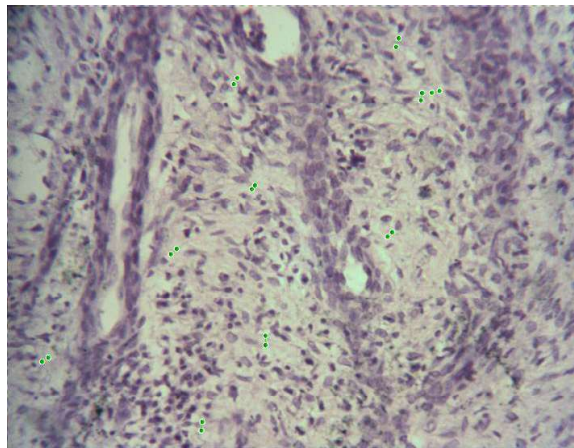


Рис. 10. Товщина волокнистих структур на 20-ту добу лікування у другій дослідній групі тварин. Фарбування гематоксилін+еозин. 36×400.

Інші досліджувані компоненти грануляційної тканини (діаметр ядер ендотеліальних клітин і товщина стінок судин) змінювали свої показники за лікування та загоєнні ран в обох дослідних групах коней. Із 5-ї доби лікування в грануляційній тканині з'явилися мікросудини, які характеризуються зміною діаметра ядер ендотеліальних клітин. Зокрема, на 9-ту добу спостереження їх діаметр збільшився в 1,24 рази порівняно з попередньою добою. У подальшому, на 14-ту добу лікування діаметр ядер ендотелію залишився на попередньому рівні, а на 20-ту добу його показник збільшився в 1,07 рази. За дослідження діаметра ядер ендотеліальних клітин грануляційної тканини тварин 2-ї дослідної групи зафіксували подібну тенденцію щодо їх показників. На 5-ту добу спостереження діаметр ядер перевищував показник першої групи на 0,15 мкм. На 9-ту добу діаметр ендотеліальних клітин збільшувався в 1,17 рази з аналогічним показником 1-ї дослідної групи тварин. Надалі, на 14-ту добу лікування діаметр ядер ендотеліальних клітин невірогідно збільшився на 0,03 мкм від показника 9-ї доби першої дослідної групи та перевищив діаметр їх ядер у 1,18 рази відносно 5-ї доби. Діаметр ядер мав показник недостовірно вищий на 0,03 мкм у порівнянні з першою експериментальною групою. На 20-ту добу лікування характерно подальше невірогідне збільшення діаметра ядер ендотеліальних клітин у 1,03 рази та зменшення їх величини на 0,12 мкм порівняно з 1-ю дослідною групою.

Оцінка динаміки товщини судинних стінок засвідчила, що на 5-ту добу лікування показник товщини стінок судин у біоптатах грануляційної тканини був невірогідно підвищений до 9-ї доби в 1,38 рази в першій дослідній групі (рис. 11, 12). На 14-ту добу спостереження їх товщина зростає менш виражено, лише на 0,27 мкм, а на 20-ту добу – в 1,27 рази (рис. 13). Слід зазначити, що збільшення товщини стінок судин було невірогідним у процесі повного загоєння ран за лікування тварин.

За дослідження товщини стінок судин грануляційної тканини 2-ї дослідної групи зареєстровано подібну тенденцію їх величини, яка впродовж усього періоду спостереження. Зокрема, на 9-ту добу лікування товщина стінок судин невизначено збільшилася в 1,34 рази. На 14-ту добу спостереження їх товщина невизначено зростає порівняно з 9-ю добу в 1,05 рази, а з 5-ї доби – в 1,75 рази. На 20-ту добу лікування відбулося подальше збільшення товщини фібрил у 1,28 рази, що незначно відрізняється від показника 9- та 5-ї доби (рис. 14).

Отже, утворення артеріоловенулярного містка в грануляційній тканині супроводжувалося динамічним збільшенням діаметра ядер ендотеліальних клітин і товщини стінок судин. Із 5-ї доби спостереження починається процес утворення молоді грануляційної тканини, що характеризується наявністю значної кількості мікросудин і безладним розташуванням волокнистих структур сполучної тканини, утворених фібробластами.

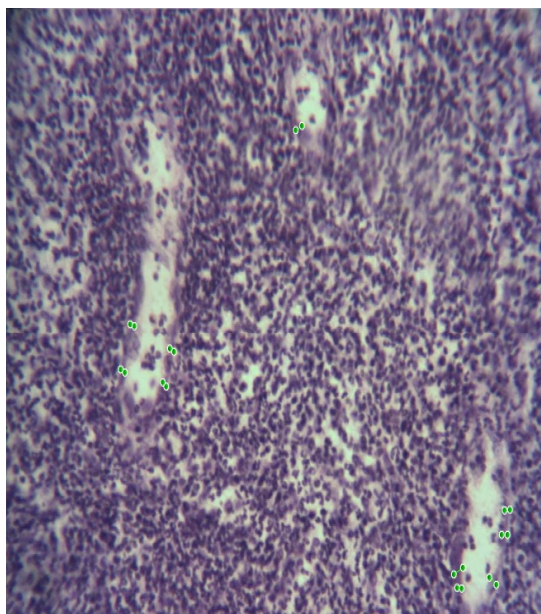


Рис. 11. Товщина стінок судин на 5-ту добу лікування у першій дослідній групі тварин.
Фарбування гематоксилін+еозин. 36×400.

