

**Тези доповідей**  
**Міжнародної науково-практичної конференції**  
**«Актуальні проблеми**  
**сучасної біології, тваринництва**  
**та ветеринарної медицини»,**

присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук,  
академіка УААН, заслуженого діяча науки і техніки України,  
директора Інституту біології тварин НААН з 1972 по 1993 р.  
**Петра ЛАГОДЮКА (08.06.1924 — 17.02.1994)**

*3–4 жовтня 2024 року, м. Львів, Україна*



**Abstracts of reports**  
**of International Scientific and Practical Conference**  
**“Actual Problems of Modern Biology,**  
**Animal Husbandry**  
**and Veterinary Medicine”,**

dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of birth  
of Doctor of biological sciences, Academician of UAAS,  
Director of the Institute of Animal Biology NAAS in 1972–1993  
**Petro Lahodiuk (08.06.1924 — 17.02.1994)**

*October 3<sup>rd</sup>–4<sup>th</sup>, 2024, Lviv, Ukraine*

## Петро Захарович Лагодюк — провідний вчений, громадський діяч, патріот

**Петро Захарович Лагодюк** — доктор біологічних наук, професор, академік НААН, Заслужений діяч науки і техніки України. Народився 8 червня 1924 р. в м. Берестечко Горохівського р-ну Волинської обл.

Наукова діяльність академіка тісно й тривало (понад 30 років) пов'язана з Українським науково-дослідним інститутом фізіології і біохімії сільсько-господарських тварин (нині Інститут біології тварин НААН). Тут він пройшов шлях від старшого наукового співробітника лабораторії фізіології лактації (1963–1968 рр.) до заступника директора з наукової роботи (1969–1972 рр.), а згодом — і директора Інституту (1972–1993 рр.).

П. З. Лагодюк був провідним вченим у галузі фізіології лактації тварин. Він зробив вагомий внесок у дослідження фракційного складу та антигенних властивостей розчинних білків тканин молочної залози телиць, нетелей і корів за лактації, ялових і тільних, порівняв їх імунохімічні властивості з білками молока і сироватки крові. З'ясував роль епітелію альвеол, вивідних протоків і молочних ходів у процесах утворення білків сироватки молока, вивчив роль низки гормонів у регуляції процесів молокоутворення, зокрема у регуляції біосинтезу білків сироватки молока і крові.

Дослідження вмісту розчинних білків у тканинах молочної залози показали, що їхня кількість пов'язана як з морфологічними змінами молочної залози, так і з секрецією молока. У період тільності, особливо у другій половині, концентрація розчинних білків у тканинах молочної залози є найвищою, тоді як за лактації кількість розчинних білків у тканинах молочної залози суттєво зменшується, що свідчить про їх інтенсивне використання для синтезу білків молока. Такі зміни пов'язані з фізіологічним станом організму і вказують на депонування імунних глобулінів у тканинах молочної залози та їх використання під час синтезу білків молозива і молока.

У лабораторії білків і амінокислот розроблено препаративний метод виділення чистого нативного альбуміну з сироватки крові і розчинних білків молочної залози, який дає можливість використовувати виділений білок для поглибленого дослідження, зокрема його амінокислотного і пептидного складу.

Академік П. З. Лагодюк провів велику дослідницьку роботу з вивчення гормональної регуляції лактації в жуйних. Отримані результати послугували теоретичним підґрунтям для продовження та поглиблення наукових досліджень його учнями. Під його керівництвом виконані роботи, які стосувалися вивчення імунохімічної спільності білків сироватки крові, тканин молочної залози, молозива і молока у різних видів тварин, особливостей ультраструктури секреторного епітелію вимені, методів штучного виклику (індукції) лактації у телиць і корів.

Заслужують уваги його праці, присвячені вивченню амінокислотного живлення тварин, з'ясуванню можливості поповнення певного дефіциту сірковмісних амінокислот мінеральною сіркою. Розроблено практичні рекомендації з питань ефективного використання кормового концентрату лізину і сульфату натрію в годівлі свиней та птиці. Вперше експериментально встановлено, що сірка мінеральних сполук використовується для синтезу білків яйця і тканин у птиці.

Результати досліджень, виконаних під керівництвом Петра Захаровича, висвітлювались у найавторитетніших журналах біохімічного та сільсько-господарського профілю. Він є автором і співавтором 420 наукових праць, п'яти книг, 15 науково-методичних і практичних рекомендацій, 10 авторських свідоцтв.

Як директор інституту, Петро Захарович усвідомлював, що наукова діяльність — це творчість, яка забезпечує перехід ідей у вічність, а вирішення конкретних завдань вимагає максимально ефективного використання наукового потенціалу, що реалізується за наявності відповідних матеріально-технічних засобів. Тому для успішного виконання програми наукових досліджень було придбано два амінокислотні аналізатори, два газорідні хроматографи, мас-спектрометр, атомно-абсорбційний спектрометр, створено радіоізотопну лабораторію, збудовано віварій для проведення досліджень *in vivo* з використанням радіоактивних ізотопів на птиці та дрібних тваринах.

За час каденції на посаді директора інституту Петро Захарович приділив велику увагу підготовці наукових кадрів. Співробітниками інституту за цей період захищено 11 докторських і 112 кандидатських дисертацій. Під його особистим керівництвом захищено 4 докторські дисертації. Два його учні обрані членами-кореспондентами НААН, один — дійсним членом НААН. Необхідно також зазначити, що Петро Захарович дбайливо ставився до співробітників і своїх учнів. Він ніколи не робив перешкод для тих, хто хотів здобувати вершини науки, давав свободу дій у плануванні наукових досліджень і вміло їх корегував.

З ініціативи і за безпосередньої участі Петра Захаровича були налагоджені тісні зв'язки з профільними науково-дослідними інститутами Чехії і Словаччини. Проводились спільні дослідження, наукові конференції, симпозіуми. Як директор інституту, він приділяв особливу увагу налагодженню тісних зв'язків з виробництвом. Досвід роботи інституту з впровадження наукових розробок у виробництво був схвалений Міністерством сільсько-господарства України та Південним відділенням Всесоюзної академії сільськогосподарських наук. За досягнуті успіхи інститут у 1982–1985 рр. отримувал урядові нагороди.

Петро Захарович Лагодюк був активним у громадському житті. Він очолював Львівський біотехнологічний центр, був депутатом Львівської обласної ради, заступником голови правління Львівської обласної організації товариства «Знання», членом сільськогосподарської секції з державних премій Комітету з науки і техніки при Раді Міністрів УРСР, членом Центральної ради Українського біохімічного товариства, членом Ради фізіологічного товариства України та Всесоюзного біохімічного і фізіологічного товариства.

Академік П. З. Лагодюк відзначався оптимізмом, внутрішньою стійкістю, мав чітку громадянську позицію, побудовану на фундаментальних духовних цінностях за непростих життєвих обставин. Він жив у гармонії зі своєю совістю.

Петро Захарович Лагодюк був великим патріотом України. Його любов до Батьківщини починалася з любові до отчого порога, з любові до своєї малої Батьківщини — синьоокої Волині з її неповторної краси дзеркально-чистими озерами і пролісками, з любові до славного містечка Берестечка, до Пляшевої і Козацьких могил, де провів свої дитячі та юнацькі роки. Вихований на переказах про героїчні звитяги козаків, мріяв про те, щоб «Козацькі могили» — духовна святиня нашого народу — стали

національним пантеоном, бо розумів, що коли ми і наші грядущі покоління не знатимуть, за що «триста козаків тут, як скло, полягло і земля не приймає», від чого почорніло зеленее поле під Берестечком у далекому 1651 р. у найбільшій битві XVII ст., що відбулася у Європі, доти не станемо народом, ім'я якого — Українці.

Кожна людина повинна творити світ не тільки для себе, але й для інших. Тому для гостей інституту старався організувати екскурсії у Пляшову на «Козацькі могили», тому все робив для утвердження національної гідності, української мови, виховання патріотичних почуттів. У роки, коли влада забороняла проводити Шевченківські вечори, у нашому Інституті вони відбувалися. Був ініціатором зустрічей співробітників інституту з письменниками, поетами, акторами, співаками. Петро Захарович підтримував створення в Інституті первинного осередку «Народного руху України за перебудову», а також акції, які проводив осередок Руху.

Вже після припинення ним повноважень директора інституту Петро Захарович Лагодюк мав багато наукових ідей, які прагнув реалізувати. Однак не судилося.

Помер 17 лютого 1994 р. Похований у Львові на Личаківському цвинтарі.

*І. Б. Ратич*

## Статеві особливості метаболічних ефектів маргарину та інтервального голодування у молодих мишей

М. Байляк, В. Гурза, О. Абрам, М. Ватащук

maria.bayliak@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Маргарин — популярний висококалорійний компонент західної дієти, який широко використовується у виробництві печива та спредів (рослинних аналогів вершкового масла). Основним компонентом маргарину є гідрогенізовані рослинні олії з невеликим вмістом транс-ненасичених жирних кислот та інших інгредієнтів (емульгаторів, солі, ароматизаторів, консервантів, регуляторів кислотності). Дослідження показують, що дієта, збагачена маргарином, може бути пов'язана з розвитком метаболічного синдрому. З іншого боку, як ефективний підхід для покращення здоров'я та профілактики метаболічних порушень пропонують інтервальне голодування. Тому метою нашого дослідження було вивчити фізіологічні та біохімічні ефекти споживання маргарину *ad libitum* і на тлі режиму голодування через день (інтервальне голодування) у молодих мишей обох статей.

У роботі використовували молодих (одномісячних) мишей лінії C57BL/6J, яких розділяли на групи (по три для кожної статі): 1 — контрольна група на стандартному раціоні, 2 — група, яка споживала стандартний раціон з додаванням маргарину *ad libitum*, і 3 — група, яка отримувала їжу (маргарин плюс стандартний раціон) через день, кожні 24 год. (інтервальне голодування). Друга і третя групи мали можливість вибору між маргарином та стандартною їжею. Всі групи мали необмежений доступ до води. Мишей утримували на експериментальних режимах протягом трьох місяців. Протягом експерименту визначали динаміку маси тіла, споживання мишами їжі та води. В кінці експерименту мишей умертвляли анестезією вуглекислим газом, забирали органи (печінку, вісцеральну жирову тканину) та кров для подальших аналізів.

У ході проведених експериментів встановлено, що самці та самки мишей по-різному реагують на експериментальні дієти. Зокрема, наші дослідження показали, що коли мишам дають вибір між стандартним кормом і маргарином, самки віддають перевагу маргарином більше, ніж самці, що в кінцевому підсумку призводить до більшого приросту маси тіла у самок. При цьому як у самців, так і в самок на дієті з маргарином *ad libitum* не розвивалися видимі ознаки ожиріння, проте спостерігався розвиток метаболічних порушень. Зокрема, самки на дієті з маргарином *ad libitum* демонстрували посилення перекисного окислення ліпідів зі зростанням активності антиоксидантних ферментів глутатіон-S-трансферази та глутатіонпероксидази в печінці і зниження активності антиоксидантного ферменту параоксонази в крові. У самців маргариновмісна дієта *ad libitum* призводила, навпаки, до вищого вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів у жировій тканині та зниження вмісту пероксидів ліпідів зі зростанням активності каталази у печінці та зниження рівня триацилгліцеридів у плазмі крові. Коли мишам давали раціон, доповнений маргарином, через день (режим інтервального голодування), самці швидше набирали масу тіла і зазнавали серйозних метаболічних змін — таких, як підвищення рівня глюкози у крові натщесерце, збільшення загальної кількості лейкоцитів у крові, зростання рівня триацилгліцеридів та різнонаправлені зміни в активностях антиоксидантних ферментів у печінці, зниження рівня прозапального інтерлейкіну IL-1 $\beta$  в жировій тканині порівняно із самцями, які отримували маргарин *ad libitum*. Водночас утримання самок мишей на режимі інтервального голодування призводило до уповільнення збільшення маси тіла і поліпшення метаболічного статусу, зокрема зниження маркерів запалення в жировій тканині та рівня пероксидів ліпідів у печінці, порівняно із самками, які споживали маргарин *ad libitum*, і контрольною групою самок.

Отримані результати свідчать про підвищену метаболічну реакцію самок на маргариновмісну дієту *ad libitum* порівняно з самцями на такій же дієті. Дієта, доповнена маргарином у поєднанні з голодуванням через день, мала сприятливіший вплив на стан здоров'я самок мишей, аніж самців. Це дослідження підкреслює складність метаболічних змін, спричинених дієтою, та важливість врахування статевих відмінностей у дослідженнях харчування.

**Ключові слова:** миші, маргарин, інтервальне голодування

## Вплив S-пропіл-4-амінобензотіоату на показники антиоксидантної системи у тканинах щурів

I. Бобало<sup>1</sup>, В. Гавриляк<sup>1</sup>, А. Пилипець<sup>2</sup>, В. Лубенець<sup>1</sup>

v.havryliak@lpnu.ua

<sup>1</sup>Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Відомо, що синтетичні естери тіосульфокислот проявляють широкий спектр біологічних активностей, показники яких часто перевищують ефективність природних аналогів сульфуровмісних сполук. Серед синтетичних похідних тіосульфокислот вже існують речовини, запропоновані як новітні та ефективні засоби для захисту рослин від мікроорганізмів та комах, регулятори росту рослин, біоцидні добавки до різноманітних продуктів, консерванти фруктів та овочів, речовини, що захищають від радіації та лікарські засоби.

Використання у медичній практиці синтетичних сульфуровмісних сполук з лікувальною чи профілактичною метою передбачає обов'язкове ґрунтовне попереднє дослідження цих речовин. Основним критерієм оцінки можливості використання таких нових субстанцій у лікувальному або профілактичному застосуванні є віддалені наслідки їхньої дії на живий організм, що може проявлятися у гепатотоксичній, нейротоксичній, ембріотоксичній, тератогенній та інших діях. Тому найменші порушення протеїнового, ліпідного чи вуглеводного обміну є проявом цих негативних наслідків у живому організмі.

Літературні дані свідчать, що такі жиророзчинні сульфуровмісні речовини, як диалілсульфід, диаліл-дисульфід, диалілтрисульфід та аджоев, ефективніше пригнічують проліферацію різних типів ракових клітин, ніж їхні водорозчинні похідні, що підкреслює доцільність дослідження жиророзчинних похідних 4-амінобензотіосульфокислоти. З іншого боку, водорозчинні солі тіосульфокислот є найефективнішими антиоксидантами та протизапальними засобами серед ряду алкілтіосульфонатних сполук. Вони не тільки пригнічують процеси перекисного окислення в клітинах, а й індують експресію генів, які кодують антиоксидантні ферменти.

Тому мета цієї роботи полягала у вивченні фізіологічного ефекту від введення синтезованої речовини пропіл-4-амінобензотіоату на антиоксидантну систему крові, тканин печінки та нирок у щурів.

Дослідження проведені на самцях щурів лінії Вістар з середньою масою 225 г, яких утримували у стандартних умовах віварію. Для експерименту щурів розділили на дві групи — контрольну та дослідну, яким згодували стандартний комбікорм для лабораторних тварин. Для вивчення антиоксидантної активності тваринам дослідної групи внутрішньошлунково вводили олійний розчин пропіл-4-амінобензотіоату з розрахунку 100 мг/кг маси тіла, а контрольним тваринам — відповідну кількість олійного розчину. Дослід тривав тридцять діб. Матеріалом для дослідження слугували еритроцити, плазма крові, тканини нирок та печінки щурів.

Встановлено, що пропіловий естер тіосульфокислоти по-різному впливає на активність ферментів антиоксидантної системи. Варто зазначити, що найпомітнішими змінами було збільшення активності супероксид-дисмутази в еритроцитах на 23,9% та в нирках щурів на 100%; зменшення активності каталази у печінці на 30,7% і в нирках на 12,3%; збільшення активності глутатіонредуктази у печінці на 33,6% та зменшення її активності в еритроцитах на 30,1%; тенденція до підвищення активності глутатіонпероксидази у печінці на 87,2% та в нирках на 38,3% щодо контролю.

Було визначено вплив S-пропіл-4-амінобензотіоату на утворення продуктів вільнорадикального окиснення — відновленого глутатіону, ТБК-активних продуктів та гідропероксидів ліпідів. Результати дослідження показали зростання вмісту відновленого глутатіону у печінці на 50,0%; збільшення кількості ТБК-активних продуктів у печінці на 21,6%, зменшення їх у плазмі крові на 19,1% і в нирках на 61,4%. Також варто відмітити збільшення вмісту гідропероксидів ліпідів у печінці на 42,9%, їх зменшення у плазмі крові на 19,2% і в нирках на 17,1% щодо тварин контрольної групи.

Отже, похідні тіосульфокислот можуть бути перспективними субстанціями для створення засобів з антиоксидантною дією, проте механізми їх впливу на живі організми ще вивчені недостатньо. Тому варто розширити спектр таких досліджень, а також працювати у напрямі підвищення розчинності цих субстанцій.

**Ключові слова:** щури, S-пропіл-4-амінобензотіоат, антиоксидантна активність, печінка

## Протизапальні властивості м'якої лікарської форми з капсаїциноїдами в умовах короткотривалої форми запалення

Ю. Бойко<sup>1</sup>, О. Зеленіна<sup>1</sup>, Д. Остапів<sup>2</sup>, В. Смурага<sup>1</sup>

yuriyalex@gmail.com

<sup>1</sup>Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В умовах ведення бойових дій дедалі більшого значення набувають підходи до лікування змішаних травм та ран, зокрема ускладнених інфекційним процесом. Ефективні терапевтичні засоби повинні позитивно впливати на патогенез ранового процесу, стимулювати репаративно-регенеративні здатності тканин. Також важливим є аспект протизапальної та антимікробної дії. Зменшення набряку, знеболювальна дія, нормалізація кровообігу в пораненому осередку поряд з недопущенням інфікування є важливими компонентами загальної терапевтичної стратегії. Для забезпечення вищезазначених ефектів ми розробили м'яку лікарську форму для зовнішнього застосування, в якій використана комбінація з капсаїциноїдів рослинного походження та хлоргексидину, поміщених у мазеву основу. Наші попередні дослідження [Бойко, 2024] показали, що вказана м'яка лікарська форма є ефективною у випадку карагінан-індукованого запалення за тривалого використання — протягом семи діб. Крім помітного протизапального ефекту, спостерігали відсутність розвитку інфекційної мікрофлори в місці запалення. Метою цього дослідження є вивчення протизапального ефекту м'якої форми в умовах короткотривалого використання.

Дослідження проводили на молодих білих щурах-самцях вагою 170–200 г, утримуваних на змішаному раціоні віварію з вільним доступом до корму та води, з чергуванням темної та світлої фази 12/12 год. Всі дослідження на тваринах проводили відповідно до біоетичних норм, регламентованих міжнародним та національним законодавством. Тварин поділили на дві групи — дослідну та контрольну по п'ять тварин у групі. Всім тваринам під хлороформним наркозом під плантарну поверхню лівої кінцівки вводили 0,2 мл 0,2% водного розчину карагінану. Надалі місце введення флогогену у тварин дослідної групи оброблялось м'якою лікарською формою з капсаїциноїдами та хлоргексидином з інтервалом 30 хв. протягом 6 год. після введення карагінану. Вимірювали об'єм і товщину ділянки запалення.

Різниця в показниках об'єму запальної ділянки досягала 20% через 30 хв. після індукції запалення (більший об'єм у тварин контрольної групи). Надалі спостерігали збільшення різниці у морфометричних показниках тварин дослідної та контрольної груп. Після шостої години запального процесу об'єм запальної ділянки у тварин дослідної групи склав  $1,14 \pm 0,098$  мл, у тварин контрольної групи —  $1,675 \pm 0,13$  мл. Різниця у показниках об'єму після шостої години між двома групами тварин є статистично вірогідною ( $P < 0,05$ ). Капсаїциноїди, які входять до складу мазі, в умовах короткотривалої дії забезпечують подразнювальний ефект та покращують гемодинамічні процеси в запальному осередку.

Досліджена м'яка лікарська форма з капсаїциноїдами та хлоргексидином виявила помітні протизапальні властивості в умовах як довготривалого, так і короткотривалого експериментального запального процесу та потребує подальшого детальнішого дослідження.

**Ключові слова:** запалення, капсаїциноїди, гексидини, карагінан.

## The myostatin gene (*MSTN*) as a genetic marker for the improvement of economic traits in sheep

T. V. Buslyk<sup>1</sup>, M. Yu. Peka<sup>2</sup>

tvbuslyk@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production NAAS, Poltava, Ukraine

The myostatin (*MSTN*) gene, also known as growth and differentiation factor 8 (*GDF8*), acts as a negative regulator of skeletal muscle mass deposition and is a member of the transforming growth factor- $\beta$  (TGF- $\beta$ ) superfamily [Beyer et al., 2013]. Several polymorphisms in the *MSTN* gene have been reported to be associated with growth and carcass characteristics of many mammals, including sheep [Stefaniuk et al., 2014; Grochowska et al., 2019; Zhao et al., 2023; Pan et al., 2024].

The *MSTN* gene is located on chromosome 2 in sheep (*Ovis aries*) at the end of the long arm (2q32.2 locus) [Bellinge et al., 2005]. According to Ensembl data, 188 variants of the sheep *MSTN* gene have been identified to date, including 1 stop-gained variant, 1 frameshift variant, 3 missense variants, three synonymous variants, 43 intronic variants, 73 upstream gene variants, and 64 downstream variants.

In this study, a predictive assessment of the expected effects of missense SNPs in the sheep *MSTN* gene on protein function was conducted. The bioinformatic tools SIFT, PROVEAN, PolyPhen-2, MutPred2, and SNAP2 were employed for the analysis. The results from these sequence-based methods indicated that, among the SNPs considered (rs417816017, rs1092937975, rs1086923328), the missense variant rs1086923328 may have an impact. This polymorphism results in an amino acid substitution from threonine to isoleucine (T324I).

Based on the above findings, we propose an algorithm to improve economically important traits in sheep breeding: (1) conducting a preliminary bioinformatic analysis, (2) performing a genetic-population analysis to assess the polymorphism of the *MSTN* gene and determine whether the population is polymorphic for some SNPs, (3) carrying out an associative analysis of the *MSTN* gene polymorphisms and growth characteristics, and (4) selecting breeding animals with genotypes that exhibit better growth indicators. Understanding the effects of specific *MSTN* gene polymorphisms on economically relevant traits could inform strategies for genetic improvement of growth traits and feed efficiency in local sheep breeds.

**Key words:** *MSTN* gene, sheep breeding, growth traits, bioinformatic analysis

## Вплив екстракту кропиви дводомної на біохімічний профіль крові щурів, уражених шестивалентним хромом

О. Бучко

buchko\_oksana@ukr.net

Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів, Україна

Сполуки, до складу яких входить Хром у високих концентраціях, широко використовуються в текстильній, гальванічній та оборонній промисловостях, виробництві сахарину, хроматів, нержавіючої сталі, процесах очищення жирів, олій тощо. Однак вплив сполук Cr у шестивалентному стані на організм працівників, задіяних у згаданих виробництвах, може провокувати ураження печінки, нирок, поширення дерматитів, пошкодження шлунково-кишкового тракту, рак дихальних шляхів, серцево-судинних розладів тощо. Його дія полягає в тому, що клітини накопичують високу концентрацію Cr(VI) через аніонну транспортну систему. Усередині клітини реакції відновлення, які супроводжують транспортну систему, також сприяють накопиченню Cr(VI). Дослідження показали, що більша частина шкоди, спричиненої токсичністю Хрому, спричинена спалахом утворення АФК під час його поступового відновлення в організмі з Cr(VI) до нетоксичного Cr(III). Таким чином, для посилення біохімічної адаптації організму до токсичної дії важких металів, в тому числі і Cr, завжди актуальним є пошук сполук або їх комплексу, які би проявляли антиоксидантну активність, були легко доступними до застосування, мали адсорбуючі властивості і не провокували побічних ефектів на організм людини та тварин. Метою досліджень було з'ясувати дію 40% екстракту кропиви дводомної на деякі біохімічні показники крові щурів за ураження шестивалентним хромом.

Дослідження проведено в умовах віварію на білих щурах-самцях лінії Вістар масою 190–230 г, розділених на 3 групи: контрольна (С) та 2 дослідні (D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>) по 7 тварин у кожній. Контрольній і дослідним групам згодовували стандартний комбікорм для лабораторних щурів. Щурам дослідної групи D<sub>1</sub> протягом 22 діб випоювали 40%-етанольний екстракт кропиви дводомної (*Urtica dioica* L.) у кількості 5 мл/кг маси тіла та з 15-ї доби експерименту внутрішньоочеревинно вводили калію біхромат (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) у дозі 3 мг Cr(VI)/кг маси тіла щоденно протягом 8 діб. Тваринам групи D<sub>2</sub> протягом 22 діб випоювали 40% етанол у кількості 5 мл/кг маси тіла та з 15-ї доби вводили K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> за такою ж схемою і дозою, як щурам групи D<sub>1</sub>. Тваринам групи С протягом 22 діб випоювали 40% етанол у кількості 5 мл/кг маси тіла і з 14 доби експерименту щоденно внутрішньоочеревинно вводили 0,9% розчин NaCl протягом 8 діб. На 23-ю добу експерименту щурів усіх груп декапітували за легкого ефірного наркозу. Об'єктом дослідження слугувала плазма крові тварин, в якій визначали концентрацію загального протеїну та фракційний склад білків крові, вміст глюкози, активність аланінамінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ) і лужної фосфатази (ЛФ) за допомогою наборів фірми «Simko LTD». Відмінності між значеннями в контрольній і дослідних групах визначали за допомогою тесту Тьюкі, де відмінності вважали вірогідними за P<0.05. Результати визначали як середнє ± стандартна похибка.

У результаті досліджень встановлено, що біхромат калію викликає в крові щурів різке підвищення активності АСТ і АЛТ та зниження концентрації загального протеїну стосовно контролю. Ці зміни супроводжуються значним зростанням відсотку β- та γ-глобулінів, зниженням α<sub>1</sub>- та α<sub>2</sub>-глобулінів і загального відсотку альбумінів щодо контрольних тварин. Коефіцієнт А/Г у крові щурів уражених хромом становив 0,86 щодо 1,2 в контрольних тварин. Ці дані можуть свідчити про порушення протеїнового обміну, токсичне ураження печінки та порушення її протеїн-синтезувальної функції, напруження імунітету та виникнення запальних процесів у організмі щурів за дії Cr(VI).

Профілактичне випоювання екстракту кропиви перед введенням шестивалентного Хрому стабілізувало описані негативні зміни в крові щурів: концентрація загального протеїну була на рівні контролю, активність АСТ та АЛТ була суттєво нижчою, ніж у щурів групи D<sub>2</sub>, відсотковий вміст β- та γ-глобулінів був нижчим, а вміст α<sub>1</sub>- та α<sub>2</sub>-глобулінів — вищим стосовно тварин, яким вводили тільки біхромат калію. Загальний відсоток альбумінів у плазмі крові щурів за превентивної дії екстракту кропиви був практично на рівні контрольних тварин, а коефіцієнт А/Г становив 1,04. У крові щурів групи D<sub>1</sub> спостерігали часткове підвищення в межах фізіологічної норми концентрації глюкози та активності ЛФ стосовно контрольних тварин, що може свідчити про активацію енергетичних та процесів фосфорилування під впливом екстракту кропиви. В результаті досліджень можна зробити висновок, що екстракт кропиви дводомної, а точніше, комплекс біологічно активних речовин, які входять до її складу, стимулюючи окисно-відновні, анаболічні та енергетичні процеси в організмі, активує адаптаційні механізми, знімає напруження імунітету, гальмує та зменшує руйнівний вплив Cr(VI) на метаболізм у щурів.

**Ключові слова:** екстракт *Urtica dioica* L., щурі, шестивалентний хром, метаболізм



## Відбір штамів *Bacillus licheniformis* за антагоністичними властивостями щодо грампозитивних бактерій з метою конструювання біотичного препарату для перепелів

Г. Бучковська<sup>1</sup>, О. Віщур<sup>1</sup>, О. Чечет<sup>2</sup>, О. Горбатюк<sup>3</sup>, О. Піщанський<sup>3</sup>, Н. Мех<sup>3</sup>  
galina.buchkovska11@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ГО «Інститут єдиного здоров'я», м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

У процесі інтеграції України до ЄС основним завданням аграрного комплексу є пошук інтенсивних напрямів розвитку тваринництва і птахівничої галузі з використанням новітніх технологій із застосуванням екологічно безпечних препаратів, які забезпечать економію ресурсів та зменшать собівартість продукції.

За новою концепцією ведення птахівництва і перепільництва зокрема, для профілактики бактеріальних захворювань необхідно забезпечити високий рівень імунного потенціалу їхнього організму. Кишкова мікробіота та імунна система органів травлення є потужним периферичним комплексом імунного захисту. В умовах промислового ведення перепільництва найбільш економічно вигідним є застосування біотичних препаратів, зокрема пробіотичних культур — представників роду *Bacillus*, виділених зі шлунково-кишкового тракту птиці, які мають високі антибактеріальні властивості [Крисенко та ін., 2010].

Випробування проведені на базах науково-дослідного бактеріологічного відділу (НДБВ) Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ), м. Київ, та Інституту біології тварин (ІБТ), м. Львів.

Із 167 зразків лігатурованих відрізків товстого відділу кишкового тракту перепелів, доставлених із перепільничих господарств різних областей України, виділено 33 штами *Bacillus licheniformis*. Дослідження з визначення рівня антагоністичної активності дослідних штамів *B. licheniformis* стосовно грампозитивних бактерій проводили *in vitro* в умовах лабораторії методом відтермінованого антагонізму. Як індикаторний тест використовували грампозитивну тестову культуру *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 [Похиленко та ін., 2007; Кучерук та ін., 2018]. Дослідження із застосуванням методу відтермінованого антагонізму дослідних штамів *B. licheniformis* виконували посівами на чашки з МПА, підтитрованих до концентрації  $10^2$  КУО/мл дослідних бактеріальних суспензій для отримання росту поодиноких колоній. Кожен дослідний штам висіяли на чашки з МПА у трьох повторюваностях. Після 24 год. інкубації в термостаті за температури  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  на чашки висівали ресуспендовану в напіврідкому агарі з температурою  $45 \pm 1^\circ\text{C}$  добову тестову культуру *S. aureus* ATCC 6538, заливаючи і рівномірно розподіляючи напіврідкий агар на поверхні чашок з дослідними штамми. Поряд з основним дослідом, виконано контроль на активність росту кожного дослідного штаму *B. licheniformis* і тестової культури *S. aureus* ATCC 6538. Після 24 год. інкубування за активного росту відповідних мікроорганізмів на контрольних чашках проведено облік результатів вимірювання діаметрів зон інгібування росту тестової культури *S. aureus* ATCC 6538 навколо колоній з відповідними дослідними штамми *B. licheniformis*.

Рівень антагоністичної активності дослідних штамів вважали умовно низьким з діаметром зони затримки росту у межах 7–14 мм, середнім — в межах 14–26 мм, високим — в межах 27–36 мм, дуже високим рівнем антагонізму — понад 36 мм. За аналізом результатів випробувань із 33 дослідних штамів *B. licheniformis* дуже високі антагоністичні властивості проявляли 5 культур (15,2% від досліджених), що підтверджують величини діаметрів зон інгібування росту на рівні  $36,3 \pm 0,3$ – $43,3 \pm 0,3$  мм. Високий рівень антагоністичної дії був притаманний 6 (18,2% від досліджених) дослідним штамам *B. licheniformis* з показником діаметрів зон інгібування росту в діапазоні  $28,3 \pm 0,3$ – $35,3 \pm 0,3$  мм. Решта штамів *B. licheniformis* (66,6%) мали середній та низький рівень антагоністичних властивостей, оскільки межа величин діаметрів інгібування росту була меншою від 14 мм.

Одержані дані свідчать, що 5 штамів *B. licheniformis* є перспективними для використання у конструюванні біотичного препарату, оскільки вони були дуже високо антагоністично активними щодо бактерицидного впливу на грампозитивні бактерії, що підтверджують величини діаметрів зон інгібування росту грампозитивної тестової культури *S. aureus* ATCC 6538.

**Ключові слова:** *Bacillus licheniformis*, антагоністична активність, інгібування росту, метод відтермінованого антагонізму

## Селекція штамів дріжджів для одержання біоетанолу із зернових субстратів

*М. Войтецька, С. Хом'як, В. Лубенець*

maria.voitetska.mbtb.2023@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Актуальність проблеми одержання біоетанолу зумовлена поступовим вичерпуванням покладів природної нафти і газу. Також відбувається постійне збільшення собівартості видобування та посилюються екологічні ризики навколо родовищ. Спирт, особливо етанол, вже давно застосовується як заміник бензину в двигунах внутрішнього згорання. Різниця між етанолом, який використовується у харчовому виробництві, і етанолом, який використовують як біопаливо для забезпечення енергетичних потреб, полягає в тому, що в другому випадку в біоетанолі не може бути присутньою вода, проте допускаються домішки метанолу, сивушних олій і навіть бензину. Тому отримання етанолу з відновлюваної сировини, зокрема зернових субстратів, набуває дедалі більшої популярності завдяки зменшенню залежності від вугільних палив та негативного впливу на довкілля. Відновлювальна рослинна сировина, особливо рослинні субстрати, все ще залишаються відносно дорогою сировиною, на вартість якої впливають світові ціни продовольства, які зараз дуже високі. Але застосування сучасних аграрних методів, особливо біогербіцидів, в перспективі зменшить собівартість рослинної сировини.

Метою дослідження є вибір та оптимізація штамів дріжджів для ефективного виробництва біоетанолу як альтернативного палива з рослинних субстратів.

Для отримання стійких осмо- та етанолорезистентних штамів дріжджів штами виділяли з природних джерел. Як сировину використали рисові та гречані субстрати. Рис містить велику кількість крохмалю, гречка — складні цукри.

Для селекції нових штамів було зроблено такі кроки:

1. Зерно рису та гречки подрібнювали на млинку, щоб отримати дрібне борошно (діаметр помолу 1 мм). Далі до помеленого зерна додали буферно-пептонну воду у співвідношенні 1:3. Цей розчин містить поживні речовини та забезпечує оптимальні умови для росту дріжджів під час селекції.

2. Два типи борошна з пептонною водою ферментували протягом доби для активації дріжджів. Для пригнічення бактерійної мікрофлори додавали антибіотик хлорамфенікол у концентрації 0,075 мг/мл.

3. Потім з ферментаційної суміші виділяли зразки для подальшого аналізу та селекції. Зразки засіяли на чашку з поживним середовищем, яке містило необхідні поживні речовини для росту дріжджів, та інкубували протягом трьох діб у термостаті за 30°C.

4. Одержані дріжджові культури стабілізували методом кратних пересівів на спеціальних поживних середовищах, де забезпечувалися оптимальні умови для росту та розвитку бажаних штамів.

5. Після пасажувань відібрали штами — RC (виділений з рису) та BC (з гречки), які були потенційно придатними для виробництва біоетанолу.

Далі отримані штами тестували для перевірки їхньої ефективності у виробництві біоетанолу. Порівнювали два селекційні штами RC та BC з трьома промисловими штамми. Для цього кукурудзяне зерно попередньо прогідролізували  $\alpha$ -амілазою, а на отриманому суслі проводили ферментативне бродіння одним з досліджуваних штамів дріжджів за різних температур: 30°C, 32,5°C, 35°C, 37°C протягом 11 днів. Після завершення процесу бродіння отриману брагу переганяли у дистиляційному апараті та визначали міцність спирту за допомогою аерометра. Штам BC виявився найкращим за виходом етанолу при температурі 30°C. Штам RC був найбільш продуктивним за всіх інших досліджуваних температур (32,5–37°C).

Отриманий штам RC виявився найбільш економічно вигідним у виробництві біоетанолу з кукурудзи як за виходом біоетанолу, так і за широким температурним діапазоном.

**Ключові слова:** біоетанол, дріжджі, бродіння

## Застосування сучасних дезінфектантів у системі заходів біологічної безпеки у тваринництві

А. Волторністий<sup>1</sup>, О. Шеляг<sup>2</sup>

andriy3000@i.ua

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ТОВ «Веллфарм», м. Харків, Україна

Сучасний світ з його екологічними та популяційними проблемами ставить перед людством щораз нові виклики. Епідемії інфекційних захворювань, зокрема такі вірусні хвороби, як COVID-19, показали, наскільки швидко в сучасних умовах може розповсюджуватися інфекція. З того часу ми стали свідками ще кількох нових епідемій вірусних захворювань людини і тварин. Актуальним у цьому плані є також захворюваність на африканську чуму свиней (АЧС), тобто проблеми, які виникають у медицині, характерні також і для тваринництва. Останнім часом у різних регіонах України збільшилась кількість випадків АЧС — як у приватному секторі, так і у великих господарствах. Це призвело до величезних економічних втрат і зменшення поголів'я свиней. Вірус АЧС надзвичайно стійкий до широкого діапазону температур і кислотно-лужної реакції середовища. Поки що людство не винайшло ефективного засобу знищення його збудника — ДНК-вмісного вірусу родини *Asfarviridae*.

З огляду на це, надзвичайно актуальним є питання профілактики цього захворювання. У цьому контексті заслуговує на увагу забезпечення тваринництва і ветеринарної медицини ефективними дезінфекційними засобами. Адже відомо, що збудники інфекційних хворіб, і це стосується не тільки бактеріальних інфекцій, характеризуються високим ступенем стійкості до чинників зовнішнього середовища. Вірус АЧС може зберігатися у трупах, м'ясі та м'ясній продукції від декількох днів до декількох місяців, а в окремих випадках — і років.

Вважаємо за доцільне зауважити, що успіх у протидії вірусним інфекціям є комплексним завданням: планові вакцинації необхідно поєднувати з підвищенням біологічної безпеки. Чільне місце серед профілактичних заходів займає ефективне застосування сучасних дезінфектантів. Водночас необхідно зазначити, що до дезінфекційних засобів існує низка вимог: крім своєї високої ефективності та спектру дії у широких межах, засіб має бути безпечним як для тварин, так і для персоналу, що з ним працює.

За останні роки у цій царині, зокрема в галузі свинарства, здобув популярність засіб *Virkon S*, вироблений фірмою LANXESS, представником якої в Україні є корпорація *Веллфарм*, — дезінфектант з широким спектром біологічної дії проти таких збудників інфекцій, як віруси, бактерії, патогенні грибки. Препарат відповідно проявляє високу віруцидну, бактерицидну і фунгіцидну дію. Цей засіб добре зарекомендував себе у широкому спектрі рН, за різних температур і на різних поверхнях. До переваг засобу варто також додати його низьку залишкову токсичність та високу екологічну безпеку — важливо, що його діюча речовина має високий ступінь біологічного розкладу. Висока біологічна ефективність *Virkon S* була доведена експериментально. Зокрема показано, що препарат у розведенні 1:100 і навіть 1:600 за експозиції 30 хв. ефективно знезаражує патологічні матеріали, заражені вірусом епідемічної діареї свиней. Крім цього, показано високу ефективність цього препарату щодо матеріалів, що містять вірус АЧС. Вказані результати досліджень мають високий рівень вірогідності, оскільки підтверджені у референтній європейській лабораторії INIA.

Насамкінець необхідно також згадати, що нещодавно на ринку ветпрепаратів з'явився і модифікований продукт *Virkon LSP*, який є навіть ефективнішим і випускається у рідкій формі. Крім цього, препарат є стійкішим до ультрафіолетового опромінення, його можливо застосовувати у формі аерозолю і запінення.

Як підсумок, можна констатувати, що успіх у профілактиці та боротьбі з актуальними інфекційними захворюваннями — зокрема такими, як АЧС та інші, неможливий без застосування сучасних методів і засобів, до яких зокрема належать такі препарати широкого спектру дезінфекційної дії, як *Virkon S* та *Virkon LSP*.

**Ключові слова:** дезінфекція, тваринництво, профілактика, африканська чума свиней, *Virkon S*, *Virkon LSP*

## Біологічні особливості прийому личинок та отримання маточного молочка різними підвидами бджіл

П. Воробець, Ю. Салига

pvorobets86@gmail.com,

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Бджільництво є однією із перспективних галузей сільського господарства, що забезпечує запилення сільськогосподарських культур, а також виробництво меду, перги, прополісу, гомогенату трутневих личинок та маточного молочка, яке має потенціал для лікування різних захворювань людини. Встановлення особливості прийняття личинок різними підвидами бджіл та ефективність отримання маточного молочка бджолиного у наш час є одним з важливих та актуальних завдань. Особливо, що стосується з'ясування продукування маточного молочка різними підвидами бджіл, які є досить поширені у західному регіоні України, а саме *Apis mellifera carpatica*, *A. mellifera carnica*, *A. mellifera ligustica* та *A. mellifera sossimai*.

Дослідження проводили на власній присадибній пасіці, розташованій у Львівській обл.

Щоб забезпечити рівні умови для усіх вищевказаних підвидів бджіл, було сформовано 4 групи однакових за силою бджолосімей, забезпечених достатньою кількістю медових та пергових рамок. Добір бджолиних сімей для досліджень здійснювали методом аналогів за силою, кількістю розплоду та кормів.

Варто зазначити, що маточне молочко найкраще отримувати у пізньовесняний та ранньолітній періоди, коли бджолосім'ї досягають максимальної сили і мають велику кількість молодих бджіл з добре розвиненими гіпофарингеальними залозами, здатними продукувати маточне молочко. Сукупність цих факторів веде за собою високий відсоток прийнятих личинок та гарний налив маточного молочка.

У досліді використовували двокорпусні 6-рамкові вулики (Дадана Блатта). Відбір маточного молочка з маточників проводили через кожні 72 год. (3 доби) після перенесення личинок віком 12–24 год., оскільки молочка в цей період в маточнику найбільше. Відбір маточного молочка в ранні терміни (48 год.) не дозволяє отримати його максимальну кількість у маточнику, а за відбору у пізніші терміни (96 год.) личинка переростає і з'їдає надлишок молочка. Кожна бджолина сім'я, яка брала участь у досліді, отримувала по 35 перенесених личинок. У безвзятковий та дощовий періоди бджолосім'ї підгодовували цукровим сиропом. Дослідження тривало близько 90 днів і завершилось наприкінці липня. Пізніші терміни відбору маточного молочка (протягом серпня) недоцільні, оскільки в цей час сила бджолосімей різко падає, зменшується кількість молодих бджіл, що призводить до зниження продукування маточного молочка.

У результаті проведених досліджень щодо відбору маточного молочка встановлено, що підвид бджіл *A. mellifera ligustica* є беззаперечним лідером у його продукуванні. Перебуваючи в однакових умовах, бджоли цього підвиду виробляли найбільшу кількість маточного молочка впродовж усього досліді — 394,5 г. Найменшу кількість маточного молочка отримали від підвиду бджіл *A. mellifera carnica* — 264 г. Підвиди бджіл *A. mellifera carpatica* та *A. mellifera sossimai* працювали майже на одному рівні, різниця між ними склала всього 6 г.

Італійський підвид бджіл загалом за весь досліджуваний період прийняв найбільшу кількість даних їм личинок і, відповідно, мав найбільше навантаження. Середня наповненість маточників маточним молочком у них також була вищою.

Отже, для ефективного виробництва маточного молочка в умовах західного регіону України з представлених чотирьох підвидів бджіл доцільно використовувати найбільш продуктивний італійський підвид *A. mellifera ligustica*. Прийняття найбільшої кількості личинок на вигодовування зовсім не знизило їхню продуктивність, як можна було очікувати, а їхні маточники мали рекордне наповнення маточним молочком.

**Ключові слова:** підвиди бджіл, маточне молочко, личинки

## Вплив горіхового листа в кормі на параметри антиоксидантного стану в курей

О. Гавілей, С. Панькова

elena.gaviley@gmail.com

Державна дослідна станція птахівництва Інституту тваринництва НААН, с. Бірки, Чугуївський р-н, Харківська обл., Україна

Фітодобавки, на відміну від лікарських препаратів, можна застосовувати для клінічно-здорових тварин практично впродовж всього життя. Завдяки наявності в їхньому складі фенольних речовин, багато з них мають антиоксидантні властивості, що дає додаткові переваги для їх застосування [El-Baz & Khidr, 2024]. Як перспективне джерело рослинної сировини для створення біологічно активних добавок, великий інтерес представляє листя горіха волоського (*Juglans regia* L.), оскільки в своєму складі має величезну кількість біологічно активних речовин (поліфеноли, таніни, юглон тощо), які виявляють антиоксидантний, протимікробний, протизапальний імуностимулювальний ефект для організму людини і тварини [Vieira et al., 2019]. Багато дослідників вказують про позитивний вплив додавання листя горіха у комбікорм для несучок на імунну функцію організму та здоров'я птиці [Popescu et al., 2020], антиоксидантну здатність плазми крові, продуктивність та якісні показники яєць [Abbasi Rad et al., 2014; Eratalar S. et al., 2017]. Отже, листя горіха волоського має потенціал як фізіологічно функціональний інгредієнт з антиоксидантними якостями в кормах для курей. Тому метою цього дослідження було оцінити вплив введення горіхового листа до раціону курей-несучок на їх антиоксидантний захист та параметри перебігу обмінних процесів у курей.

Дослід проведено на курях батьківського стада породи Бірківська барвіста. Для цього методом випадкової вибірки було сформовано 4 групи-аналоги з додаванням горіхового листа в кількостях 0,5% (Д1), 1% (Д2) та 1,5% (Д3) від загального об'єму корму. Контрольний раціон (К) не містив добавок. Для виявлення впливу фітодобавок на стан антиоксидантної системи проведено біохімічні дослідження крові на початку і наприкінці експерименту за загальноприйнятими методиками.

Стан антиоксидантного захисту у птахів під впливом горіхового листа оцінювали за активністю в крові ферментів супероксиддисмутази (СОД) та каталази (КАТ), а також рівнем ТБК-активних продуктів (малоновый діальдегід). СОД каталізує дисмутацію супероксидних радикалів у кисень і перекис водню, а КАТ має вирішальне значення для розкладання перекису водню на воду та кисень, захищаючи клітини від окисного пошкодження. Обидва ферменти є критично важливими для захисту клітин від активних форм кисню.

В результаті дослідів встановлено, що активність супероксиддисмутази в курей контрольної групи до кінця досліду знизилася на 6,8% ( $P < 0,05$ ) порівняно з початком, тоді як у всіх дослідних групах відмічено її підвищення: в Д1 — на 13,9%, у Д2 — на 20,8% і в Д3 — на 8,6%. Спостерігали також підвищення цього показника щодо контролю, різниці між контрольною та дослідними групами для Д1 складала 23,6%, Д2 — 29,1% та Д3 — 4,2%. Кращі показники одержані в групах Д1 і Д2. Підвищена активність СОД в цих групах передбачає кращу роботу з окислювальним стресом і вказує на те, що добавки з листя горіха у кількості 0,5% та 1% допомагають підтримувати цілісність і функціонування клітин у курей.

Активність каталази у птиці контрольної групи за час досліджень не зазнала суттєвих змін, тоді як у дослідних групах збільшення активності цього ферменту було помітним і коливалося від 11,0% в Д1 до 17,7% в Д2. Група, яка споживала 1,5% горіхового листа, демонструвала нижчу активність каталази з-поміж інших дослідних груп та менш суттєве її підвищення до кінця досліду — на 6,4% ( $P < 0,05$ ). Найсуттєвіше збільшення активності каталази відмічено у курей, вміст листя у кормі яких становив 1%, — на 16,6% порівняно з контролем. Спостережуване збільшення КАТ вказує на підвищену здатність корму, який містив 1% листя горіха, пом'якшувати окислювальний стрес, що корисно для загального здоров'я та продуктивності курей.

Малоновый діальдегід (МДА) є маркером перекисного окислення ліпідів та окисного стресу. Наші дані показують зниження рівня МДА у всіх групах до кінця експерименту, причому найбільш значне зниження спостерігали в групі Д2. В курей контрольної групи впродовж експерименту не відзначено змін у вмісті МДА в сироватці крові. У всіх дослідних групах цей показник до кінця досліду був нижчим, ніж у контрольній групі, на 6,75% (Д1), 12,83% (Д2) і 2,06% (Д3). Це вказує на те, що додавання до корму горіхового листа ефективно знижує окислювальний стрес у курей, причому 1% добавка (Д2) демонструє найбільший вплив. Цей ефект можна пояснити високим вмістом антиоксидантів у листі горіха, серед яких — вітаміни А, Е та С, які нейтралізують вільні радикали та захищають клітинні ліпіди від окисного пошкодження.

Одержані дані експерименту свідчать, що введення до раціону курей листя горіха волоського сприяє покращенню антиоксидантного статусу, знижуючи окислювальний стрес.

**Ключові слова:** кури, листя горіха волоського, антиоксидантний стан, окислювальний стрес

# Modification of dispersed phases of rumen of calves with surface-active substances.

## Inhibition of the biohydrogenation process

Z. Hamkalo<sup>1</sup>, J. Rivis<sup>2</sup>, V. Kaplinskyi<sup>1</sup>

zenon.hamkalo@ukr.net

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Agriculture of the Carpathian Region NAS, Obroshino, Lviv region, Ukraine

Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) beneficial to human health such as  $\alpha$ -linolenic (18:3n-3), linoleic (18:2n-6) and oleic (cis-9 18:1) are found in feed for ruminants in sufficient quantity, but already in the rumen they are converted into saturated fatty acids by cis-trans isomerization followed by hydrogenation of double bonds [Ferlay et al., 2017]. This process is called biohydrogenation. Understanding the essence of the biohydrogenation process (PB) is important in many scientific aspects of the formation of theoretical and methodological foundations, starting from molecular mechanisms of biological evolution to modern problems of physiology, biochemistry and physico-chemistry of surface phenomena in ruminants. It is believed that PB in the anaerobic environment of the rumen can be an example (model) of energy transformations of the first primitive organisms in the oxygen-free atmosphere of the Earth. The role of PB research in improving the quality of food products of animal origin is especially important. Thus, in 1987, anti-carcinogenic, and later anti-diabetic, anti-atherogenic and immunomodulating properties of conjugated linoleic acid (CLA) were established [Toral et al., 2024]. It is also known that rumen microorganisms use the same pools of molecular ( $H_2$ ) or metabolic (2H) hydrogen for the processes of methanogenesis and PUFAs biohydrogenation [Yang et al., 2019]. In general, the importance of PB research is evidenced by the number of scientific publications, especially for the period 2000–2024. For example, for the term “biohydrogenation in ruminants” in the *Google Scholar* search engine under the heading “for the entire period” we find 16,500 articles, since 2000 — 14,000, 2020 — 4,650 and 612 in 2024, respectively. Unfortunately, only these results correspond to the query “biohydrogenation in ruminants” (in Ukrainian): 35, 33, 3 and 0. Analysis of the global trend in this scientific problem indicates a continued search for ways to assess the relationship between PB, feed efficiency and methane emissions [Toral et al., 2024]. It is worth paying special attention to the study of the biological action of fatty acids as regulators and modifiers of biochemical processes on the surface of solid phases, since PUFAs, in addition to their well-studied metabolic role, are also surface-active substances. Traditionally, it is believed that PUFAs are toxic to bacteria and, thanks to PB, eliminate this effect [Maia et al., 2010]. Since PB is characteristic mainly of bacteria of the *Butyrivibrio* group, it is important to establish the mechanism of such selectivity for PUFAs. In our opinion, high-molecular-weight PUFAs as surface-active substances, depending on the concentration, should be adsorbed on the surface of almost all dispersed phases (solid feed particles, microorganisms, gastrointestinal tract walls, etc.). Given that PUFAs adsorption requires the presence of a hydrophilic carboxyl group, such an interaction will lead to hydrophobization of the surface of cellular structures and a change in the hydrophilic-hydrophobic balance of the flow of nutrients through biological membranes. Previously, we [Hamkalo & Rivis, 2000] developed an effective inhibitor of the biohydrogenation process using surfactants, protected by a Patent for the invention (UA 28242). Let's consider this material in more detail.

The experiment was conducted at the research farm “Obroshino” on 4 groups of bulls of 10 animals each. The duration of the experiment is 70 days. In addition to the main diet, the animals of the experimental groups were fed the drug *Doxan*, which contained the surfactant sodium dodecyl sulfate ( $C_{12}H_{25}SO_4Na$ ). Blood taken from the jugular vein 2.5 hours after taking the drug, as well as scar fluid, were studied. The content of high molecular and volatile fatty acids (VFAs) was determined by gas-liquid chromatography [Rivis et al., 2017].

It was established that feeding *Doxan* at a dose of 1.5–2.5 mg/kg of live weight of the calf significantly ( $P < 0.05$ ) increases the content of linoleic and linolenic fatty acids in the blood plasma by 2.2 and 1.7 times, respectively (fraction NEFAs) and 1.3 and 1.5 times (EFAs fraction). In blood plasma, the content of stearic FA ( $C_{18:0}$ ), as the final product of PB, decreased by 27%. Under these conditions, the content of VFAs in the scar fluid decreased by 20–30%, and the largest decrease was observed for propionic and butyric acids. Against the background of a decrease in the content of VFAs in the ruminal fluid of the calves of the experimental group, compared to the control group, no signs of tympany were observed after feeding. Thus, the use of a surface-active drug led to a change in PB and a decrease in the formation of VFAs. We believe that the basis of its action is a non-specific mechanism — the enveloping (coating) effect of surface-active sodium dodecyl sulfate on rumen microorganisms and solid feed particles, which prolongs the contact time of microorganisms with the substrate and improves the assimilation of PUFA feed.

**Key words:** Polyunsaturated fatty acids (PUFAs), biohydrogenation, conjugated linoleic acid (CLA), surface-active substances, ruminant nutrition

## М'язова тканина теплокровних як продуцент біологічно активних сполук

*В. Гащишин, І. Гложик, Р. Тимочко-Волошин, Н. Параняк,  
Х. Шавель, С. Решетило, Ю. Борецький*  
biolog@idufk.edu.ua

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, м. Львів, Україна

М'язова тканина становить значний відсоток маси тіла. Загалом скелетні м'язи є неоднорідною тканиною, яка складається з м'язових волокон, сполучнотканинного каркасу, а також судин і нервів. Саме м'язове волокно складається з міосимпласту й міосателітоцитів (стовбурових клітин м'язів), вкритих спільною базальною мембраною.

Міосателітоцити здатні диференціюватися у міоцити і відповідають за регенерацію скелетних м'язів людини протягом усього життя. Неактивовані міосателітоцити є надзвичайно стабільними і можуть зберігати життєздатність тривалий час, навіть після смерті організму. Хоча це одноядерні клітини, їхні ядра становлять близько 10% всіх ядер м'язового волокна. За потреби це забезпечує швидку доставку генетичного матеріалу до місця пошкодження м'язового волокна.

М'язові волокна поділяють на три основні типи: тип I — повільноскоротливі, стійкі до втоми; тип IIa — швидкоскоротливі і менш стійкі до втоми; тип IIx (IIx людини відповідають IIb у тварин), які найшвидше стомлюються, проте забезпечують найвищу короткотривалу потужність м'яза. Саме ці волокна продукують основну кількість лактату під час інтенсивних скорочень, коли запаси креатинфосфату вичерпані. Ефективне перенесення та перерозподіл лактату між різними тканинами організму є дуже важливим, враховуючи участь лактату не лише в енергетичному забезпеченні м'язової та нервової тканин, а й у низці регуляторних механізмів. Як ефектор, лактат задіяний у регуляції ангиогенезу, диференціації міосателітоцитів, регенерації м'язових волокон, поляризації макрофагів та перебігу запальних процесів, а також бере участь в епігенетичних механізмах регуляції обміну м'язової тканини. Активне скорочення м'язових волокон супроводжується утворенням і екскрецією у кров'яне русло багатьох метаболітів (ІМФ, аланіну, продуктів метаболізму ПОЛ тощо), які є низькомолекулярними ефекторами ряду регуляторних механізмів. Також при цьому зростають біосинтез та секреція ряду відносно низькомолекулярних білків, які регулюють метаболічні процеси в цілому організмі. Ці білки називають міокінами (або екзеркінами — від англ. *exerkines*). Дослідження останніх років підтвердили, що міокіни впливають практично на всі системи організму. Найбільш вивченими міокінами на сьогодні є інтерлейкіни (IL-6, LIF, IL-4, IL-7, IL-8, та IL-15), міостатин, міонектин (CTRP15), ірисин, фактор росту фібробластів 21 (FGF21), нейротрофічний фактор мозку (BDNF), інсуліноподібний фактор росту-1 (IGF-1), фолістатиноподібний білок-1 (FSTL-1), декорин, SPARC (остеонектин). Більшість міокінів здійснюють свою дію через ендокринні, паракринні та/або аутокринні шляхи всередині м'язів, багато з них також діють як ендокринні агенти — через лімфу і кров. Міокіни відіграють одну з головних ролей у взаємодії між скелетними м'язами, печінкою, кістковою та жировою тканинами. Вони підвищують чутливість тканин до інсуліну і задіяні у регуляції важливих метаболічних процесів — таких, як вуглеводний, білковий і ліпідний обміни. Міокіни відіграють значну роль у регуляції таких процесів, як міогенез, остеогенез, термогенез, ліполіз, ріст і поділ клітин нервової та м'язової тканин, васкуляризація тощо. Рівень синтезу й екскреції цих регуляторів позитивно корелює з інтенсивністю та тривалістю фізичного навантаження. Надмірне фізичне навантаження може призвести до хронічного запалення м'язової тканини. Основною причиною цього є різке збільшення кількості мікророзривів мембран міоцитів, репарація яких потребує тривалого часу. Необхідно зауважити, що виникнення певної кількості мікророзривів мембран міоцитів під час фізичного навантаження необхідне для підтримки високої працездатності м'яза. Запальні процеси і відчуття болю — невід'ємні елементи адаптації до фізичного навантаження, які є пусковим механізмом активації стовбурових клітин м'язів та розвитку процесів регенерації. Одним із ключових низькомолекулярних попередників прозапальних медіаторів є арахідонова кислота (АК) (5,8,11,14-ейкозотетраєнова кислота), яка входить до складу фосфоліпідів мембран. За порушення цілісності клітинних мембран активується фосфоліпаза А2, яка гідролізує фосфоліпіди і вивільняє арахідонову кислоту. Вільна арахідонова кислота є метаболічним попередником медіаторів запальних процесів: простагландинів, лейкотрієнів та ліпоксинів. Простагландини специфічно зв'язуються відповідними рецепторами, що призводить до активації каскаду реакцій запального процесу. Запалення супроводжується активацією і проліферацією стовбурових клітин м'язів. У нормі запальні процеси м'язової тканини швидко закінчуються внаслідок повного відновлення структури клітин і волокон, що відбувається за участі активованих стовбурових клітин м'язів. Низькомолекулярні метаболіти м'язової тканини та міокіни вивільняються у кров та переносяться у різні тканини, модулюючи роботу всіх систем організму.

**Ключові слова:** м'язові волокна, регенерація міоцитів, міокіни, лактат

## Вплив наносомального препарату наночастинок цинку і біологічно активних речовин на гематологічні показники організму самців кролів

*І. Гевкан, І. Яремчук, С. Корнят, М. Шаран, О. Штапенко, В. Сирватка*  
gevkan.iv@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В галузі нанотехнології зростає кількість досліджень щодо отримання наночастинок металів «зеленим» методом з вивченням їхнього впливу на біологічні об'єкти для залучення наночастинок металів до технологій конструювання високоефективних біотехнологічних засобів. Особливо перспективними є дослідження з розробки препаратів на основі наносом з введенням до їхнього складу наночастинок цинку та жирних кислот і біологічно активних речовин оливкової олії та фосфоліпідів соняшникового лецитину, з дослідженням впливу на гематологічні показники організму самців кролів, а надалі — на інтенсивність сперматогенезу. Використання наночастинок ZnO в середовищі для кріоконсервації захищає сперму, запобігаючи загальним пошкодженням клітин, а саме пошкодженню ДНК та перекисному окисленню ліпідів клітинної мембрани, збільшуючи рухливість сперми порівняно. Жирні кислоти оливкової олії та лецитину є частиною фосфоліпідів клітинної мембрани, водночас вони є і джерелом енергії, а попередники біоактивних медіаторів ліпідів мають сильний вплив на клітинні реакції та функції сперміїв. В дослідженнях, проведених на кролях з порушенням Манше-акросоми сперміїв та зниженням ефективності запліднення яйцеклітин за умов гіперхолестеринемії, введення до раціону оливкової олії запускає субклітинні механізми регенерації обмінних процесів, які беруть участь у формуванні сперматозоїдів і ефективності запліднення яйцеклітин. Плинність мембрани, гнучкість, плавлення, поділ та кривизна клітин сперміїв суттєво залежать від складу жирних кислот фосфоліпідів. Фосфоліпід соняшникового лецитину, до якого входять три його види — фосфатидилхолін, фосфатидилетаноламін, фосфатидилінозит — з високою кількістю ПНЖК дозволяють збільшити гнучкість мембрани сперміїв завдяки множинним подвійним зв'язкам, тоді як насичені або трансжирні кислоти роблять її жорсткою. Додавання 1% лецитину до раціону кролів покращує якість сперми, збільшуючи об'єм еякуляту, концентрацію сперматозоїдів, загальний вихід сперміїв і їхню загальну рухливість, зменшуючи відсоток мертвих сперматозоїдів, що корелює зі збільшенням концентрації тестостерону в крові. Актуальним завданням є забезпечення есенціальними мікроелементами та біологічно активними речовинами у зонах з вираженою їх недостатчею цінних в генетичному плані самців тварин, яке можна вирішити застосуванням наносомальних препаратів наночастинок цинку, зокрема наноаскорбату цинку, та біологічно активних речовин оливкової олії та фосфоліпідів соняшникового лецитину. Мета досліджень — розробити технологію створення наносом з додаванням до їхнього складу наночастинок і біологічно активних речовин та з'ясувати вплив застосування аерозольної обробки комбікорму на гематологічні показники у самців кролів.

Визначення впливу наносомальних препаратів наночастинок цинку з жирними кислотами оливкової олії та лецитином провели у віварії Інституту біології тварин НААН на статевозрілих самцях кролів породи термонська біла 6–6,5-місячного віку, вагою 4,5–4,7 кг. Було сформовано дві групи тварин — дослідну та контрольну по 10 самців у кожній. В дослідній групі повнораціонний стандартизований комбікорм ТОВ «КреМікс» аерозольно обробляли наносомальним препаратом наночастинок цинку у розрахунку концентрації чистого цинку — 50,0 мг/кг комбікорму, оливкової олії — 3,5 мл/кг комбікорму і соняшникового фосфоліпиду — 1,4 мл/кг комбікорму, та згодовували впродовж 90 діб (період сперматогенезу — 48 діб, період дозрівання сперматозоїдів у епідидимусі — 10–14 діб та оцінка якості спермопродукції — 30 діб) у кількості 5% до їх маси.

За даними гематологічних показників крові, не встановлено змін у кількості еритроцитів в  $1\text{ см}^3$ , вмісті гемоглобіну, величині гематокриту і середньому об'ємі еритроцита під впливом згодовування комбікорму, обробленого наносомальним препаратом наночастинок цинку, оливкової олії та соняшникового лецитину. Проте варто зазначити, що наносомальний препарат в дослідній групі у динаміці проведення дослідження на 40-у добу провокує незначну тенденцію до зниження середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті порівняно з 20-ю добою та її зростання на 60-у добу. Наночастинки цинку у складі наносом не мають токсичного впливу на організм самців кролів завдяки пролонгованому виділенні з наносом, а зростання середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті вказує на позитивний вплив наносомального препарату наночастинок цинку на гематологічні показники. Встановлено, що серед показників тромбоцитів лише їх абсолютний вміст виявляє вірогідні зміни в динаміці проведення дослідження.

Вміст лейкоцитів під впливом наносомального препарату до 20-ї доби дослідження також суттєво не міняється, проте на 40-у та 60-у добу є незначна тенденція до їх зниження у дослідній групі порівняно з контролем та перерозподіл їх відсоткового співвідношення. На основі досліджень можна зробити висновок, що застосування наносомального препарату наночастинок цинку після аерозольної обробки ним комбікорму з подальшою сушкою забезпечує ефективне зберігання, а під час згодовування кролям — всмоктування препарату в кишечнику завдяки піноцитозу, пролонгованому виділенні з наносом без інтоксикації з вираженим впливом на процеси кровотворення, що проявляється зростанням середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті та абсолютного вмісту тромбоцитів.

**Ключові слова:** наносомальний препарат, наночастинки цинку, кролі, гематологічні показники



## The preservation of the gene fund of chicken breeds in Georgia

*Anatoli Giorgadze, Marine Barvenashvili*

anatoli Giorgadze@yahoo.com

Georgian Academy of Agricultural Sciences, Tbilisi, Georgia

The preservation of the gene fund of local poultry for our country has not only scientific, but also great practical importance, as they are also working objects with high genetic potential for breeders. This is important from national, state, scientific and economic points of view.

The scientists determined that a small genetic line of birds represents modern poultry farming in the world, which is why the breeds of agricultural birds are almost uniform in origin. According to the breeders, the mentioned fact will definitely lead to the disappearance of valuable and necessary alleles, which local birds possessed. Further progress in poultry breeding is impossible without the use of genetic diversity. The breeding of new crosses necessarily requires extensive involvement in the selection of the “less economical” local bird gene pool.

The intensification of the poultry industry, with the wide spread of imported highly productive hybrid birds, created a threat to the preservation of the gene pool of local birds. This creates the danger of degeneration and extermination of chicken breeds that have been widespread in Georgia, including the following local breeds: Chalisferi, Shavi, Megrula, Natsara, Keltitvela. These local breeds of chickens are characterized by valuable genetic traits. They are a source of rare marker genes, characterized by auto-sexuality, good adaptation to hot climates, the best quality of eggs and meat, less demand for nutrition and care, and high resistance to a number of diseases.

**Key words:** population, alleles, genotype, selection, productivity, local chicken

## Вплив підвищення температури навколишнього середовища на фізіологічний стан корів

М. Горкава, О. Данчук

gorkava.margarita@ukr.net

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України, смт Хлібодарське, Одеська обл, Україна

Температура навколишнього середовища є критичним фактором, який впливає на фізіологічний стан, продуктивність та загальний добробут корів. Як і всі теплокровні тварини, корови мають механізми терморегуляції, що дозволяє їм підтримувати стабільну внутрішню температуру тіла. Проте екстремальні температури довкілля можуть перевантажити ці механізми та негативно позначитися на здоров'ї та продуктивності тварин. Тепловий стрес виникає, коли температура навколишнього середовища перевищує оптимальний діапазон для корів — зазвичай близько 10–20°C.

За підвищення температури корови відчувають стрес і можуть мати ускладнення у роботі низки фізіологічних процесів. Підвищення температури призводить до збільшення частоти дихання, потовиділення і серцебиття. Щоб адаптуватись, тварини можуть дихати частіше і більше часу проводити в стані стояння, внаслідок чого споживають менше корму та води [West, 2003]. Тепловий стрес може спричиняти зниження молочної продуктивності, що підтверджують численні дослідження: наприклад, за тривалого теплового стресу молочна продуктивність зменшувалася на 10–25% [Nardone et al., 2010]. Тепловий стрес негативно впливає на фертильність корів, знижуючи якість яйцеклітин та зменшуючи ймовірність запліднення. Він також може підвищувати частоту викиднів [Hansen, 2004].

Температурні коливання здатні змінювати поведінку корів, зокрема режим харчування та відпочинку. Під час теплового стресу корови можуть витратити більше часу у пошуках прохолодних місць, що знижує їхню активність та продуктивність. Крім того, корови можуть змінити свій режим харчування, споживаючи корм переважно вночі, коли температура є нижчою, що впливає на травлення та загальний стан здоров'я [Verma, 2005]. Зміна харчової поведінки через стрес призводить до зниженого споживання корму, що, у свою чергу, зменшує надходження необхідних для виробництва молока поживних речовин. Крім зниження кількості виробленого молока, може постраждати і його якість: наприклад, за впливу теплового стресу в молоці знижується вміст жиру та білка [Rhoads et al., 2009]. Зменшення споживання корму також може призвести до втрати ваги та погіршення загального фізичного стану тварин.

Підвищення температури навколишнього середовища не тільки впливає на фізіологічний стан корів, але й може ослабити їхню імунну систему. За вищих температур зростає вироблення гормону стресу кортизолу, що призводить до придушення імунної відповіді. Це може підвищити сприйнятливність до інфекційних захворювань — таких, як мастит та респіраторні інфекції. Дослідження показують, що корови, які зазнають теплового стресу, мають підвищений ризик захворіти на мастит, що призводить до зниження якості молока [Johnson et al., 2015].

Важливо зменшувати вплив високих температур на корів через штучне контролювання умов середовища. Зокрема, це охолоджувальні системи — наприклад, вентилятори та misting-системи для зниження температури влітку, а також тепловий захист і забезпечення достатньої кількості корму в холодні місяці. Крім того, правильне управління раціонами харчування, зокрема додавання електrolітів та антиоксидантів, може допомогти коровам краще витримувати стресові умови [Collier et al., 2012].

Температура навколишнього середовища є важливим фактором, який впливає на фізіологічний стан, продуктивність та загальний добробут корів. Впровадження адаптаційних стратегій — таких, як охолоджувальні системи, забезпечення належних умов утримання та оптимізація раціонів харчування, — є необхідним для збереження продуктивності та здоров'я корів в умовах змін клімату.

**Ключові слова:** корови, тепловий стрес, молочна продуктивність, зміни клімату

## Ферулова кислота активує транскрипцію гену *Mitf* у плодової мушки *Drosophila melanogaster*, проте не впливає на його ортолог у мишей

Д. Господарьов, М. Байляк, О. Дем'янчук

dmytro.gospodaryov@pnu.edu.ua

Кафедра біохімії та біотехнології, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Ферулова кислота — антиоксидантна фенольна сполука, яка продукується кишковою мікрофлорою, а також присутня в значних кількостях у насінні льону, пшениці та квасолі. Недавні дослідження показали, що ферулова кислота збільшує тривалість життя у вільноживучих нематод *Caenorhabditis elegans*, впливаючи на інсуліновий сигнальний шлях [Li et al., 2021]. Було також показано, що ефіри ферулової кислоти покращують пам'ять у різних модельних організмів — від бджіл до мишей [Michels et al., 2018]. Експерименти на модельних організмах вказують на те, що збільшення тривалості життя досягається як пригніченням інсулінового сигнального шляху, так і активацією автофагії. Одним з відомих регуляторів біогенезу лізосом та автофагії є транскрипційний фактор TFEB. Метою нашого дослідження було встановити, чи впливає ферулова кислота на автофагію у таксономічно віддалених тварин і чи опосередкований цей вплив транскрипційним фактором TFEB.

В дослідженні використовували 21-денних плодових мушок *Drosophila melanogaster* лінії *Canton-S* та однорічних мишей лінії C57BL/6J. Комах утримували в демографічних клітках (150 мух на клітку) на середовищі, яке містило 5% сахарози, 5% дріжджів, 1,2% агару та 0,18% метил 4-гідроксибензойної кислоти, за температури 25°C та вологості 50–60%. Ферулят натрію додавали до середовища в концентрації 200 мкмоль/л. Мишей утримували за 22±2°C і вологості 50–60% на їжі, яка містила 4,8% жирів, 21,8% білка та 3,9% клітковини. Експериментальна група споживала воду з ферулятом натрію протягом 12 тижнів до забиття. Кількість феруляту для мишей становила 4 мг речовин на 100 г ваги протягом 24 год.

Рівень інформаційної рибонуклеїнової кислоти (іРНК) оцінювали за допомогою кількісної полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі. РНК очищували за допомогою набору *Monarch Miniprep*, комплементарну дезоксирибонуклеїнову кислоту (кДНК) синтезували за допомогою набору *ProtoScript II*, а кількісну ПЛР проводили за допомогою набору *Luna Universal*. Всі реактиви — виробництва *New England BioLabs*.

Для порівняння контрольної та дослідної груп використовували непарний гетероскедастичний *t*-тест Стьюдента для двобічного розподілу, орієнтуючись на рівень вірогідності 0,05.

Ми виявили, що споживання плодовими мушками середовища з ферулятом натрію призводило до зростання в їхньому тілі рівня іРНК гену *Mitf*, який є ортологом TFEB у людини, у 2,1 раза порівняно з контролем. У ссавців TFEB регулює біогенез лізосом та утворення автофагосом. Цікаво, що ферулят натрію не спричинявав активації транскрипції інших генів, залучених у формуванні автофагосом, зокрема гена *Atg8a*. Втім, споживання води з ферулятом натрію не призводило до активації транскрипції гена TFEB у печінці однорічних мишей. Тим не менш, миші, які пили воду з ферулятом, мали у 2,6 раза вищий, ніж в контролі, рівень іРНК гену *ATG5*, який кодує ключовий білок, залучений у формуванні автофагосом.

Наші результати показують, що ферулят натрію може активувати транскрипцію *Mitf* у безхребетних, що, в свою чергу, призводить до біогенезу лізосом та активації автофагії. Ферулят також активує транскрипцію гену *ATG5*, одного з маркерів автофагії, у печінці мишей, проте не впливає на транскрипцію TFEB. Ймовірно, механізм впливу феруляту на експресію генів різний у хребетних та безхребетних тварин. Втім, незважаючи на те, що ферулят може впливати на різні сигнальні шляхи у тварин таксономічно віддалених груп, в обох досліджуваних випадках ми бачимо схожий ефект — збільшення рівня іРНК маркерів автофагії.

**Ключові слова:** ферулова кислота, *Drosophila melanogaster*, миші, інсуліновий сигнальний шлях, автофагія, транскрипційний фактор TFEB

## Метаболізм есенціальних макроелементів у козенят

М. Гоцуляк, В. Сахнюк

mhotsuliak@btsau.edu.ua

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна

Кози є одними з найперших одомашнених тварин, їх приручили понад 10 тис. років тому [Monteiro, 2018]. Станом на 2024 р. світова популяція кіз становить понад 1 млрд, а близько 60% поголів'я тварин розташоване в Азії.

Доведено позитивний вплив матері на продуктивні якості потомства. Материнський організм впливає на плід як генетично, так і середовищно. Умови ембріонального розвитку та постембріональний період годівлі молоком повністю залежать від здоров'я матері. Раннє відлучення козенят від козематок досить часто спричинює стрес, що у подальшому гальмує ріст і розвиток молодняку [Ібатуллін, 2016; Rai, 2022; Agenäs 2017; Antunović, 2020].

Метою роботи було вивчити метаболізм есенціальних макроелементів у новонароджених козенят. Дослідження проводили на козенятах до 0–5-добового віку. Молозиво випоювали через 30–50 хв. після народження. Новонароджених утримували разом із матерями на вільному підсосі. Козенята народжувались із масою тіла 2,10–3,80 кг. Температура тіла була в межах від 38,5 до 39,7°C, частота пульсу — 116–140 уд./хв, кількість дихальних рухів — 20–38/хв. Смоктальний рефлекс у 52% новонароджених проявлявся через 20–30 хв, ще у 48,0% козенят — через 35–50 хв. Будова тіла була симетричною і пропорційною, конституція — ніжна за помірного розвитку підшкірної клітковини і м'язової тканини, шкіра — еластичною, слизові оболонки носа і ротової порожнини — блідо-рожевого забарвлення, помірно вологі, кон'юнктива — переважно блідо-рожева або рожевого забарвлення, у 16,0% анемічна.

Біохімічними дослідженнями ми встановили, що концентрація есенціального елемента кальцію загального в сироватці крові новонароджених козенят була у межах від 2,13 до 3,18 ммоль/л, а його середнє значення становило  $2,63 \pm 0,051$  ммоль/л. Якщо за мінімальну фізіологічну межу Са заг. вважати 2,30 ммоль/л [Влізло, 2012], його оптимальний вміст ми встановили у 88,0% від кількості досліджених ( $2,65 \pm 0,042$  ммоль/л;  $2,30$ – $2,93$  ммоль/л). Зниження вмісту кальцію загального (гіпокальціємію) діагностували в сироватці крові 8,0% тварин, що було незначно нижче за мінімальну межу норми. Підвищення концентрації Са заг. понад 3,0 ммоль/л, що вважається максимальною фізіологічною межею [Влізло, 2012], діагностували лише в 1 козеняти зі значенням 3,18 ммоль/л.

Визначення в сироватці крові концентрації кальцію іонізованого як однієї з важливих складових Са заг., а особливо його частки в загальній структурі цього макроелемента, має важливе діагностичне і прогностичне значення. Ми встановили, що вміст іонізованої фракції кальцію в сироватці крові новонароджених тварин був у межах від 0,53 до 1,24 ммоль/л ( $0,95 \pm 0,041$  ммоль/л), а її частка в структурі кальцію загального складала в середньому 36,1%. Фізіологічну концентрацію кальцію іонізованого виявили у 16,0% досліджених козенят ( $1,16$ – $1,24$  ммоль/л). За оптимального вмісту кальцію загального та іонізованого в сироватці крові новонароджених козенят частка іонізованої фракції складає в середньому 44,9%. Зниження вмісту іонізованого кальцію діагностували у 84% новонароджених козенят ( $0,53$ – $1,06$  ммоль/л), а його співвідношення до кальцію загального у тварин цієї групи складало 0,34:1.