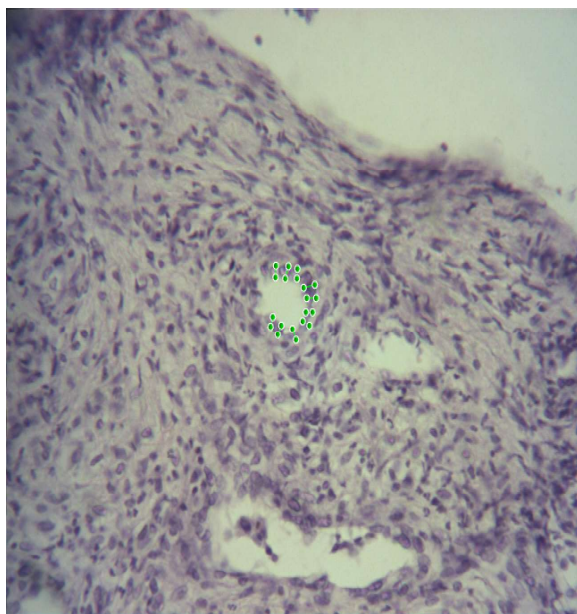


Рис. 12. Товщина стінок судин на 14-ту добу лікування у першій дослідній групі тварин.
Фарбування гематоксилін+еозин. 36×400.

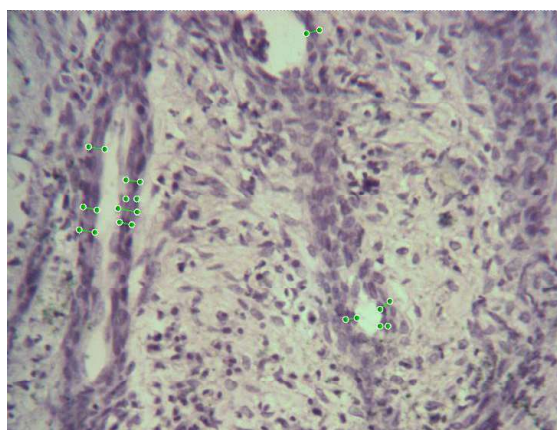


Рис. 13. Товщина стінок судин на 20-ту добу лікування у першій дослідній групі тварин.
Фарбування гематоксилін+еозин. 36×400.

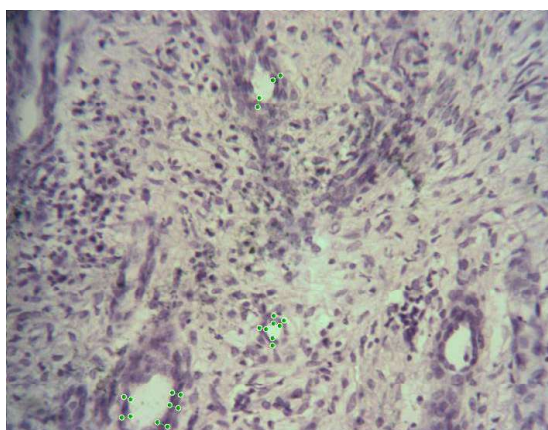


Рис. 14. Товщина стінок судин на 20-ту добу лікування у другій дослідній групі тварин.
Фарбування гематоксилін+еозин. 36×400.

Це процес організації волокон, які спрямовані паралельно одне одному відповідно до поверхні шкіри (табл. 4). Слід зазначити, що порядок розташування волокон відрізняється від інтактних ділянок, що свідчить про формування рубцевої тканини. Із 5- до 20-ї доби спостереження відбувається зміна кількості судин у новоутвореному тканинному регенераті. Зокрема, на 9-ту добу лікування кількість судин у полі зору збільшується в 1,75 рази ($p < 0,01$). У подальшому (14-та доба) їх кіль-

кість, ймовірно, зменшиться ($p < 0,001$) лише до 48 % від попереднього показника. На 20-ту добу лікування спостерігалось подальше вірогідне зменшення ($p < 0,05$) кількості судин грануляційної тканини, причому їх кількість була найнижчою за весь період спостереження.

Такі показники кількості судин свідчать про формування молодої грануляційної тканини до 9-ї доби з наступним її перетворенням у зрілу сполучну тканину до закінчення дослідного періоду.

Таблиця 4 – Показники судинного русла та кількості клітин грануляційної тканини в динаміці загоєння шкірно-м'язових гнійних ран у коней (1 дослідна група тварин, n=11)

Показник	5-та доба	9-та доба	14-та доба	20-та доба
Кількість судин в полі зору	7,3±1,2	12,8±0,9*	6,2±1,1****	3,5±0,5***
Середній діаметр судин, мкм	11,7±1,7	12,9±0,7 недостовірно	17,5±1,3**	21,3±2,1 недостовірно
Площа судин у полі зору, мкм ²	784,3±56,5	1672,44±89,4****	1490,48±121,6 недостовірно	1246,49±96,7 недостовірно
Щільність клітин, 100 мкм ²	86,8±1,7	72,5±2,7*	56,4±1,2****	47,2±1,6*

Примітка: *p<0,01; ** p<0,02; *** p<0,05; **** p<0,001, відносно 5-ї доби лікування.

Результати аналізу показують, що середній діаметр кровоносних судин під час лікування мав циклічні зміни (табл. 5). Зокрема, на 9-ту добу лікування середній діаметр судинної зони збільшився в 1,1 раза порівняно з попередньою добою, на 14-ту добу показник достовірно зріс у 1,36 раза (p<0,02). 20-та доба характеризувалася подальшим незначним збільшенням середнього діаметра судин у 1,22 раза. Слід зазначити, що середній діаметр судини був достовірно вищим, ніж на 5- та 9-ту добу лікування. Збільшення середнього діаметра на тлі зменшення кількості судин свідчить про утворення артеріол і артерій у зрілій сполучній тканині, на відміну від ювенільних капілярів у новоутвореній грануляційній тканині. Це підтверджується показниками судин в полі зору.

Зокрема, на 9-ту добу спостереження площа судин вірогідно збільшується у 2,13 раза (p<0,001). Згодом площа судин незначно зменшується на 14-ту добу на 10,9 %, а на 20-у добу – на 16,4 % порівняно з попередньою добою. Слід зазначити, що площа судин у полі зору була значно більшою, ніж на 5-ту добу лікуван-

ня. Товщина стінки судини також збільшується з 5 до 20 доби спостереження.