Концентрація іншого електроліту, неорганічного фосфору, у сироватці крові козенят коливалася у достатньо широкому діапазоні — від 2,14 до 6,85 ммоль/л за середнього значення  $5,1 \pm 0,26$  ммоль/л. Оптимальні значення фосфору неорганічного в сироватці крові ми встановили у 12% козенят —  $2,17$ – $2,28$  ммоль/л. У 88,0% досліджених новонароджених козенят діагностували підвищення вмісту Рн у сироватці крові, а його концентрація була в межах від 3,96 до 6,85 ммоль/л. Ймовірно, це пов'язане зі зниженням активності прищитоподібних залоз у новонароджених козенят — збільшується реабсорбція фосфору в нирках [Левченко, 2010].

Кальцієво-фосфорне співвідношення у новонароджених козенят становило у середньому 0,57:1 за оптимальних значень кальцію загального і фосфору неорганічного в сироватці крові — 1,07:1.

Вміст магнію в сироватці крові новонароджених козенят коливався у межах від 0,67 до 1,09 ммоль/л ( $0,91 \pm 0,021$  ммоль/л). Оптимальні значення магнію (не менше 0,90 ммоль/л) в сироватці крові ми встановили у 64,0% козенят —  $0,90$ – $1,09$  ммоль/л, ще у 36,0% тварин діагностували гіпомагніємію.

Отже, вивчення метаболізму у новонароджених козенят дає можливість установити фізіологічні показники мінерального обміну, що дозволить застосовувати комплекс науково-обґрунтованих заходів для профілактики та лікування виявлених порушень. Оптимальні значення кальцію загального у сироватці крові встановлені у 88,0% новонароджених козенят 0–5-добового віку, порушення його обміну діагностували у 12,0% тварин. У 16,0% козенят рівень іонізованого кальцію був оптимальним, зниження його вмісту виявили у 84,0% новонароджених, а його співвідношення до кальцію загального складало 0,34:1.

Концентрація неорганічного фосфору була оптимальною у сироватці крові 12,0% новонароджених козенят, підвищення його вмісту встановили у 88,0% тварин. Кальцієво-фосфорне співвідношення за оптимального вмісту кальцію загального та фосфору неорганічного в сироватці крові новонароджених козенят становило 1,07:1 ммоль/л.

Фізіологічні значення магнію встановлено у сироватці крові 64,0% козенят, ще у 36,0% новонароджених діагностували гіпомагніємію.

**Ключові слова:** козенята, кальцій загальний та іонізований, фосфор неорганічний, магній

## Розробка стандартної операційної процедури щодо збору, просторової прив'язки даних за допомогою геоінформаційних систем, ідентифікації та підготовки до лабораторних досліджень членистоногих, потенційних переносників збудників трансмісивних інфекцій

С. Гужвинська, Є. Ващик, В. Кошелєв, Н. Бородай

aspirantura.iecv@gmail.com

ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, Україна

Стрімкий розвиток інформаційних технологій забезпечує створення нових інформаційних продуктів та впровадження їх в різні галузі науки. Геоінформаційні системи (ГІС) дають змогу добре відображати початкову інформацію та допомагають використовувати електронні еколого-географічні картографічні моделі для проведення наукових експериментів [Є. Крижановський, 2014]. Цим системам надають важливе значення в своїй роботі ентомологи, епізоотологи, інфекціоністи під час моніторингу у межах населених пунктів кількості членистоногих, які становлять загрозу можливого зростання числа хвороб, що передаються трансмісивним шляхом. Трансмісивні хвороби, а саме лихоманка Західного Нілу, блутанг, хвороба Шмалленберга, геморагічна лихоманка Крим-Конго, поширення яких відбувається за допомогою членистоногих, потребують епідеміологічного нагляду та динамічної оцінки [Young et al., 2019].

Метою роботи було розробити Стандартну операційну систему (СОП), основою якої є проведення збору, ідентифікація та підготовка до лабораторних досліджень членистоногих — потенційних переносників збудників трансмісивних інфекцій, та створення цифрових карт і просторових документів для застосування у ветеринарії, зокрема під час вивчення факторів ризику поширення збудників трансмісивних захворювань.

Епізоотологічний моніторинг трансмісивних захворювань проводили за допомогою картографічного, епізоотологічного та статистичного методів досліджень. Для створення електронних карт користувались зібраними епізоотологічними даними, що має географічну прив'язку. Були проаналізовані дані Міжнародного епізоотичного бюро щодо епізоотичної ситуації трансмісивних захворювань. У роботі використовували матеріали геоінформаційної бази даних, яку наповнюють та підтримують співробітники лабораторії.

В СОП наведено інформацію щодо методів відбору кліщів, двокрилих та великих комах. Наведено алгоритм маркування та ідентифікації зразків за допомогою системи контролю патогенів. Представлено покрокову інструкцію до створення електронних документів із прив'язкою геоданих, яка передбачає використання програми *ArcGIS Desktop* та її застосунок *ArcMap*. В *ArcMap* було створені карти з шарів просторових даних, визначені її символіки, пошукові запити щодо атрибутів цих даних та аналіз просторових стосунків. Інтерфейс *ArcMap* містить список шарів карти, область відображення, меню й інструментальні засоби. Алгоритм районування території України з урахуванням основних факторів ризику поширення трансмісивних інфекцій розробляли, дотримуючись наступної схеми: збір даних → обробка та аналіз інформації → створення карти в *ArcMap* → контроль якості → створення кінцевого продукту. Для візуалізації потенційних ризиків поширення збудників трансмісивних інфекцій проводили картографічний аналіз об'єктів ветеринарного нагляду, які мають епізоотичне значення при захворюваннях. З цією метою в середовищі *ArcGIS* у вигляді полігонів відображали держави, області, зони ризику поширення захворювань, лініями — дороги, а крапками — населені пункти, спалахи захворювань, тваринницькі господарства. Всі вищенаведені векторні дані зберігали у вигляді шейп-файлів. Для проведення епізоотичного аналізу використовували атрибутивні таблиці геоданих, в яких відображали характеристики об'єкту ветеринарного нагляду, як-от характеристики величини, тип геометрії, географічні координати, числові значення. Наприклад, для полігонального шару, який відображає адміністративний розподіл Харківської обл., було внесено дані щодо географічних координат тваринницьких господарств з утримання великої рогатої худоби та овець, із зазначенням в атрибутивних таблицях чисельності поголів'я. Вищезазначені дані було отримано з Департаменту агропромислового розвитку Харківської ОДА. Прив'язку географічних координат кожного об'єкту проводили за допомогою стандартного інтерфейсу *Google Map*, а їхнє узагальнення та створення бази даних з урахуванням чисельності поголів'я — за допомогою програмного забезпечення *Microsoft Excel*. Для візуалізації створених баз даних за допомогою пакету *ArcGIS* розробили умовні позначки об'єктів ветеринарного нагляду та присвоїли атрибутивні значення, які характеризують чисельність поголів'я в господарствах, інструменту градієнтної заливки полігональних величин.

Відпрацьовано теоретичні основи механізму типізації територій з використанням ГІС-технологій, які враховують основні фактори ризику поширення збудників трансмісивних вірусних інфекцій, а саме ендемічність територій, наявність векторів та абіотичних факторів, які сприяють їхньому поширенню.

**Ключові слова:** геоінформаційні системи, збудники інфекцій, трансмісивні хвороби

## Оленяча ферма як «агроекосистема» галузі

Р. Гунчак, Р. Микитюк

roman.hunchak@gmail.com

ФГ «Аміла», с. Радовичі, Ковельський р-н, Волинська обл., Україна

В останні роки у світі й в Україні зокрема спостерігають інтенсифікацію розвитку оленярства як галузі тваринництва. Це обумовлено зокрема погіршенням стану природних оселищ диких тварин та кліматичними змінами. В агроекосистемі вирощування оленя благородного (*Cervus elaphus*) важливим є забезпечення добробуту тварин за різних умов утримання (ферма, вольєр, мисливські угіддя), збереження біологічного та ландшафтного різноманіття територій, збалансованого використання природних ресурсів і соціального розвитку. Оленяча ферма — це організована структурна одиниця агроекосистеми, яка характеризується утриманням тварин в неволі. До чинників, які визначають її успішність (продуктивність, відтворювання стада, трофейні якості), належить характер годівлі (підгодівлі), забезпеченість водою, макро- і мікроелементами тощо.

Однією з таких ферм у географічній зоні Полісся Волині є ФГ «Аміла», розташована в с. Радовичі Ковельського р-ну Волинської обл. Основою проекту вирощування оленів в господарстві був досвід тривалої співпраці з фахівцями з Латвії. У 2015–2017 рр. до господарства було завезено для акліматизації з Латвії, Литви та Республіки Польща близько 200 племінних самок і самців. Інтродукція диких тварин в умовах помірного мікроклімату і багатой різноманіттям зони Полісся пройшла успішно. На сьогодні у спеціалізованому господарстві налічується понад 1000 особин. Ферма має статус племінної. Розведення підвиду оленя благородного (*C. elaphus*) відбувається у чистоті ліній. На початку було завезено тварин трьох популяцій (англійська, угорська, східно-європейська) і двох кросбридів (латвійського і литовського). Система утримання та обліку дорослих самок і самців (тварини кожної популяції, зокрема самці, мають інвентарний номер і перебувають в окремих загонах) дозволяє отримувати молодняк відповідної генетичної лінії.

Ферма з вирощування оленя побудована за типовим «європейським» проектом і займає 160 га. Територію розділено на 20 окремих і рівних за площею відсіків. Висота стовпів і відгороджувальної спеціальної сітки (виробництво Португалії) становить 2,5 м. Наявні всі необхідні агротехнічні споруди: система розділювальних лабіринтів для переміщення тварин до центрального боксу, де проводять зважування, чіпування, спилування рогів, переформатування стада, ветеринарно-санітарні та профілактичні обробки тощо; «піднавіси» для захисту оленів від сонця влітку та сильних морозів взимку. Крім цього, за допомогою автоматичних напувалок створено всі умови для вільного доступу до води впродовж доби і всіх періодів року. Годівля тварин комбінована. Використовують пасовищну систему з підгодівлею зерновими сумішками. Для максимального балансування раціону за поживними і біологічно активними речовинами застосовують спеціальну, виготовлену з урахуванням потреби оленя вирощеного у цій природно-географічній зоні білково-мінерально-вітамінну добавку (БМВД), розроблену за участю фахівців «ТОВ АБМ ТРЕЙД» (м. Луцьк). В умовах ФГ «Аміла» олені упродовж доби з'їдають такого корму в середньому 1,5–1,6 кг на 1 тварину взимку і 0,95–1,0 кг — влітку.

Важливою умовою в годівлі тварин є наявність в їхньому раціоні у теплий період року трави, а в зимовий період — сіна. З урахуванням певних особливостей процесів травлення в оленів, у господарстві створено умови для їх забезпечення високоякісним сіном упродовж року. У створенні кормового агроценозу було враховано й вимоги до пасовищ, рослинність яких за поживністю відповідала б потребам оленів. У нашому випадку це червона й рожева конюшина, райграс, тимофіївка лугова, мятлик луговий, вівсяниця лугова тощо. Тривалість перебування тварин та їх випасання в окремих клітках різні і залежить від пори року, погодних умов, своєчасного підкошування та піддобрювання, витривалості травостою до витоптування; зазвичай це 12–18 днів. Забезпеченість повноцінного живлення оленів у господарстві вирішується підгодівлею їх спеціальними преміксами та брикетами-«лизунцями», які містять відповідні мінеральні речовини та вітаміни.

Одним із важливих заходів ветеринарно-санітарного забезпечення здоров'я тварин та чистоти довілля є дослідження випорожнень оленів на наявність в їхньому організмі гельмінтів. Проведені нами восени 2021 р. копрологічні дослідження засвідчили досить високу зараженість, яка становила 23,7%; зокрема було виявлено 9 видів гельмінтів і 2 — найпростіших. Домінували нематоди *Trichostrongylus axei* (33,3%) та *Ostertagia ostertagia* (20%), а з трематод — *Dicrocoelium dendriticum* (33,3%). З огляду на таку паразитологічну ситуацію, одноразову профілактичну дегельмінтизацію визначено як обов'язкову. Оптимальний період для її проведення — серпень-вересень.

Таким чином, створення і сталий розвиток оленячої ферми як елемента агроекосистеми галузі повинні базуватись на гармонійному використанні природних екосистем для забезпечення здоров'я та благополуччя тварин і без шкоди для довкілля.

**Ключові слова:** олені, спеціалізована ферма, агроекосистема

## Вплив пенконазолвмісного фунгіциду «Топаз» на антиоксидантну систему карася сріблястого (*Carassius auratus* L.)

В. Гусак

viktor.husak@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

Триазоловий пенконазолвмісний фунгіцид «Топаз» широко використовується в сільському господарстві для боротьби з грибовими хворобами виноградної лози, ягідних, плодових і декоративних культур. Як і всі фунгіциди, «Топаз» негативно впливає на ґрунт та воду, забруднюючи їх, чим прискорює процес порушення біологічної рівноваги в природному середовищі [Zheng et al., 2016]. Риби широко використовуються в дослідженні токсикологічних впливів різних забруднювачів; їхні метаболічні та біохімічні відповіді відіграють значну роль в оцінці потенційного ризику, пов'язаного з водним забрудненням. Проте на сьогодні мало інформації про вплив триазолових фунгіцидів на водні організми, зокрема і на риб. Тому метою цієї роботи було дослідити вплив пенконазолвмісного фунгіциду «Топаз» на антиоксидантну систему (96 год експозиції) карася сріблястого (*Carassius auratus* L.).

Досліди проводили у скляних акваріумах об'ємом 120 л (100 л води) у статичному режимі з додаванням комерційного фунгіциду «Топаз» (*Syngenta Crop Protection AG*, Швейцарія), який містить пенконазол [1-(2,4-дихлор-β-пропілфеніл)-1H-1,2,4-триазол] у концентрації 100 г/л. Групи з п'яти риб поміщали в акваріуми з різними номінальними концентраціями фунгіциду: 1,5, 15 або 25 мг/л. Риби перебували в цих умовах протягом 96 год. (під час експозиції смертності не спостерігали). Риб контрольної групи утримували так само, але без додавання «Топазу» до води. Воду в акваріумі не змінювали протягом 96 год., щоб уникнути стресу для тварин. Рівень розчиненого кисню, температуру та рН контролювали кожні 24 год. Досліди проводили у двох незалежних експериментальних повторях із загальною кількістю не менше п'яти біологічних повторів для кожного вимірюваного параметру. Після експозиції риб забивали транспинальним розтином без анестезії, відбирали тканини (з'ябра, печінку та нирки), промивали у крижаному 0,9% розчині NaCl, висушували промоканням на фільтрувальному папері, заморожували та зберігали до використання за  $-70^{\circ}\text{C}$ . Всі експерименти проводили у суворій відповідності до вимог Комітету з етики Прикарпатського національного університету. Вміст пероксидів ліпідів визначали методом FOX (ферумксиленоловий оранжевий) [Hermes-Lima et al., 1995]. Карбонільні групи білків у тканинах, а також активності антиоксидантних ферментів визначали, як описано раніше [Lushchak et al., 2005]. Дані представлені як середнє значення  $\pm$  середнє квадратичне відхилення. Статистичний аналіз проводили за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA з наступним тестом Даннета для порівняння декількох експериментальних обробок з одним контрольним значенням. Статистично значущим вважалося значення вірогідності  $P < 0,05$ .

Отримані нами результати чітко демонструють, що вплив «Топазу» на риб (принаймні у використовуваних концентраціях) не спричиняє суттєвого оксидативного стресу, але призводить до порушень гомеостазу активних форм кисню (АФК) у з'ябрах, печінці та нирках, які мають різну спрямованість. Порушення процесів, пов'язаних з АФК, у відповідь на дію фунгіциду в карасів серед трьох досліджуваних тканин були найбільш вираженими в з'ябрах. Високий базальний рівень АФК знижувався за «Топаз»-індукованого стресу, що може бути пов'язано з підвищенням активності супероксиддисмутази (СОД), каталази, глутатіон-S-трансферази (GST), глутатіонредуктази і глюкозо-6-фосфатдегідрогенази (Г6ФДГ), а також збільшенням рівнів тіолвмісних сполук. З трьох досліджуваних тканин печінка карася сріблястого має найпотужнішу систему антиоксидантного захисту, про що свідчить підвищення рівнів низько- і високомолекулярних тіолвмісних сполук за умов стресу, а також висока конститутивна активність СОД, каталази, глутатіонпероксидази і глутатіон-S-трансферази. У нирках лише чотири з 10-ти вимірюваних параметрів були змінені за найвищої концентрації «Топазу»: рівень низькомолекулярних тіолвмісних сполук та активності глутатіонпероксидази, GST і Г6ФДГ, що свідчить про відносно слабку реакцію антиоксидантного захисту в цьому органі. Припускається, що вплив «Топазу» на організм тварин у вибраних концентраціях індукував слабкий оксидативний стрес, що призводило до посилення регуляції антиоксидантного захисту [Lushchak, 2014]. Таким чином, це запобігало підвищенню рівнів пероксидів ліпідів і навіть знижувало вміст карбонільних груп білків, які є загальноновизнаними маркерами оксидативного стресу.

Результати цього дослідження вказують на те, що гострий вплив триазольного фунгіциду «Топаз» на карася сріблястого підвищує ефективність антиоксидантної системи в з'ябрах, печінці та нирках риб. Це може свідчити про розвиток слабого (низькоінтенсивного) оксидативного стресу, який посилює захисні механізми, що відповідають за захист риб від шкідливого впливу АФК.

**Ключові слова:** антиоксидантні ферменти, азольні фунгіциди, маркери оксидативного стресу, «Топаз», триазоли

## Phage therapy for chronic and antibiotic-resistant infections

*Olena Danylyuk*

ukrainiandetroit@gmail.com

Henry Ford Health, Detroit, MI, USA

The rise of antibiotic-resistant bacteria has become a critical challenge in treating chronic and resistant infections. Antibiotic overuse and genetic mutations have contributed to the spread of resistant pathogens, making conventional therapies less effective. Recently, the potential of phage therapy, in combination with conventional treatments, has gained special attention. Bacteriophages are highly specific, targeting harmful bacterial strains while leaving beneficial bacteria intact, and their unique mechanism of action allows them to bypass conventional resistance mechanisms. Clinical studies demonstrate the safety and efficacy of phage therapy across various settings, with potential delivery methods including local, intravenous, and oral administration. Continued research is needed to address the challenges of phage therapy, such as standardization, phage engineering, strategies to prevent the development of bacterial resistance to phages, etc. Phage therapy could be a pivotal option in the fight against antibiotic resistance, offering targeted and personalized treatment options for patients, especially soldiers with life-threatening infections. This presentation aims to demonstrate the therapeutic potential of phage therapy and its role in overcoming the limitations of antibiotic treatment, particularly in chronic wounds and bone infections.

**Key words:** phage therapy, antibiotic resistance, chronic infections, bacteriophages, resistance management

## Застосування фагової терапії за хронічних і антибіотикорезистентних інфекційних захворювань

*Олена Данилюк*

ukrainiandetroit@gmail.com

Henry Ford Health, Детройт, штат Мічиган, США

Зростання кількості бактерій, стійких до антибіотиків, є дуже серйозною проблемою в лікуванні хронічних та резистентних інфекцій. Надмірне використання антибіотиків та генетичні мутації сприяють поширенню стійких патогенів, що робить традиційні методи лікування неефективними. Останнім часом особливу увагу приділяють терапевтичному потенціалу фагової терапії у подоланні антибіотикорезистентності, особливо в поєднанні з традиційними методами лікування. Бактеріофаги мають високу специфічність, а їхній унікальний механізм дії дозволяє обійти звичні механізми резистентності. Клінічні дослідження підтверджують безпечність та ефективність фагової терапії, зокрема за локального, внутрішньовенного та перорального застосування. Подальші дослідження вкрай необхідні для ефективного клінічного впровадження фагової терапії, зокрема стандартизації штамів, інженерії фагів, створення фагових бібліотек, а також стратегій для запобігання розвитку резистентності бактерій до фагів. Фагова терапія може стати ключовим елементом у боротьбі з антибіотикорезистентними інфекціями, з можливістю підбору індивідуальних варіантів лікування у спеціальних випадках, зокрема за гострих і хронічних інфекцій ран і кісток, що є дуже актуальним для військових поранень.

**Ключові слова:** фагова терапія, антибіотикорезистентність, бактеріофаги



## Вплив тонусу автономної нервової системи на вміст загального білка та його фракцій у свиноматок

В. Данчук, В. Карповський

vladdanchuk11@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Дослідження індивідуальних особливостей організму тварин становить значний науковий інтерес у сучасній фізіології. Останні наукові дані свідчать про те, що рівень продуктивності та функціонування сільськогосподарських тварин значною мірою детермінується тонузом автономної нервової системи [Donkelaar et al., 2020]. Автономна нервова система відіграє центральну роль у процесах адаптації організму до змін навколишнього середовища, регулюючи всі внутрішні процеси та підтримуючи гомеостаз. Зокрема, симпатичний відділ автономної нервової системи забезпечує мобілізацію ресурсів організму у відповідь на стресові впливи, тоді як парасимпатичний відділ здійснює базальну регуляцію фізіологічних функцій [Cargara et al., 2020]. Важливість автономної нервової системи в регуляції адаптаційно-трофічної функції [LeBouef et al., 2023] стає особливо критичною в періоди вагітності та опоросу у свиноматок [Wiechers et al., 2021]. Виявлені особливості метаболізму у тварин з різним тонузом автономної нервової системи вказують на варіації в рівні тканинного дихання, що безпосередньо впливає на їхню резистентність і продуктивність [Hryshchuk et al., 2023]. Проте питання вегетативної регуляції білкового обміну у свиноматок залишаються малодослідженими і висвітлені лише у поодиноких роботах. Тому проведення комплексних досліджень щодо впливу тонусу автономної нервової системи на концентрацію загального білка та його фракцій у крові свиноматок в критичні періоди онтогенезу є актуальним та необхідним. Це дозволить значно розширити сучасні знання про вегетативну регуляцію фізіологічних функцій організму та сприятиме розробці нових підходів до підвищення продуктивності свиноматок з урахуванням тонусу автономної нервової системи.

Експериментальну частину роботи виконано на 15 свиноматках великої білої породи, 2–3-го опоросу, яких за результатами випробування тонусу автономної нервової системи (АНС) розділили на три групи (по 5 тварин): нормотоніки, симпатикотоніки і ваготоніки. Матеріалом для досліджень слугували зразки крові свиноматок, відібрані за десять і одну добу до опоросу та через добу і п'ять діб після опоросу. Кров для дослідження отримували з яремної вени. У всіх зразках крові у навчально-науковій лабораторії ветеринарно-діагностичних досліджень кафедри біохімії і фізіології тварин імені академіка М. Ф. Гулого вимірювали вміст загального білка, глобулінів та їх фракцій. Одержані цифрові значення опрацьовували статистично за допомогою прикладного програмного комплексу *Microsoft Office Excel 2019*: визначали середньоарифметичну величину, її похибку та проводили одно- та двофакторний дисперсійний аналіз. Результати вважали вірогідними за  $P \leq 0,05$ . Експеримент проведено із дотримання вимог Закону України №3447–IV від 21.02.2006 «Про захист тварин від жорстокого поводження» та узгоджено з принципами «Європейської конвенції з захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986).

Встановлено вірогідний вплив як тонусу АНС, так і опоросу на вміст загального білка та білкових фракцій в крові свиноматок. Доведено більший вплив опоросу свиноматок на вміст загального білка, показник білкового коефіцієнту та частки альбумінів і глобулінів у крові свиноматок ( $F=27,2-87,8 > FU=3,26; P<0,001$ ), ніж тонусу АНС ( $F=12,3-14,5 > FU=3,26; P<0,001$ ). Зазначимо про відсутність впливу вегетативного статусу тварин на фракції глобулінів в крові свиноматок ( $F=1,7-3,2 < FU=3,26; P>0,05$ ), тоді як вплив опоросу на вміст різних фракцій глобулінів був вірогідним ( $F=7,6-10,8 > FU=3,26; P<0,001-0,002$ ). Крім цього, за аналізу вмісту  $\alpha$ - і  $\gamma$ -глобулінів встановлену вірогідну міжфакторну взаємодію між тонузом АНС свиноматок та опоросом ( $F=2,7-3,8 > FU=2,6; P<0,05$ ), що вказує на вплив тонусу АНС на опорос у цих тварин, однак ці результати потребують додаткових досліджень.

Переважає симпатичного тонусу автономної нервової системи у свиноматок вірогідно впливає на вміст загального білка в плазмі крові через добу ( $\eta^2\chi=0,71; P<0,01$ ) та п'ять діб після опоросу ( $\eta^2\chi=0,47; P<0,05$ ), тоді як переважання ваготонії впливає на вміст загального білка в крові тільки через п'ять діб після опоросу ( $\eta^2\chi=0,59; P<0,01$ ). Щодо впливу тонусу АНС на частку альбумінів, глобулінів та їх відношення, то вірогідний вплив встановлено лише за 10 та одну добу до опоросу і лише у свиноматок-ваготоніків ( $\eta^2\chi=0,49-0,59; P<0,05$ ). Крім цього встановлено вплив тонусу АНС у свиноматок ваготоніків на частку  $\alpha$ -глобулінів за десять діб та за добу до опоросу ( $\eta^2\chi=0,58-0,73; P<0,01$ ),  $\beta$ -глобулінів — за добу до опоросу ( $\eta^2\chi=0,42; P<0,05$ ) та  $\gamma$ -глобулінів — через десять діб після опоросу ( $\eta^2\chi=0,40; P<0,05$ ). Щодо свиноматок-симпатикотоніків, встановлено вплив тонусу АНС на частки  $\alpha$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -глобулінів за добу до опоросу ( $\eta^2\chi=0,45-0,47; P<0,05$ ).

Таким чином, встановлено ступінь і характер впливу тонусу автономної нервової системи свиноматок на вміст загального білка та його фракцій в їхній крові.

**Ключові слова:** свиноматки, опорос, тонус автономної нервової системи, загальний білок, альбуміни, глобуліни

## Адаптація лактуючих корів до літніх перепадів температури в умовах лісостепу

О. Данчук, В. Данчук, І. Антонік, М. Горкава

Dan-vv1@ukr.net

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, м. Одеса, Україна

Глобальне потепління на планеті створює велике занепокоєння щодо забезпечення продуктами харчування дедалі більшої кількості населення Землі. На думку окремих авторів, нейтральна температура навколишнього середовища для європейських лактуючих корів має бути від  $-0,5^{\circ}\text{C}$  до  $20^{\circ}\text{C}$ , тоді як відносна вологість — від 40% до 60% [Manzoor A. et al., 2019; Frigeri et al., 2023]. Метою цієї роботи було дослідити особливості механізмів адаптації дійних корів до літніх перепадів температури в умовах лісостепу України.

Дослід проведено в умовах ферми с. Калиня Кам'янець-Подільського р-ну Хмельницької обл. На фермі утримують велику рогату худобу української чорно-рябої та української червоно-рябої породи, утримання — безприв'язне на глибокій підстилці. Доступ до кормів та води — вільний. Середня продуктивність по фермі сягає 7–8 тис. літрів молока за лактацію. Температурно-вологісний індекс (ТНІ), розрахований за Kibler H. H. [1964], слугував індикатором теплового стресу (HS). Вивчали рухову активність та фізіологічні характеристики дійних корів.

Продуктивність молочного стада під час літнього періоду лактації в умовах лісостепу істотно залежить від показника ТНІ. На початку червня, коли показник ТНІ за декілька днів різко підскочив з 71 до 76, надій від 196 корів знизився з 4,32 т до 3,46 т молока за добу. Гострий температурний стрес спричинив різке зниження продуктивності дійних корів в середньому для стада з 22 до 17 літрів молока на дійну корову. Раптове підвищення показника ТНІ провокує істотне зниження рівня лактації наступного дня після дії температурного фактора, але зменшення на наступний день показника до ТНІ 73 уже супроводжувалось відновленням молочної продуктивності тварин. Наступні короткотривалі коливання показника ТНІ (*min* 67, *max* 80) протягом червня 2024 р. не призвело до істотного впливу на продуктивність молочного стада загалом. У кліматичних умовах липня 2024 р. дійні корови зазнавали хронічного теплового стресу протягом 20 днів (ТНІ 75–85). За таких умов продуктивність дійного стада поступово знижувалась до показника 3,76 т молока. Ефект був довготривалий і перервався лише за показника ТНІ 72 в 20-тих числах місяця.

Хронічний тепловий стрес у дійних корів викликає зниження їх продуктивності залежно від рівня лактації. Корови віком 2 роки 1–4 місяця тільності (травень–серпень) під впливом хронічного теплового стресу знижували свою продуктивність залежно від рівня секреторної активності молочної залози. Наприклад, корова Конвалія з рівнем лактації 40–41 кг/добу на другому місяці тільності (червень) знижувала свою продуктивність до 34 кг/добу на кінець липня; корова Макуха у червні мала молочну продуктивність на рівні 28–29 кг/добу, а в кінці серпня — 25; корова Земфіра у червні — 16–21 кг/добу, наприкінці серпня — 17 кг/добу. Незважаючи на достатню кількість місця біля водопою, окремі тварини в пік температур займали біля нього місце тривалий час і не допускали інших. Навіть після того, як у приміщенні було встановили додаткові місця для напування, поведінка домінуючих тварин не змінилась.

Хронічний тепловий стрес призводить до зниження молочної продуктивності корів внаслідок дії температурного фактора на організм незалежно від рівня лактації: чим вищий рівень продуктивності тварин, тим більший відсоток недоотриманого молока. Тепловий стрес провокує загострення етологічних взаємовідносин між тваринами, пов'язаних з доступом до води.

**Ключові слова:** корови, лактація, тепловий стрес, молочна продуктивність

## Гістохімічні особливості окремих органів медоносних бджіл (*Apis mellifera* L.) за різних вуглеводних дієт та впливу препарату «Ariplasma»

Д. Дмитрієв

daniil.dmytriiev@gmail.com

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна

*Apis mellifera* L. або західні медоносні бджоли — комахи, які належать до ряду перетинчастокрилих, надродина *Apoidea*, родини бджолиних (*Apidae*). Представники цієї родини відповідають за запилення приблизно 70% усіх видів сільськогосподарських культур у всьому світі. Однак вирішальну роль у запиленні рослин та забезпеченні екосистемної рівноваги відіграє саме *A. mellifera*. Крім того, у зв'язку із виробництвом бджолопродуктів *A. mellifera* має неоціненне значення і для сільського господарства. У світлі зростання інтересу до збереження біорізноманіття та стану навколишнього середовища, дослідження змін, які відбуваються в організмі бджіл під впливом різноманітних чинників, набувають особливої актуальності.

Масштабні втрати популяції медоносних бджіл (*Apis mellifera*) за останні десятиліття загрожують катастрофічними наслідками як екосистемі, так і продовольчій безпеці України [Федоряк та ін., 2022]. Особливу увагу спрямовано на виявлення факторів, які погіршують морфофункціональний стан бджіл. Показано, що стресові фактори біотичної й абіотичної природи змінюють перебіг фізіологічних процесів в організмі *Apis mellifera*, пригнічуючи їхній імунітет, що призводить до загибелі цілих колоній.

Експеримент проводили в лабораторних умовах на базі кафедри молекулярної генетики та біотехнології Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Підгодовлю бджіл здійснювали влітку 2020 р. Для цього рамку із запечатаним розплодом відібрали із університетської пасіки та утримували в термостаті за температури +34°C та відносної вологості 80%. Після появи імаго бджіл поміщали у боксигодівнички по 150–170 особин в кожній, формуючи вибірки, та годували розчином суміші моноцукрів (глюкоза 25% + фруктоза 25%) за умов, які вважаються оптимальними для бджіл у літній період (температура +28°C та відносна вологість 70%), впродовж 5-и діб з метою адаптації до імагінального живлення. На 6-у добу, не змінюючи температурних умов, комах перевели на різні вуглеводні дієти: 1) глюкоза 50%; 2) фруктоза 50%; 3) сахароза 50%; 4) глюкоза 25% + фруктоза 25%; 5) глюкоза 25% + фруктоза 25% + «Ariplasma» (15 мкл на 100 мл розчину); 6) фруктоза 50% + «Ariplasma» (15 мкл на 100 мл розчину).

Препарат «Ariplasma» додавали в дозі 15 мкл на 100 мл розчину. Всі дієти містили 1% розчин суміші амінокислот для збалансованості азотовмісними компонентами. Доступ до їжі був *ad libitum*. Така підгодівля тривала 6 діб. На 16-й день бджіл вилучали і проводили належні маніпуляції відповідно до мети дослідження: відокремлювали травний тракт та фіксували його у 7% розчині нейтралізованого формаліну. Виготовляли гістологічні зрізи за стандартною гістотехнічною методикою [Варенюк & Держинський, 2019].

Мікропрепарати мікроскопіювали за допомогою світлового мікроскопа *Micromed MX-30*. Цифрове фото зрізів виготовляли за допомогою програмного забезпечення *ScopePhoto software*. Гістохімічне забарвлення на вуглеводи ШИК-реакцію та на білки проводили бромфеноловим синім за методом *Mikel Calvo*. Загалом було виготовлено 67 препаратів зі зрізами та 502 фотознімки тканини.

За мікроскопіювання отриманих зрізів встановлено, що на всіх мікропрепаратах найпозитивнішу реакцію на білки проявляли м'язові шари та ядра клітин, тобто структури із найвищим вмістом білків. Найбільш ШИК-позитивними виявилися базальна мембрана та рабдом. Перитрофічна мембрана однаково добре забарвлювалася обома барвниками, що свідчить про наявність тут і білкового, і вуглеводного компонентів.

У другій частині роботи було здійснено оцінку рівня окислювальної модифікації білків у цитоплазмі епітеліоцитів вентрикулюсу і мальпігевих судин, а також у просвіті вентрикулюсу.

Результатами промірів у низці точок встановлено, що в цитоплазмі епітеліоцитів як середньої кишки, так і мальпігевих судин бджіл з усіх досліджуваних вибірок коефіцієнт G/B не перевищував одиницю, що вказує на переважання тут аміногруп над карбонільними.

В особин з усіх досліджених вибірок структуру середньої кишки можна вважати нормальною, за винятком вакуолізації цитоплазми. Мальпігеві судини на усіх дієтах мали розширений просвіт.

Показано позитивний вплив препарату «Ariplasma» на структуру середньої кишки на монофруктозній дієті через активізацію метаболічних (інтенсифікація та секреції) процесів та пригнічення вакуолізації. У цитоплазмі епітеліоцитів кишки і мальпігевих судин показано переважання основних білків, а у просвіті кишки — кислих. При додаванні препарату «Ariplasma» рівень ОМБ вірогідно знизився у клітинах кишки та мальпігевих судин лише за монофруктозної дієти.

**Ключові слова:** *Apis mellifera*, вуглеводна дієта, «Ariplasma»

## Effects of exercise intensity on running performance and skeletal muscle metabolic gene expression in mice with peripheral artery disease

S. Drozdovska<sup>1,2</sup>, L. Wang<sup>1</sup>, L. Mazzolai<sup>3</sup>, G. Millet<sup>1</sup>, M. Pellegrin<sup>1,3</sup>  
sdrozdovska@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Sport Sciences, University of Lausanne, Lausanne, Switzerland

<sup>2</sup>National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Angiology Division, Heart and Vessel Department, Lausanne University Hospital, Lausanne, Switzerland

Lower extremity peripheral artery disease (PAD) is a growing health issue caused by lower limb arteries obstruction. Patients with PAD experience ischemic pain in the lower extremities during exercise and have impaired functional capacity. Exercise training is a powerful tool to improve muscle performance and functional capacity in patients with PAD; however, the effect of exercise intensity on functional capacity and skeletal muscle adaptations remains unknown. This study aimed to compare the effects of moderate-intensity continuous training (MICT) and high-intensity interval training (HIIT) on running performance and expression of genes related to metabolic pathways in skeletal muscles of mice with PAD.

C57BL/6 mice were subjected to unilateral iliac artery ligation and were divided into three groups: sedentary (SED), MICT (40 min running at 70% of maximal aerobic speed), and HIIT (8×2.5 min running at 90% of maximal aerobic speed, interspersed with 2.5 min running at 50%). Mice were trained 3 times/week for 8 weeks. Running performance was assessed using an incremental running test until exhaustion. Real-time quantitative reverse transcription polymerase chain reaction was used to determine mRNA level of genes related to metabolic pathways in both ischemic and non-ischemic gastrocnemius and soleus muscles.

Running performance was improved in response to MICT and HIIT (+33% and +30% vs. baseline, respectively,  $P < 0.01$ ), with no difference between the two exercise intensities. MICT upregulated mRNA expression of GLUT4, LDHA, and TFAM in the ischemic soleus muscle (1.8-, 1.8-, 1.7-fold vs. SED, respectively,  $P < 0.05$ ). Compared to SED, HIIT upregulated PFK (1.4-fold), CS (1.3-fold), HSL (1.2-fold) mRNA expression in the ischemic gastrocnemius muscle and mtND6 (1.5-fold), CYTB (1.6-fold) in the ischemic soleus muscle ( $P < 0.05$ ). In the non-ischemic soleus muscle, HIIT caused upregulation of PGC1A and CYTB (3.7- and 1.4-fold vs. SED, respectively) but downregulation of HK2 and CD36 gene expression (0.8- and 0.3-fold vs. SED) ( $P < 0.05$ ).

MICT and HIIT are equally effective in improving running performance in a mouse model of PAD but have different effect on metabolic gene expression in ischemic and non-ischemic muscles.

**Key words:** lower extremity peripheral artery disease, exercise training, skeletal muscle metabolism, gene expression

## Yeast extracts: production technology and application perspectives

V. Yerokhin, V. Lubenets

volodymyr.a.yerokhin@lpnu.ua

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Baker's yeast has been used for the manufacture of many products since ancient times. Since the middle of the last century, attention has been growing to the products of yeast cell processing, including yeast extracts. Due to its natural origin, high content of nutrients, vitamins, proteins, minerals, as well as taste properties, it has become a very popular component in the food industry. Yeast extract has become the fourth most important natural food flavoring agent after monosodium glutamate, nucleotides, and hydrolyzed proteins [Vucurovic et al., 2022].

Yeast extract is a complex multicomponent mixture, the main components of which are cell wall material and cell contents. The complexity of yeast extract is displayed not only in the different types of macromolecules and small molecules it contains, but also in the variety of nutrients. For example, for yeast extracts obtained from the same raw materials and production conditions, but with different processing times, there can be significant differences in product composition, while different production methods and different raw materials lead to even greater diversity. Because of this, it is these differences in yeast extract production methods that lead to a diversification of yeast extract products that can meet the needs of different industries and applications.

The technology for the production of yeast extracts is based on the induced lysis of cells with subsequent separation of the intracellular substance. Yeasts have strong cell walls, so cell lysis to release their contents is a major challenge in the production of yeast extracts. There are four main types of processes used to produce extracts: autolysis, plasmolysis, enzymatic hydrolysis, and physical destruction, each with its own advantages and disadvantages. Yeast extracts produced by different production technologies from the same raw material can differ significantly in their properties, so the choice of process must take into account the desired properties of the final product. Standard control methods commonly used to assess process compliance and extract properties are measurement of the degree of yeast cell lysis (as determined by analysis of cell morphology and cell viability tests) and the degree of protein/polysaccharide hydrolysis (as determined by total soluble matter content, soluble protein content and total carbohydrate content).

The most common in industry is the method of enzymatic hydrolysis due to its manufacturability and controllability of the process. Enzymatic decomposition is very similar to autolysis in that both use mild conditions and enzymes to lyse cells. The difference is that enzymatic degradation uses exogenous enzymes, while autolysis uses endogenous yeast enzymes. The principle of enzymatic decomposition is that under the action of enzymes, cell wall proteins are destroyed with the release of intracellular contents into the environment. Further processing with enzymes allows to deepen the hydrolysis by splitting the proteins and peptides released from the cell. The main types of enzymes used for hydrolysis are endo- and exoproteases. The most effective enzymes are fruit proteases such as papain, ficin, bromelain. Enzymatic hydrolysis by papain was compared with autolysis under the same conditions. At the same time, papain showed a synergistic effect with various cellular enzymes and significantly increased the yield of the extract. Likewise, when autolysis, plasmolysis, and enzymatic hydrolysis were compared, enzymatic degradation released the most soluble substances and peptides from yeast cells. Industrial enzymatic digestion often uses a mixture of several exogenous enzymes, resulting in rapid cell lysis and controlled breakdown of macromolecules, as well as higher yields of soluble substances. However, the use of such enzyme mixtures requires careful process optimization to achieve maximum extraction efficiency and minimize enzyme consumption and costs.

Currently, yeast extracts are used in animal feed, food industry, cosmetics, pharmaceuticals, medicine and biotechnology. Yeast extract is also a well-known cosmetic ingredient; amino acids, polysaccharides, polypeptides, proteins, and other substances in yeast extract have beneficial biological effects such as moisturizing the skin, stimulating cell renewal, slowing skin aging, and accelerating wound healing when applied externally [Kim & Yun, 2006].

Yeast extracts, among other things, have been used in medicine due to their biological activities, high nutritional content, and improvement of intestinal microbiota balance dysfunction. The use of yeast extracts in medicine is also related to their anti-inflammatory properties, for example, in the treatment of emphysema and pneumonia [Rafael et al., 2019]. In addition to anti-inflammatory and anti-cancer effects, the soluble form of  $\beta$ -glucans in yeast extracts has other health benefits, such as lowering blood cholesterol and lipids, without the side effects of synthetic drugs [Zekun et al., 2023]. Beta-glucans from yeast extracts have great potential for developing treatments for conditions such as obesity, pneumonia, cardiovascular disease, and skin diseases.

Thus, the use of yeast extracts as natural, economically feasible and promising products for various areas of application is an urgent task. Although yeast extracts have been used in the food industry for a long time, their use in the fields of feed industry, cosmetology, pharmacy, and medicine is quite limited and requires further research. Currently, the technology for the production of yeast extracts is being developed and implemented in permanent production at the Lviv biotechnological company *Enzym Company PJSC*. Further research in this direction is focused on expanding the product line of extracts for the needs of different areas of their use.

**Key words:** yeast extract, enzymatic hydrolysis, yeast-based product

## Overexpression of flavocytochrome $b_2$ from the yeast *Ogataea polymorpha* in *Escherichia coli* cells

A. Zakalskiy, O. Zakalska, M. Gonchar

zakalski53@gmail.com

Institute of Cell Biology NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine

Flavocytochrome  $b_2$  (EC 1.1.2.3; L-lactate : cytochrome c oxidoreductase, FC  $b_2$ ) from the thermotolerant methylotrophic yeast *Ogataea polymorpha* is a thermostable enzyme prospective for a highly selective L-lactate analysis in the field of medicine, nutrition and quality control of goods.

Earlier, the recombinant strain *O. polymorpha* overexpressing the gene *O. polymorpha* *CYB2*, encoding FC  $b_2$ , under the control of a strong alcohol oxidase promoter was selected [Dmitruk et al., 2008]. The purified preparations of the enzyme were used for the construction of the highly selective enzymatic kits and amperometric biosensor for L-lactate analysis in human liquids and foods [Smutok et al., 2013, 2017].

In current report, we describe a construction of the *Escherichia coli* recombinant strain overproducing (His)<sub>6</sub>-tagged FC  $b_2$  of *O. polymorpha* and isolation of the enzyme. The *CYB2* gene of *O. polymorpha* 356 line DL1, coding for FC  $b_2$ , has been amplified and cloned. The recombinant strain of *E. coli* that overproduces the (His)<sub>6</sub>-tagged inactive FC  $b_2$  of *O. polymorpha* as inclusion bodies has been constructed. After solubilization of inclusion bodies in the presence of 0.3% N-lauroylsarcosine or 0.1% sodium dodecyl sulfate, the target enzyme was denatured. The enzyme preparations are sufficiently stable and possess activity of 0.5–0.7 U/mg. The yield of the FC  $b_2$  is approximately 25 mg from 1 L culture. The most prominent advantages of the obtained FC  $b_2$  preparation are a high yield of the enzyme; simple isolation of inclusion bodies containing the enzyme; a possibility to apply the fast procedure for solubilization-renaturation of the enzyme, and its high stability under conditions designed. These findings can be used to develop a cost-efficient large-scale procedure for isolation and purification by metal-affinity chromatography of a highly specific FC  $b_2$ , necessary for construction of enzymatic kits and biosensors for assay of L-lactate.

**Key words:** flavocytochrome  $b_2$ , enzyme, *Ogataea polymorpha*, *Escherichia coli*

## Аналіз генеалогічної структури спортивного поголів'я коней в Україні

*Т. Ільницька*

llynskay@gmail.com

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Розведення спортивних коней є найперспективнішим напрямом розвитку конярства в Україні. Останні 20 років, незважаючи на економічну ситуацію, було створено декілька сучасних кінних заводів, які розводять коней вестфальської, ганноверської та інших порід західноєвропейського походження [Ткачова, 2021]. Військові дії негативно вплинули на розвиток галузі: скоротилось поголів'я, були окуповані або знищені племінні господарства. Однак спортивне конярство продовжує розвиватись — імпортують племінних тварин, проводять змагання з кінного спорту, існує попит на коней високої якості. Внаслідок тривалої селекційно-племінної роботи з імпортованим поголів'ям склалися всі передумови для створення нової породи коней під назвою «українська спортивна», спільною рисою якої з українською верховою є спортивний напрям продуктивності з вірогідними відмінностями за типом будови тіла, походженням, та перевагами за показниками рівня спортивної продуктивності [Ільницька, 2020].

Проведено оцінку чисельності та породного складу коней, які брали участь у змаганнях з класичних видів кінного спорту за 2020–2023 рр. Всеукраїнська федерація кінного спорту України надала електронні протоколи технічних результатів 70 змагань різного рівня. Проаналізовано родоводи коней ( $n=117$ ), залучених до реалізації схваленої Програми створення породної групи коней спортивного напрямку використання [Ільницька & Бондаренко, 2020], які належать господарствам різних форм власності Київської, Вінницької, Полтавської та Дніпропетровської обл. Визначено лінійну приналежність та умовну кровність за чистокривною верховою породою, враховуючи до 5 покоління предків включно.

За результатами обробки даних за 3 роки у змаганнях брало участь 357 коней, зареєстрованих у 15 племінних книгах. З них найчисленнішою є група тварин вестфальської породи ( $n=110$ ). Другою за чисельністю є група коней створюваної української спортивної породи ( $n=70$ ). Коні української верхової породи лідирують у змаганнях з виїздки, але їхня частка в загальній кількості з року в рік зменшується. Аналіз поголів'я коней в динаміці 2020–2023 рр. показав, що коней української верхової породи замінили помісі спортивних порід. Відмічено збільшення поголів'я коней західноєвропейських порід — до 32%. Більшість спортивних коней народжено в господарствах України ( $n=250$ ), однак тільки 30% — в атестованих суб'єктах з племінної справи у конярстві.

Аналіз родоводів підконтрольного поголів'я коней, залучених до реалізації Програми створення породної групи коней спортивного напрямку використання, показав, що найбільше серед них представників ліній німецьких спортивних порід: голштинської — Коррадо I (11,11%) та Калетто I (10,26%); ганноверської — Флінга (10,26%) та Гранде (9,40%). Необхідно зазначити, що представників ліній та споріднених груп української верхової породи нараховується менше, ніж 3%. Були визначені лінійні поєднання, які трапляються в родоводах досліджуваного поголів'я. Найпоширеніші поєднання лінії Коррадо I (1985) голштинської та Ледікіллер (1961) чистокривною верховою порід з іншими європейськими лініями.

Аналіз породної належності батьків зареєстрованих коней свідчить, що 21% жеребців та 34% кобил належать до створюваної породи. Серед плідників лідирують представники вестфальської породи (34%), серед кобил — української верхової породи (32%). Незалежно від породи, в Україні народились 49% задіяних плідників та 85% кобил.

Аналіз за умовною кровністю за чистокривною верховою породою показав, що більшість досліджуваного поголів'я ( $n=91$ , 77%) мають у родоводі від 25,01 до 50% умовної кровності. Західні науковці встановили, що кращі конкурні коні мають у середньому 42,97% умовної кровності за чистокривною верховою породою [Roman-Porovici et al., 2022]. Було визначено, що зареєстровані жеребці мають відсоток середньої кровності  $37,87 \pm 2,52$  ( $Cv=39,40\%$ ), кобили —  $42,04 \pm 1,55$  ( $Cv=31,93\%$ ). Високий коефіцієнт варіації може свідчити про неврахування показника умовної кровності за чистокривною верховою породою в доборі батьківських пар.

Одержані дані свідчать, що за генеалогічною структурою поголів'я, залучені до реалізації Програми створення породної групи коней спортивного напрямку використання, відрізняються від наявної української верхової породи. Враховуючи сучасний стан поголів'я коней спортивного напрямку використання, в Україні проходить активний процес формування нового селекційного досягнення у конярстві.

**Ключові слова:** коні, кінний спорт, генеалогічна структура, спортивне конярство, лінії, створювана українська спортивна порода

## Вплив добавки «Модифікована ліпосомальна емульсія» на продуктивні показники та збереженість поголів'я курчат-бройлерів

Б. Кирилів, Я. Сірко, О. Стефанишин, А. Гунчак

kby@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Використання жирів у годівлі птиці сприяє підвищенню поживної цінності кормів, а також спричиняє зниження швидкості проходження кормових мас через травний канал. Як наслідок, підвищується ступінь перетравності кормів. Адже чим повніше засвоюється корм в організмі, тим менше утворюється шкідливих відходів. Однак ефективність введення жирів до раціонів та інтенсивність їх всмоктування залежить від походження і якості ліпідних добавок. Водночас зі спожитим кормом до організму не завжди надходить необхідна для синтезу продукції кількість енергії й поживних речовин. За споживання птицею надлишку корму енергія може втрачатися як тепло або відкладатися у вигляді жиру. Отже, актуальність дослідження інтенсивності обмінних процесів в організмі курчат-бройлерів за зміни якісного і кількісного складу джерел метаболічної енергії в їхніх раціонах визначається назрілою необхідністю розроблення методів їх коригування з метою підвищення ефективності засвоєння поживних речовин, продуктивності та якості продукції.

З метою дослідження впливу додавання до раціонів курчат-бройлерів добавки «Модифікована ліпосомальна емульсія» на продуктивність і збереженість поголів'я дослід проведено в умовах віварію Інституту біології тварин НААН. Для бройлерів *Cobb 500* виготовили комбікорм за рецептом збалансованого раціону з урахуванням рекомендацій для максимальної реалізації генетичного потенціалу цього кросу. Курчат 10-добового віку після попереднього зважування кожної особини сформували у п'ять груп по 10 курчат — контрольну і чотири дослідні. Співвідношення півник/курочка (в межах групи) становило 4/6. Утримання і годівля відповідали технологічним вимогам вирощування курей в клітках. Птиця контрольної групи отримувала комбікорм без додаткових добавок. Раціони для курчат-бройлерів дослідних груп різнилися від контрольного за якістю та кількістю жиру: зокрема, в комбікормах для птиці 1-, 2-, 3- та 4-ї дослідних груп частину соєвої олії замінювали введенням ліпосомальної емульсії в кількості, яка становила 20, 30, 40, 50% від вмісту жиру в олії. Упродовж всього проведення дослідів слідували за фізіологічним станом курчат-бройлерів, приростами маси тіла та збереженістю поголів'я. Після дорощування птиці до 45-добового віку кожну особину з групи зважували та проводили забій. Виконано часткове анатомічне розбирання та обвалення тушок бройлерів.

Упродовж всього періоду проведення дослідів поведінка птиці (активність, споживання корму і води) була природною. Розладів процесів травлення не фіксували, збереженість поголів'я курчат-бройлерів у всіх групах (контрольна і чотири дослідні) становила 100%. Максимальний приріст маси за період дослідів був у курчат, яким до раціону вводили модифіковану емульсію в кількості 20% (Д 1) від кількості жиру в соєвій олії (К). Зокрема, маса курчат 45-добового віку, порівняно з масою бройлерів 10-добового віку (на період постановки на дослід), збільшилась у контрольних та дослідних 1–4-ї груп у 5,91; 5,98; 5,32; 5,42 та 5,74 рази відповідно.

Проведено обчислення конверсії корму і виявлено, що ці показники у курчат контрольної та дослідних груп були низькими — у межах 1,61–1,67). Вихід тушки з субпродуктами від курчат 1-ї та 3-ї дослідних груп переважав контроль на 1–2%, найбільшим (вищий на 3,5%) вихід був у бройлерів 4-ї дослідної групи, яким до комбікорму вводили жирову добавку у вигляді ліпосомальної емульсії в кількості 50% від вмісту жиру в соєвій олії, тоді як відносний вихід грудних м'язів та м'язів стегна був вищим у птиці першої дослідної групи. Варто відзначити, що отримані результати щодо високого виходу тушки з тельбушками від курочок 4-ї групи обумовлені збільшенням маси самого тельбушка. Саме у птиці цієї групи спостерігали найбільше відкладення жиру, зокрема й на внутрішніх органах та по ходу кишечника.

Отримані результати визначення продуктивності (приростів маси) курчат-бройлерів та анатомічного розбирання їх тушок свідчать про можливість використання в годівлі птиці жирової добавки «Модифікована ліпосомальна емульсія». При цьому оптимальною, для введення до комбікормів курчат-бройлерів є заміна жировою добавкою 20% олії раціону.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, продуктивність, вихід тушки, ліпосомальна емульсія



## Розробка промислової технології отримання молочної кислоти

Д. Кіїв, С. Василюк

dmytro.i.kiiv@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Інтенсивний розвиток виробництва біодеградабельного пластику (ПЛА-пластик, або полілактид) значно збільшив світові потреби у молочній кислоті (МК). Оптимальним підходом до виробництва оптично чистої МК є біотехнологічний процес, під час якого з простих вуглеводів здійснюється біосинтез цільового продукту за допомогою ферментних систем мікроорганізмів. Як основних продуцентів молочної кислоти зазвичай використовують молочнокислі бактерії (МКБ), проте з цією метою також можуть застосовувати генетично модифіковані бактерії роду *Bacillus*, мікроорганізми *Escherichia coli* та *Corynebacterium glutamicum* [Abdel-Rahman et al., 2013]. Правильний вибір мікроорганізму-продуцента відіграє ключову роль у створенні рентабельної промислової технології виробництва молочної кислоти. Основними вимогами до продуцентів МК є: висока та стабільна метаболічна активність; толерантність до високих значень концентрації цільового продукту чи його солей у живильному середовищі (ЖС); низькі метаболічні потреби та здатність до біосинтезу на дешевих, природних субстратах. Метою цієї роботи було розробити рентабельну промислову технологію отримання молочної кислоти.

Дослідження проводили на базі науково-дослідної лабораторії ДП «Ензим» (м. Ладижин, Вінницька обл.) з використанням музейних штамів культур МКБ. Для розробки технології отримання молочної кислоти було обрано чотири штами бактерій *Lactobacillus* spp. Дослідження проводили двоетапно: перший етап передбачав оцінку максимальної продукції МК за різної концентрації глюкози, другий — здатність до синтезу молочної кислоти на кукурудзяному екстракті, дешевому джерелі азоту. Склад ЖС на першому етапі: глюкоза — 90, 130, 150, 180 та 220 г/л; дріжджовий екстракт — 30 г/л; СаСО<sub>3</sub> — 10 г/л; на другому етапі: глюкоза — 180 г/л, кукурудзяний екстракт — 60 г/л, СаСО<sub>3</sub> — 10 г/л. Для моделювання процесу синтезу МК було вибрано колби Ерленмеєра місткістю 0,3 дм<sup>3</sup> з коефіцієнтом заповнення 50%, кількість посівного матеріалу — 10%, температура культивування — 40±2°C, перемішування відсутнє, значення рН підтримували в діапазоні 4,5–6,0 додаванням 10% р-ну Са(ОН)<sub>2</sub>, тривалість культивування — 96 год. Наприкінці процесу ферментації концентрацію молочної кислоти аналізували методом високоефективної рідинної хроматографії (LC-20; Shimadzu, Кіото, Японія), а концентрацію глюкози — методом Шарля-Бертрана чи модифікованим методом Сомоджи-Нельсона.

На першому етапі поступове збільшення концентрації глюкози від 90 до 150 г/л дозволило вибрати три штами молочнокислих бактерій, які повністю перетворювали джерело вуглецю в молочну кислоту з виходом ≤90%. Натомість її оптимальна концентрація у складі живильного середовища, за якої спостерігається повна конверсія моносахариду в молочну кислоту, становить 180 г/л. При цьому було встановлено, що збільшення вмісту глюкози в ЖС понад 180 г/л призводить до повного пригнічення синтезу МК молочнокислими бактеріями.

Проведення другого етапу передбачало повну заміну дріжджового екстракту на кукурудзяний. В результаті досліджень були відібрані два штами МКБ, здатні синтезувати на дешевому джерелі азоту сумарно до 70,85 г/л молочної кислоти із середнім виходом в 63,01%.

Отримані в дослідженнях дані можуть лягти в основу рентабельної промислової технології біосинтезу молочної кислоти на дешевих субстратах.

**Ключові слова:** молочна кислота, біосинтез, молочнокислі бактерії, біотехнології, природні субстрати

## The effect of vanadium citrate on hemolysis of erythrocytes in female and male rats

H. Klymets<sup>1</sup>, R. Iskra<sup>2</sup>

klimets.halyna@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Molecular Genetics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

<sup>2</sup>Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

Vanadium reduces erythrocytes' deformability, and such cells are rather frequently retained in the reticuloendothelial system of the spleen [Kogawa et al., 1976]. In blood serum, vanadium can interact with low (citrate, lactate, oxalate, amino acids, etc.) and high molecular mass (transferrin, albumin, immunoglobulins, etc.) components. Also, the red blood cells can transport vanadium ligands towards the target cells [Sanna et al., 2021]. That's why vanadium compounds are high-potential therapeutic agents. It is known that prenatal and postnatal use of vanadium had suppressive impacts on childhood cellular immunity [Zhang et al., 2021]. It is important to understand the effect of vanadium citrate on the hematopoietic system in the prenatal and postnatal period in rats of different sexes. Therefore, our work aimed to investigate the effect of vanadium citrate on erythrocyte membranes' resistance to a weak acid hemolytic in females and males who consumed vanadium citrate until the 37<sup>th</sup> day.

The studies were conducted on rats that consumed vanadium citrate solution in concentrations of 0.03 (group II), 0.125 (group III), and 0.5 µg V/ml (group IV) from birth to 37 days. Offspring of females who did not consume vanadium citrate solution were considered the control group (group I). Decapitation of female and male rats was carried out on the 37<sup>th</sup> day. The material for the study was erythrocytes of rat's blood. Washed erythrocytes were diluted with 0.85% NaCl in a ratio of 1:1000 to a final extinction of ~0.700 at a wavelength of 630 nm. 2 ml of erythrocyte suspension was added to the cuvette and the same volume of hemolyzing solution of 0.004 N HCl in 0.85% NaCl was added. From the moment the hemolytic was added and every 30 seconds, changes in the excitation were recorded until the value stopped.

The duration of erythrocyte hemolysis depends on the time required for the hemolytic to overcome the membrane impermeability barrier, the rate of destruction of intracellular structures, and the time during which the mechanical strength of the membranes resists the increasing osmotic pressure inside the cell [Starikovych et al., 2009]. In females consuming a solution of vanadium citrate at a concentration of 0.03 µg V/ml, hemolysis of the maximum number of erythrocytes was accelerated and observed at 2 min, while the time of total hemolysis decreased compared to the control. The percentage of maximum hemolysis in females of the same group was 29.67%, which is 9.5% less than in the control group. The time of total hemolysis in females consuming 0.125 µg V/ml remained practically unchanged compared to the control group. Vanadium citrate at a concentration of 0.5 µg V/ml helps to delay the time of hemolysis of the maximum number of erythrocytes compared to the control.

All 4 erythrograms of 37-day-old female rats are single-peaked. Under the effect of vanadium citrate at concentrations of 0.125 and 0.5 µg V/ml (in groups III and IV, respectively), the erythrograms shift to the right. This indicates the hemopoietic effect of vanadium citrate in these groups.

The results of the study showed that the peak of erythrocyte hemolysis in 37-day-old males of group II was 2.2 min, at which time the maximum hemolysis was 25.14%, which is 14.03% less than in the control group. The leftward shift of the erythrogram may indicate a lack of young male erythrocytes resistant to the action of acidic hemolytic agent in group II rats after administration of vanadium citrate at a concentration of 0.03 µg V/ml. The time of hemolysis in males of the II, III, and IV groups under the effect of vanadium citrate decreased by 0.4–0.5 min compared to the control group.

In group IV, there is a tendency to increase the percentage of maximum hemolysis compared to the control group.

The erythrograms of male rats are single-peaked. Under the effect of vanadium citrate in concentrations of 0.125 and 0.5 µg V/ml, the erythrograms shift to the right. This indicates the hemopoietic effect of vanadium citrate in these groups.

Consuming vanadium citrate affects the resistance of erythrocyte membranes to the action of acidic hemolytic. As well, consuming rats with vanadium stabilizes the membrane structures of red blood cells. There are no significant differences between the effect of acidic hemolytic on the stability of erythrocyte membranes in males and females.

**Key words:** vanadium citrate, erythrograms, females and males, rats

## Вплив цитрату Ge на процеси перекисного окиснення ліпідів в організмі бджіл та білковий профіль гемолімфи

I. Ковальчук<sup>1,2</sup>, Т. Химинець<sup>2</sup>, М. Цап<sup>1</sup>, А. Пилипець<sup>1</sup>, Р. Андрошулік<sup>1</sup>, М. Романович<sup>1</sup>  
irenakovalchuk@ukr.net

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна

Важливу роль у забезпеченні здоров'я і продуктивності тварин відіграють нові напрями одержання та застосування біологічно активних речовин, зокрема нанотехнології та наноматеріали. Актуальним залишається вивчення механізмів дії розроблених наноматеріалів, які можуть мати застосування у бджільництві. У вітчизняній та світовій практиці ведення бджільництва для підвищення якості росту та розвитку бджолосімей у весняний та осінній періоди широко застосовують штучну підгодівлю. Відомо, що опірність організму медоносних бджіл залежить від мінерального живлення, що впливає на обмінні процеси на рівні тканин, органів і систем, життєздатність та резистентність. Додавання до корму бджіл у різних дозах сполук окремих елементів як метаболічних стимуляторів органічного та неорганічного походження впливає на корекцію фізіолого-біохімічних процесів та підвищує продуктивність. До таких мінеральних компонентів у бджіл належать Кобальт, Цинк, Магній, Германий та Селен.

Встановлено високу біологічну активність нанотехнологічного цитрату Ge, одержаного методом ерозійно-вибухової аквананотехнології. Доведено стимулювальний вплив нанотехнологічного Ge на імунофізіологічну реактивність і резистентність організму, його детоксикаційну й антиоксидантну функцію. Германий має широкий спектр біологічної дії, запобігає старінню і загибелі клітин організму. Результати досліджень вказують на активізаційний вплив додавання до корму або питної води визначених мікрокілностей цитрату Ge на мінеральний, ліпідний і білковий обмін в організмі бджіл. Доведено, що додавання цитрату Ge до цукрового сиропу у період підгодівлі бджіл підвищувало їхню життєздатність і збереженість.

У зв'язку з цим, науково-практичний інтерес становить вивчення впливу цитрату Германий у компонентах підгодівлі на процеси перекисного окиснення ліпідів в організмі бджіл та білковий профіль гемолімфи.

Дослідження проведені на медоносних бджолах карпатської породи з сімей дослідної пасіки у літньо-осінньо-весняний період. Сформовано дві групи бджолосімей, аналогів за масою бджіл, силою сім'ї, віком матки, по три сім'ї у кожній групі. Бджоли першої (контрольної) групи у літньо-осінній період отримували підгодівлю з 50% цукрового сиропу (ЦС) в кількості 2 л /сім'ю/тиждень. Друга група бджіл (Д1) додатково з 2 л цукрового сиропу отримувала 0,1 мкг/мл Ge у вигляді нанотехнологічного цитрату. Для визначення стану сімей після зимівлі було оцінено зимостійкість за порівнянням даних головних весняних ревізій (лютий-березень-квітень). З контрольної та дослідної групи відбирали живих бджіл для проведення фізіолого-біохімічних досліджень з визначенням ГПЛ, ТБК-активних продуктів у гомогенаті тканин та відносного вмісту фракцій розчинних білків у гемолімфі за загальноприйнятими методами. Отримані цифрові дані за етапами досліджень статистично опрацьовували за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft Excel* з використанням коефіцієнта Стьюдента (P).

Вміст гідроперекисей ліпідів і ТБК-активних продуктів у гомогенаті тканин організму бджіл дослідної групи за дії нанотехнологічного цитрату Ge вірогідно знижувався ( $P < 0,01$ ) порівняно з контрольною групою. Встановлені відмінності впливу нанотехнологічного цитрату Ge на процеси перекисного окиснення ліпідів у тканинах організму бджіл можуть визначатися малою дозою застосування цитрату Ge (0,1 мкг/мл ЦС). Дані літератури вказують, що сполуки германію можуть проявляти як антиоксидантні, так і прооксидантні властивості залежно від дози і форми їх застосування. У гемолімфі бджіл дослідної груп встановлено вірогідно вищий відносний вміст  $\gamma$ -глобулінів на тлі нижчого рівня  $\beta$ -глобулінів порівняно як з контрольною групою, так і підготовчим періодом. Вищий відносний вміст  $\gamma$ -глобулінової фракції у дослідний період, але на нижчому рівні, відзначено і для контрольної групи порівняно з підготовчим періодом. Це може зумовлюватися впливом сезонного чинника щодо нагромадження резервних білків у організмі бджіл на період зимівлі.

Встановлені між групами відмінності співвідношення класів ліпідів у тканинах бджіл вказують на метаболічну активність цитрату германію у застосованій дозі. Виявлені вірогідні відмінності у співвідношенні класів ліпідів у тканинах бджіл контрольної групи у підготовчий і дослідний періоди, але на нижчому рівні, можуть зумовлюватися впливом сезонного фактора, що характеризується нагромадженням ліпідів у жировому тілі цих комах.

**Ключові слова:** бджоли, бджолосім'ї, наноцитрат Ge, перекисне окиснення ліпідів, білковий профіль гемолімфи

## Дослідження стійкості комплексів полімерних сполук з антисенс-олігонуклеотидами за різних температурних умов

**М. Козак**

mariya\_kozak@yahoo.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Молекулярні процеси, які спричиняють загибель нейронів, охоплюють набуття фізіологічним пріоном PrP<sup>Sc</sup> неправильної конформації, порушення його процесингу та амілоїдогенез. Досі не з'ясовані до кінця всі функції фізіологічного пріона PrP<sup>Sc</sup>, молекулярні механізми його агрегації та явища інфекційності патологічного пріона PrP<sup>Sc</sup>. Отже, існує потреба у створенні зручних тваринних моделей як із надекспресією, так і, навпаки, з низькою експресією PrP<sup>Sc</sup>. Оскільки антисенс-олігодезоксинуклеотиди (асОДН) блокують трансляцію комплементарних мРНК, за їх допомогою можна цільово інгібувати біосинтез білків. Проте асОДН є чутливими до дії нуклеаз і потребують носіїв для захисту від деградації [Kozak M. R., 2013]. Носіями-транспортерами слугують полімерні сполуки, ефективність застосування яких доведена у дослідженнях *in vitro* та *in vivo* [Kushkevych M. V., 2018; Ivanytska L. A., 2011].

Мета роботи — створити комплекси асОДН з новосинтезованими полімерами на основі диметиламіноетилметакрилату та оцінити способи і наслідки довготривалого зберігання їх за різних температур.

Науковці Національного університету «Львівська політехніка» під керівництвом проф. О. С. Заїченка синтезували і передали для досліджень олігомери 1Д, 2Д, 3Д, МП-27, МП-2, МП-3 на основі диметиламіноетилметакрилату (ДМАЕМ). Встановлено, що полікатионні полімерні системи, які характеризуються позитивним зарядом (1Д, 2Д, 3Д, МП-27, МП-2, МП-3), утворюють комплекси з асОДН і тому можуть бути засобами адресної доставки нуклеїнових кислот. За допомогою методів електрофорезу у поліакриламідному гелі і вільній дифузії в гелі агарози досліджено вплив різних температурних умов та способів зберігання/використання на створені комплекси полімерів з асОДН.

Зберігання комплексів катионного полімера з асОДН як за 2–4°C, так і за кімнатної температури виявило здатність цих комплексів додатково зв'язувати асОДН і не залежало від тривалості зберігання (1 рік, 1 місяць, 1 тиждень і 1 доба). Комплекси було заморожено протягом 1 року, 1 місяця, 1 тижня і 1 доби, після чого їх розморожували у кожному варіанті 1, 2, 5, 10 і 30 разів. Встановлено, що досліджувані комплекси полімерів і асОДН є стійкими до багаторазового заморожування/розморожування, і також до довготривалого заморожування.

Висновки: полікатионні полімери на основі ДМАЕМ утворюють стабільні комплекси з асОДН. Отримані комплекси можна зберігати як за 2–4°C, так і за кімнатної температури. Досліджувані комплекси здатні додатково зв'язувати асОДН. Комплекси полімеру і асОДН є стійкими до багаторазового заморожування і розморожування.

**Ключові слова:** антисенс-олігонуклеотиди, полімерні комплекси, температурна стабільність, пріони

## Activity of glutathione regeneration enzymes in the liver of rats with toxic injury after partial hepatectomy

H. Kopylchuk, I. Nykolaichuk, M. Ursatyi

m.ursatyi@chnu.edu.ua

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

Currently, the problem of developing dysfunctional liver impairments under the influence of xenobiotic compounds is gaining particular significance. Critically important in maintaining the functional activity of the liver and restoring homeostatic balance after tissue loss, considering the injury caused by toxic agents, is its unique ability for compensatory regeneration. The property of liver cells to regenerate makes it possible to carry out segmental resections and/or transplantation, which is especially important in the terminal stages of diseases. The regenerative potential depends on the highly coordinated interaction of components of proliferative signaling pathways and can be impaired due to the presence of drug-induced injuries (DILI) [Rodimova, 2023; Córdoba-Jover, 2019]. One of the main causes of DILI today is still the use of acetaminophen-containing drugs (paracetamol, APAP), which can cause both dose-dependent and idiosyncratic hepatotoxicity [Liao, 2023].

It should be noted that the leading role in supporting the liver's regenerative response belongs to the thiol-containing tripeptide glutathione. Glutathione is involved not only in the antioxidant defense of cells and detoxification reactions of xenobiotics, including APAP, but also in ensuring such critical cellular processes as the modulation of cell proliferation and regulation of redox-dependent signaling [Vašková, 2023; Lu, 2020]. Given the above, the aim of the work was to evaluate the redox status of glutathione and the activity of its regeneration enzymes in the cytosolic fraction of liver cells in rats under conditions of acetaminophen-induced injury following partial hepatectomy (PH).

Experimental animals were divided into two groups: control rats, which underwent a partial resection of 2/3 of the liver tissue (C/PH), and rats that underwent partial hepatectomy after acetaminophen-induced injury through prior two-day administration at a dose of 1250 mg/kg body weight (TI/PH). Experiments were performed at 0 (control), 24 (initiation phase), 48 (proliferative phase), 72 (termination phase), and 168 (remote period) hours after PH.

The research results demonstrated that in the cytosolic fraction of the liver in the C/PH group of rats, there was a statistically significant decrease in the content of reduced glutathione (GSH) in the initiation period (24 h) with an increase in its level during active cell proliferation (48 h) compared to the control (0 h). Given the contribution of GSH to the activation of NF- $\kappa$ B, which promotes cell cycle progression, the established increase in GSH levels at 48 h in rats of the C/PH group is probably associated with the proliferative response of hepatocytes and the need for cells to transition into the S phase [Riehle, 2013]. In addition, the identified changes may be the result of a compensatory reaction that develops to the increased need for antioxidant protection after PH. However, in the liver cells of animals from the TI/PH group, we noted an absolutely opposite trend in the changes regarding the components of glutathione redox status. The GSH content decreases throughout the entire regenerative period with minimal values under conditions of active course of synthetic processes. It is known that blocking GSH formation in the liver contributes to the suppression of DNA synthesis by 33% during liver regeneration [Lu, 2020]. Therefore, it is likely that the depletion of the GSH pool upon administration of high doses of APAP [Kopylchuk, 2023] under the conditions of partial hepatectomy can lead to a disruption of the cascade of regenerative events.

Maintenance of intracellular glutathione reserves in the reduced state is realized by its *de novo* synthesis and the regeneration of the oxidized form (GSSG) in the NADPH-dependent glutathione reductase (GR) reaction. It should be noted that in the liver cells of animals from the TI/PH group at 48 and 72 h after PH, we registered a significant increase in GSSG content against the background of a decrease in GR activity compared to 0 h. In our opinion, the obtained data may result from the inhibition of NADPH cofactor supply under the conditions of the simultaneous decrease in glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) activity, which we established in this group of animals.

Therefore, the regeneration of liver tissue in rats with toxic injury after PH is characterized by a redistribution of glutathione redox forms. The decrease in GSH content throughout the entire regeneration period occurs against the background of an increase in GSSG levels in the phases of active proliferation and termination, along with the simultaneous suppression of the functional activity of glutathione regeneration enzymes — GR and G6PD.

**Key words:** glutathione, glutathione reductase, glucose-6-phosphate dehydrogenase, partial hepatectomy, acetaminophen

## Дослідження впливу внутрішньогрунтової ерозії на винос дрібнозему в бурих гірських лісових ґрунтах та розробка системи протиерозійних заходів

Ю. Корінець, П. Хірівський  
kiuia777@gmail.com

Львівський національний університет природокористування, м. Львів, Україна

Зі зростанням впливу людини на природу відбулися досить значні порушення рівноваги природи, що вплинуло на фауну і життя багатьох видів рослин, пов'язаних з лісом. Вирубування лісу й ерозія набули глобальних розмірів.

Насадження на гірських схилах мають велике значення не лише як джерело отримання деревини, а й як важливий водоохоронно-захисний фактор. Вони виконують протиерозійну, водорегуляційну, водоохоронну та ґрунтозахисну функції: запобігають змиву і розмиву ґрунту, утворенню зсувів та обвалів, захищають нижні частини схилів і річки від селевих потоків та повеней, забезпечують стабільність запасів мінеральних джерел тощо.

Для кардинального вирішення проблеми боротьби з ерозією ґрунтів перед лісоводами постають великі завдання — на основі глибокого вивчення природи ерозійних явищ створити системи лісогосподарських заходів, спрямовані на запобігання і боротьбу з пошкодженням ґрунту ерозійними процесами. Ми досліджували вплив внутрішньогрунтової ерозії на винос дрібнозему в бурих гірських лісових ґрунтах.

Встановлено, що бурі гірські лісові ґрунти Карпат під природною рослинністю досить стійкі до ерозійних процесів. Інтенсивний розвиток ерозійних процесів на лісосіках зумовлений впливом механічних сил, причиною яких є вирубування і особливо наземний первинний транспорт лісоматеріалів. Деревина, падаючи і зсуваючись по схилах, ущільнюють дрібнозем і погіршують його водно-динамічні властивості. Всі ці зміни сприяють появі стоку і площинного змиву.

Особливої шкоди завдає механічна ерозія, яка пошкоджує або повністю зносить верхній акумулятивний горизонт ґрунту. Глибші шари ґрунту, які опиняються на поверхні, внаслідок меншої водостійкості макроструктури швидко запливають і втрачають свою водопроникність. Внаслідок цього дрібнозем інтенсивно розмивають стічні води.

Задернування поверхні ґрунту злаками дещо ущільнює ґрунт і сприяє формуванню стоку. Однак суцільна дернина запобігає змиванню дрібнозему.

Досить часто дрібнозем лише частково заповнює порожнечу між камінням. Такі різновиди називаються підвишеними ґрунтами і мають провальну інфільтраційну здатність. На їхній поверхні не спостерігають поверхневого стоку.

За утворення внутрішньогрунтового стоку на непошкоджених малоскелетних бурих лісових різновидах зовсім відсутній винос дрібнозему з горизонтів.

На сильнокам'янистих ґрунтах після вирубування лісу інтенсивно змивалися дрібноземи й найважливіші елементи живлення з верхніх горизонтів ґрунту. Значні втрати спричиняють різке зниження лісорослинних властивостей скелетних ґрунтів, а іноді перетворюють їх у непридатні для лісопоновлення кам'янисті розсипи.