Щодо дослідження клітинної щільності, то у полі зору спостерігалось поступове зменшення клітин. Це пов'язано зі зниженням інтенсивності запалення і зменшенням запальної інфільтрації, формуванням зрілої сполучної тканини з переважанням фіброзного компонента. Ми пояснюємо це зниженням інтенсивності запалення та зменшенням запальної інфільтрації, формуванням зрілої сполучної тканини з переважанням фіброзного компонента.

Зафіксовано певні відмінності параметрів судинного русла та кількості клітин грануляційної тканини під час загоєння шкірно-м'язових ран у тварин другої дослідної групи.

У 2-й дослідній групі за можливого збільшення кількості судин у полі зору в 1,87 рази (p<0,01) їх показник на 9-ту добу перевищував аналогічний показник першої групи тварин на 0,7 лікування. У подальшому в першій дослідній групі кількість судин у полі зору до 14-ї доби лікування характеризувалась зменшенням на 51,6 % (p<0,001).

Таблиця 5 – Показники судинного русла та кількості клітин грануляційної тканини в динаміці загоєння шкірно-м'язових гнійних ран у коней (2 дослідна група тварин, n=6)

Показник	5-та доба	9-та доба	14-та доба	20-та доба
Кількість судин у полі зору	7,22±0,99	13,5±1,2*	8,67±1,34****	5,06±0,48****
Середній діаметр судин, мкм	11,3±1,23	11,96±0,67 недостовірно	18,1±1,13*	21,5±1,21 недостовірно
Площа судин в полі зору, мкм ²	791,3±48,4	1763,11±54,6****	1565,16±69,7 недостовірно	1321,12±49,4**
Щільність клітин на 100 мкм ²	86,4±1,48	67,1±2,24****	54,8±1,33*	45,12±1,22****

Примітка: * p<0,01; ** p<0,02; *** p<0,05; **** p<0,001, порівняно із показниками 5-ї доби лікування.

Уповільнення процесу утворення грануляційної тканини у 2-й дослідній групі, порівняно з 1-ю, характеризувалося більшою кількістю судин у полі зору з вірогідним зменшенням порівняно з попередньою добою на 41,7 % ($p < 0,01$).

За визначення середнього діаметра судин грануляційної тканини у тварин другої дослідної групи достовірної різниці в показниках з першою не спостерігали. Зокрема, їх величина з 5 до 9-ї доби зросла незначно в 1,05 рази; із 9 до 14-ї – середній діаметр судин достовірно збільшився в 1,51 рази ($p < 0,01$), а з 14 до 20-ї – незначно в 1,9 рази.

Через уповільнення процесу загоєння рани у тварин 2-ї дослідної групи площа судин у полі зору залишалася більшою порівняно з першою. За потенційного збільшення площі судин у 2,23 рази ($p < 0,001$) порівняно з 5-ю добою їх діаметр був значно більшим, на 90,67 мкм² на 9-ту добу лікування ніж у першій групі. Зменшення площі судин грануляційної тканини в полі зору на 11,3 % на 14-ту добу лікування перевищувало показник на 74,68 мкм², порівняно з першою дослідною групою тварин. 20-та доба лікування супроводжувалася достовірним зменшенням площі судин на 15,6 % ($p < 0,02$) порівняно з 14-ю добою і невизначено більше на 74,68 мкм², ніж у першій дослідній групі.

За дослідження щільності судин на площі 100 мкм виявили, що в процесі лікування цей показник зменшувався. Зокрема, на 9-ту добу лікування їх щільність достовірно зменшилася на 22,4 % ($p < 0,02$), порівняно з 5-ю добою. На 14-ту добу спостереження зниження клітинної щільності було більш достовірним і становило 77,8 % ($p < 0,001$) від попереднього показника. На 20-ту добу лікування відбулося подальше зниження їх щільності на 16,4 % ($p < 0,001$).

Слід зазначити, що у тварин другої дослідної групи щільність клітин грануляційної тканини була незначно меншою за 100 мкм² порівняно з першою. У процесі загоєння третім натягом реєстрували достовірне зниження клітинної щільності ($p < 0,001$) з 5 до 20-ї доби у тварин другої дослідної групи з меншою невизначеною сумою першої групи.

Обговорення. Лікування ран у коней є досить актуальною проблемою для ветеринарної медицини. Незважаючи на значне поширення ран у коней, більшість запропонованих протоколів лікування не мають патогенетичного обґрунтування та кореляції із стадіями загоєння. Рани у коней, залежно від господарського їх використання, можуть локалізуватися в різних ділянках тіла тварин (частіше-дистальні відді-

ли кінцівок), що обумовлює певні особливості у розробці протоколу лікування [18].

Загоєння ран є життєво важливим процесом для здоров'я тварин, однак може бути пов'язане з певними ускладненнями. У коней шкірні рани трапляються досить часто і здебільшого потребують дорогого й тривалого лікування, оскільки багато з них не піддаються первинному закриттю через масивну втрату тканин, надмірний натяг шкіри, екстремальне забруднення або втрачений час, що минув після травми [19].

Рани у коней також мають тенденцію до інфікування через різні чинники навколишнього середовища, такі як забруднення фекаліями, бруд і залишки рослин, а також сторонні тіла. Через ризик інфікування основною метою обробки рани є зменшення кількості бактерій на тканинах, що загоюються, і для досягнення цього загальними методами лікування рани є промивання, обробка рани та використання захисної пов'язки [8]. За даними деяких авторів, лікування ран у коней може бути ускладненим через широкі варіації у типі, локалізації та тяжкості різних ран, а також через відсутність об'єктивних доказів ефективності методів лікування [20].

Загоєння ран вторинним натягом у коней часто пов'язане з видоспецифічними проблемами, такими як надмірна грануляційна тканина і подальше уповільнення епітелізації та скорочення, особливо коли рани розташовані в дистальному відділі кінцівок [21].