Для запобігання гірській ерозії і боротьби з нею рекомендують такі вимоги до вирубування і технологію лісосічних робіт, які б забезпечували збереження водорегуляційних, ґрунтозахисних та інших властивостей лісу, а також успішне поновлення головними і цінними породами. В різновікових складних букових і змішаних ялиново-ялицево-букових, ялиново-буково-ялицевих, ялиново-ялицевих та ялицево-ялинових деревостанах застосовувати лише довгострокові групово-вибіркові, улоговинні і добровільно-вибіркові вирубування.

Необхідно запровадити як обов'язкову практику для лісозаготівельних організацій найпростіші протиерозійні заходи одразу ж після вирубування. Одночасно з цими заходами проводити додаткові роботи, щоб зберегти підріст і поліпшити його якості.

**Ключові слова:** Карпати, біоценоз, внутрішньогрунтова ерозія, вирубування лісів, протиерозійні заходи

## Accumulation of Chromium in rat liver tissue of Cr(VI) exposed rats under the influence of ethylthiosulfanylate alone and in combination with vitamin E

B. I. Kotyk<sup>1</sup>, R. Ya. Iskra<sup>2</sup>, L. I. Ponkalo<sup>1</sup>, O. Z. Svarchevska<sup>3</sup>

bohdan.kotuk@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine

Hexavalent Chromium (Cr(VI)) compounds are widely used in key industrial sectors and cause ecosystem pollution as a result of violations of production standards and industrial waste disposal processes. Organisms living in the contaminated areas are at high risk of poisoning by Cr(VI) compounds through the respiratory tract, skin, mucous membranes and gastrointestinal tract. Organizations such as the International Agency for Research on Cancer (IARC) and the US Environmental Protection Agency (EPA) define Cr(VI) as a global ecosystem contaminant and a Group 1 carcinogen [Chen Q. Y. et al., 2019; DesMarias T. L. et al., 2019]. Cr(VI) accumulates in the cells of living organisms and induces oxidative stress, which leads to activation of cytotoxicity, cellular mutagenesis, carcinogenesis and apoptosis [DesMarias T. L. et al., 2019]. Compounds with antioxidant properties and vitamins are effective protectors against Cr(VI)-induced toxicity and can reduce the level of Cr(VI) accumulation in body tissues [Parveen K. et al., 2009; Mehany H. A. et al., 2013; Abu Zeid E. H. et al., 2018]. Ethylthiosulfanylate (ETS) is a synthetic sulfur-organic biologically active compound that belongs to the class of thiosulfonate compounds and is characterized by positive antioxidant properties [Liubas N. M. et al., 2022]. Vitamin E is a natural non-enzymatic antioxidant that effectively counteracts oxidative stress and is often used in combination with other antioxidants to counteract Cr(VI)-induced oxidative stress [Balakrishnan R. et al. 2013; Hassan M. et al., 2019].

Therefore, the aim of our study was to investigate the accumulation of Chromium in rat liver tissue of rats after preliminary 2-weeks exposure to vitamin E and ETS and subsequent 2-weeks intoxication with K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (Cr(VI)).

The study was conducted in the Laboratory of biochemistry adaptation and ontogenesis of animals of the Institute of Animal Biology NAAS on male *Wistar* laboratory rats weighing 135±5 g. The animals were divided into 4 groups of 5 rats each. Group 1 (control group) received intraperitoneal injection of 150 µl of physiological saline once daily for 2 weeks; group 2 was injected intraperitoneally with K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> dissolved in physiological saline solution (2.5 mg Cr(VI)/kg body weight) once daily for 2 weeks; group 3 was administered intragastrally with 1000 µl of oil solution of ETS at a dose of 100 mg ETS/kg body weight once daily for 2 weeks and then injected intraperitoneally with K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> solution (2.5 mg Cr(VI)/kg body weight) once daily for 2 weeks; group 4 was administered intragastrally with 1000 µl of oil solution of ETS (100 mg ETS/kg body weight) and vitamin E (20 mg ETS/kg body weight) once daily for 2 weeks and then injected intraperitoneally with K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> solution (2.5 mg Cr(VI)/kg body weight) once daily for 2 weeks. The rat liver was used as the study material. In liver tissue homogenates, the total Chromium content (mg/kg tissue) was determined by using the method of atomic adsorption with electrothermal atomization. Mathematical and statistical (ANOVA) calculations were performed using *Microsoft Excel* software packages.

As a result of the studies, a statistically significant increase in the content of total Chromium in the liver tissue of laboratory rats of 2, 3 and 4 experimental groups was found. The increase in the content of total Chromium in the liver tissue of animals of group 3 and group 4 was 26 and 38% lower compared to group 1.

Exposure to Cr(VI) for 2 weeks led to a significant accumulation of Chromium in the liver tissue of animals of all experimental groups. The preliminary effect of ETS alone or in combination with vitamin E at the studied doses did not prevent the corresponding accumulation, but contributed to a percentage decrease in Chromium accumulation in the rat liver.

**Key words:** hexavalent Chromium (Cr(VI)), rats, liver

## Асоціація між тривалістю поросності свиноматок та ознаками їх гнізда при народженні: метааналіз\*

О. Крамаренко, С. Крамаренко

kssnail1990@gmail.com

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Тривалість поросності — це важлива комплексна полігенна ознака свиноматки, що значною мірою формує її продуктивні якості та впливає на формування плоду протягом ембріонального періоду [Liu et al., 2022]. Вона визначається за тривалістю періоду від останнього плідного запліднення свиноматки до її опоросу. У більшості випадків поросність свиноматки триває три місяці, три тижні та три дні, тобто 114–115 днів. Вона залежить від цілої низки факторів — таких, як порода свиноматки та кнур-плідника, номер опоросу, рік та/або сезон опоросу тощо [Yang et al., 2023]. Протягом останніх днів поросності остаточно формуються органи і зростає жива маса плоду, тому подовження терміну поросності може забезпечувати кращий розвиток та більшу життєздатність порослят після народження [See et al., 2019; Shi et al., 2023]. Головною метою цього дослідження став аналіз зв'язку між тривалістю поросності свиноматок та ознаками їх гнізда під час народження (із використанням алгоритму метааналізу).

Пошук літературних джерел проводили у бібліографічних базах даних *PubMed* та *Google Scholar* за ключовими словами «pig», «swine», «sow», «reproductive traits», «gestation length» та їхніми сполученнями за останні чотири роки (2019–2023 рр.). Всього було проаналізовано 101 публікацію, яка відповідала цим критеріям. Далі на підставі отриманих значень коефіцієнту фенотипової кореляції ми провели метааналіз із використанням програми *Meta-Mar v. 3.5.1* (<https://www.meta-mar.com>). Результати метааналізу становлять «генеральну» оцінку коефіцієнту фенотипової кореляції і 95% довірчий інтервал [Borenstein et al., 2021].

Внаслідок того, що для всіх ознак гнізда під час народження оцінки індексу гетерогенності вихідних даних були дуже високими (97,0–100,0%), ми використали модель метааналізу із випадковими факторами.

Для коефіцієнту кореляції між тривалістю поросності та загальною кількістю порослят у гнізді і кількістю живих порослят у гнізді під час народження «генеральні» оцінки склали  $-0,12$  та  $-0,11$  відповідно. В обох випадках 95% довірчий інтервал для «генеральних» оцінок не містив нуль, що свідчить про наявність вірогідного (від'ємного) зв'язку між цими двома ознаками та тривалістю поросності.

Що стосується кількості мертвнонароджених порослят у гнізді, то в цьому випадку «генеральна» оцінка була дуже низькою ( $-0,02$ ) і потрапляла у 95% довірчий інтервал (від  $-0,06$  до  $+0,01$ ); отже, не можна вважати доведеним вірогідний зв'язок між тривалістю поросності та цією ознакою.

В аналізі кореляції між тривалістю поросності та загальною масою гнізда під час народження «генеральна» оцінка коефіцієнту фенотипової кореляції становила  $-0,12$  із 95% довірчим інтервалом від  $-0,18$  до  $-0,06$ . Оскільки нуль не потрапив в 95% довірчий інтервал, це свідчить про наявність вірогідного (від'ємного) зв'язку між тривалістю поросності та загальною масою гнізда під час народження.

Нарешті, для кореляції між тривалістю поросності та середньою масою живого новонародженого поросляти «генеральна» оцінка коефіцієнту фенотипової кореляції складала  $+0,06$  із 95% довірчим інтервалом від  $+0,01$  до  $+0,11$ . Як і в попередньому випадку, це свідчить про наявність вірогідного (додатного) зв'язку і між цими ознаками.

Результати метааналізу свідчать, що отримані «генеральні» оцінки коефіцієнту фенотипової кореляції між тривалістю поросності, з одного боку, та загальною кількістю порослят у гнізді, кількістю живих порослят у гнізді і загальною масою гнізда при народженні, з іншого, були вірогідні та від'ємні ( $-0,12 \dots -0,11$ ). Отримана оцінка між тривалістю поросності та середньою масою живого новонародженого поросляти була вірогідна та додатна ( $+0,06$ ). Ми не довели вірогідного зв'язку між тривалістю поросності та кількістю мертвнонароджених порослят у гнізді. Перспективами подальших досліджень може бути аналіз впливу тривалості поросності свиноматок на ріст та виживаність порослят-сисунів до відлучення.

**Ключові слова:** тривалість поросності, відтворювальні якості, свиноматки, метааналіз

\*Робота виконана в рамках НДР Миколаївського національного аграрного університету «Розробка методів прогнозування біологічних та продуктивних характеристик сільськогосподарських тварин на підставі ДНК-маркерів, багатовимірних та інформаційно-статистичних методів» (номер державної реєстрації 0123U101191).



## Видовий склад земноводних на території м. Дубляни (Львівська ОТГ)

К. Кремпа<sup>1,2</sup>

krempakatia@gmail.com

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Земноводні мають велике значення у формуванні біорізноманіття як одного із функціональних складових екосистем. Вони живляться комахами-шкідниками, зберігаючи при цьому урожай, і самі є важливою трофічною ланкою для харчування різних видів тварин. Проте наукового матеріалу про земноводних є менше, аніж про інших представників фауни. Нестача інформації про них утруднює процеси організації їх охорони та збереження, особливо за умов антропогенного впливу.

Ці тварини живуть у двох середовищах: наземному і водному. Забруднення навколишнього середовища, фрагментація біотопів, загибель земноводних на дорогах під час міграційних шляхів, поширення інвазійних видів, які можуть поїдати дорослих особин і їхні личинки, зростання кількості небезпечних інфекцій, збудниками яких є патогенні гриби, зміна клімату і втрата придатних місць для розмноження призводить до зникнення багатьох видів земноводних [Бухало, 2009; Некрасова, Титар, 2012; Решетило, Микітчак, 2008; Федонюк, 2013].

На території України на сьогодні зареєстровано 20 видів земноводних, усі вони охороняються згідно з II і III додатками Бернської конвенції як «види, що потребують особливої охорони» і «види, які потребують охорони», та згідно з Червоним списком МСОП. П'ять видів хвостатих земноводних і три види безхвостих земноводних занесено до Червоної Книги України [Писанець, 2007].

Амфібії є дуже чутливими до середовища існування. Багато видів амфібій адаптувалися до умов існування поруч з людиною у містах, вибираючи водойми на території паркових зон.

Обліки земноводних і плазунів здійснювали протягом 2018–2024 рр. на території м. Дубляни. Земноводних досліджували у місцях їх масового скупчення під час нересту, для визначення виду особин відловлювали сачком або руками. Вивчення видового складу амфібій і їхньої чисельності проводили за допомогою маршрутних обліків під час шлюбного періоду. Здійснювали обхід берегових ліній водойм та обліковували кладки і чисельність земноводних [Лада, 1999; Романов, 2005].

На території м. Дубляни за весь період обліків земноводних було зареєстровано 3 види з 20 видів земноводних, які трапляються на території України, а саме: *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), *Bombina bombina* (Linnaeus, 1758), *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771).

**Ключові слова:** охорона видів, земноводні, Дубляни, *Bufo bufo*, *Bombina bombina*, *Pelophylax ridibundus*

## Динаміка живої маси імпортованих кізочок альпійської породи французької селекції в умовах Прикарпаття

М. Кузів, Є. Федорович, Н. Кузів, В. Тодорюк

kuzivmarkiyam@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В Україні галузь козівництва не нова, однак широкого розвитку вона не отримала. Проте інтерес до козівництва останніми роками зростає, імпортується племінне поголів'я кіз, створюються нові племінні господарства та пропагується здорове харчування на основі козиного молока [Попова В. О. та ін., 2019]. За даними різних авторів, у світі нараховується близько 1200 порід кіз [Федорович Є. І. та ін., 2022]. В нашій країні розводять переважно кіз молочного напрямку продуктивності. Серед молочних порід кіз найпоширеніші зааненська, альпійська, тогенбурзька і англо-нубійська. Відомо, що генетично запрограмовану продуктивність може бути реалізовано лише за сприятливих умов вирощування тварин. Тому проблема вирощування племінного молодняку і надалі залишається актуальною. Воно повинне ґрунтуватись на біологічних закономірностях вікового росту й розвитку та сприяти повному прояву генетичного потенціалу продуктивності тварин. Враховуючи різноманітність природно-кліматичних зон України та імпорт здебільшого племінного молодняку, актуальним вбачається дослідження вагового росту тварин в нових умовах розведення.

Мета роботи — дослідити ваговий ріст імпортованих кізочок альпійської породи французької селекції в умовах Прикарпаття.

Дослідження проведені у фермерському господарстві «Добра корівка» Львівської обл. на імпортованих кізочках альпійської породи французької селекції. У господарство із Франції (район Ліона, місто Юринї, ферма «Scea de la baratte») завезли кізочок 4-місячного віку. Живу масу тварин досліджували ретроспективним аналізом даних зоотехнічного обліку. Абсолютні та середньодобові прирости живої маси визначали за загальноприйнятими методами, відносну швидкість росту живої маси обчислювали за формулою С. Броді, напругу росту — за коефіцієнтами приросту, кратність збільшення живої маси вираховували, поділивши живу масу в 3-, 6-, 9- та 12-місячному віці на живу масу новонароджених кізочок. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення *Microsoft Excel*.

Встановлено, що імпортовані кізочки альпійської породи французької селекції характеризувалися високими показниками живої маси у всі вікові періоди. Жива маса новонароджених тварин становила 3,9 кг і відповідала вимогам класу «еліта» інструкції з бонітування кіз молочних порід (2018 р.). У 3-; 6- та 9-місячному віці цей показник, відповідно, становив 16,9; 24,5 та 33,1 кг і перевищував вимоги класу «еліта». У річному віці жива маса кізочок становила 37,4 кг і перевищувала вимоги I класу. Коефіцієнт мінливості живої маси, залежно від вікового періоду, коливався від 4,0 до 10,0%.

Кратність збільшення живої маси кізочок від народження до 3-місячного віку становила 4,3, до 6-місячного — 6,2, до 9-місячного — 8,6 і до 12-місячного віку — 9,5 рази.

Середньодобові прирости живої маси кізочок були найвищими від народження до 3-місячного віку і становили 143,0 г. Від 3- до 6-місячного віку цей показник знизився на 60,3 г ( $P < 0,001$ ). Від 6- до 9-місячного віку, порівняно з віковим періодом 3–6 місяців, середньодобові прирости зросли на 12,7 г ( $P < 0,001$ ). У віковий період 9–12 місяців, порівняно із періодом 6–9 місяців, середньодобові прирости були нижчими на 41,8 г ( $P < 0,001$ ). Такі зміни середньодобових приростів у вікові періоди 3–6 і 6–9 місяців можна пояснити процесом адаптації кізочок до нових умов, оскільки вони потрапили у господарство в 4-місячному віці.

За весь період досліджень від народження до 12 місяців середньодобовий приріст в імпортованих тварин становив 110,1 г, а абсолютний — 33,5 кг.

Найбільшими напруга та відносна швидкість росту живої маси були від народження до 3-місячного віку тварин і з кожним подальшим віковим періодом ці показники знижувалися.

Одержані дані свідчать, що імпортовані кізочки альпійської породи французької селекції в умовах Прикарпаття у 12-місячному віці досягали живої маси 37,4 кг. Найвищими абсолютні та середньодобові прирости, відносна швидкість та напруга росту живої маси кізочок були у віковий період від народження до трьох місяців.

**Ключові слова:** розведення, кози, жива маса, середньодобовий приріст

## Розробка технології лужної екстракції $\beta$ -глюканів з клітинних стінок дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* для використання у кормах

О. Курило<sup>1</sup>, Н. Булботка<sup>2</sup>, Т. Булботка<sup>2</sup>, З. Губрій<sup>1</sup>, В. Лубенець<sup>1</sup>

oleksii.kurylo.mnbtm.2023@lpnu.ua

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ПрАТ «Компанія Ензим», м. Львів, Україна

Актуальність проблеми виробництва  $\beta$ -глюканів зумовлена їхніми імуномодулюючими, протипухлинними та антиоксидантними властивостями, що мають важливе значення для медицини, харчової промисловості та ветеринарії.  $\beta$ -глюкани є природними біологічно активними сполуками, які можна приймати перорально як харчову добавку або як частину щоденного раціону, і які вважають безпечними для використання. У тваринництві  $\beta$ -глюкани використовуються як добавки для підвищення імунітету, покращення здоров'я шлунково-кишкового тракту та підвищення стійкості до інфекцій. Медичне значення та ефективність  $\beta$ -глюканів підтверджено *in vitro*, а також за допомогою клінічних досліджень на тваринах і людях. Потреба в дієтичних добавках і функціональних продуктах, які містять  $\beta$ -глюкани, в Україні задовольняється лише за рахунок їх імпорту. Розробки власних підприємств дозволять випустити на український промисловий ринок доступні та якісні препарати, а також зміцнити економіку нашої держави, вивівши розвиток біотехнологічної галузі на новий рівень.

Метою дослідження є розробка технології виробництва  $\beta$ -глюканів з клітинних стінок дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, що дозволить отримати високоякісний продукт з важливими функціональними властивостями, зі значним потенціалом до застосування у фармацевтичній, харчовій промисловості та сільському господарстві.

Через жорсткість і велику товщину стінки дріжджова клітина *S. cerevisiae* є стійкою до літичної дії і деякі окремі процеси не дуже ефективні для її розриву. Для виділення та очищення  $\beta$ -глюканів з дріжджів використовують різні методи, які б не порушили їхню тривимірну структуру, а якщо це відбувається, то відновлення випадкових переходів полімерного ланцюга можна досягти сушінням за 55–60°C. Лужна та лужно-кислотна екстракція є одним з найпоширеніших методів екстракції  $\beta$ -глюканів. Основним методом виділення  $\beta$ -глюканів є лужна екстракція, яка передбачає обробку клітинних стінок дріжджів концентрованим розчином NaOH за високої температури (90°C) протягом двох годин. Цей метод дозволяє ефективно руйнувати компоненти клітинної стінки, видаляючи білки, ліпіди та інші небажані сполуки і зберігаючи структурну цілісність  $\beta$ -глюканів. Далі одержаний осад, який містить  $\beta$ -глюкани, промивають, центрифугують і сушать до отримання чистого продукту. Сушіння проводять до досягнення рівня залишкової вологості не більше 3%, що необхідно для збереження якості  $\beta$ -глюканів та запобігання мікробній контамінації під час зберігання.

Статистична обробка охоплювала аналіз ефективності процесу та оцінку якості кінцевого продукту. Виконано детальний аналіз ефективності процесу на основі матеріального балансу та розрахунків конверсії. Дані оброблялися з використанням програмного забезпечення для статистичного аналізу, щоб визначити оптимальні параметри кожного етапу виробництва. Зокрема, аналізували показники виходу продукту, конверсії сировини, а також оцінювали варіації виходу продукту за різних умов процесу. Обчислено матеріальний баланс процесу, за яким із 23,750 кг живильного середовища вдалося отримати 7,576 кг  $\beta$ -глюканів. Оптимальної конверсії досягли на рівні 99,95%. Лужна екстракція забезпечила високу якість продукту з мінімальною кількістю домішок, що підтвердили фізико-хімічні показники кінцевого продукту: чистота  $\beta$ -глюканів сягала понад 90%. Економічні розрахунки підтвердили доцільність використання методу на промисловому рівні. Отриманий продукт є біологічно активним і має високий рівень розчинності, що робить його ідеальним для використання як харчової добавки та як компонента кормів для тварин.

Розроблена технологія лужної екстракції  $\beta$ -глюканів є економічно вигідною та ефективною для промислового виробництва. Штам дріжджів і метод, використаний для виділення та очищення дріжджового  $\beta$ -глюкану, є важливими факторами, які впливають на кінцеву структуру дріжджового  $\beta$ -глюкану, залежно від чого ці речовини можна використовувати в медицині, харчовій промисловості, сільському господарстві. Попри те, що метод лужної екстракції сильно руйнує полімерні ланцюги  $\beta$ -глюканів і призводить до нижчого виходу екстракту, його надійність переважає недоліки, тому цей метод є поширеним підходом для отримання частинок  $\beta$ -глюканів. Отриманий продукт відповідає високим стандартам якості, що підтверджує його доцільність для використання в харчовій промисловості та тваринництві. Застосування  $\beta$ -глюканів як кормової добавки сприяє покращенню здоров'я тварин, підвищенню імунітету та загальної продуктивності, що може значно зменшити залежність від антибіотиків. Впровадження власного виробництва  $\beta$ -глюканів в Україні забезпечить доступність якісних добавок на внутрішньому ринку та сприятиме розвитку біотехнологічної галузі.

**Ключові слова:** корми,  $\beta$ -глюкани, *Saccharomyces cerevisiae*, лужна екстракція

## Державний контроль і нагляд у системі специфічної профілактики маститів у корів за допомогою автогенних вакцин

Б. М. Куртяк<sup>1</sup>, О. І. Віщур<sup>1,2</sup>, М. С. Романович<sup>1</sup>, О. П. Руденко<sup>1</sup>

kurtakbohdan@gmail.com

<sup>1</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Мастити корів — одна з глобальних проблем молочного скотарства, яка завдає значних економічних збитків. За даними вітчизняних авторів, захворювання корів на мастит охоплює від 10 до 70% стада, а 8–16% корів хворіють двічі й більше впродовж лактації. На сьогодні розроблені і впроваджуються у виробництво методи ранньої діагностики, профілактики й лікування цього захворювання із застосуванням різних антимікробних препаратів і фізіотерапевтичних засобів, проте їхня ефективність і наслідки не завжди задовільні. Водночас актуальні вимоги у світлі подолання негативних наслідків антибіотикорезистентності мікроорганізмів, яка є глобальною медико-біологічною проблемою, передбачають серйозні обмеження у застосуванні на молочно-товарних фермах низки антибактеріальних препаратів, що ускладнює профілактику та лікування маститів.

Застосування автогенних вакцин як специфічного засобу профілактики маститів у корів можна вважати інноваційним підходом до ефективного вирішення проблеми профілактики маститів у молочному скотарстві.

Мета досліджень полягала у з'ясуванні впливу експериментально-дослідного серії (ЕДС) автогенної вакцини для профілактики маститів у корів.

Дослідження проводили на двох групах корів чорно-рябої молочної породи в одному із молочно-товарних господарств Львівської обл. Вакцину вводили коровам дослідної групи внутрішньом'язово в ділянці крупа, дворазово: перше введення — 2,0 см<sup>3</sup>, друге — 3,0 см<sup>3</sup> з перервою 10–14 діб між введеннями. Коровам контрольної групи у відповідні періоди аналогічно вводили фізіологічний розчин дозою 2,0 см<sup>3</sup>.

Кров для дослідження від щеплених корів брали на 21-у добу після другого введення вакцини, через місяць і через 2 місяці після отелення.

Проведені дослідження показали, що введення ЕДС автогенної вакцини позитивно впливало на рівень аглютининів у сироватці крові щеплених корів та активність природних факторів захисту. До антигенів *Escherichia coli* рівень аглютининів сягав 1:1024±307, до антигенів *Staphylococcus aureus* — 1:576±102, а до антигенів *Streptococcus pneumoniae* і *Str. dysagalactiae* — 1:144±26 та 1:72±13 відповідно. Аналіз динаміки титрів аглютининів у сироватці крові вакцинованих корів показав її сталу тенденцію до різкого зниження щодо всіх імуногенів. Титри антитіл до антигенів *E. coli* на другий місяць знизилися у 4,6 раза, до антигенів *S. aureus* — у 3,5, *S. intermedius* — у 2,3, *Str. pneumoniae* — у 4,7 і *Str. dysagalactiae* — у 4 рази. Це свідчить про те, що, незважаючи на відносно високий титр поствакцинальних аглютининів, їхній рівень через 50–60 діб суттєво знижується і для підтримання його на високому рівні необхідно провести додаткове (третє) введення вакцини.

Дворазове введення ЕДС вакцини мало стимулювальний вплив на активність природних механізмів захисту. Про це свідчать вірогідна вищі фагоцитарна активність, фагоцитарний індекс нейтрофілів крові, бактерицидна та лізоцимна активність сироватки крові корів дослідної групи порівняно з контрольною. Показники бактерицидної і лізоцимної активності сироватки були найвищими на 21-у добу після другого введення вакцини і становили 79±8,6% і 26,6±0,9% відповідно.

Аналіз зоотехнічно-господарських показників упродовж року застосування вакцини вказує на їхню позитивну динаміку, зокрема на зниження у 5,5 раза захворюваності корів на мастити і в 6 разів на ендометрити, а також зменшення у 8 разів захворюваності новонароджених телят.

**Ключові слова:** корови, автогенні вакцини, мастит, отелення, профілактичні заходи

## Рівень стійкості до антибіотиків ізолятів *Escherichia coli*, виділених зі зразків кормів для тварин і птиці

Н. Курята<sup>1</sup>, Ю. Салига<sup>1</sup>, О. Чечет<sup>2</sup>, О. Горбатюк<sup>3</sup>, О. Піщанський<sup>3</sup>, Л. Баланчук<sup>3</sup>  
sviryaga@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ГО «Інститут єдиного здоров'я», м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

Досягнення благополуччя тварин і птиці, високої продуктивності, забезпечення резистентності їхнього організму до бактеріальних захворювань, високої збереженості поголів'я та отримання якісної і безпечної продукції тваринного походження неможливе без створення міцної кормової бази, яка передбачає систему і структуру виробництва високоякісних, безпечних і біологічно повноцінних кормів на принципах концепції «Єдине здоров'я» і згідно з національною стратегією та планом дій з боротьби зі стійкістю до антибіотиків [Simiachko, 2020; Avercheva, 2021]. Наявна в Україні система моніторингу кормів для тварин не охоплює усіх ризиків з боку їхнього виробництва, виявлення критичних точок, розробки системи прогнозування щодо можливого забруднення того чи іншого компонента сировини для виробництва кормів. Зокрема, це стосується і їх забруднення умовно- та патогенними мікроорганізмами родини *Enterobacteriaceae*, що є причиною виникнення інфекційних захворювань серед тварин, птиці, людей і має епідеміологічне значення [Feshchenko et al., 2010; Levkivskiy et al., 2011].

Дослідження проводили на базах науково-дослідного бактеріологічного відділу (НДБВ) Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ, м. Київ) та Інституту біології тварин (ІБТ, м. Львів). В дослідженнях з визначення стійкості до антибіотиків фенотиповим диско-дифузійним методом (ДДМ) застосовано диски з препаратами згідно з рекомендаціями EUCAST останньої версії *Version 14.0, 2024*. Диски з антибіотиками попередньо пройшли контроль якості з тестовою культурою *Escherichia coli* ATCC 25922 та відповідали всім вимогам щодо діаметрів зон інгібування росту.

Результати досліджень з вивчення впливу антибіотиків різних груп на дослідні штами *E. coli* показав достатньо високий рівень резистентності останніх. Аналіз результатів випробувань дослідних штамів *E. coli* підтверджував їхню стійкість до антибіотиків групи карбапенемів — іміпенему, ертапенему у 9,5% штамів серед досліджених; до групи монобактамів — азтреонаму у 4,8%; до антибіотиків групи різних агентів — фосфоміцину і триметоприму у 23,8% штамів; до групи цефалоспоринів — цефтазидиму у 9,5%, цефокситину у 38,1%; до групи пеніцилінів — ампіциліну у 9,5%; до групи тетрациклінів — тігецикліну у 4,8%; до групи фторхінолонів — моксіцикліну у 4,8%, офлоксацину у 9,5%, левофлоксацину у 14,3%, норфлоксацину у 28,6%; до групи аміноглікозидів — амікацину і гентаміцину у 4,8%; до групи пеніцилінів/інгібіторів — амоксициліну/клавуланової кислоти у 71,4% серед дослідних штамів *E. coli*. Встановлено поліантибіотикорезистентність, тобто одночасну стійкість до чотирьох і більше антибіотиків різних груп, у 23,8% дослідних штамів ешерихій.

Цефалоспоринони — група антибіотиків, частину із яких відносять до індикаторних, призначених для виявлення ймовірної продукції набутих ферментів резистентності в ентеробактерій. За аналізом результатів досліджень, антибіотик цефепім (30 мкг) виявився найбільш бактерицидно ефективним, оскільки всі дослідні штами ешерихій проявляли чутливість до препарату. До індикаторного антибіотика цефтазидиму (10 мкг) виявлено високу стійкість у двох дослідних *E. coli* — 9,5% серед досліджених. За аналізом результатів досліджень стійкість до індикаторного антибіотика цефокситину (30 мкг) виявлено у восьми штамів *E. coli* — 38,1% серед досліджених. Такі дослідні штами ешерихій надалі повинні підлягати обов'язковому скринінгу на підтвердження продукції набутих ферментів.

Одержані дані свідчать, що стійкість дослідних штамів *E. coli*, виділених зі зразків кормів для тварин і птиці, до індикаторних антибіотиків цефтазидиму, цефокситину досить висока і вказує на ймовірні ризики зараження тварин і птиці штамами *Escherichia coli* з набутою резистентністю через корми та зараження людини через сировину і продукцію тваринного походження. Такі ризики є надто значними, критичними і потребують інших підходів щодо мікробіологічних досліджень кормів з виявлення патогенних бактерій, дослідження їхньої стійкості до антибіотиків, виявлення штамів, які продукують ферменти резистентності, та проведення аналізу одержаних результатів досліджень для розробки способів запобігання їхньому розповсюдженню.

**Ключові слова:** антибіотикорезистентність, *Escherichia coli*, карбапенеми, концепція «Єдине здоров'я»

## Зміни рівня лактату та активності гліколітичного ензиму сироватки крові лабораторних щурів за умов споживання енергетичного напою

Н. Литвинюк, А. Ерстенюк

natalitvinyuk.ifnmu@gmail.com

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

На сьогодні енергетичні напої набувають широкого застосування серед молоді, особливо для зменшення напруги під час інтенсивних фізичних чи емоційних навантажень. Це кофеїновмісні безалкогольні напої зі стимулювальним ефектом. З літературних джерел відомо, що надмірне їх споживання має негативні наслідки для здоров'я людини: спричиняє блювоту, прискорене серцебиття, підвищення артеріального тиску, судоми, психози, мігрені тощо. Такі порушення зазвичай супроводжуються зміною активності окремих ферментів крові. Визначення активності ензимів сироватки крові є діагностичним критерієм для встановлення локалізації патологічного процесу, характеру змін чи інтенсивності порушення. Важливим показником метаболічної активності клітин є визначення концентрації лактату та активності лактатдегідрогенази (ЛДГ) — цитозольного гліколітичного ензиму. Він має різні ізоферментні форми і широко застосовується у медичній практиці для діагностики захворювань різних органів, каталізує як реакцію перетворення пірувату в лактат (анаеробний гліколіз), так і зворотну реакцію (окисні процеси у мітохондріях). Також відомо про безпосередній вплив компонентів енергонапою на активність ЛДГ: кофеїн впливає на підвищення активності ензиму, а таурин, навпаки, — на зниження, особливо в м'язових волокнах. Відомо, що глюкоза як складник енергонапою також призводить до зниження активності ЛДГ. Подібна дія характерна для інозину, ще одного компонента енергонапою. В науковій літературі немає інформації про комплексну дію цих речовин на активність лактатдегідрогенази. Тому метою дослідження було визначити зміни активності ЛДГ сироватки крові щурів за умов споживання енергонапою.

Вплив енергетичних напоїв вивчали на статевозрілих щурах-самцях масою 180–200 г. Тварин утримували на стандартному раціоні віварію за відповідних умов освітлення, температурного режиму та вологості. Тварини усіх груп отримували воду. Експериментальних тварин поділили на п'ять груп: 1-а група — інтактні тварини, які отримували питну воду; 2–4-а група — тварини, які отримували енергонапій впродовж місяця: в 2-ій групі забір матеріалу здійснювали на перший день після завершення споживання енергонапою, в 3-ій — на 10-й день, у 4-ій — на 20-й день, і в 5-ій групі — на 30-й день після завершення споживання напою. Досліди на тваринах проводили з дотриманням вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин (Страсбург, 1986). Активність лактатдегідрогенази визначали спектрофотометричним методом. Концентрацію лактату визначали за реакцією з параоксидифенілом. Статистичну обробку результатів проводили з використанням програми *Statistica 8*, враховуючи *t*-критерій Стьюдента. За критичний рівень вірогідності під час перевірки статистичних гіпотез вважали  $P < 0,05$ .

У результаті проведених досліджень встановлено зниження активності лактатдегідрогенази у сироватці крові щурів в 1,3 раза ( $P < 0,05$ ) порівняно з контрольною групою на першу добу після 30-денного споживання енергетика. На 10-, 20-, 30-у доби, після відміни енергонапою спостерігали підвищення активності ензиму, порівняно з контролем, в 1,17 раза ( $P < 0,05$ ), 1,14 раза ( $P < 0,05$ ) та 1,1 раза ( $P < 0,05$ ) відповідно. Водночас підвищену концентрацію лактату, порівняно з інтактними тваринами, спостерігали на 1-у добу — в 1,2 раза ( $P < 0,05$ ) з тенденцією до нормалізації в наступні періоди дослідження.

Отримані результати вказують на зміну активності лактатдегідрогенази та підвищення концентрації лактату, що може мати негативні наслідки для енергетичного метаболізму клітин і призводити до клітинної дисфункції.

**Ключові слова:** енергетичний напій, щури, лактатдегідрогеназа, кофеїн, таурин, інозин, глюкоза, комплексна дія

## Вживаність свіжоотриманої сперми баранів у розріджувачах за додавання глюкози

I. Лобачова

LIV-post@ukr.net

Інститут тваринництва степових районів ім. М.Ф. Іванова «Асканія-Нова» —  
Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства,  
с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Технологія глибокого заморожування сперми баранів потребує вдосконалення, оскільки складна будова шийки матки вівцематок гальмує просування послаблених деконсервованих спермій. Сьогодні ці труднощі долаються завдяки техніці лапароскопічного осіменіння, що обмежує застосування широкомасштабної селекції. Одним з можливих напрямків поліпшення технології заморожування є вдосконалення складу криозахисних середовищ. Речовинами, які часто додають у розчини для маніпуляцій зі спермою, є глюкоза [Salamon S., Maxwell W., 2000] та Трис (*Biocell, AndroMed*). Відомо, що останній поліпшує буферну ємність середовища, а ось дія глюкози на сперму визначена недостатньо. Метою цього дослідження було вивчити вплив та доцільність доповнення глюкозою та Трисом розчинів для розріджування сперми баранів перед її заморожуванням.

Використано свіжоотриману сперму баранів асканійської тонкорунної породи. Еякулят від кожного барана ділили на дві частини, одну з яких розріджували глюкозою, а другу — Трисом у співвідношенні 1:2. Отримані суміші у скляних закритих флаконах розміщували у термостаті за  $t$  37°C). Вплив речовини визначали, порівнюючи показники виживаності та динаміки рухливості спермій баранів після одноетапного розріджування різними розчинами та подальшого витримування суміші за фізіологічної температури. Рухливість (активність) спермій оцінювали за 10-бальною шкалою через кожну годину до повного зникнення ознак руху. Основою усіх розріджувачем був розчин, який містив сахарозу (0,1 г/мл), сечовину (0,008 г/мл), гліцерин (6%), жовток (20% за об'ємом). Глюкозу додавали у кількості 0,005 г/мл, Трис — 0,002 г/мл. Проведено два досліді. В першому ( $n=11$ ) рухливість та виживаність сперми у контрольному (без добавок) розчині порівнювали з аналогічними показниками у розріджувачі, до якого додавали глюкозу та Трис разом. У другому досліді ( $n=7$ ) порівнювали рухливість та виживаність клітин у розчині, який містив тільки Трис, з показниками в розріджувачі, що містив лише глюкозу. У досліді використали сперму від одних і тих самих баранів, час між дослідідами становив один тиждень.

У першому досліді початкова рухливість сперми становила  $7,9 \pm 0,2$  бала. За витримування у контрольному розчині виживаність сперми дорівнювала  $7,6 \pm 0,7$  год. проти  $2,4 \pm 0,3$  у розріджувачі з глюкозою і Трисом ( $P < 0,001$ ), абсолютна виживаність —  $36,4 \pm 3,9$  Абс.Од. проти  $11,6 \pm 0,9$  ( $P < 0,001$ ). Рухливість сперми у контрольному розчині повільно і майже лінійно зменшувалась до нуля протягом 9 годин. У розріджувачі з глюкозою і Трисом показник рухливості спадав до  $1,6 \pm 0,7$  бала вже через 2 години витримування, до  $0,2 \pm 0,1$  після 3 годин і далі дорівнював нулю.

У другому досліді початкова рухливість сперми становила  $7,6 \pm 0,2$  бала. За витримування у розчині з Трисом виживаність дорівнювала  $9,7 \pm 0,8$  год. проти  $2,1 \pm 0,3$  у розріджувачі з глюкозою ( $P < 0,001$ ), абсолютна виживаність —  $48,2 \pm 3,8$  абс.од. проти  $10,3 \pm 0,7$  ( $P < 0,001$ ). Рухливість сперми у розріджувачі з Трисом після першої години зменшувалася до  $5,5 \pm 0,5$  бала, але потім загальмовувала падіння і через 9 годин становила  $2,3 \pm 0,9$  бала. Певна частка спермій в розчині з Трисом зберігала рух понад 11 годин. У розріджувачі з глюкозою рухливість сперми спадала до  $0,9 \pm 0,5$  бала вже через 2 години витримування, до  $0,2 \pm 0,2$  бала після трьох годин і далі дорівнювала нулю.

Порівняння результатів першого і другого досліді свідчить про позитивний вплив Трису на спермії. Ймовірним поясненням такої дії може бути здатність речовини підтримувати рН середовища. У досліді виявлено негативний вплив глюкози на спермії під час витримування їх за фізіологічної температури. Трис не блокував негативну дію глюкози, що свідчить про відсутність зв'язку між впливом вуглеводу та можливою зміною рН розчину продуктами утилізації глюкози. Тож додавання глюкози до розчинів для розріджування сперми баранів недоцільне.

**Ключові слова:** баран, сперма, розріджувач, виживаність

## Порівняння використання різних енергетичних речовин в розчинах для розморожування сперми бугаїв

I. Лобачова<sup>1</sup>, О. Щербак<sup>2</sup>, А. Троцький<sup>2</sup>

LIV-post@ukr.net

<sup>1</sup>Інститут тваринництва степових районів ім. М.Ф. Іванова «Асканія-Нова» — Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

<sup>2</sup>Інститут розведення і генетики тварин ім. М.В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Техніка осіменіння сільськогосподарських тварин розмороженою спермою потребує подальшого вдосконалення. Зокрема, існують відмінності між тваринами-плідниками за запліднювальною здатністю їхньої деконсервованої сперми, що обмежує використання репродуктивного матеріалу видатних самців. Один з можливих способів подолання цієї проблеми — вдосконалення складу розчинів, зокрема насичення їх речовинами, які спермії можуть використовувати як додаткове джерело енергії. Для перевірки цього припущення дослідили динаміку рухливості та виживаність розморожених еякульованих та епідидимальних спермій бугаїв за витримування їх у середовищах, доповнених різними типами енергетичних речовин. Використано сперму, заморожену за методом відкритих гранул у лактозо-жовтково-гліцериновому розріджувачі. Гранули розморожували прямим зануренням в 1 мл контрольного (сахарозо-цитратного) або експериментального розчину (доповненого 0,01 мг/мл пірувату натрію — вар. 1, 0,08 мг/мл лактату натрію — вар. 2, або 1,0 мг/мл глюкози — вар. 3). Після розморожування ½ частку суміші залишали у флаконі (аеробні умови), а залишок переміщували у пайету, яку закупорювали з обох боків (анаеробні умови). Відтавання та наступне витримування зразків здійснювали за 37°C. Дослід проведено за принципом «пар-аналогів», кількість повторів для кожного варіанту становила n=3.

Рухливість деконсервованих еякульованих спермій після розморожування коливалась від 3,3±0,4 до 3,8±0,4 бала. За витримування в аеробних умовах рухливість спермій протягом 6 год. спостереження лінійно зменшувалась в усіх варіантах і наприкінці у контролі дорівнювала 0,3±0,4, у вар. 1 — 1,0±1,4, вар. 2 — 0,4±0,4, вар. 3 — 0,3±0,4 бала. За витримування в анаеробних умовах рухливість спермій лінійно зменшувалась протягом перших 2–3 годин до 0,3–1,0 бала у всіх варіантах розчинів. У наступні години швидкість зниження рухливості спадала, проте наприкінці періоду спостереження (6 годин) ані в контрольному, ані в дослідних варіантах руху спермій не зафіксовано. Виживаність еякульованих спермій за витримування в аеробних умовах у контролі становила 4,7±1,2, у вар. 1 — 6,0±1,4, вар. 2 — 5,0±1,3, вар. 3 — 5,3±1,2 год.; в анаеробних умовах у контролі — 3,5±1,4, у вар. 1 — 3,8±1,8, вар. 2 — 3,5±0,0, вар. 3 — 3,0±2,1 год. Різниця між показниками варіантів не була вірогідною.

Рухливість деконсервованих епідидимальних спермій після розморожування коливалась від 2,8±0,5 до 3,0±0,7 бала. Вже після першої години рухливість спермій зменшувалась до 1,1–1,9 бала за витримування у флаконах і до 1,0–1,7 бала — у пайетах. У наступні години рухливість повільно спадала в усіх варіантах. За витримування в аеробних умовах після 6 годин спостереження показник активності у контролі становив 0,7±0,8, у розчині вар. 1 — 0,7±0,8, вар. 2 — 0,8±1,0, вар. 3 — 0,5±0,6 бала. В анаеробних умовах показник активності після 5 годин витримування спадав до 1,0±0,9, 0,8±1,0, 0,7±0,8 та 0,5±0,6 бала відповідно, але після наступного годинного витримування виявлено рух лише одиноких спермій у контрольному розчині. Виживаність епідидимальних спермій за витримування в аеробних умовах у контролі становила 3,3±2,8, у вар. 1 — 3,0±3,1, вар. 2 — 3,3±3,5, вар. 3 — 3,2±3,0 год., в анаеробних умовах у контролі — 3,7±2,0, у вар. 1 — 3,0±1,8, вар. 2 — 2,5±1,8, вар. 3 — 2,3±2,0 год. Різниця між показниками варіантів не була вірогідною.

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що додавання енергетичних речовин у розчин для розморожування не сприяє збільшенню рухливості та виживаності деконсервованих еякульованих та епідидимальних спермій бугаїв. Можна припустити про нездатність клітин використовувати додані речовини як позаклітинне джерело енергії.

**Ключові слова:** бугай, сперма, деконсервація, виживаність



## Розмір частинок борошна бобових визначає ступінь вивільнення глюкози у процесі симульованого травлення

Б. Луговий, П. Катирвел

Bohdan.Luhovyy@msvu.ca

Університет Маунт Сент Вінсент, Галіфакс, Нова Шотландія, Канада

Вживання неолійних бобових культур, зокрема квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.), сочевиці (*Lens culinaris* Medik.), жовтого гороху (*Pisum sativum* L.) і турецького гороху (*Cicer arietinum* L.) має позитивні коротко- та довготермінові ефекти на показники кардіометаболічних ризиків. Канадські харчові рекомендації заохочують регулярно вживати бобові продукти як джерело білка й альтернативу м'ясним продуктам. Окрім цільних бобових продуктів, харчове виробництво використовує нові інгредієнти — такі, як бобові борошна, виготовлені з використанням різних технологій помолу. Метою роботи було дослідити ефект розміру частинок борошна квасолі і сочевиці на *in vitro* вивільнення глюкози у процесі симульованого травлення.

У дослідженні використовували 5 зразків борошна квасолі і 5 зразків борошна сочевиці, відмінні за розміром частинок. Зразки квасолевого борошна: грубе — 1.1 мм, звичайне — 631 мкм, дрібне — 302 мкм, дуже дрібне — 144 мкм, пудра — 26.8 мкм. Зразки борошна сочевиці: грубе — 1.04 мм, звичайне — 583 мкм, дрібне — 305 мкм, дуже дрібне — 160 мкм, пудра — 28 мкм. Симульоване травлення борошна виконували за допомогою модифікованого методу Енгліста [Englyst K. N. et al, 2006]. Концентрацію глюкози вимірювали в дуплікатах зразків за допомогою гексокіназного методу ([www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Sigma/Bulletin/gahk20bul.pdf](http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Sigma/Bulletin/gahk20bul.pdf)) із середнім коефіцієнтом варіації між зразками у дуплікаті 1.7%. Статистичну обробку результатів виконували за допомогою варіаційного аналізу з Тьюкі-Креймер *post hoc* тестом.

Виявлено ефект розміру частинок борошна квасолі ( $P=0.0004$ ) і сочевиці ( $P=0.0002$ ), ефект часу ( $P<0.0001$ ) та їх взаємодії ( $P<0.0001$ ) на вивільнення глюкози у процесі симульованого травлення борошна протягом 180 хв. На початку травлення (0 хв) не було різниці у концентрації глюкози між зразками, проте з 15 хв і аж до 180 хв зразки з меншим розміром частинок продукували вище вивільнення глюкози порівняно зі зразками, розмір частинок яких був більший. Розмір частинок мав ефект на кумулятивне вивільнення глюкози, виміряне загальною площею під кривою для глюкози протягом 180 хв ( $P<0.0001$ ). Для зразків борошна квасолі звичайне борошно мало на 22% вищу площу порівняно з грубим борошном і на 19, 45 і 100% нижчу площу порівняно з дрібним, дуже дрібним і пудрою ( $P<0.05$ ). Для зразків борошна сочевиці не було різниці у площі між борошном звичайного і грубого помолу, проте площа була на 71%, 78% і 100% вищою для дрібного, дуже дрібного і пудри порівняно з площею для звичайного борошна ( $P<0.05$ ). Спостерігали зворотну кореляцію між середнім розміром частинок борошна квасолі і сочевиці та загальною площею під кривою для глюкози ( $r = -0.9$ ;  $P<0.0001$ ).

Наведені результати стосуються сирих зразків борошна квасолі і сочевиці, проте схожі результати були отримані для зразків борошна, котрі зазнали термічної обробки для відтворення процесу випікання, характерного для продуктів, у яких такі борошна можуть застосовуватися. У термічно оброблених зразках різницю в площі спостерігали між зразками грубого помолу супроти зразків дуже дрібного помолу і пудри ( $P<0.05$ ), та зразків звичайного помолу супроти зразків дуже дрібного помолу і пудри ( $P<0.05$ ).

Розмір частинок борошна квасолі і сочевиці визначає ступінь вивільнення глюкози з борошна у процесі симульованого травлення протягом 180 хв. Практичні наслідки роботи важливі для створення функціональних харчових продуктів, призначених для контролю глюкози крові і зниження ризиків, пов'язаних з діабетом.

**Ключові слова:** глюкоза, бобові, квасоля, сочевиця, розмір помолу борошна

## Вплив зовнішніх факторів на ефективність роботи собак-детекторів

К. Лук'яненко, О. Порошинська, С. Шмаюн, Р. Шаганенко, О. Кошелєв, В. Козій  
lukianenko.kateryna@btsau.edu.ua

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна

Собаки є одними з найкращих біологічних детекторів різних матеріалів, однак на виявлення ними вибухових речовин впливає низка факторів, зокрема умови довкілля [Kane et al., 2024; Furton et al., 2001]. Оцінка ефективності службових собак ґрунтується як на традиційному розумінні (суб'єктивна оцінка поведінки), так і на наукових даних, базованих на вивченні фізіологічних особливостей собак, механізмів нюху та впливу різних факторів зовнішнього середовища [Hayes et al., 2018; Farr et al., 2021; Kokocińska-Kusiak et al., 2021]. Розуміння цих факторів є ключовим для відбору, навчання, оцінки та ефективного використання службових собак.

У цьому дослідженні звернено увагу на фактори довкілля, які впливають на ефективність собак-детекторів. Зокрема оцінено вплив високої температури, вологості, швидкості потоку повітря, шуму, сторонніх запахів та шкідливих газів на ефективність оперативного використання собак спеціального призначення.

Пошук відповідних літературних джерел здійснювали на платформах *Google Scholar* та *ScienceDirect* за ключовими словами «собаки-детектори», «зовнішнє середовище», «вплив», «умови роботи», «ефективність» («detector dogs», «external environment», «influence», «working conditions», «efficiency»).

Точність і ефективність використання службових собак залежить від впливу різних штучних і природних фізичних факторів зовнішнього середовища та відповідних мікро- і макрокліматичних умов [Farr et al., 2021].

Вплив автомобільних вихлопних газів. Собаки дуже чутливі до вихлопу автомобілів. Зокрема, важливу складову цих газів, окис вуглецю, пропонують використовувати для евтаназії собак [Moreland, 1974]. У наукових дослідженнях доведено негативний вплив автомобільного вихлопу на дихальну систему собак [Lewis et al., 1974; Stuart et al., 1970]. Морфометрична та морфологічна оцінка легеневих уражень у тварин, які хронічно зазнають впливу вихлопів, показала розвиток гіперплазії незроговілих бронхіальних клітин, розширення повітряного простору та ураження бронхіального епітелію, які корелюють з функціональними порушеннями [Hyde et al., 1978].

Ми не знайшли результатів прямих наукових досліджень впливу вихлопних газів безпосередньо на нюховий апарат собак. Однак I. Lusebrink зі співавт. [Lusebrink et al., 2015] встановили, що оксид азоту, важлива складова вихлопного газу дизельних автомобілів, здатний суттєво змінювати запах багатьох квітів, що значно знижує здатність бджіл розпізнавати їх за запахом. Можна припустити, що вихлопні гази можуть значимо впливати на здатність собак розпізнавати запахи вибухових речовин.

Згідно з даними В. Rudell та співавт. [1996], вплив дизельних вихлопів провокував симптоми ураження дихальної системи та бронхоконстрикцію в людей незалежно від рівня їх очищення чи концентрації. В іншому дослідженні [Rudell et al., 1994] люди під впливом вихлопних газів відчували неприємний запах, подразнення очей та носа, подразнення горла, головний біль, запаморочення, нудоту, втому та кашель. Вчені виявили особливу небезпечність вихлопних газів автомобіля, який працює на холостому ходу. Можна припустити наявність у таких вихлопах більшої кількості шкідливих речовин за рахунок неповного згоряння палива.

Погіршення здатності виявляти запахи вибухових речовин виявлені і під час застосування інших хімічних засобів [Jenkins et al., 2016].

Вплив втоми та фізичного навантаження. Здатність вихлопних газів підвищувати втомлюваність також може негативно впливати на нюхову здатність собак-детекторів. Результати низки наукових досліджень вказують, що фізична втома призводить до зниження нюхової чутливості собак. Aviles-Rosa E. зі співавт. [2024] оцінювали вплив інтенсивності тренувань на нюхову чутливість собак. Результати досліджень показали суттєве зниження детекторної ефективності собак за втоми внаслідок фізичного навантаження.

У зв'язку з цим, багато інших вчених також наголошують на важливості створення оптимальних умов для роботи собак-детекторів [Kranz et al., 2014; Aviles-Rosa et al., 2022; DeGreeff et al., 2021]. Дослідники наголошують: нехтування такими правилами може значно знижувати ефективність роботи собак, що ставить під загрозу життя як їхніх провідників, так і осіб, яких вони повинні захищати.

Результати сучасних наукових досліджень доводять, що вплив зовнішніх факторів — таких, як висока температура, вологість, швидкість потоку повітря, шуму, сторонніх запахів та шкідливих газів, — має значний вплив на ефективність роботи собак-детекторів. Ускладненні умови роботи не тільки знижують їхню працездатність, але й негативно впливають на фізіологічні показники. Розуміння та врахування цих факторів можуть забезпечити максимальну ефективність роботи собак-детекторів та їх провідників.

З огляду на отримані результати, вважаємо перспективним напрямком подальших досліджень вивчення механізмів адаптації нюхового апарату собак-детекторів до тривалого впливу вихлопних газів, з особливою увагою до фізіологічних показників, та розробку заходів для мінімізації негативного впливу зовнішніх факторів на їхню ефективність у службовому собаківництві.

**Ключові слова:** собаки-детектори, вихлопні гази, фізичне навантаження і втома, організація роботи

## About the issue of optimization of methods and techniques of sows' insemination

*O. Mashner, S. Rotari*

sveatoslav.rotari@doctorat.utm.md

Scientific and Practical Institute of Biotechnologies in Zootechny and Veterinary Medicine, Maximovca, Anenii Noi district, Republic of Moldova

The use of artificial insemination in pig farming dates back to the 30s of the last century, however, the industrial application of this method became widespread in the 80s. Currently, most pig farms have switched from the practice of natural mating of animals to artificial insemination, which is due to both the economic feasibility and technological advantages of this method.

The use of the method of artificial insemination of sows has demonstrated its practical feasibility and effectiveness. The procedure is not complicated, does not require significant time costs and is easily mastered by employees of pig farms.

Analysing production results of sows in farm with full production cycle, is easy to see that sow herd is completed on 60% from sows of 1<sup>st</sup>–3<sup>rd</sup> parity. But the best results have animals 4<sup>th</sup>–6<sup>th</sup> parity. The rate of those sows about 25% from all herd.

Trial of sows' insemination of all age groups, with cervical (Conventional Artificial Insemination, CAI) with one or two repetitions, and post cervical (Intrauterine Artificial Insemination, IAI) with different semen dose volume (30,40,50,60,100 ml) shows that the best correlation of fertility rate and amount of liveborn piglets have sows of 4<sup>th</sup>–5<sup>th</sup> parity inseminated with IAI with semen dose 40–50 ml, concentration of sperm cells 30 mln/ml.

The difference between same age groups inseminated with CAI was higher on 0,98 average liveborn piglets and 5,1% of fertility rate in case of 4<sup>th</sup> parity sows, and on 0.95 average liveborn piglets and 6.2% of fertility rate in case of 5<sup>th</sup> parity sows.

The commercial potential is to increase amount of liveborn on 1970 piglets and on 1910 piglets based on fertility rate. Total 3880 piglets per year in farm conditions.

At the same time, reduced volume of semen dose in case of post cervical insemination give about 3560 semen dose economy per year.

Obtained results shows real possibility to make reproduction process more economical efficient.

**Key words:** sow, fertility, artificial insemination, semen dose, optimization

## Поширеність геморагічної хвороби кролів в Україні у 2021–2023 роках

А. Меженський, Н. Меженська, Я. Криця, А. Меженський, С. Ничик  
nataamezh@gmail.com

Інститут ветеринарної медицини НААН, м. Київ, Україна

Геморагічна хвороба кролів (чума кролів, геморагічна пневмонія кролів — ГХК, *англ.* RHD) є найбільш загрозливою та «проблемною» інфекцією як для промислових кролівничих господарств, так і невеликих присадибних ферм в усьому світі [Lukefahr & others, 2022; Дуда та ін., 2022; Chen & others, 2022]. Її збудниками є віруси ГХК першого (RHDV (GI.1)) та другого (RHDV2 (GI.2)) типів, які належать до роду *Lagovirus* сімейства *Caliciviridae*. ГХК (RHDV (GI.1)) була вперше зареєстрована в Китаї у 1984 р. [Liu et al., 1984], а в 2011 р. у Франції з'явився новий варіант RHDV [Le Gall-Reculé et al., 2011], який пізніше отримав назву RHDV2 (GI.2) або вірус другого типу. З кінця 80-х рр. XX ст. на території України циркулював вірус першого типу (RHDV (GI.1)), а наприкінці 2017 р. до нього приєднався RHDV2 (GI.2). На сьогодні обидва типи вірусу мають епізоотичне значення та щороку провокують спалахи ГХК в країні [Музикіна, 2021].

Метою роботи є дослідити поширеність ГХК, спричиненої RHDV (GI.1) та RHDV2 (GI.2), в Україні у 2021–2023 рр.

Дослідження виконано в лабораторії «Науково-дослідний навчальний центр діагностики хвороб тварин» Інституту ветеринарної медицини НААН пасивним епізоотичним моніторингом ГХК в кролівничих господарствах України в рамках державної тематики НДР 35.01.01.02.(П) «Удосконалення діагностики геморагічної хвороби кролів із застосуванням молекулярно-генетичного методу». ГХК діагностувалася комплексно за результатами епізоотологічних, клінічних, патоморфологічних, молекулярно-генетичних (RT-PCR) та імунохроматографічних досліджень, проведених загальноприйнятими методами. Поширеність або широту розповсюдження ГХК в Україні визначали через облік зареєстрованих нами впродовж року на території певних областей країни спалахів ГХК та розрахунку показника неблагополуччя країни у відсотках [Ярчук та ін., 2002; Недосєков та ін., 2015]. Отримані дані обробляли статистично з використанням програми *Microsoft Office Excel v. 16.0*.

Епізоотичний процес за ГХК розглядали як певну кількість епізоотичних осередків (неблагополучних пунктів), у яких реєстрували певну кількість захворілих та загинувших тварин. Встановлено, що формою прояву епізоотичного процесу за ГХК в Україні у 2021–2023 рр. були епізоотичні спалахи, виникнення яких на території областей країни пов'язане з циркуляцією вірусу певного типу або одразу обох типів вірусу.

Показник неблагополуччя країни з ГХК, спричиненої обома типами вірусів (RHDV (GI.1) та RHDV2 (GI.2)) разом, у 2021 р. становив 40,0%, у 2022 р. він зменшився до 28,0%, а у 2023 р. встановлено його підвищення до 48,0%, тобто практично у половині областей України було зареєстровано цю хворобу.

Показник неблагополуччя України з ГХК, спричиненої суто вірусом першого типу (RHDV (GI.1)), у 2021 р. становив 36,0%, у 2022 р. — 20,0%, а у 2023 р. — 24,0%. ГХК, обумовлена дією вірусу другого типу (RHDV2 (GI.2)), зумовлювала показник неблагополуччя України на рівні 16,0% у 2021 р., 12,0% у 2022 р. та 36,0% у 2023 р.

Отримані дані свідчать, що у 2021–2022 рр. в Україні була поширенішою ГХК, спричинена вірусом першого типу (RHDV (GI.1)), але у 2023 р. в країні почав «домінувати» вірус ГХК другого типу (RHDV2 (GI.2)), що підтверджується збільшенням на 12,0% широти його розповсюдження порівняно з вірусом першого типу RHDV (GI.1).

**Ключові слова:** геморагічна хвороба, кролі, RHD, епізоотичний моніторинг

## Ліпідні емульсії у годівлі курчат-бройлерів

*I. М. Михайлицький, Я. І. Кирилів*

imykhaylytsky@gmail.com

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України, с. Оброшине, Львівська обл., Україна

Основною метою птахівництва кожної країни є збільшення виробництва дієтичних, високопоживних продуктів — яєць і м'яса для забезпечення фізіологічних потреб людського організму. Сучасні кроси бройлерів проявляють свій генетичний потенціал у середньодобових приростах 55–60 г, витратах корму 1,6–2,0 кг на 1 кг приросту. Таких результатів досягають завдяки використанню повноцінних комбікормів, розроблених відповідно до трьох вікових періодів: стартовий (1–3 тижні), ростовий (гроуерний — 4–5 тижнів), фінішний (6 тижнів і старші).

На початку, протягом перших семи діб життя бройлерів рекомендують згодувати суперпрестартер, бажано у вигляді дрібної гранули або крупки.

Інтенсивний ріст бройлерів потребує високопоживних раціонів, багатих за вмістом на протеїн та енергію. Протеїн є основним джерелом амінокислот, а за їх дефіциту для збалансування додають синтетичні амінокислоти. Для підвищення рівня енергії до раціону додають рослинні корми з високим вмістом енергії за рахунок ліпідів у їхньому складі. Проте їх додавання обмежується через високий вміст клітковини та антипоживних факторів і вони не забезпечують необхідну кількість енергії, тому виникає необхідність додавати олії.

Зважаючи на високий вміст у раціонах бройлерів різних олій, дорожчає вартість комбікормів, які використовують у годівлі курчат-бройлерів, та собівартість одного кілограма приросту. Дуже часто у годівлі бройлерів використовують гранульовані комбікорми, а високий вміст олії негативно впливає на якість гранул, зокрема вони швидко розсипаються, що негативно впливає на транспортування кормів.

У дослідженні поставлено за мету вивчити вплив як замітника олій водної емульсії ферментативних жирних кислот, а саме пальмітинової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, арахідонової, ліноленової у раціонах курчат-бройлерів на зоотехнічні показники вирощування та якість м'яса тушки курчат-бройлерів.

З метою оцінки впливу згодування природного ліпідного комплексу ЛЛС на показники продуктивності методом аналогів буде сформовано чотири групи одноденних курчат-бройлерів. Основний раціон (контрольна група) міститиме олію соєву, зернові, білкові та вітамінно-мінеральні компоненти. Досліджуваний раціон (дослідна група) буде складатися із жирової емульсії ЛЛС, зернових, білкових та вітамінно-мінеральних компонентів.

Отже, вплив емульсії на здешевлення годівлі, вартості тушки, покращення економічних показників вирощування (конверсія корму, вихід і якість м'яса, споживання та якість корму, показник ефективності вирощування, збереженість), твердість і форму гранули комбікорму має неабияке практичне значення.

**Ключові слова:** бройлери, ліпідна емульсія

## Дослідження алілових тіосульфонатів як перспективних антиоксидантів

Н. Монька<sup>1</sup>, Н. Любас<sup>2</sup>, Е.Ізмерлі<sup>1</sup>, В. Лубенець<sup>1</sup>

Vira.I.Lubenets@lpnu.ua

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Львівська медична академія імені Андрея Крупинського, м. Львів, Україна

Рослини роду *Allium*, до яких належать часник, цибуля, цибуля-порей тощо, давно відомі своїми корисними властивостями, зокрема антимікробною та протівірусною активністю. Завдяки високому вмісту сірко-вмісних сполук (таких, як аліцин) вони здатні пригнічувати ріст багатьох патогенних бактерій, грибків і вірусів. Виділення біоактивних речовин з рослин і їх подальше використання для створення ліків — це перспективний напрямок у фармакології. Однією з ключових переваг цього підходу є мінімальний ризик розвитку побічних ефектів, оскільки такі речовини вже тривалий час використовуються в харчуванні тварин. Проте для досягнення терапевтичної концентрації активних речовин часто потрібно більше, ніж звичайне споживання продуктів у раціоні. Тому виділення й оптимізація дозування цих сполук дозволяє ефективніше використовувати їх у ветеринарній медицині для лікування та профілактики захворювань.

Аліцин, головний активний компонент часнику, є добре відомим представником тіосульфінатів і має широкий спектр дії, проте це малостійка сполука. Процеси біотрансформації тіосульфонатів призводять до утворення різноманітних похідних сполук сульфору, які також мають біологічну активність. Діалісульфіди, вінільні похідні сульфору (наприклад, S-алілцистеїн і D-алілмеркаптоцистеїн), є одними з таких продуктів трансформації. Вони мають потенційні терапевтичні властивості, зокрема антиоксидантну, протизапальну та навіть протиракову дію. Ці сполуки сульфору можуть відігравати важливу роль у фізіологічних процесах організму та їх можна використати для підтримки імунної системи, боротьби з інфекціями та захисту від оксидативного стресу.

Метою роботи є дослідження синтезу та властивостей S-алілових естерів тіосульфоокислот — S-аліл-4-амінобензентіосульфонату (АТС) та S-аліл-4-ацетиламінобензентіосульфонату (ААТС) — близьких структурних аналогів аліцину, а саме як будова молекул цих сполук впливає на їхню реакційну активність та процеси біотрансформації тіосульфонатів, що робить їх практично цінними агентами у розробці нових ветпрепаратів та антиоксидантів для кормів.

Ми провели визначення активності ензимів антиоксидантної системи (АОС) та вмісту відновленого глутатіону (ВГ) у крові та тканинах (печінці, нирках, селезінці, скелетних м'язах, мозку) щурів-самців лінії Вістар за впливу АТС та ААТС у концентраціях 50 і 100 мг/кг маси тіла. Дослідження провели на трьох групах щурів: I — контрольна, II, III — дослідні, яким до кормів додавали, відповідно, АТС та ААТС протягом 21-ї доби. Одержані цифрові дані обробляли статистично за допомогою програми *Microsoft Excel*, використовуючи метод *one-way ANOVA*.

Вставлено, що АТС в дозі 100 мг/кг у крові тварин зумовлює зростання супероксиддисмутази та каталази активності і вмісту ВГ на тлі зниження глутатіонредуктази активності, а у тканинах спостерігаються різноспрямовані зміни, зокрема зростання вмісту ВГ у печінці і нирках, однак зниження його у селезінці та мозку, а також зменшення активності супероксиддисмутази у нирках, каталази у скелетних м'язах і селезінці, глутатіонпероксидази у печінці, нирках і скелетних м'язах. Вплив АТС у дозі 50 мг/кг зумовлював зростання всіх ензимів АОС у крові, супероксиддисмутази у печінці і нирках, глутатіонпероксидази у печінці, нирках і мозку, однак зниження активності глутатіонредуктази у нирках, каталази у скелетних м'язах та супероксиддисмутази у мозку.

ААТС у дозі 100 мг/кг у крові зумовлював зростання супероксиддисмутази та каталази активності на тлі зниження глутатіонпероксидази і глутатіонредуктази активності. У тканинах ААТС в дозі 100 мг/кг призводив до зростання активності каталази у печінці, глутатіонпероксидази у селезінці, вмісту ВГ у печінці і нирках на тлі зниження активності супероксиддисмутази у нирках і селезінці, каталази у селезінці, глутатіонпероксидази у печінці, нирках і скелетних м'язах, глутатіонредуктази — у нирках і мозку та зменшення вмісту ВГ у скелетних м'язах і селезінці. За дії ААТС в дозі 50 мг/кг у крові зростали супероксиддисмутаза активність і вміст ВГ на тлі зниження глутатіонпероксидази активності. Спостерігали зростання супероксиддисмутази активності у печінці, глутатіонпероксидази у нирках і скелетних м'язах, глутатіонредуктази у скелетних м'язах, вмісту ВГ у печінці і нирках на тлі зниження активності супероксиддисмутази у селезінці і мозку, каталази у скелетних м'язах і мозку та глутатіонредуктази у печінці.

Отже, додавання щурів до раціону S-естерів тіосульфоокислот у досліджуваних дозах виявилось ефективним у регуляції стану про/антиоксидантної системи в організмі тварин. Отримані результати свідчать про те, що тіосульфонати можуть мати дозозалежний вплив на окисно-відновний баланс у різних тканинах, зокрема у печінці та нирках, причому нижчі дози (50 мг/кг маси тіла) тіосульфонатів є потенційно ефективнішими для підтримки їх антиоксидантного захисту.

**Ключові слова:** алілові тіосульфонати, *Allium*, S-аліл-4-амінобензентіосульфонат, S-аліл-4-ацетиламінобензентіосульфонат, антиоксидантна система

## Вплив екстрактів плодів *Cornus mas* сортів «Uholok», «Koralovyi» та екстракту *Cornus mas* × *Cornus officinalis* на ключові продукти анаеробного гліколізу в еритроцитах щурів за стрептозотоцин-індукованого цукрового діабету

А. Мороз<sup>1</sup>, І. Бродяк<sup>1</sup>, А. Кучарська<sup>2</sup>, Н. Сибірна<sup>1</sup>

Anna.Moroz@lnu.edu.ua

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Вроцлавський університет природничих наук, м. Вроцлав, Польща

За цукрового діабету (ЦД) тривала гіперглікемія зумовлює різноманітні структурно-функціональні зміни еритроцитів, що призводять до порушень у їхньому метаболізмі. Через відсутність мітохондрій основним джерелом енергії для еритроцитів є анаеробний розпад глюкози. Глюкоза транспортується в еритроцити полегшеною дифузією за допомогою транспортера GLUT2. Майже увесь відсотковий вміст цього моносахариду (90%) зазнає катаболітного розпаду в гліколізі з подальшим перетворенням на ключові продукти проміжного метаболізму вуглеводів — піруват та лактат. Піруват за участі ензиму лактатдегідрогенази (ЛДГ, ЕС 1.1.1.27) може відновлюватися до L-лактату. За змінами вмісту цих маркерних показників в еритроцитах можна охарактеризувати інтенсивність обмінних процесів. Ще одним діагностично важливим показником є співвідношення між концентрацією цих метаболітів (Л/П). Тому метою нашої роботи було дослідити вплив екстрактів плодів дерену справжнього сортів «Uholok», «Koralovyi» та екстракту плодів гібриду *Cornus mas* × *Cornus officinalis* на вміст кінцевих продуктів гліколітичного розпаду глюкози в еритроцитах крові щурів зі стрептозотоцин-індукованим діабетом.

Дослідження проводили на щурах самцях лінії *Wistar* масою 150–170 г. Експериментальний ЦД індукували внутрішньоочеревинним введенням стрептозотоцину у дозі 55 мг/кг маси тіла, розчиненого в 10 мМ цитратному буфері. Тварин поділили на п'ять груп (по вісім тварин у кожній): контроль — здорові тварини (1); тварини з ЦД (2); діабетичні щури, котрим перорально вводили екстракт плодів дерену сорту «Uholok» (3); щури з ЦД, яким *per os* вводили екстракт плодів дерену сорту «Koralovyi» (4); діабетичні щури, котрим перорально вводили екстракт плодів *C. mas* × *C. officinalis*. Усі досліджувані екстракти вводили у дозі 20 мг/кг маси тіла впродовж 14 днів. Щурам груп 1 та 2 протягом 14 днів вводили питну воду. Після закінчення експериментального періоду (25-й день експерименту) тварин усіх груп декапітували під ефірним наркозом і відбирали кров для досліджень.

В еритроцитах тварин із ЦД виявлено підвищення концентрації пірувату в 1,3 раза, рівня L-лактату — в 2,9 раза та зростання значення Л/П в 2,3 раза порівняно з контролем. Вірогідне підвищення усіх вищезгаданих показників спричинене активацією анаеробного гліколізу. Оскільки ЛДГ відіграє ключову роль в енергетичному обміні і в нормі наявна в усіх клітинах організму і плазмі крові, варто було дослідити її активність за ЦД. Під час досліджень виявили підвищення активності цього ензиму в 1,9 раза у плазмі щурів із ЦД. Введення екстракту плодів *C. mas* сорту «Uholok» діабетичним тваринам зумовлювало вірогідне зниження пірувату в еритроцитах в 1,3 раза, L-лактату — в 2,8 раза, а також зменшення співвідношення Л/П в 2,3 раза. За введення екстракту плодів *C. mas* сорту «Koralovyi» та екстракту плодів гібриду *C. mas* × *C. officinalis* щурам з ЦД спостерігали зменшення концентрації пірувату в 1,1 раза, рівня L-лактату — в 2,7 та 2,8 раза, співвідношення Л/П — в 2,5 та 2,6 раза відповідно. Також введення досліджуваних екстрактів плодів дерену діабетичним щурам зумовлювало вірогідне зниження активності лактатдегідрогенази у плазмі крові до значень контрольної групи тварин. Отже, екстракти плодів дерену справжнього сортів «Uholok», «Koralovyi» та екстракту плодів гібриду *C. mas* × *C. officinalis* можуть бути потенційними природними препаратами для запобігання метаболічних порушень за діабету 1 типу.

**Ключові слова:** цукровий діабет, дерен справжній, лактат, піруват, лактатдегідрогеназа

## Characteristics of the woolly coat of alpacas on selected farms in southern Poland

*M. Murawski, A. Urban, A. Kosiek*

rzmmuraw@cyf-kr.edu.pl

Department of Animal Biotechnology, University of Agriculture in Kraków, Poland

Alpaca breeding is a relatively new branch of farm animal breeding in Poland. First of all, they produce fiber. At the current stage of this breeding direction development, farms are mainly focused on the production of breeding material for sale or to increase their own herds. Currently, these herds do not breed animals for meat, only for fiber. The fiber from the Huacaya breed is crimped, and its thickness is compared to the thickness of the wool of merino sheep, however, the fiber of these alpacas is thinner and more durable. On the other hand, the fiber of the Suri breed has a distinct shine, is not crimped and can be compared to the appearance of the wool of Angora goats. Among the alpacas examined, there is a noticeable color variation in the coat. The aim of the conducted research was to describe selected morphological parameters of the wool fiber of alpaca wool coat.

Totally 43 fiber samples from the alpacas of the Huacaya and 13 from the Suri breed were collected. In the woolly hair of each breed there are fractions of the core thicker (23.65  $\mu\text{m}$ ) and the coreless thin (18.54  $\mu\text{m}$ ) hair ( $P \leq 0.05$ ). The thickness of hair fibers from the first cut after birth was 17,9  $\mu\text{m}$  and was thinner ( $P \leq 0.001$ ) than the wool fibers of animals that were already cut at least once (24.38  $\mu\text{m}$ ). The dominant color of the wool coat fibers of the alpacas tested was white present in 32.14% of animals, at the same time it was the wool with the thinnest fiber. Other colors of alpaca wool are beige, fawn, brown, silver gray and black.

The alpaca wool results obtained in the studies indicate its high qualitative and functional qualities as compared to alpaca wool grown in the world, as well as in comparison with the commonly known sheep wool.

**Key words:** alpaca, wool, wool thickness, wool color, breeding



## Вплив ізопротеренолу на LCC-канали ядерної мембрани нейронів Пуркінєє мозочка щурів

С. Надтока, О. Котик, А. Котлярова

n.serhiy.oleks@gmail.com

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, м. Київ, Україна

Вивільнення іонів  $\text{Ca}^{2+}$  із ендоплазматичного ретикулуому потребує наявності компенсаторного притоку йонів, однак наразі невідомо, які саме канали відповідають за його забезпечення. Одними з кандидатів на цю роль є LCC-канали (*large conductance cation channels*), вперше описані Marchenko зі співавторами [Marchenko et al., 2005] та пізніше виявлені також у кардіоміоцитах [Котик та ін., 2016]. Перевірка цього припущення вимагає знаходження специфічного блокатора LCC-каналів, для чого важливо провести тестування ефекту низки речовин на електрофізіологічні параметри цих каналів. У цій роботі вивчено дію представника родини агоністів  $\beta$ -адренорецепторів, а саме ізопротеренолу. Цю речовину обрали на підставі її вираженого впливу на клітини міокарду [Brembilla-Perrot et al., 2005; Desimine et al., 2018] — саме ті клітини, де було виявлено LCC-канали, а також із урахуванням припущення про залученість цих каналів у функціонуванні збудливих клітин [Marchenko et al., 2005; Fedorenko et al., 2014].

В експерименті використовували 3-тижневих щурів лінії *Wistar*. Після декапітації виділяли мозочок, фрагменти кори якого поміщали у розчин для гомогенізації (калію глюконат — 150 ммоль/л, HEPES — 10 ммоль/л; HEPES-калієва сіль — 10 ммоль/л; pH=7,2), до якого було додано інгібітор протеаз у співвідношенні 40 мкл інгібітора до 1 мл вищеприписаного розчину для запобігання деградації іонних каналів. Після цього зразки гомогенізували і центрифугували за 5,5 тис. об./хв протягом 5 хв. Супернатант відбирали, а преципітат, який містив ядра, ресуспендували у робочому розчині (KCl — 150 ммоль/л; EGTA — 1 ммоль/л; HEPES — 8 ммоль/л; HEPES-K — 12 ммоль/л; pH=7,2). Пошук ядер клітин Пуркінєє здійснювали за допомогою інвертованого мікроскопа (*Leica DM IRB*, Німеччина) після їх осідання із суспензії на дно ванночки, розміщеної на предметному столику мікроскопа. Іонні струми крізь канали ядерної мембрани реєстрували методом *patch-clamp* у конфігурації *nucleus attached*. Обробку результатів здійснювали у програмах *Origin 2018* та *Clampfit 10.7*.

За дії ізопротеренолу у концентраціях від 0,1 до 10 ммоль/л спостерігали появу «миготіння», тобто швидкі та короточасні спроби каналу закритись-відкритись, що свідчить про механічне блокування пори каналу молекулами досліджуваної речовини. Крім цього, було встановлено зниження ймовірності перебування каналів у відкритому стані (*Open*) та дозозалежне зниження амплітуди струму крізь LCC-канали. Якщо до додавання ізопротеренолу амплітуда струму крізь LCC-канали за прикладеного потенціалу  $-40$  мВ становила  $-7,60 \pm 0,39$  пА, то за концентрації 0,5 ммоль/л діючої речовини спостерігали її статистично вірогідне зниження до  $-6,52 \pm 0,34$  пА, а за концентрації 2 ммоль/л — до  $-3,66 \pm 1,11$  пА.