Патофізіологія утворення патологічних грануляцій у коней вивчена недостатньо, однак було описано кілька сприяючих чинників, таких як анатомія, зони інтенсивного руху, недостатній доступ кисню, хронічне забруднення, концентрація факторів росту, переважанням деградації колагену над його синтезом і хронічне запалення [22–24].

За даними інших авторів, перев'язування ран кінцівок у коней призводить до утворення патологічної грануляційної тканини, яка уповільнює загоєння через тривале запалення, аномальну васкуляризацію та сповільнену епітелізацію, така тканина не спостерігається, якщо рани не забруднені або коли рани знаходяться на тулубі [25].

За дослідженням біоптатів грануляційної тканини в процесі лікування поранених коней встановлено, що за ексудації у першу фазу ранового процесу переважає набряк. Тимчасом у фазу проліферації значний відсоток становлять елементи сполучної тканини, набряк не виявляли, що є характерним для загоювання ран вторинним натягом [26].

Водночас, за лікування поранених коней реєструють динамічні зміни у формуванні грануляційної тканини. В першу фазу ранового процесу переважали дегенеративно-дистрофічні зміни із проліферацією клітин як пошкоджених тканин, так і мігруючих з розширених судин. Надалі у міру затухання запальної реакції починають переважати регенеративні процеси, з'являються сполучнотканинні компоненти (фіброласти та колагенові волокна). Загоювання ранового дефекту супроводжується формуванням рубцевої тканини [27].

У подальшому проведеними гістологічними дослідженнями біоптатів грануляційної тканини не було встановлено відмінностей у перебігу загоєння гнійних ран залежно від їх локалізації, хоча за даними деяких авторів є високий ризик формування гіпертрофованої грануляційної тканини за ушкодження в ділянці кінцівок, що подовжувало тривалість лікування [28].

Встановлено, що процес загоєння гнійних шкірно-м'язових ран починався з росту фіброblastів та утворення попереднього позаклітинного матриксу грануляційної тканини периферичних ділянок на 2-гу добу після травми. Кінцевий період утворення сполучної тканини настає до 20-ї доби в першій групі та до 24–26-ї доби у 2-й дослідній групі тварин зі зменшенням кількості капілярів і клітинного компонента на тлі росту діаметра судини. Клінічна значимість визначених термінів формування грануляційної тканини пов'язана із тим, що поширеним ускладненням загоєння ран вторинним натягом на кінцівках коней є утворення надмірного об'єму грануляційної тканини. Серед значної кількості сприяючих чинників, хронічне запалення є головним і часто залишається нерозпізнаним через слабкий клінічний прояв його ознак [29, 30].

Контроль за перебігом ранового процесу через дослідження змін компонентів грануляційної тканини має важливе значення в управлінні процесами гранулювання, епітелізації та рубцювання, що узгоджується із даними інших дослідників [31–33].

Наразі відсутня можливість проведення об'єктивної оцінки представлених нами даних щодо величини лінійних розмірів компонентів грануляційної тканини за гнійних ран у коней. Опублікована іншими дослідниками інформація щодо морфологічних особливостей перебігу процесів репаративної регенерації за гнійних ран у коней стосується механізмів загоєння ран, а не промірів структурних складових грануляційної тканини [34, 35]. Зокрема основну увагу приділено вивченню особли-

востей кровопостачання новоутвореної грануляційної тканини: формуванню судинної сітки, стану мікросудин (вимірювання діаметрів просвіту мікросудин і площі поверхні ендотеліальних клітин, співвідношення ендотеліальних клітин до перицитів) [36, 37].

Нашими дослідженнями встановлено, що в процесі загоєння шкірно-м'язових ран у коней реєструють динамічні зміни у структурі грануляційної тканини. Розуміння структурної та морфологічної організації грануляційної тканини у коней за випадкових ран за гістологічного дослідження зразків в процесі лікування поранених коней в різні терміни відбору біоптатів важливе для контролю перебігу регенеративної регенерації з метою його оптимізації [38, 39].

Висновки. Процес загоєння гнійних шкірно-м'язових ран починався з утворення первинних структурних компонентів грануляційної тканини периферичних ділянок на 2-гу добу після травми. Запропоноване нами застосування експериментального засобу Ксерофлоркс у першу фазу ранового процесу скорочує термін лікування тварин на 4–6 діб порівняно із застосуванням мазі Левомеколь: стадія дозрівання та утворення сполучної тканини завершується до 20-ї доби, порівняно із 24–26-ю добою за використання Левомеколу, на фоні більш динамічного зменшення кількості капілярів і клітинного компонента та росту діаметра судин. Прискорення перебігу першої фази ранового процесу за гнійних ран у коней за використання Ксерофлорксу, порівняно із Левомеколем, відбувається на тлі відсутності безпосереднього впливу на розміри структурних компонентів грануляційної тканини.

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 резолюції Національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» (Київ, 2001).