Таким чином, з урахуванням зменшення амплітуди струму та зниження значення *Open* LCC-каналів за дії ізопротеренолу, цю речовину можна розглядати як їх блокатор, водночас наявність ефекту миготіння вказує на те, що це блокування має значною мірою механічну природу.

**Ключові слова:** LCC-канали, нейрони Пуркінєє, петч клемп, ізопротеренол

## Організація серійного контролю якості ветеринарних імунобіологічних засобів в Україні

О. Напненко<sup>1</sup>, А. Головка, Є. Безвін<sup>2</sup>

napnenko19@gmail.com

<sup>1</sup>ТОВ «ВП „Укрзооветпромстач“», м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Державний науково-контрольний інститут біотехнології і штамів мікроорганізмів, м. Київ, Україна

Виробництво будь-якої продукції, зокрема ветеринарних імунобіологічних засобів (ВІЗ), передбачає контроль якості кожної серії. Сама організація процесу та підходи змінюються відповідно до прогресу в біотехнологіях виробництва ВІЗ та з урахуванням законодавства у сфері ветеринарної медицини. Тривалий час в Україні відбувається гармонізація нормативних документів України до європейських вимог. Одним зі значних кроків є розроблення та прийняття Закону України «Про ветеринарну медицину» (№1206-IX), яким задекларовано виробництво ветеринарних препаратів з дотриманням принципів належної виробничої практики (НВП). Варто звернути увагу, що згаданий Закон уже прийнятий, але його введення в дію відтерміноване у зв'язку з воєнним станом в Україні. Цією публікацією хочемо привернути увагу як фахівців, так і державних службовців сфери ветеринарної медицини до того, що частина підзаконних проектів на сьогодні або не існує, або чинні документи суперечать низці постулатів прийнятого Закону. Це стосується і виробництва, контролю якості та державної реєстрації ВІЗ.

Відповідно до чинного Положення про державну реєстрацію ветеринарних препаратів: «Забороняється реєстрація препаратів, які можуть погіршити ветеринарно-санітарний та епізоотичний стан або заподіяти шкоду здоров'ю людей чи тварин». Виконання цього пункту можливе лише за ретельно спланованої системи контролю якості і доведення безпечності та ефективності ВІЗ.

Під час написання цієї роботи ми здійснили аналіз чинних в Україні та Європі документів, які регламентують порядок та методи контролю якості ВІЗ: зокрема це Регламент (ЄС) 2019/6 (REGULATION (EU) 2019/6) Європейського парламенту та Ради про ветеринарні лікарські засоби; Європейська Фармакопея та Перелік матеріалів реєстраційного досьє та порядок його формування, затверджений наказом Державного комітету ветеринарної медицини від 14.07.2008 №133 (далі — Перелік).

Відповідно до Переліку «3.6. Розділ F. Методи дослідження кінцевого продукту», основними характеристиками ВІЗ є фізико-хімічні показники з вказанням лімітів; ідентифікація і дослідження активної діючої сполуки, речовин; ідентифікація і дослідження ад'юванту; ідентифікація і дослідження допоміжних речовин; нешкідливість; стерильність і відсутність контамінації; повнота інактивації; залишкова волога.

Аналізуючи підходи до контролю якості ВІЗ в Європі, ми встановили певні невідповідності українських вимог, особливо щодо біологічних показників якості, зокрема відсутності контамінації, повноти інактивації, дослідження нешкідливості та активності ВІЗ. Зупинимось на цих пунктах окремо.

Відсутність контамінації живих ВІЗ сторонніми мікроорганізмами контролюється за відсутністю бактерій, мікроскопічних грибів, мікоплазми та сторонніх вірусів, проте, відповідно до вимог Європейської Фармакопеї, цей показник у разі акредитації підприємства відповідно до вимог НВП можна не контролювати у готовому продукті, якщо доведено, що система контролю сировини та проміжних продуктів виробництва засвідчує відсутність контамінації.

Європейський підхід до повноти інактивації мікроорганізмів в інактивованих вакцинах передбачає вивчення динаміки інактивації, відсутності живих мікроорганізмів та залишку інактиванта у проміжних продуктах виробництва щодо окремо кожного виду, штаму виробничого мікроорганізму до змішування суспензій антигенів. У готовому продукті цей показник рекомендовано не контролювати, якщо його відповідність доведено на проміжних етапах.

Згідно з рішенням Європейського Агентства лікарських засобів (*European Medicines Agency*) та комітету ветеринарних препаратів, необхідно зменшити, а за можливості — вилучити із контролю якості ВІЗ методи, які передбачають залучення до випробувань тварин. Згідно з Європейським регламентом, випробування ВІЗ на цільових видах тварин здійснюються на етапах розробки нового препарату і на етапі отримання головної посівної культури виробничих штамів мікроорганізмів, а в контролі готового продукту за посерійного контролю рекомендовано за можливості замінити методи контролю якості на контроль активності в штучних системах: активність в культурі клітин, визначення КУО бактерій на живильних середовищах або визначення вмісту антигенів імунохімічними методами.

Частково невідповідність українських вимог усунуто гармонізацією вимог Державної фармакопеї України у частині «Вакцини для застосування у сфері ветеринарної медицини». У відповідних фармакопейних статтях передбачено: «Немає потреби контролювати кожну серію вакцини, якщо вона витримала відповідне випробування на серії, що містить мінімальну активність». Проте це на сьогодні суперечить Переліку.

Отже, необхідно якомога швидше розробити та затвердити підзаконні акти до Закону України «Про ветеринарну медицину» у сфері виробництва та обігу ветеринарних препаратів, гармонізовані з європейськими вимогами, щоб уникнути виробничого конфлікту із набранням чинності та введенням в дію Закону.

**Ключові слова:** ветеринарні імунобіологічні засоби, контроль якості, нормативні документи

## Заборона регулювання чисельності диких тварин у період дії воєнного стану: проміжні екологічні та епізоотичні наслідки для України

В. Новицький<sup>1</sup>, В. Смаголь<sup>1</sup>, В. Білоус<sup>2</sup>, Н. Міняйло<sup>2</sup>

vasiliy\_nov@ukr.net

<sup>1</sup>Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Україна має надзвичайно високий ступінь господарського освоєння території — 92%. Сільськогосподарське використання перевищує 70%, а розораність земельного фонду становить 56% від загальної площі держави і є лідируючим показником у світі [Мартин та ін., 2015]. У зв'язку з цим, саморегуляційні функції домінуючих екосистем, зокрема їхніх фауністичних комплексів, зводяться до примітивного рівня, тому повсюдно потребують кваліфікованого втручання людини у вигляді елімінативних, протиепізоотичних, біотехнічних, природоохоронних та інших заходів. Проте із введенням воєнного стану в Україні частина їх зазнала часткового або цілковитого згортання: наприклад, необґрунтована у територіальному та видовому вимірах заборона на регулювання чисельності диких тварин.

Як наслідок, чисельність лисиці звичайної цього року сягнула позначки 416,7% порівняно з показниками 2021 р., коли становила близько 48 тис. ос. Екологічно допустима щільність цього виду в регіонах нині у 6–8 і більше разів перевищує встановлені норми. Чисельність вовка за вказаний період зросла на 52,6% (≈2900 ос.), а інвазивного шакала азійського — на 439,8% (≈1850 ос.). Це вже призвело до нападів цих хижаків на худобу та людей, зокрема у південних і західних областях. Сюди наразі спрямовані й основні вектори експансії шакала, який, займаючи проміжну екологічну нішу, не відчуває суттєвої конкуренції з боку місцевих видів псових (*Canidae*).

Згідно з діагностичними дослідженнями 2023 р., у центральних областях України кожна п'ята лисиця звичайна була інфікована смертельним для людей і домашніх тварин вірусом сказу (*Rabies virus*). На початку 2024 р. кількість неблагополучних за цим захворюванням пунктів перевищувала показники до повномасштабного вторгнення в 1,7 раза і за збереження наявної динаміки до кінця року досягне позначки 1250 проти 640 осередків у 2021 р. За час воєнного стану суттєвого згортання зазнали кампанії з пероральної антирабійної імунізації диких м'ясоїдних тварин: територіально — у 3,7 раза (–317 тис. км<sup>2</sup>), кількісно — у 3,6 раза (–8 млн. доз). У 2023 р. кількість звернень громадян до закладів охорони здоров'я з укусами хижих тварин перевищила показники попереднього року на 17,5% і сягнула 54 тисячі осіб; на 54,5% більше людей отримали щеплення проти сказу (17 тис. осіб). У ЗМІ з'явилися повідомлення про загибель людей від цього смертельного зооантропонозу. Варто врахувати, що кількість неперевірених приватних повідомлень у регіонах була значно більшою за офіційну статистику, яку наразі важко отримати.

У 2024 р. чисельність дикого кабана вже перевищила показник до повномасштабного вторгнення на понад 46% (≈44 тис. ос.), а кількість випадків АЧС (*Pestis africana suum*), порівняно з 2022 р., збільшилася до 880%, хоча географічні тенденції поширення інфекції дають підстави вважати, що на загальному епізоотичному фоні офіційно фіксують лише поодинокі випадки. Це є прямим наслідком недосконалого нормативно-правового забезпечення діяльності профільних суб'єктів господарювання як під час епідемії, так і дії воєнного стану зокрема. Як наслідок, спостерігають подальше поширення цієї інфекції на товарні свинарські підприємства та приватний сектор.

Попри вищезазначене, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України досі не оприлюднило жодних поточних чи прогнозованих наслідків стрімкого росту чисельності диких і безпритульних тварин на загальне біорізноманіття. Водночас тенденції поширення АЧС мають турбувати низку інших центральних органів виконавчої влади (ЦОБВ), оскільки вже незабаром можуть призвести до введення обмежень на експорт Україною фуражних зернових у 2024–2025 рр. і, відповідно, тяжких наслідків для національної економіки.

На тлі перманентної невизначеності державних органів немає підстав прогнозувати поліпшення екологічної та епізоотичної ситуації у 2024–2025 рр. Псевдоекологічний популізм і неготовність більшості відповідальних ЦОБВ та ОВА брати на себе відповідальність за непопулярні політичні рішення можуть вже найближчим часом призвести до катастрофічних наслідків, суттєво вплинувши на обороноздатність держави і добробут населення загалом.

Задля досягнення екологічного балансу, ветеринарно-санітарного та епізоотичного благополуччя у природному довіллі, пункт 4 Рішення Державної надзвичайної протиепізоотичної комісії (ДНПК) при Кабінеті Міністрів України від 26 грудня 2023 р. в частині забезпечення регулювання чисельності дикого кабана та хижих хутрових м'ясоїдних тварин проведенням полювання цього року має беззаперечно виконуватися в більшості областей. При напрацюванні ОВА цільових рішень варто взяти до уваги успішний довід Миколаївщини і Черкащини минулого та поточного років з організації полювання у період дії воєнного стану, а також зважити на Звернення Громадської ради при Державному агентстві лісових ресурсів України від 2 травня 2024 р. до Ради національної безпеки і оборони України (РНБО) в частині рекомендацій прифронтовим та прикордонним ОВА формувати диференційовані підходи до територіального розмежування на адміністративні райони, де полювання у мисливський сезон 2024–2025 рр. буде: а) дозволене у штатному режимі; б) регламентоване та контрольоване; в) заборонене.

**Ключові слова:** дикі тварини, регулювання чисельності, сказ, імунізація, воєнний стан, нормативні документи

## Прогнозування білок-білкових взаємодій на основі впливу L-аргініну та Бетаїну у тварин за умов теплового стресу через структурну та функціональну асоціацію, проведена з допомогою алгоритму SPRING

I. Олійник, Н. Салига, Б. Котик, Н. Приймич

lakmus3041@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Біологічна функція багатьох білків надається через їхню взаємодію з іншими білками. Тому, щоб повністю зрозуміти функцію кожного білка в організмі, потрібно спочатку досягти комплексної мережі білок-білкових взаємодій (ББІ), які відбуваються всередині клітини. Одним із найпростіших методів прогнозування обчислювальної взаємодії є визначення того, чи подібна пара білків не має запиту до вже відомої взаємодії. Багато програм безпосередньо використовують подібність послідовностей для цієї мети, оскільки операція порівняння послідовностей є швидкою, а даних послідовностей достатньо [Li Y., Ilie L., 2017].

SPRING — це шаблонний алгоритм для прогнозування структури білок-білковий комплекс. Конвеєр спочатку пропускає один ланцюг білкового комплексу через бібліотеку PDB із зв'язуючими частинами, отриманими з оригінальних записів олігомеру. Потім складні моделі для запиту виводяться з асоціацій партнерів зв'язування шаблону за допомогою попередньо обчисленої таблиці пошуку. Модель найкращої орієнтації на решті вибирається за SPRING-показником, який є комбінацією різьблення Z-показника, контактів інтерфейсу та відповідності TM-вирівнювання між шаблонами мономер-димер.

Малі білки теплового шоку (sHsps) належать до сімейства молекулярних шаперонів і захищають клітини від різних видів стресу, особливо теплового, відновлюють пошкоджені білки в клітині [Bukau B., 1998] і відіграють важливу роль у підтримці клітинного протеостазу [Yu A., 2019]. Однією з найважливіших функцій sHsps є запобігання агрегації білків зв'язуванням ненативних або неправильно згорнутих білкових молекул і утриманням їх у конформації, здатній до згортання. Крім того, sHsps беруть участь у регуляції багатьох клітинних процесів і допомагають підтримувати білковий гомеостаз.

Аргінін (Arg) регулює антиагрегаційну активність деяких sHsps, збільшуючи гідрофобні поверхні, що призводить до підвищення антиагрегаційної активності sHsps. Таким чином, вплив Arg на шаперонну активність  $\alpha$ B-Cr є специфічним для білка-мішені.

Концентрація та баланс між різними добавками, зокрема бетаїном та аргініном, можуть безпосередньо модулювати шаперонову активність білкових шаперонів і впливати на ББІ між шапероном і клієнтським білком у клітинах під стресом. Тому розуміння механізмів впливу хімічних шаперонів на активність білкових та їх ББІ є актуальним завданням.

У цій роботі ми вивчали вплив Arg і Bet на  $\alpha$ B-Cr і його ББІ з цільовим білком з допомогою SPRING, ми побудували мережі та встановили безпосередній вплив цих амінокислот на шаперони теплового стресу, виявили асоційовані зв'язки та здійснили кластерний аналіз, згідно з яким виявили, що Arg і Bet мають значний вплив на  $\alpha$ B-Cr та його взаємодію з цільовими білками. SPRING-аналіз показав, що ці амінокислоти регулюють активацію і стабільність шаперонів теплового стресу, особливо в умовах клітинного стресу. Кластерний аналіз виявив кілька функціональних груп білків, асоційованих із цими амінокислотами, що вказує на їхню важливу роль у забезпеченні правильного згортання білків та захисту клітин від стресу. Подальше вивчення цих зв'язків може допомогти розкрити нові механізми регуляції клітинної відповіді на стрес та розробити терапевтичні стратегії для лікування захворювань, пов'язаних з порушенням білкового гомеостазу.

Таким чином, наші дослідження сприяють розумінню механізму взаємодії між шаперонами та білками.

**Ключові слова:** шаперони, білок-білкові взаємодії (ББІ), SPRING-аналіз, L-аргінін, бетаїн

## Екологічні аспекти поширення мікобактерій

А. Палій<sup>1</sup>, А. Завгородній<sup>1</sup>, Ю. Салига<sup>2</sup>, В. Білушко<sup>1,2</sup>, В. Каплінський<sup>2</sup>, М. Цап<sup>2</sup>, М. Романович<sup>2</sup>  
bw.pochta@gmail.com

<sup>1</sup>Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

На сьогодні в Україні виділяють понад 50 видів мікобактерій. Вивчено понад 20 видів, які є патогенними або умовно-патогенними для людей. На території України, крім збудників туберкульозу, ізолюють мікобактерії II, III і IV груп за класифікацією Раньона. Види, які належать до I групи (фотохромогенні), в Україні не виділяють. Найчастіше від тварин, людей або з об'єктів довкілля ізолюють такі види атипових мікобактерій: *Mycobacterium scrofulaceum*, *M. fortuitum*, *M. goodii*, *M. vaccae*, *M. phlei*, *M. avium-intracellulare complex* та інші [Zavgorodniy A., Paliy A., 2021].

Мікобактерії мають високу екологічну пластичність, пристосовуючись до широкого спектра середовищ — до ґрунтів і вод, до екстремальних умов, як-от висока чи низька температура або високий вміст металів. Деякі види мікобактерій (як, наприклад, *M. smegmatis*) мешкають у ґрунті й активно беруть участь у процесах біодеградації органічних речовин. Мікобактерії здатні утворювати складні симбіотичні чи патогенні зв'язки з іншими організмами. Наприклад, у ґрунтових системах вони можуть співіснувати з грибами або найпростішими, сприяючи розщепленню органічних речовин та мінералізації. Залежно від певних умов навколишнього середовища, мікобактерії здатні зберігати свої властивості впродовж багатьох років [Montero E. et al, 2022].

Мікобактерії також активно реагують на антропогенні зміни в довкіллі, зокрема на забруднення води, зміну температурного режиму або збільшення рівня токсичних сполук. Дослідження показують, що в умовах забруднення водних екосистем підвищується поширення умовно-патогенних видів мікобактерій — таких, як, наприклад, *M. intracellulare*, що може стати загрозою для здоров'я людей. Людська діяльність має великий вплив на різні мікроорганізми, це стосується й мікобактерій. Цей вплив умовно можна розподілити на локальний і глобальний. До глобальних належать зміни клімату (глобальне потепління), поява антибіотикорезистентних і хіміорезистентних форм, що зумовлюють інфекційні захворювання (зокрема туберкульоз), які важко вилікувати за допомогою традиційних лікарських засобів. Локальний вплив антропогенних факторів охоплює зміни еко-географії та імунобіохімічних властивостей мікобактерій внаслідок господарської діяльності людини — наприклад, осушення або, навпаки, створення штучних водних екосистем, організації тваринницьких і птаховничих комплексів з високою концентрацією поголів'я тощо [Busol V., 2022]. Ведення воєнних дій також значно впливає на екологію мікобактерій, зокрема зумовлює ризик спалахів туберкульозу та інших небезпечних захворювань.

Відомо, що захворювання на туберкульоз у великої рогатої худоби можуть бути спричинені збудниками видів *M. bovis* і *M. tuberculosis*; при цьому характер перебігу захворювання у тварин суттєво відрізняється. Окремо варто зупинитись на проблемі неспецифічних реакцій як у тварин, так і в людей на мікобактеріальні алергени (туберкулін, ААМ), які використовують для прижиттєвої діагностики захворювання на туберкульоз. Більшість атипових видів, маючи спільні антигени зі збудниками туберкульозу, є причиною параалергічних реакцій внаслідок формування у макроорганізмі стану гіперчутливості сповільненого типу. Це значно ускладнює діагностику туберкульозу, яка має бути комплексною, а у тварин, зокрема у великої рогатої худоби (ВРХ), стає підставою для заборів з діагностичною метою здорових, продуктивних особин, що спричинює економічні втрати [Zavgorodniy A., Bilushko V., 2020].

В Україні від жовтня 2016 р. в галузі тваринництва проведено повне оздоровлення від туберкульозної інфекції, проте, наприклад, у першому півріччі 2024 р., за даними Державного науково-дослідного інституту лабораторної діагностики та ветсанекспертизи (м. Київ), під час планових алергічних досліджень було виявлено 208 особин ВРХ із 44 господарств у 8-ми областях, які позитивно реагували на внутрішньошкірне введення туберкуліну для ссавців у стандартному розчині. Причини цього явища потребують ретельних досліджень кожного конкретного випадку з метою диференціації специфічних реакцій від параалергічних. Особливої актуальності ці питання набувають під час воєнного стану, коли бувають випадки переміщення поголів'я ВРХ із зони бойових дій у безпечніші регіони.

Мікобактерії є екологічно важливими мікроорганізмами, які відіграють значну роль у природних екосистемах, а також мають значний вплив на здоров'я людей і тварин. Враховуючи високу стійкість цих мікроорганізмів до змін довкілля, повільний ріст та здатність спричиняти низку небезпечних захворювань, вважаємо, що стратегію боротьби з поширенням мікобактеріозної інфекції треба вибудовувати на підставі комплексних підходів і завчасно планувати заходи профілактики та діагностики.

**Ключові слова:** мікобактерії, екологія, туберкульоз, мікобактеріози, довкілля

## Визначення віруліцидної дії наночастинок металів срібла, цинку та міді контактнo-суспензійним методом щодо збудника високопатогенного грипу птиці\*

А. Палій, О. Рула, С. Ткаченко, Н. Сумакова, А. Завгородній, Л. Коваленко  
paliy.dok@gmail.com

ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків, Україна

Одним з перспективних напрямів досліджень у ветеринарній медицині є застосування нанотехнологій. На їх основі розробляють низку засобів, серед яких протимікробні сполуки займають провідне місце. За результатами попередніх досліджень, розроблено спосіб отримання дезінфекційного засобу, який охоплює хімічний синтез наночастинок, їх стабілізацію, отримання колоїдного розчину наночастинок металів Ag, Zn, Cu та використання стабілізаторів (патент України на корисну модель №156095). Також доведено, що дезінфекційний засіб на основі бінарних наночастинок в розведенні 1:40 та 1:100 не проявляє цитотоксичності на культуру клітин лінії КСТ. За результатами визначення гострої токсичності на щурах досліджуваний препарат віднесено до VI класу токсичності (речовини відносно нешкідливі —  $LD_{50} > 15000.0$  мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності — до IV класу (мало-небезпечні речовини —  $LD_{50} > 5000.0$  мг/кг) [Kovalenko et al., 2024]. Метою роботи було встановити віруліцидну активність суміші наночастинок металів щодо збудника високопатогенного вірусу грипу птиці (H5N1).

Досліджуваний засіб — суміш наночастинок металів: Ag — 151,2 мг/л; Zn — 287,76 мг/л; Cu — 12,0 мг/л; загальна концентрація наночастинок склала 450,96 мг/л. Як стабілізатори наночастинок металів були застосовані цитрат Na — 7,5 г/л; цетилтриметиламонію бромід (СТАВ) — 20,0 г/л; аскорбінова кислота — 34,24 г/л. Розчини наночастинок готували на стерильній дистильованій воді. У роботі застосовували вірусологічний метод (вірусологічні дослідження біоматеріалу щодо виявлення збудника грипу А) (СОП ХП-02В-2014) та серологічний метод дослідження (методика постановки реакції гемаглютинації з метою визначення гемаглютининів в біологічних матеріалах — реакція затримки гемаглютинації) (СОП ХП-05С-2014). Вірусологічні дослідження проводили згідно з рекомендаціями OIE (*World Organisation for Animal Health* — Всесвітня організація з охорони здоров'я тварин) з використанням 10-добових курячих ембріонів, отриманих від курей-несучок з благополучних щодо інфекційних захворювань птахогосподарств. Усі досліди з вірусом грипу А проводили з дотриманням правил біологічної безпеки у шафі біологічної безпеки 2-го класу захисту, який унеможливорює потрапляння збудника у довкілля.

У роботі використали епізоотичний вірус грипу А/курка/Сиваш/02/05 (H5N1), який співробітники ННЦ «ІЕКВМ» ізолювали від загинлих курей під час спалаху високопатогенного грипу птиці в АР Крим у 2005 р. За результатами секвенування та визначення патогенності для курчат, зазначений штам вірусу належав до високопатогенних, внутрішньовенний індекс патогенності становив 3,0 (максимальна величина), за інфікування курчат спричиняв 100% захворюваність та летальність. Вірус призводив до 100% загибелі курячих ембріонів через 24–72 год. після інфікування. Вірус А/курка/Сиваш/02/05 H5N1 депонований у Державному науково-контрольному інституті біотехнології та штамів мікроорганізмів (м. Київ), реєстраційний номер 383, патент України на корисну модель №20245.

Як вірусоміщуючу рідину використовували освіжену екстраембріональну рідину курячих ембріонів, які загинули після інфікування матровою розплідкою. Інфекційна активність вірусу становила 8–9 Іг ЕІД/0,2 см<sup>3</sup>, титр гемаглютининів — 1:512–1:1024.

Дослідження дезінфекційних властивостей засобу проводили за принципом контактнo-суспензійного методу, який полягає у спроможності протимікробної сполуки на тест-об'єкті (метал, кахель, деревина) нейтралізувати інфікувальні властивості вірусу з біологічним навантаженням (суміш сироватки крові великої рогатої худоби та вірусу). Як тест-об'єкти для визначення знезаражувальних властивостей використали пластини з нефарбованої деревини, металу та кахель розмірами 100×100 мм. На тест-об'єкти наносили суміш вірусу та розведеної на фосфатно-сольовому буфері сироватки ВРХ 1:2. Через 10–15 хв. після підсихання нанесеної суміші дослідний засіб розпилювали у кінцевих концентраціях 1,0 та 3,0%. Через 30, 90 та 120 хв. стерильним аплікатором робили змив, переносили його до флакону з розчином антибіотиків на фосфатно-сольовий буфер та після контакту (20 хв.) інфікували курячі ембріони.

За нашими результатами встановлено, що досліджуваний засіб у концентраціях 1,0–3,0% за експозиції від 30 хв. знезаражує вірус, нанесений на деревину. На інших поверхнях (кахель та метал) знезараження вірусу починається після експозиції 90 хв. На контрольних тест-об'єктах без додавання протимікробного засобу гемаглютинація в еритроцитах курячих ембріонів була присутня упродовж всього періоду дослідження — до 120 хв.

**Ключові слова:** вірус пташиного грипу, курчата, наночастинок металів, знезараження

\*Дослідження фінансовано Національним фондом досліджень України за бюджетні кошти у рамках виконання проекту №2021.01/0076 «Створення інноваційного дезінфекційного засобу на основі наночастинок металів для знешкодження збудників емерджентних інфекційних хвороб» за конкурсом «Наука для безпеки і сталого розвитку України».

## Рівень окисної модифікації протеїнів у щурів за споживання енергетичного напою

Х. Парцей, Г. Ерстенюк, Г. Токарік, С. Шкурашівська, Л. Курас

hrustuna012y@gmail.com

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Енергетичні напої містять високі концентрації стимулювальних речовин — таких, як кофеїн, таурин, глюкуронолактон, а також вітаміни групи В та інші компоненти, які не тільки підвищують фізичну та розумову працездатність, а й можуть стимулювати розвиток оксидативного стресу — стану, під час якого порушується баланс між активними формами кисню і здатністю організму їх нейтралізувати. Це, у свою чергу, може спричинити пошкодження клітин і розвиток хронічних захворювань [Buratti, 2020; Partsei, 2023]. Окислювальні процеси в організмі призводять до пошкодження важливих біомолекул, зокрема протеїнів, ліпідів та ДНК [Halliwell, 2015]. Окисна модифікація протеїнів є одним із ключових біомаркерів оксидативного стресу, оскільки протеїни виконують важливі функції у клітинах та можуть зазнавати незворотних змін під дією вільних радикалів. Пошкодження протеїнів призводить до порушення їхніх структурно-функціональних властивостей, що може сприяти розвитку різноманітних патологічних станів, серед яких — серцево-судинні захворювання, нейродегенеративні порушення, онкологічні захворювання тощо [Sadowska, 2022]. У зв'язку з цим, метою дослідження було вивчення впливу енергетичного напою на стан пероксидації протеїнів, що є актуальним не лише для медицини та біохімії, а й для широкої громадськості, оскільки ця тема торкається важливих аспектів харчової безпеки та здоров'я населення.

Експериментальні дослідження провели на білих щурах лінії Вістар масою 150–220 г, яких утримували в умовах віварію ІФНМУ. Під час проведення біохімічних досліджень дотримувалися відповідних етичних і законодавчих норм та вимог щодо утримання тварин, їх харчування та проведення маніпуляцій: Європейської конвенції про гуманне ставлення до лабораторних тварин (Страсбург, 18.03.1986); «Про заходи щодо подальшого вдосконалення організації форм роботи з використанням експериментальних тварин» та положення «Загальних принципів експериментів на тваринах», ухваленого Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.) згідно з Законом України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2010 р.). Тварини перебували в клітках по 5 особин за відповідних умов освітлення, температурного режиму та стандартного раціону харчування, з вільним доступом до води та їжі. Щурів поділили на 6 груп: 1-а група (контрольна) — практично здорові щури, які отримували стандартний раціон віварію і вживали тільки питну воду; 2–5-а група (дослідні) — щури, які отримували енергетичний напій упродовж 30 днів експерименту: 2-га група — забір матеріалу проводили на 1-у добу по завершенню прийому енергетичного напою, 3-я група — на 10-у добу, 4-а група — на 20-у добу, 5-а група — на 30-у добу по завершенню прийому енергетичного напою. Введення безалкогольного енергетичного напою «Вит» в організм *per os* здійснювали щодобово упродовж 30 днів з використанням напувалок. Тварин розсадили в індивідуальні клітки на час споживання енергетичного напою. Розрахунок необхідної кількості напою на одного щура проводили з перерахунку на 1 кг маси тіла із врахуванням коефіцієнту видової специфічності для щурів. Тварин зважували перед початком експерименту та щотижня на кожному із етапів дослідження. Забір матеріалу (плазма крові) проводили в умовах наркозу (внутрішньом'язево тіопентал натрію, 60 мг/кг) декапітацією на 1-, 10-, 20-, 30-у доби по завершенню експерименту. Інтенсивність пероксидації протеїнів встановлювали за кількістю продуктів окиснювальної модифікації протеїнів методом спектрофотометрії. Оптичну щільність утворених динітрофенілгідрозонів (ум.од.) реєстрували на спектрофотометрі *Specord M40* (Німеччина) за довжини хвиль 356, 370, 430, 530 (нм). Одержані цифрові дані статистично обраховували з використанням програми *Statistica 7* з урахуванням критерію *t* Стьюдента.

Експериментальні дані проведених нами досліджень показали, що в щурів за умов споживання енергетичного напою спостерігали вірогідне зростання на 1-, 10-, 20- та 30-у доби рівня альдегідпохідних (356 нм) — на 27% ( $P<0,001$ ), 79% ( $P<0,001$ ), 64% ( $P<0,001$ ), 36% ( $P<0,001$ ), та кетонпохідних нейтрального характеру (370 нм) — на 20% ( $P<0,001$ ), 48% ( $P<0,001$ ), 32% ( $P<0,001$ ) і 3% відповідно, а також зростання рівня альдегідпохідних (430 нм) — на 23%, 46% ( $P<0,05$ ), 40% ( $P<0,001$ ), 19%, та кетонпохідних основного характеру (530 нм) — на 65% ( $P<0,001$ ), 37% ( $P<0,001$ ) 20% та 54% ( $P<0,001$ ) відповідно порівняно з контролем.

Аналіз одержаних результатів вказує на активацію процесів вільнорадикального окиснення в експериментальних тварин, які споживали енергетичний напій, що може підвищити ризик розвитку патологій, пов'язаних з оксидативним стресом та окисною модифікацією протеїнів. Це є вагомим аргументом для обмеження споживання енергетичних напоїв та проведення подальших досліджень для виявлення наслідків тривалого їх вживання.

**Ключові слова:** енергетичний напій, щури, окисна модифікація протеїнів

## Дріжджові пробіотики як альтернатива антибіотикам

О. Політило, О. Стефанишин

Ron45042@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Антибіотики широко використовують у тваринництві для профілактики захворювань та стимуляції росту тварин. Однак їх довготривале і масове застосування призвело до глобальної проблеми розвитку резистентних до антибіотиків мікроорганізмів як у тварин, так і у людей [Ferri et al., 2017]. Бактерії, які розвивають стійкість до антибіотиків, можуть передаватися від тварин до людей через харчові продукти або навколишнє середовище, що становить серйозну загрозу для громадського здоров'я.

За останні роки стало очевидним, що необхідно шукати альтернативи антибіотикам для збереження ефективності лікування інфекцій. Одним із таких напрямків є використання пробіотиків — живих мікроорганізмів, які можуть позитивно впливати на здоров'я тварин, зокрема дріжджів [Abid et al., 2022]. Дріжджі вже давно використовують як харчові добавки для тварин, але останні дослідження показали, що деякі їхні штами мають пробіотичний потенціал, здатний замінити антибіотики.

Особливий інтерес становлять маловивчені дріжджі — такі, як *Torulaspora delbrueckii* та *Yarrowia lipolytica*, які можуть мати унікальні властивості для покращення здоров'я тварин без ризику розвитку резистентності до антибіотиків [Barth & Gaillardin, 1997].

Протягом останніх десятиліть резистентність до антибіотиків стала однією з головних проблем ветеринарної медицини та громадського здоров'я [Schwarz et al., 2017]. Використання антибіотиків у кормах для тварин сприяє поширенню стійких до ліків мікроорганізмів, які можуть передаватися через м'ясо, молочні продукти та фекалії тварин [Granados-Chinchilla & Rodríguez, 2017]. Антибіотики (такі, як тетрациклін) широко використовуються для профілактики захворювань у свійської птиці, свиней та великої рогатої худоби [Shariatmadari, 2012]. Однак багато досліджень показують, що їх надмірне використання сприяє виникненню резистентних штамів бактерій — таких, як *Escherichia coli* та *Salmonella enteritidis*.

Дріжджові пробіотики, зокрема *Saccharomyces cerevisiae* та *S. boulardii*, мають доведені переваги у підтримці здоров'я тварин. Вони допомагають регулювати кишкову мікрофлору, знижувати ризик розвитку патогенних мікроорганізмів та покращувати імунний статус [Fathi et al., 2012]. Відомо, що дріжджі можуть поліпшувати процеси травлення та сприяти засвоєнню поживних речовин [Gao et al., 2008].

Маловивчені дріжджові штами, такі як *Yarrowia lipolytica* та *Candida utilis*, також демонструють перспективні пробіотичні властивості [Pang et al., 2022]. Наприклад, *Y. lipolytica* здатна виживати в агресивних умовах шлунково-кишкового тракту та продукувати ферменти, які сприяють розщепленню ліпідів та білків. *C. utilis* відома своєю здатністю покращувати склад мікробіоти кишечника та підвищувати різноманітність мікроорганізмів [Reyes-Vecerril et al., 2021].

Попередні результати показали, що застосування дріжджових пробіотиків позитивно впливає на склад кишкової мікрофлори та імунний статус тварин. Відзначено зменшення кількості патогенних мікроорганізмів у кишечнику бройлерів, які отримували пробіотики, особливо штами *Y. lipolytica* та *Pichia pastoris*. Ці результати свідчать про те, що дріжджові пробіотики можуть замінити антибіотики у тваринництві, зменшуючи ризик виникнення резистентних до антибіотиків штамів бактерій [Mountzouris et al., 2015].

Дослідження також показали, що дріжджі стимулюють вироблення імуноглобулінів та активність травних ферментів, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин. Це призводить до підвищення приросту ваги та загальної продуктивності тварин [Wang et al., 2016]. Крім того, спостерігали покращення гістологічної структури кишечника, що свідчить про покращення його функціонального стану під впливом пробіотиків [Fathi et al., 2012].

Однак важливо зазначити, що ефективність пробіотиків може залежати від концентрації та тривалості їх застосування, а також від специфіки умов утримання тварин. Тому подальші дослідження необхідні для уточнення оптимальних доз та умов використання дріжджових пробіотиків у тваринництві.

**Ключові слова:** антибіотикорезистентність, дріжджові пробіотики, здоров'я тварин, імунна система, кормові добавки



## Вплив сезону народження на формування живої маси телиць молочних порід

Ю. Полупан, С. Прийма

yupolupan@ukr.net

Інститут розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Відомо, що в сільськогосподарських підприємствах з розведення великої рогатої худоби молочних та молочно-м'ясних порід на весняні та літні місяці припадає удвічі більша кількість отелень, ніж в осінні та зимові [Резникова Н. Л., 2009]. Регулювання отелень за сезонами з метою рівномірного виробництва молока впродовж року має здійснюватися насамперед на молочних комплексах і фермах. Проте є інформація, що корови осіннього і зимового сезонів народження переважають за показниками продуктивності своїх ровесниць, народжених навесні та влітку [Федорович Є. І. та ін., 2019]. Інші автори [Носевич Д. К. та ін., 2018] повідомляють про помітну перевагу за надоєм первісток літнього сезону отелення порівняно з аналогами, які отелились взимку, або перевагу за інтенсивністю росту телиць, народжених навесні. У наших попередніх дослідженнях [Полупан Ю. П. та ін., 1999] відмічено майже рівномірний розподіл і неістотні різноспрямовані відхилення від середньої живої маси бугайців української чорно-рябої молочної породи різних місяців (сезонів) народження впродовж першого року вирощування.

Суперечливість результатів досліджень різних авторів та широке впровадження цілорічної однотипної годівлі молочної худоби повнораціонними кормосумішами зумовили необхідність проведення додаткових досліджень впливу сезону народження на вікову динаміку живої маси молодняка новостворених молочних і голштинської порід у нових технологічних умовах.

Динаміку живої маси та середньодобових приростів досліджували у стаді племінного заводу ТОВ «Агрофірма „Світанок”» Мар'їнського р-ну Донецької обл. на 1262 телицях українських червоної та чорно-рябої молочних і голштинської порід. З підконтрольних 359 телиць народились взимку, 226 — навесні, 333 — влітку і 344 — восени. Для аналізу використовували електронну інформаційну базу СУМС ОРСЕК (станом на листопад 2021 р.). Живу масу оцінювали за її величиною у новонароджених телиць та у віковій динаміці на «ювілейну» дату методом лінійної інтерполяції з 3-місячним інтервалом до 18-місячного віку.

Групові середні та їх стандартні похибки визначали методами математичної статистики [Osadcha Yu. V. et al., 2022] засобами програмного пакета *Statistica 12.0* [Фетісов В. С., 2018]. Однофакторним дисперсійним аналізом за співвідношенням факторіальної та загальної дисперсій (сум квадратів відхилень) визначали силу впливу сезону народження на загальну фенотипову мінливість живої маси телиць.