Відомості про конфлікт інтересів. Автори статті (Стоцький О.Г., Білий Д.Д., Стоцький А.О.) заявляють про відсутність потенційного конфлікту інтересів у представлений роботі щодо результатів дослідження, їх внеску та авторства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Fighting off wound pathogens in horses with honeybee lactic acid bacteria / T.C. Olofsson et al. *Current Microbiology*. 2016. Vol. 73. P. 463–473. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00284-016-1080-2>
2. Ludwig E.K., van Harreveld P.D. Equine wounds over synovial structures. *Veterinary Clinics: Equine Practice*. 2018. Vol. 34. No 3. P. 575–590. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749073918300439?via%3Dihub>
3. McIver V.C. Studies on the effect of various topical agents on second intention wound healing of the equine distal limb (Doctoral dissertation). 2020. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/404687842.pdf>
4. Harman R.M., Theoret C.L., Van de Walle G.R. The horse as a model for the study of cutaneous wound healing. *Advances in Wound Care*. 2021. Vol. 10. No 7. P. 381–399. DOI:10.1089/wound.2018.0883
5. Wilmlink J.M. Differences in wound healing between horses and ponies. *Equine wound management*. 2016. P. 14–29. DOI:10.1002/9781118999219.ch2
6. Alhadj M., Goyal A. Physiology, granulation tissue. In *Stat Pearls*. Stat Pearls Publishing. 2021. URL: <https://europepmc.org/article/nbk/nbk554402#free-full-text>
7. Does antibiotic use accelerate or retard cutaneous repair? A systematic review in animal models / L.S. Altóe et al. *PloS one*. 2019. Vol. 14. No 10. DOI:10.1371/journal.pone.0223511
8. Orsini J.A. Update on Managing Serious Wound Infections in Horses: Wounds Involving Soft Tissues. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2017. Vol. 55. P. 18–26. DOI:10.1016/j.jevs.2017.01.012
9. Wilmlink J.M., van Herten J., van Weeren P.R., Barneveld A. Retrospective study of primary intention healing and sequestrum formation in horses compared to ponies under clinical circumstances. *Equine veterinary journal*. 2002. Vol. 34. No 3. P. 270–273. DOI:10.2746/042516402776186047
10. Kamoun E.A., Kenawy E.R.S., Chen X. A review on polymeric hydrogel membranes for wound dressing applications: PVA-based hydrogel dressings. *Journal of advanced research*. 2017. Vol. 8. No 3. P. 217–233. DOI:10.1016/j.jare.2017.01.005
11. Batool M., Khurshid S., Qureshi Z., Daoush W.M. Adsorption, antimicrobial and wound healing activities of biosynthesised zinc oxide nanoparticles. *Chemical Papers*. 2021. Vol. 75. No 3. P. 893–907. DOI:10.1007/s11696-020-01343-7
12. Стоцький О.Г. Зміни температури пов Науковий вісник ветеринарної медицини. 2017. № 1. С. 31–35.
13. Ruzickova P., Trencart P., Laverty S. Spontaneous hoof capsule loss following lacerations of the equine distal limb. *Equine Veterinary Education*. 2017. Vol. 29. No 9. P. 472–477. DOI:10.1111/eve.12597
14. Karagianni A.E., Lisowski Z.M., Hume D.A., Scott Pirie R. The equine mononuclear phagocyte system: The relevance of the horse as a model for understanding human innate immunity. *Equine veterinary journal*. 2021. Vol. 53. No 2. P. 231–249. DOI:10.1111/evj.13341
15. Lux C.N. Wound healing in animals: a review of physiology and clinical evaluation. *Veterinary dermatology*. 2022. Vol. 33. No 1. P. 91–127. DOI:10.1111/vde.13032
16. Fingerhut L., Dolz G., de Buhr N. What is the evolutionary fingerprint in neutrophil granulocytes?. *International journal of molecular sciences*. 2020. Vol. 21. No 12. 4523 p. DOI:10.3390/ijms21124523
17. An equine wound model to study effects of bacterial aggregates on wound healing / E. Jørgensen et al. *Advances in wound care*. 2019. Vol. 8. No 10. P. 487–498. DOI:10.1089/wound.2018.0901
18. Ribeiro G., Carvalho L., Borges J., Prazeres J. The Best Protocol to Treat Equine Skin Wounds by Second Intention Healing: A Scoping Review of the Literature. *Animals: an open access journal from MDPI*. 2024. Vol. 14. No 10. 1500 p. DOI:10.3390/ani14101500
19. Du Cheyne C., Martens A., De Spiegelaere W. High numbers of cd163-positive macrophages in the fibrotic region of exuberant granulation tissue in horses. *Animals*. 2021. Vol. 11. No 9. 2728 p. DOI:10.3390/ani11092728
20. BEVA primary care clinical guidelines: Wound management in the horse / S.L. Freeman et al. *Equine veterinary journal*. 2021. Vol. 53. No 1. P. 18–29. DOI:10.1111/evj.13289.
21. Theoret C.L., Barber S.M., Moyana T.N., Gordon J. R. Expression of transforming growth factor β 1, β 3, and basic fibroblast growth factor in full-thickness skin wounds of equine limbs and thorax. *Veterinary Surgery*. 2001. Vol. 30. No 3. P. 269–277. DOI:10.1053/jvet.2001.23341.
22. Growth characteristics of fibroblasts isolated from the trunk and distal aspect of the limb of horses and ponies / C.B. Miller et al. *Veterinary Surgery*. 2000. Vol. 29. No 1. P. 1–7. DOI:10.1111/j.1532-950x.2000.00001.x.
23. Differences in wound contraction between horses and ponies: the in vitro contraction capacity of fibroblasts / J.M. Wilmlink et al. *Equine veterinary journal*. 2001. Vol. 33. No 5. P. 499–505. DOI:10.2746/042516401776254817
24. Comparative study on microvascular occlusion and apoptosis in body and limb wounds in the horse / É. Lepault et al. *Wound repair and regeneration*. 2005. Vol. 13. No 5. P. 520–529. DOI:10.1111/j.1067-1927.2005.00073.x.
25. Treatment of limb wounds of horses with orf virus IL-10 and VEGF-E accelerates resolution of exuberant granulation tissue, but does not prevent its development / L.M. Wise et al. *PloS one*. 2018. Vol. 13. No 5. DOI:10.1371/journal.pone.0197223
26. Стоцький, О. Г. Мікробний пейзаж гнійних ран у коней залежно від їх анатомо-топографічної локалізації. Вісник Сумського національного аграрного університету. *Ветеринарна медицина*. 2012. Vol. 1. P. 137–140. URL: http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau_2012_1_vet_30/JRN/40.pdf

27. Стоцький О.Г., Погорелов М.В. Структурна та морфологічна організація грануляційної тканини у коней за випадкових ран. Науковий вісник Білоцерківського НАУ. 2010. Т. 4. Вип. 76. С. 146–151.

28. Kayode O.A. Epidemiological study on wound distribution pattern in horses presented at two veterinary clinics in south west, Nigeria between 2007–2010. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*. 2017. Vol. 5. No 4. DOI:10.15406/jd-var.2017.05.00148

29. Theoret C., Wilmink J.M. Exuberant granulation tissue. *Equine wound management*. 2016. P. 369–384. DOI:10.1002/9781118999219.ch15

30. Common superficial and deep cutaneous bacterial infections in domestic animals: A review / M. Faccin et al. *Veterinary pathology*. 2023. Vol. 60. No 6. P. 796–811. DOI:10.1177/03009858231176558

31. Wilmink J.M., Archer D.C. Complications of excessive granulation tissue. *Complications in Equine Surgery*. 2021. P. 204–211. DOI:10.1002/9781119190332.ch19

32. Dahlgren L.A. Regenerative medicine therapies for equine wound management. *Veterinary Clinics: Equine Practice*. 2018. Vol. 34. No 3. P. 605–620. DOI:10.1016/j.cveq.2018.07.009

33. Cardona-Álvarez J., Vargas-Vilória M., Patarroyo-Salcedo J. Pythiosis cutaneous in horses treated with triamcinolone acetonide. *Histological and histochemical description*. *Revista MVZ Córdoba*. 2017. Part 2. Vol. 22. No 1. P. 5638–5652. DOI:10.21897/rmvz.924

34. Berry D.B., Sullins K.E. Effects of topical application of antimicrobials and bandaging on healing and granulation tissue formation in wounds of the distal aspect of the limbs in horses. *American Journal of Veterinary Research*. 2003. Vol. 64. No 1. P. 88–92. DOI:10.2460/ajvr.2003.64.88

35. Regional disturbances in blood flow and metabolism in equine limb wound healing with formation of exuberant granulation tissue / M.A. Sørensen et al. *Wound Repair and Regeneration*. 2014. Vol. 22. No 5. P. 647–653. DOI:10.1111/wrr.12207

36. Comparative study on microvascular occlusion and apoptosis in body and limb wounds in the horse / É. Lepault et al. *Wound repair and regeneration*. 2005. Vol. 13. No 5. P. 520–529. DOI:10.1111/j.1067-1927.2005.00073.x

37. Dubuc V., Lepault É., Theoret C.L. Endothelial cell hypertrophy is associated with microvascular occlusion in horse wounds. *Canadian journal of veterinary research*. 2006. Vol. 70. No 3. 206 p. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1477938/>

38. Effect of gallium maltolate on a model of chronic, infected equine distal limb wounds / S.P. Lawless et al. *PloS one*. 2020. Vol. 15. No 6. DOI:10.1371/journal.pone.0235006

39. Dart A.J., Sole-Guitart A., Stashak T.S., Theoret C. Management practices that influence wound infection and healing. *Equine wound management*. 2016. P. 47–74. DOI:10.1002/9781118999219.ch4

REFERENCES

1. Olofsson, T.C., Butler, E., Lindholm, C., Nilsson, B., Michanek, P., Vásquez, A. (2016). Fighting off wound pathogens in horses with honeybee lactic acid bacteria. *Current Microbiology*, Vol. 73, pp. 463–473. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00284-016-1080-2>

2. Ludwig, E.K., van Harreveld, P.D. (2018). Equine wounds over synovial structures. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, Vol. 34, no. 3, pp. 575–590. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749073918300439?via%3Dihub>

3. McIver, V.C. (2020). Studies on the effect of various topical agents on second intention wound healing of the equine distal limb (Doctoral dissertation). Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/404687842.pdf>

4. Harman, R.M., Theoret, C.L., Van de Walle, G.R. (2021). The horse as a model for the study of cutaneous wound healing. *Advances in Wound Care*, Vol. 10, no. 7, pp. 381–399. DOI:10.1089/wound.2018.0883

5. Wilmink, J.M. (2016). Differences in wound healing between horses and ponies. *Equine wound management*, pp. 14–29. DOI:10.1002/9781118999219.ch2

6. Alhajj, M., Goyal, A. (2021). Physiology, granulation tissue. In *Stat Pearls*. Stat Pearls Publishing. Available at: <https://europepmc.org/article/nbk/nbk554402#free-full-text>

7. Altoé, L.S., Alves, R.S., Sarandy, M.M., Moraes-Santos, M., Novaes, R.D., Gonçalves, R.V. (2019). Does antibiotic use accelerate or retard cutaneous repair? A systematic review in animal models. *PloS one*, Vol. 14, no. 10. DOI:10.1371/journal.pone.0223511

8. Orsini, J.A. (2017). Update on Managing Serious Wound Infections in Horses: Wounds Involving Soft Tissues. *Journal of Equine Veterinary Science*, Vol. 55, pp. 18–26. DOI:10.1016/j.jevs.2017.01.012

9. Wilmink, J.M., van Herten, J., van Weeren, P.R., Barneveld, A. (2002). Retrospective study of primary intention healing and sequestrum formation in horses compared to ponies under clinical circumstances. *Equine veterinary journal*, Vol. 34, no. 3, pp. 270–273. DOI:10.2746/042516402776186047

10. Kamoun, E.A., Kenawy, E.R.S., Chen, X. (2017). A review on polymeric hydrogel membranes for wound dressing applications: PVA-based hydrogel dressings. *Journal of advanced research*, Vol. 8, no. 3, pp. 217–233. DOI:10.1016/j.jare.2017.01.005

11. Batool, M., Khurshid, S., Qureshi, Z., Daoush, W.M. (2021). Adsorption, antimicrobial and wound healing activities of biosynthesised zinc oxide nanoparticles. *Chemical Papers*, Vol. 75, no. 3, pp. 893–907. DOI:10.1007/s11696-020-01343-7

12. Stotskyi, O.H. (2017). Zminy temperatury poverkhni ranovoho lozha v protsesi zahoiennia hniinykh shkirno-miazovykh ran u konei [Changes in wound bed surface temperature during the healing process of purulent cutaneous-muscular wounds in horses]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*

- [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]. Vol. 1, pp. 31–35. (In Ukrainian).
13. Ruzickova, P., Trencart, P., Laverty, S. (2017). Spontaneous hoof capsule loss following lacerations of the equine distal limb. *Equine Veterinary Education*, Vol. 29, no. 9, pp. 472–477. DOI:10.1111/eve.12597
14. Karagianni, A.E., Lisowski, Z.M., Hume, D.A., Scott Pirie, R. (2021). The equine mononuclear phagocyte system: The relevance of the horse as a model for understanding human innate immunity. *Equine veterinary journal*, Vol. 53, no. 2, pp. 231–249. DOI:10.1111/evj.13341
15. Lux, C.N. (2022). Wound healing in animals: a review of physiology and clinical evaluation. *Veterinary dermatology*, Vol. 33, no. 1, pp. 91–127. DOI:10.1111/vde.13032
16. Fingerhut, L., Dolz, G., de Buhr, N. (2020). What is the evolutionary fingerprint in neutrophil granulocytes?. *International journal of molecular sciences*, Vol. 21, no. 12, 4523. DOI:10.3390/ijms21124523
17. Jørgensen, E., Bay, L., Skovgaard, L.T., Bjarnsholt, T., Jacobsen, S. (2019). An equine wound model to study effects of bacterial aggregates on wound healing. *Advances in wound care*, Vol. 8, no. 10, pp. 487–498. DOI:10.1089/wound.2018.0901
18. Ribeiro, G., Carvalho, L., Borges, J., Prazeres, J. (2024). The Best Protocol to Treat Equine Skin Wounds by Second Intention Healing: A Scoping Review of the Literature. *Animals: an open access journal from MDPI*, Vol. 14, no. 10, 1500 p. DOI:10.3390/ani14101500
19. Du Cheyne, C., Martens, A., De Spiegelaere, W. (2021). High numbers of cd163-positive macrophages in the fibrotic region of exuberant granulation tissue in horses. *Animals*, Vol. 11, no. 9, 2728 p. DOI:10.3390/ani11092728
20. Freeman, S.L., Ashton, N.M., Elce, Y.A., Hammond, A., Hollis, A.R., Quinn, G. (2021). BEVA primary care clinical guidelines: Wound management in the horse. *Equine veterinary journal*, Vol. 53, no. 1, pp. 18–29. DOI:10.1111/evj.13289.
21. Theoret, C.L., Barber, S.M., Moyana, T.N., Gordon, J.R. (2001). Expression of transforming growth factor β 1, β 3, and basic fibroblast growth factor in full-thickness skin wounds of equine limbs and thorax. *Veterinary Surgery*, Vol. 30, no. 3, pp. 269–277. DOI:10.1053/jvet.2001.23341.
22. Miller, C.B., Wilson, D.A., Keegan, K G., Kreeger, J.M., Adelstein, E.H., Ganjam, V.K. (2000). Growth characteristics of fibroblasts isolated from the trunk and distal aspect of the limb of horses and ponies. *Veterinary Surgery*, Vol. 29, no. 1, pp.1–7. DOI:10.1111/j.1532-950x.2000.00001.x.
23. Wilmink, J.M., Nederbragt, H., Van Weeren, P.R., Stolk, P.W.T., Barneveld, A. (2001). Differences in wound contraction between horses and ponies: the in vitro contraction capacity of fibroblasts. *Equine veterinary journal*, Vol. 33, no. 5, pp. 499–505. DOI:10.2746/042516401776254817
24. Lepault, É., Céleste, C., Doré, M., Martineau, D., Theoret, C. L. (2005). Comparative study on microvascular occlusion and apoptosis in body and limb wounds in the horse. *Wound repair and regeneration*, Vol. 13, no. 5, pp. 520–529. DOI:10.1111/j.1067-1927.2005.00073.x.
25. Wise, L.M., Bodaan, C.J., Stuart, G.S., Real, N.C., Lateef, Z., Mercer, A.A., Riley, C.B., Theoret, C.L. (2018). Treatment of limb wounds of horses with orf virus IL-10 and VEGF-E accelerates resolution of exuberant granulation tissue, but does not prevent its development. *PloS one*, Vol. 13, no. 5. DOI:10.1371/journal.pone.0197223
26. Stotskyi, O.H. (2012). Mikrobnyi peizazh hniinykh ran u konei zalezno vid yikh anatomo-topografichnoi lokalizatsii [Microbial landscape of purulent wounds in horses depending on their anatomical and topographic localization]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriya: Vetrynarna medytsyna [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine]*, Vol. 1, pp. 137–140. Available at: http://visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau_2012_1_vet_30/JRN/40.pdf
27. Stotskyi, O.H., Pohorielov, M.V. (2010). Strukturna ta morfolohichna orhanizatsiia hranuliat-siinoi tkanyiny u konei za vypadkovykh ran [Structural and morphological organization of granulation tissue in horses with accidental wounds]. *Naukovyi visnyk Bilotserkivskoho NAU [Scientific Bulletin of the Bila Tserkva National Academy of Sciences]*, Vol. 4, no. 76, pp. 146–151.
28. Kayode, O.A. (2017). Epidemiological study on wound distribution pattern in horses presented at two veterinary clinics in south west, Nigeria between 2007–2010. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, Vol. 5, no. 4. DOI:10.15406/jd-var.2017.05.00148
29. Theoret, C., Wilmink, J.M. (2016). Exuberant granulation tissue. *Equine wound management*. pp. 369–384. DOI:10.1002/9781118999219.ch15
30. Faccin, M., Wiener, D.J., Rech, R.R., Santoro, D., Rodrigues Hoffmann, A. (2023). Common superficial and deep cutaneous bacterial infections in domestic animals: A review. *Veterinary pathology*. Vol. 60, no. 6, pp. 796–811. DOI:10.1177/03009858231176558
31. Wilmink, J.M., Archer, D.C. (2021). Complications of excessive granulation tissue. *Complications in Equine Surgery*. pp. 204–211. DOI:10.1002/9781119190332.ch19
32. Dahlgren, L.A. (2018). Regenerative medicine therapies for equine wound management. *Veterinary Clinics: Equine Practice*, Vol. 34, no. 3, 605–620. DOI:10.1016/j.cveq.2018.07.009
33. Cardona-Álvarez, J., Vargas-Vilória, M., Patarroyo-Salcedo, J. (2017). Pythiosis cutaneous in horses treated with triamcinolone acetonide. Part 2. Histological and histochemical description. *Revista MVZ Córdoba*, Vol. 22, no. 1, pp. 5638–5652. DOI:10.21897/rmvz.924
34. Berry, D.B., Sullins, K.E. (2004). Effects of topical application of antimicrobials and bandaging on healing and granulation tissue formation in wounds of the distal aspect of the limbs in horses.

American Journal of Veterinary Research, Vol. 64, no. 1, pp. 88–92. DOI:10.2460/ajvr.2003.64.88

35. Sørensen, M.A., Petersen, L.J., Bundgaard, L., Toft, N., Jacobsen, S. (2014). Regional disturbances in blood flow and metabolism in equine limb wound healing with formation of exuberant granulation tissue. *Wound Repair and Regeneration*, Vol. 22, no. 5, pp. 647–653. DOI:10.1111/wrr.12207

36. Lepault, É., Céleste, C., Doré, M., Martineau, D., Theoret, C.L. (2005). Comparative study on microvascular occlusion and apoptosis in body and limb wounds in the horse. *Wound repair and regeneration*, Vol. 13, no. 5, pp. 520–529. DOI:10.1111/j.1067-1927.2005.00073.x

37. Dubuc, V., Lepault, É., Theoret, C.L. (2006). Endothelial cell hypertrophy is associated with microvascular occlusion in horse wounds. *Canadian journal of veterinary research*, Vol. 70, no. 3, 206 p. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1477938/>

38. Lawless, S.P., Cohen, N.D., Lawhon, S.D., Chamoun-Emanuelli, A.M., Wu, J., Rivera-Vélez, A., Whitfield-Cargile, C.M. (2020). Effect of gallium maltolate on a model of chronic, infected equine distal limb wounds. *PloS one*, Vol. 15, no. 6. DOI: 10.1371/journal.pone.0235006

39. Dart, A.J., Sole-Guitart, A., Stashak, T.S., Theoret, C. (2016). Management practices that influence wound infection and healing. *Equine wound management*, pp. 47–74. DOI:10.1002/9781118999219.ch4

Linear dimensions of granulation tissue components in purulent wounds in horses

Stotskyi O., Bilyi D., Stotskyi A.

Accidental purulent wounds in horses are a fairly common pathology associated with the regimes of keeping and operating animals. More often they are localized in the area of the hind limbs (41.7%). The problem of treating wounded animals is quite often associated with the insufficient effectiveness of existing schemes. Due to this the purpose of our

research was to test the effectiveness of the developed complex agent of antimicrobial and sorption-detoxification action (consisting of 2% ofloxacin and 98% methyl silicic acid hydrogel) Xeroflox in purulent skin-muscular wounds in horses and to study dynamic changes in the structure of granulation tissue (diameter of endothelial cell nuclei, thickness of the vessel wall, thickness of fibrils, parameters of the vascular bed and the number of cells of granulation tissue). It was established that in the process of healing purulent skin-muscular wounds in horses, the formation of granulation tissue occurs with pronounced stage changes. The formation of the first components of granulation tissue is observed already on the second day after the injury in the direction from the peripheral areas to the center. The end of the formation of connective tissue is observed at different times depending on the selected agent in the first phase of the wound process. The results of clinical testing of the developed complex drug with antimicrobial and sorption-detoxification action Xeroflox (the composition includes 2% ofloxacin and 98% methylsilicic acid hydrogel) for purulent skin-muscular wounds in horses were obtained. The choice of Ofloxacin as an antibacterial component is due to the high sensitivity of the isolated microflora to it. When using Xeroflox in the first phase of the wound process, starting from the second day, the formation of granulation tissue was recorded. The use of Xeroflox, compared with Levomekol, provided a reduction in the healing time of accidental skin-muscular wounds from 24–26 to 20 days ($p < 0.001$), which is associated with an earlier formation of the arteriovenous bridge in the granulation tissue, which was accompanied by a dynamic increase in the diameter of the nuclei of endothelial cells and the thickness of the vessel walls, as well as the organization of connective tissue fibers.

Key words: horses, wound, wound infection, linear dimensions, endothelial cells, vessel wall, fibrils, treatment.



Copyright: Стоцький О.Г., Білий Д.Д., Стоцький А.О. © 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:

Стоцький О.Г.

Білий Д.Д.

Стоцький А.О.

<https://orcid.org/0000-0001-5247-5268>

<https://orcid.org/0000-0003-3896-0384>

<https://orcid.org/0000-0003-0127-7397>

Наукове видання

Науковий вісник ветеринарної медицини

Збірник наукових праць

Випуск 2 (192) 2024

*Редактор О.О. Грушко
Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник*

Зареєстрований у сфері друкованих медіа
(ідентифікатор R30-03972, затверджено рішенням Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення №1425 від 25.04.2024 р.).

Формат 60x84^{1/8}. Ум. др. арк. 16,5. Тираж 300.

Підписано до друку 28.11.2024 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,
e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

№ 3984 ДК від 17.02.2011 р.