Порівнянням групових середніх не встановлено істотної різниці у живій масі новонароджених телиць у різні пори року. Народжені взимку телиці у середньому важили  $37,3 \pm 0,23$  кг, навесні —  $37,3 \pm 0,31$  кг, влітку —  $37,2 \pm 0,20$  кг і восени —  $37,4 \pm 0,20$  кг. Тобто різні сезонні умови утримання тільних корів матерів і докільля не впливали на внутрішньоутробний розвиток телиць. У перших три місяці постнатального розвитку (молочний період) вищими середньодобовими приростами живої маси вирізняються телиці осіннього ( $667 \pm 6,6$  г) і зимового ( $638 \pm 6,3$  г) сезонів народження, переважаючи групу гірших за цим показником народжених влітку ровесниць, відповідно, на  $74 \pm 9,9$  г або 12,5% ( $t_0=7,47$ ,  $P<0,001$ ) і на  $45 \pm 9,7$  г або 7,6% ( $t_0=4,64$ ,  $P<0,001$ ). Це зумовило перевагу за живою масою у віці 3 місяців телиць осіннього і зимового сезонів народження над ровесницями літнього та весняного. Зокрема перевага тварин осіннього отелення над телицями, народженими влітку, сягає  $7,0 \pm 0,96$  кг або 7,7% ( $t_0=7,29$ ,  $P<0,001$ ).

По завершенню молочного періоду і переведенні на споживання значної частки грубих кормів у віці від 3 до 6 місяців телиці осіннього отелення зберігають перевагу за середньодобовими приростами живої маси ( $844 \pm 8,0$  г). У цей період спостерігають компенсаторний ріст у телиць, народжених влітку ( $819 \pm 8,3$  г). У тварин, народжених взимку і навесні, інтенсивність росту у цей період виявляється помітно нижчою (відповідно,  $676 \pm 8,3$  і  $692 \pm 10,4$  г). Найпомітніше компенсаторний ріст спостерігається у телиць весняного ( $984 \pm 12,8$  г) і літнього ( $957 \pm 10,9$  г) сезонів народження у віці 6–9 місяців. Для порівняння, у цей період прирости живої маси телиць зимового сезону народження становлять  $784 \pm 11,3$  г, осіннього —  $748 \pm 10,9$  г, що вірогідно ( $P<0,001$ ) нижче на 173–236 г або на 22,1–31,6%. У віці 9–12 місяців кращим ростом живої маси характеризуються телиці зимового ( $1113 \pm 10,7$  г) і весняного ( $1054 \pm 10,6$  г), повільнішим — осіннього ( $938 \pm 10,2$  г) і літнього ( $832 \pm 11,3$  г) сезонів народження. У віці 12–15 місяців міжгрупова різниця за середньодобовими приростами знижується до 30–125 г (3,6–17,0%), в 15–18 місяців — до 6–74 г (0,8–11,3%) за збереження різної спрямованості за сезонами народження.

Виявлені у багатьох випадках вірогідні відмінності в інтенсивності росту телиць різних сезонів народження завдяки механізмам компенсаторного росту вже до однорічного віку зумовлюють зниження різниці у живій масі телиць препубертатного і пубертатного віку. Якщо у віці трьох місяців максимальна міжгрупова різниця за живою масою телиць становить 7,0 кг або 7,7% ( $98,2 \pm 0,65$  кг у народжених восени

проти  $91,2 \pm 0,71$  кг влітку), у шість місяців зростає до 19,5 кг або 12,5% ( $175,2 \pm 1,06$  кг у народжених восени проти  $155,7 \pm 1,26$  кг навесні), у дев'ять — до 24,5 кг або 10,5% ( $253,2 \pm 1,71$  кг у народжених влітку проти  $228,7 \pm 1,68$  кг взимку), то в однорічному віці вона знижується до 12,7 кг або 3,9% ( $341,7 \pm 1,95$  кг у народжених навесні проти  $329,0 \pm 2,07$  кг восени). На другому році постнатального розвитку різниця у живій масі телиць різних сезонів народження залишається неістотною (до 7,8 кг або 1,9% у 15 місяців і до 9,2 кг або 2,0% — у півторарічному віці). Отже, помітна різноспрямована різниця у живій масі телиць різних сезонів народження у віці 3–9 місяців завдяки механізмам компенсаторного росту і, певно, однотипній цілорічній годівлі повнораціонними кормосумішами до однорічного віку практично нівелюється і залишається низькою до 18 місяців.

Найвищі показники середньодобових приростів у всіх групах спостерігались в період інтенсивного статевого дозрівання у віці 6–12 місяців. Назагал в перший рік постембріонального розвитку середньодобовий приріст в усі сезони народження становив близько 800 г, що засвідчило достатньо високий рівень інтенсивності вирощування молодняку впродовж першого року вирощування у господарстві.

Дисперсійний аналіз підтверджує відсутність впливу сезону народження на живу масу новонароджених телиць ( $\eta_x^2 = 0,04 \pm 0,24\%$ ,  $F = 0,17$ ,  $P = 0,914$ ). У віці 3 місяців сила впливу організованого фактора зростає до  $4,6 \pm 0,23\%$  ( $F = 20,05$ ,  $P < 0,001$ ), у шість — до  $13,2 \pm 0,21\%$  ( $F = 63,78$ ,  $P < 0,001$ ), у дев'ять становить  $8,6 \pm 0,22\%$  ( $F = 39,45$ ,  $P < 0,001$ ). В однорічному віці сезон народження зумовлює вже лише  $1,6 \pm 0,23\%$  ( $F = 6,99$ ,  $P < 0,001$ ) загальної фенотипової мінливості живої маси телиць. У 15 місяців вплив сезону на досліджувану ознаку знижується до  $0,6 \pm 0,25\%$  ( $F = 2,46$ ), у півторарічному віці — до  $0,7 \pm 0,27\%$  ( $F = 2,42$ ) за невірогідного рівня статистичної значущості. Вплив сезону народження на середньодобові прирости живої маси зростає від  $5,0 \pm 0,23\%$  ( $F = 22,26$ ,  $P < 0,001$ ) від народження до трьох місяців до  $24,8 \pm 0,18\%$  ( $F = 138,45$ ,  $P < 0,001$ ) у 9–12 місяців з подальшим зниженням до  $4,4 \pm 0,24\%$  ( $F = 18,40$ ,  $P < 0,001$ ) у 12–15 місяців і  $1,4 \pm 0,27\%$  ( $F = 5,01$ ,  $P = 0,002$ ) у 15–18 місяців.

Отже, порівнянням групових середніх та дисперсійним аналізом встановлено помітний різноспрямований вплив сезону народження на живу масу телиць та її середньодобові прирости у віці 3, 6 і 9 місяців. Завдяки механізмам компенсаторного росту і, певно, однотипній цілорічній годівлі повнораціонними кормосумішами до однорічного віку міжгрупова різниця практично нівелюється і лишається низькою до 18 місяців.

**Ключові слова:** телиці, жива маса, сезон народження

## Вплив водорозчинних жирних кислот на ріст і розвиток ремонтного молодняку курей-несучок

Я. Процайло, Я. Кирилів

kyryliv@ukr.net

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, с. Оброшине, Львівська область, Україна

Яєчна продуктивність промислових курей-несучок суттєво залежить від правильного вирощування ремонтного молодняку. Для отримання бажаного результату використовують кроси яєчного напрямку продуктивності з високим генетичним потенціалом. Проте для його реалізації необхідно забезпечити ефективну годівлю, яку регулюють залежно від віку та живої маси. У перший період вирощування (1–7 тижнів) жива маса курей збільшується у 18–20 разів, тому їм рекомендовано згодовувати комбікорм з високим вмістом протеїну та обмінної енергії (20% та 1214 мДж в 100 г) за низького рівня сирової клітковини. Важливо, щоб до 4-місячного віку молодняк досягнув стандартної живої маси. Проте добрі показники живої маси не дають гарантії майбутньої високої продуктивності, оскільки вона залежить від багатьох інших факторів.

В сучасній годівлі птиці всіх напрямів продуктивності останнім часом почали застосовувати ліпідні добавки як доступне та ефективне джерело енергії. Це насамперед рослинні олії різного походження, найчастіше соняшникова і соєва. Застосування олій підвищує собівартість кормів, скорочує період зберігання та певною мірою ускладнює процес грануляції. В зв'язку з цим, тривають дослідження із пошуку та застосування їх заміників, що є актуальним і перспективним. Метою нашої роботи було вивчити можливість використання в раціонах для вирощування ремонтного молодняку курей-несучок різних доз добавок ліпідного походження, що дасть можливість здешевити технологію вирощування, покращити розвиток репродуктивних органів та вторинних статевих ознак.

Для реалізації цієї мети ми застосували концентрат водорозчинних концентратів жирних кислот (ELC — *essential lipid complex*) в кількості від 0,4 до 1,0%. Доза додавання комплексу жирних кислот була найнижчою у ремонтного молодняку і найвищою — у репродуктивних курей-несучок.

Травлення жирів у птиці інтенсивно проходить у тонкому відділі кишечника. Тут відбувається гідроліз триацилгліцеролів та інших ефірів за дії ліпаз і жовчі. Жовч містить жовчні кислоти, за впливу яких ліпіди емульгуються, утворюючи добре розчинні у водному середовищі міцели. За рахунок цього процесу збільшується площа доступу ферментів до ліпідів і травлення проходить інтенсивніше. Ненасичені жирні кислоти при цьому не розщеплюються, а всмоктуються у такому вигляді, як надійшли з кормом. Тому застосування ліпідного комплексу жирних кислот охоплює процес травлення та емульгацію жирів. В раціоні вже присутні емульговані жири.

В результаті наших досліджень встановлено, що всі дози водорозчинних концентратів жирних кислот, порівняно з контролем, дали позитивний результат в процесі вирощування. Проте доза з добового до 27-денного в 0,7% та від 28 до 56 днів в 0,6% була ефективнішою порівняно з іншими дозами та контрольною групою, яка отримувала у відповідні періоди 0,6% і 0,5% соняшникової олії. У 112 днів вирощених курчат перевели у приміщення для продуктивних курей-несучок, їм згодовували також різні дози залежно від рівня обмінної енергії, основним джерелом якої є соєва макуха та кукурудза. Жива маса курчат кросу ломан ЛСП-класик в 112-денному віці складала 1283,57 г, а в дослідних — від 1183,50 до 1277,51 г.

У дослідженні маси яєчників та довжини яйцепроводу було встановлено, що в III дослідній групі вона була вищою порівняно з контролем, відповідно, на 11,27% та 14,21%. В інших дослідних групах вона також була вищою на 4,25% та 5,29% за масою яєчників та 6,27 і 4,29 за довжиною яйцепроводу.

Якщо порівняти висоту гребінчиків у контрольній і дослідних групах, то вони також відрізнялися і були вищими або рівними у всіх дослідних групах порівняно з контрольною. Найвища маса гребінчиків була у третій та четвертій дослідних групах.

В наших дослідженнях застосовані пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева, арахідонова та лінолева жирні кислоти у різних співвідношеннях. У дослідженнях зарубіжних вчених було встановлено, що жирні кислоти проявляють позитивний вплив на фізіологічний стан, продуктивність та засвоєння корму. З початку 2000-х рр. спостерігається тенденція до заборони антибіотичних стимуляторів росту. Як альтернативу почали використовувати жирні кислоти як природні джерела для пригнічення росту бактерій і кишкових колоній патогенів [Nguyen DH. et al., 2018; Gomez-Osorio L.-M. et al., 2021]. У літературі існує кілька гіпотез щодо антимікробної активності цих жирних кислот. Одна із них базується на основному принципі, що недисоційовані кислоти можуть проникати через клітинну стінку бактерій, що призводить до порушення нормальної фізіології певних типів, зокрема збільшення розчинності, проникності та нестабільності бактеріальної мембрани.

В результаті досліджень встановлено, що заміна соняшникової олії на комплекс водорозчинних жирних кислот сприяє кращому розвитку репродуктивних органів та вторинних статевих ознак. Ефективність вирощування ремонтного молодняку курчат остаточно буде визначена у досліді на курях-несучках за яєчною продуктивністю.

**Ключові слова:** кури-несучки, молодняк, водорозчинні жирні кислоти, годівля

## Вплив пробіотиків, ефірних олій та специфічних імуноглобулінів на склад молока свиноматок, ріст і розвиток поросят раннього віку

Т. Прудіус

tarasvet126@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Інтенсивний розвиток свинарства значно виділяє роль свиноматок в свинарстві, оскільки вони несуть основне навантаження, при чому їхня продуктивність постійно зростає. На це впливає і зростання народжуваності поросят та їх вага в час відлучення. Тому важливим є максимально зберегти даних тварин від виснаження під час лактації та забезпечити формування та згодовування якісного молока поросят раннього віку.

Метою досліджень було встановити вплив пробіотиків, ефірних олій та специфічних імуноглобулінів на склад молока свиноматок, їхній вплив на ріст і розвиток поросят.

Для дослідження взяли кормову добавку «ЕнзАктив Мікс», до складу якої входить *Saccharomyces cerevisiae* з активністю  $\geq 1,5 \times 10^{10}$  КУО/г та комплекс ферментів — фітаза, протеаза, ксиланаза, целюлаза,  $\alpha$ -амілаза,  $\beta$ -глюконаза; кормову добавку «Активо», яка є комбінацією ефірних олій та їхніх екстрактів — олії кориці, розмарину, орегано, перцю чилі; а також кормову добавку «Глобіген Джамп Старт», куди входять специфічні імуноглобуліни, отримані із курячого жовтка та дріжджів. Досліди проводили паралельно. У досліді №1 використовували кормову добавку «ЕнзАктив Мікс», в досліді №2 — «Активо», а в досліді №3 — «Глобіген Джамп Старт». Свиноматок відібрано за принципом аналогів 2–3-го опоросу, які не мали перегулів. Дослід почався із моменту заходження свиноматок до родильного приміщення за 5 діб до планового опоросу або на 110-у добу поросності, де із кормом вони отримували вищезгадані кормові добавки. Поросят, отриманих від свиноматок контрольних та дослідних груп, зважували під час народження. Повторні зважування проводили на 5-, 14- і 28-му добу життя поросят. Із 5-ї доби життя поросят дослідних груп задавали пре-стартерний корм із вищепереліченими добавками.

Дослідження зразків нативного молока від свиноматок з досліді №1, отриманого на 21-у добу лактації, показало зростання масової частки білка в дослідній групі на 5,65%. Варто відмітити, що амінокислотний профіль дослідної групи практично не відрізнявся від контрольної. Незначно зріс показник феруму в молоці дослідної групи на 32%. На зростання маси тіла поросят (16,58%,  $P < 0,01$ ) на 5-у добу життя в дослідній групі могло вплинути зростання білка в молоці.

Дослідження молока від свиноматок з досліді №2 показало зростання масової частки білка в дослідній групі на 9,69%. Зростання білка в молоці лактуючих свиноматок дослідної групи, пояснює і збільшення живої маси поросят дослідної групи на п'яту добу життя на 5,4% ( $P < 0,01$ ) щодо контрольної групи. Потрібно зауважити, що поросята контрольної групи під час народження мали вищу живу масу тіла на 3,85% щодо поросят дослідної групи. Поряд зі збільшенням масової частки білку в молоці, відбулося зростання амінокислотного складу. Відмічено зростання лізину в дослідній групі на 13,18%, аланіну — на 13,11%, треоніну — 7,14%, гістидину — 22,22% щодо (К) групи. Вміст феруму в молоці свиноматок дослідної групи був вищим на 13,13% від контролю.

Показники молока в дослідній групі №3 мали дещо нижчу тенденцію, що становило зростання білка на 3,2% в дослідній групі. Не спостерігали і змін щодо амінокислотного складу молока. Що стосується мікро- та макроелементів, то в дослідній групі показник цинку збільшився на 15,92%, фосфору — на 6,89%, магнію — 23%, натрію — 7,7%.

В результаті проведених досліджень встановлено, що застосування досліджуваних кормових добавок в складі комбікорму для лактуючих свиноматок мало позитивний вплив на покращення складу їхнього молока, особливо в період піку лактації, на ріст та розвиток поросят раннього віку в період, коли вони споживають тільки молоко свиноматок.

**Ключові слова:** лактуючі свиноматки, поживність молока свиноматок пробіотики, ефірні олії, специфічні імуноглобуліни

## Ефект згодовування добавки «Активіо» на ліпідний склад печінки та скелетних м'язів свиней

*Т. Прудіус, К. Смолянінов, М. Масюк, Н. Брода, Д. Мудрак*  
tarasvet126@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В останні роки важливого значення набуває розробка нових, ефективних та недорогих ветеринарних препаратів з широким спектром біологічної дії. При цьому дуже важливо визначити їх вплив на природну резистентність, інтенсифікацію обміну речовин, і як наслідок, зростання продуктивності сільськогосподарських тварин. В центрі нашої уваги — препарат «Активіо», який є комбінацією біологічно-активних речовин, виділених із ароматичних трав і спецій. До складу добавки входять: олія кориці, олія розмарину, екстракт перцю чилі, олія орегано, які проявляють широкий спектр впливу на різні ланки метаболізму в організмі тварин. Розглядаючи цей спектр, можна стверджувати, що серед всього різноманіття ефектів центральне місце посідають антиканцерогенна і антисклеротична дія жирних кислот, які входять до складу цих олій. У представленому дослідженні наведено фрагмент комплекснішої роботи з вивчення впливу кормової добавки «Активіо» на різні ланки обміну речовин і продуктивності в організмі свиней.

Метою наших досліджень було вивчити вплив біологічно активної кормової добавки «Активіо» на окремі ланки обміну ліпідів в органах і тканинах свиней. Для цього ми провели дослідження її впливу на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів у печінці та скелетних м'язах поросят.

Під час проведення експерименту до комбікорму дослідної групи було додатково введено додатковий корм «Активо» в кількості 0,2 кг/т готового комбікорму. У відібраних для дослідження тканинах визначали вміст загальних ліпідів ваговим методом після екстракції за методом Фолча. Розділення ліпідів на окремі фракції проводили методом одномірної тонкошарової хроматографії на скляних пластинках.

На основі отриманих нами даних можна зробити висновок про те, що додавання до комбікорму поросят кормової добавки «Активіо», яка містить природні біологічно-активні речовини, призводить до значних змін вмісту окремих фракцій ліпідів у печінці та скелетних м'язах поросят. Зокрема, це найяскравіше проявляється у зростанні вмісту загальних ліпідів у печінці і особливо їхньої структурної форми — фосфоліпідів у скелетних м'язах поросят. Підсумовуючи отримані нами дані, можемо зробити висновок, про те, що додавання до комбікорму поросят кормової добавки «Активіо», яка містить природні біологічно-активні речовини, зокрема олію кориці, олію розмарину, екстракт перцю чилі, олію орегано, призводить до значного зростання синтезу ліпідів у печінці, і особливо структурних ліпідів у скелетних м'язах свиней.

**Ключові слова:** ліпіди, фосфоліпіди, триацилгліцероли, олії, кормова добавка, метаболізм ліпідів

## Показники несучості та біохімічний склад крові курей-несучок у період яйценосності

Н. Пустова

pustovanatasha@ukr.net

Подільський державний університет, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна

Гематологічні дослідження крові птиці особливо важливі, тому що кров бере участь у всіх фізіологічних процесах організму. Сучасне птахівництво застосовує різні засоби для прогнозування продуктивності курей з використанням показників інтер'єру — біохімічний склад крові птиці у різні вікові періоди. Основною продукцією курей є яйця та м'ясо, на виробництво яких витрачається значна частина білків. Динаміка рівня білка та білкових фракцій у сироватці крові, взаємопов'язаних з продуктивністю птиці, має важливе значення для прогнозування продуктивності. Рівень продуктивності та динаміка несучості курей повністю відображаються на показниках крові.

Метою досліджень було виявити кращий крос курей за показниками інтер'єру (біохімічного складу крові) і продуктивності (несучості) за загальноприйнятими методиками. У ході досліджень визначали яєчну продуктивність ( $n=50$  особин для кожного кросу) і біохімічні показники крові ( $n=5$  для кожного кросу). Дослідження проводили на курях-несучках різних кросів зарубіжної селекції: *Hisex White*, *Hisex Brown*, *Hy-Line W-36*, *Hy-Line Brown*; в період продуктивного використання (20, 45 та 75 тижнів) в умовах господарства товарного типу зони Поділля (агрофірма «Авіс»). Умови годівлі та утримання були однаковими для усіх піддослідних кросів курей-несучок (згідно з нормами).

Досліджено біохімічний склад крові курей-несучок різної селекції у продуктивний період 20, 45 та 75 тижнів. Показники крові курей характеризують функціонування усіх систем організму та пов'язані з продуктивністю птиці. Інтенсивність обмінних процесів у крові птиці підвищується в період напруженого росту та розвитку організму, а також у період яйценосності, що призводить до підвищення або зменшення тих чи інших показників крові відповідно до продуктивності птиці у певний період вирощування та продуктивного використання. Біохімічні показники крові у курей повністю відображають зміни функціонування систем організму, пов'язаних з продуктивністю.

У дослідженнях найбільшу кількість загального білка і глобулінів у крові виявлено у 20-тижневому віці курей, що свідчить про інтенсивний синтез білків організмом птиці на початку несучості. Альбуміно-глобулінове співвідношення крові птиці кросу *Hy-Line Brown* було найвищим порівняно з курми інших піддослідних кросів, що є результатом підвищення альбумінів і зменшення глобулінів крові з віком. Значна частина кальцію була у крові курей-несучок 45-тижневого віку кросу *Hisex Brown* (5,11 ммоль/л) і *Hisex White* (5,02 ммоль/л), найменша — в птиці кросу *Hy-Line Brown* (4,21 ммоль/л). Аналогічні зміни відбувалися з кількістю у крові фосфору, що може свідчити про високу несучість птиці, якщо в її крові міститься підвищена кількість мінеральних речовин — кальцію і фосфору.

Результати досліджень свідчать, що у крові курей 20-тижневого віку кросу *Hy-Line Brown* спостерігали найбільшу кількість загального білка й альбумінів, у птиці кросу *Hy-Line W-36* — найменшу кількість загального білка, глобулінів, фосфору, у курей кросу *Hisex White* — найменшу кількість альбумінів та коефіцієнта А/Г, і найбільшу — глобулінів. Птиця кросу *Hisex Brown* мала більшість біохімічних показників крові середні порівняно з трьома іншими кросами птиці, максимальну кількість виявили лише кальцію і фосфору. У птиці кросу *Hy-Line Brown* були найменші показники кальцію та фосфору у крові. Найвищу кількість коефіцієнта А/Г у крові серед досліджуваної птиці виявили в курей кросу *Hy-Line W-36*.

Результати біохімічних показників крові досліджуваних кросів курей-несучок свідчать, що організму високопродуктивної птиці властивий інтенсивний обмін білків, вуглеводів та мінеральних речовин. Фізіологічна періодизація функціонування організму птиці відображається у вікових зрушеннях біохімічних показників крові, що в курей чітко проявляється.

**Ключові слова:** кури, кров, альбумін, глобулін, кальцій, фосфор

## Мікробіота кишківника котів

М. Л. Радзиховський<sup>1</sup>, Н. В. Курята<sup>2</sup>, О. В. Дишкант<sup>1</sup>

nickvet@ukr.net

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин, м. Львів, Україна

Шлунково-кишкова мікробіота — це різноманітний консорціум бактерій, архей, грибів, найпростіших і вірусів, які мешкають у кишечнику всіх ссавців. Відносини між мікробною асоціацією і господарем мають глибокий вплив на здоров'я тварин. Збалансована мікробна популяція шлунково-кишкового тракту (ШКТ) забезпечує харчові та метаболічні переваги для свого господаря, регулює імунну систему та різні сигнальні молекули, захищає кишечник від проникнення та активації патогенів і сприяє його здоровій структурі та оптимальній роботі [Barko et al., 2018].

Домашні коти (*Felis catus*) є м'ясоїдними тваринами, у яких ріст та розвиток залежать від достатнього споживання тваринної тканини для задоволення потреб у харчуванні. Багато харчових і клінічних досліджень показали, що мікробіота у кішок може залежати від кількох факторів, зокрема стану організму, віку, дієти та запальних захворювань [Ghosh et al., 2013]. Усі ці фактори мають різні масштаби впливу — деякі з них можуть бути дуже незначними, і наразі невідомо, наскільки вони важливі [Bermingham et al., 2018]. Шлунково-кишковий мікробіом є важливим фактором здоров'я ссавців, який бере участь у життєво важливих фізіологічних процесах і керує розвитком організму.

Матеріалом дослідження був патологічний матеріал, відібраний під час патологоанатомічного розтину, а саме: проби тонкого та товстого відділу кишечника з вмістом. В умовах лабораторії кафедри проводили засіви (культивування) 10%-вої суспензії кишківника з вмістом на відповідні для кожного збудника живильні середовища.

Дослідження шлунково-кишкової мікробіоти кішок є сферою постійного розширення, адже встановити чітку межу кількості мікроорганізмів надзвичайно важко, враховуючи, що на стан мікробного пейзажу впливає багато факторів, а саме: раціон, ареал існування, вік, кастрована тварина або ні тощо. Також важливим у визначенні мікробного заселення кишечника є те, що концентрація бактерій зростає аборально (тобто бере початок з ротової порожнини) за довжиною шлунково-кишкового тракту [Carding et al., 2015]. Незважаючи на вищеперераховані фактори, у домашніх котів є подібність до інших ссавців і більшість шлунково-кишкової мікробіоти (понад 99%) складається з переважних типів бактерій *Firmicutes* (клостридії, ентерококи, лактобактерії), *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* (біфідобактерії) та *Proteobacteria* (ентеробактерії такі як еширихії). Найпоширенішими групами культивованих бактерій були *Bacteroides*, *Clostridium*, *Enterococcus*, *Streptococcus* та *Eubacteria*.

Цей напрямок у вивченні мікробіоти ШКТ котів є перспективним і необхідним, адже дослідження бактеріального фону корисне для здоров'я не тільки самих котів, але і їхніх господарів, оскільки тварини-компаньйони мають таке ж середовище проживання, подібний режим харчування та мікробні спільноти, що й люди. Крім того, бактерії ШКТ здатні проявляти певний вплив на психіку людини, тому мікробіом навіть називають «другим мозком»; це явище отримало назву «вісь кишечника — мозок». Про саму залежність між станом мікрофлори кишечника та психікою людини відомо вже досить давно, а у тварин-компаньйонів такий взаємозв'язок ще залишається на етапах вивчення.

**Ключові слова:** коти, шлунково-кишковий тракт, мікробіота

## Стан Т- і В-клітинної ланки специфічного імунітету телят за впливу комплексного ліпосомального препарату

*М. Рацький*

markianratskiy@gmail.com

Львівський національний університет природокористування, м. Львів, Україна

У світі досі існують протиріччя між традиційними і сучасними поглядами на імунобіологію вагітності. В останній місяць тільності в організмі відбуваються певні зміни, які проявляються зниженням клітинних та гуморальних факторів захисту й активацією процесів пероксидного окиснення ліпідів. Причиною вказаних порушень в організмі корів є фізіологічна імуносупресія, яка розвивається і посилюється у тільних тварин через незадовільні умови утримання корів. З огляду на це, актуальною є розробка комплексних імунотропних препаратів, імунореабілітуючий ефект яких буде досягатися наявністю в його складі компонентів, які забезпечують оптимізацію критично важливих біохімічних механізмів підтримання метаболічного гомеостазу.

Дослідження проводили на коровах останнього періоду гестації. Тваринам контрольної групи за 20 та 10 днів до передбачуваного отелення внутрішньом'язово вводили ізотонічний розчин натрію хлориду, коровам першої та другої дослідних груп — вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е, лецитин, L-метіонін, L-аргінін, натрію селеніт у формі ліпосомальної емульсії дозою 0,04 мл/кг маси тіла. Телятам, народженим від корів другої дослідної групи, вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е, лецитин, L-метіонін, L-аргінін, натрію селеніт у формі ліпосомальної емульсії вводили внутрішньом'язово у вказаній дозі у 3-добовому віці. Телятам, отриманим від корів першої дослідної та контрольної груп, відповідно, вводили ізотонічний розчин натрію хлориду. Матеріалом для досліджень слугувала кров телят у 3-, 7-, 14- та 21-добовому віці.

Проведені дослідження показали, що введення коровам в останній місяць тільності ліпосомального препарату у вказаному складі спричиняє імунорегуляторний вплив на клітинну ланку специфічного захисту організму. Про це свідчить більша кількість Т-лімфоцитів (загальних, активних, теофілін-резистентних) у крові телят обох дослідних груп, ніж у тварин контрольної групи ( $P < 0,05$ – $0,001$ ), упродовж усього періоду досліджень. При цьому кількість теофілін-чутливих Т-лімфоцитів у крові телят обох дослідних груп на 7-му добу життя була менша, ніж у контрольній ( $P < 0,05$ ). Водночас кількість Т-супресорів у крові телят першої дослідної групи збільшилася у 14- і 21-добовому віці ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,001$ ), а у тварин другої дослідної групи — на 14-ту добу життя ( $P < 0,001$ ) щодо тварин контрольної групи.

За дії ліпосомального препарату упродовж усього періоду досліджень зафіксовано вищий рівень індукції Т-лімфоцитів до бластної трансформації з фітогемаглютиніном, а також більшу кількість В-лімфоцитів у крові телят обох дослідних груп порівняно з контрольною ( $P < 0,05$ – $0,001$ ). Підвищення кількості і функціональної активності Т- і В-лімфоцитів у крові телят, ймовірно, зумовлено як прямим, так і опосередкованим впливом вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е, лізину, метіоніну, аргініну та натрію селеніту у складі ліпосомального препарату на експресію Т- і В-лімфоцитів на плазматичні мембрани.

Констатовано позитивний вплив розробленого ліпосомального препарату на стан Т- і В-клітинної ланки імунітету телят, що сприятиме підвищенню їхнього імунного потенціалу.

Парентеральне введення коровам в останній місяць тільності комплексного ліпосомального препарату, до складу якого входять вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е, лецитин, L-метіонін, L-аргінін, натрію селеніт, спричиняє збільшення кількості Т-лімфоцитів (загальних, активних і теофілін-резистентних) та В-лімфоцитів у крові народжених від них телят і підвищує функціональну активність імунокомпетентних клітин за рахунок перерозподілу рецепторного апарату Т- і В-лімфоцитів у бік збільшення їхньої авідності. При цьому констатовано підвищення функціональної активності Т-лімфоцитів крові у реакції баластної трансформації лімфоцитів з фітогемаглютиніном.

**Ключові слова:** імунітет, кров, телята, вітаміни, лімфоцити



## Епізоотична ситуація щодо вірусних захворювань лососевих в Україні

Ю. Рудь, Л. Бучацький

rudziknew@ukr.net

Інститут рибного господарства НААН, м. Київ, Україна

РНК-вмісні віруси призводять до значних економічних втрат у вітчизняному форелівництві. Оскільки лікування вірусних інфекцій в аквакультури практично неможливе, віруси спустошують інфіковані господарства і тим самим гальмують розвиток галузі. Основним видом форелівництва в Україні є райдужна форель або пструг (*Oncorhynchus mykiss*). Також у вітчизняних господарствах вирощують палію (*Salvelinus sp.*) та аборигенний вид — струмкову форель (*Salmo trutta*). Усі види лососевих, які вирощують в умовах аквакультури в Україні, є чутливими до групи РНК-вмісних вірусів, здатних спричиняти гострі та хронічні інфекції, завдаючи збитки для рибних господарств [Бучацький та ін., 2020].

В Україні на сьогодні ідентифіковано чотири РНК-вмісні віруси з родин *Rhabdoviridae* (VHSV та IHNV) [Рудь та ін., 2018], *Birnaviridae* (IPNV) [Rud et al., 2015] та *Reoviridae* (PRV-3) [Rud, Buchatsky, 2019]. Рабдо-віруси *Viral hemorrhagic septicemia virus* (VHSV) та *Infectious hematopoietic necrosis virus* (IHNV) є найнебезпечнішими, оскільки здатні уражати всі вікові групи форелі — від личинки до товарної риби. Обидва віруси спричиняють смертність у чутливих видів лососевих на рівні 50–90%. Представник родини *Birnaviridae* вірус *Infectious pancreatic necrosis virus* (IPNV) інфікує здебільшого личинки та мальків райдужної форелі та палії і здатен спричиняти загибель понад 50–70% популяції. Реовірус *Piscine orthoreovirus type-3* (PRV-3) найчастіше спричиняє хронічний перебіг захворювання, під час якого дуже часто спостерігають розвиток вторинних бактеріальних інфекцій. Смертність від орторевірусної інфекції форелі зазвичай становить 15–20%.

Найскладніша епізоотична ситуація з вірусними захворюваннями лососевих в Україні складається в західному регіоні, де господарства розташовані поруч і використовують для власного водопостачання воду з річок. Практично відсутні механізми захисту та запобігання занесенню вірусу на господарство. Оскільки немає можливості дезінфікувати воду, віруси легко потрапляють на господарства з природних водойм. У результаті моніторингових досліджень встановлено, що більшість форелевих господарств, розташованих на одній річці, були інфікованими одним й тим самим ізолятом вірусу, а частота ураження популяцій залежала від вікової групи риб, температурного режиму води, якості кормів і своєчасного реагування виробників на прояв вторинних (бактеріальних) інфекцій. Аналізуючи поширення вірусів VHSV та IHNV, PRV-3 та IPNV, виявили певну закономірність. Під час моніторингових досліджень у 2020–2023 р. на окремих господарствах виявлено почергове інфікування райдужної форелі в різні періоди обома рабдовірусами VHSV та IHNV, які були причиною високої смертності. Крім того, на фермах цього ж регіону виявлено вторинні вірусні інфекції, спричинені реовірусом PRV-3. Дуже схожа ситуація спостерігалася в інкубаційних цехах господарств, інфікованих аквабірнавірусом IPNV, який спричиняє високу смертність у мальків райдужної форелі та палії.

Доступних комерційних вакцин на ринку України проти вірусів форелі немає. Навіть розроблені та комерціалізовані закордонні імунобіотехнологічні препарати потребують постійного вдосконалення, оскільки РНК-вмісні віруси досить мінливі у зв'язку з мутаційними процесами у вірусних геномах. До того ж методи введення вакцини також потребують постійного вдосконалення. Великою проблемою також є те, що виробники не приділяють належної уваги біозахисту на фермах і, як наслідок, на господарствах виникають спалахи вірусних захворювань, спричинених перенесенням вірусу або через воду, або через неякісний, в тому числі імпортований рибопосадковий матеріал.

Використовуючи для водопостачання відкриті водойми, неможливо забезпечити біобезпеку в рибницьких господарствах, а процедури депопуляції, дезінфекції та карантинного режиму, які, у свою чергу, потребують додаткових часових та фінансових витрат, є неефективними. Можливими рішеннями ситуації можуть бути варіанти з вирощуванням нечутливих до вірусів видів лососевих (наприклад, гібридів), контроль температурних режимів та колективний захист виробників, використання функціональних кормів, створення SPF-ферм або вирощування молоді лососевих на автономних системах попередньої обробки води та використання імунобіотехнологічних підходів — таких, як автогенні вакцини.

**Ключові слова:** лососеві, форелівництво, РНК-вмісні віруси, імунобіотехнологія, епізоотична ситуація

## Мікробіом кишки щурів за дії піразол-тіазолідинового гібриду *Les-6490* та німесуліді

Т. Руминська, І. Юшин, С. Голота, Ю. Конечний, Р. Лесик  
tanityshka.r@ukr.net

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

Мікробіота кишки — це сукупність мікроорганізмів, які заселяють шлунково-кишковий канал (ШКК). Вона починає формуватися після народження, характеризується віковими та популяційними особливостями й містить трильйони мікроорганізмів, котрі належать до сотень видів, перевищуючи за кількістю клітин організм людини: до неї входять бактерії, грибки, віруси та інші мікроорганізми. Мікробіота кишки бере участь у важливих фізіологічних функціях ШКК, зокрема у моториці, біотрансформації нутрієнтів, імунomodуляції та розвитку імунотолерантності. Метаболіти, продуковані кишковою мікробіотою, зокрема коротколанцюгові жирні кислоти беруть участь у важливих біохімічних та фізіологічних процесах — забезпечують енергетичні потреби кишкового епітелію, регулюють моторику гладенької мускулатури, впливають на рівень гормонів гіпофізу, запобігають злоякісному переродженню колоноцитів.

Нестероїдні протизапальні препарати (НПЗП), які широко застосовуються у лікуванні, здатні спричинити захворювання ШКК, асоційовані з порушеннями кишкової мікробіоти. Пошук нових сполук, які б могли впливати на мікробіологічну спільноту, проявляти протимікробну та протизапальну дію, залишається актуальним на сьогодні.

Метою цього дослідження було проаналізувати вплив сполуки 5-(Z)-((1,3-дифеніл-1H-піразол-4-іл)метил)-2,4-тіазолідиніону (*Les-6490*) та німесуліді (НПЗП) на пристінкову мікробіоту кишки щурів *in vivo*. Вивчення впливу похідного 4-тіазолідиноу *Les-6490* та німесуліді на мікробіоту кишки *in vivo* проводили на біомоделі щурів. З метою індукції запального процесу дослідним тваринам вводили ад'ювант Фрейнда (АФ) підшкірно 0,1 мл в піддошовну частину задньої кінцівки. Для лікування тварини дослідної групи (n=30) за звичайного годування отримували німесулід (НПЗП) у дозі 15,0 та мг/кг та похідна 4-тіазолідиноу — *Les-6490* у дозі 10 мг/кг внутрішньошлунково один раз на добу впродовж 14 днів. Після цього тварин виводили з експерименту, декапітуючи на фоні інгаляційного наркозу діетиловим ефіром. Перед введенням сполуку та німесулід розчиняли у Твін 80. Було сформовано такі експериментальні групи: група К — інтактні тварин; група А — тварини з індукованим запаленням; AL — тварини зі запаленням, яким вводили сполуку *Les-6490*; L — досліджувані тварини без ад'ювантного запалення, тільки зі сполукою *Les-6490*; N — досліджувані тварини без ад'ювантного запалення, тільки з німесулідом. Матеріалом для дослідження слугував пристінковий слиз тонкої кишки (пристінкова мікробіота), забраний в асептичних умовах та відправлений на секвенування 16s рНК (*Novogene*, Пекін, Китай).

У контрольній групі ідентифіковано геноми чотирьох родів бактерій, у найбільшій кількості — представників основного виду кишкової мікробіоти *Lactobacillus*. Під *Stentotrophomonas* — слабоферментуючі грамнегативні бактерії, котрі трапляються у воді, ґрунті, на рослинах, а також можуть спричинити опортуністичні нозокоміальні інфекції. Виявлено також геноми *Nitronomonas* — аеробних бактерій, здатних окислювати аміак та бактерій роду *Delftia*. Найбільші особливості виявлено в групі L у тварин, які отримували сполуку *Les-6490*. Це стосується зменшення кількості роду *Lactobacillus* та *Stentotrophomonas*. Важливо, що за застосування вказаних праймерів ідентифіковано близько половини геномів. Це вказує альтерацію складу мікробіому цієї групи. Бактерії роду *Lactobacillus* не виявлялись у групі AL, в якій тварини одержували сполуку *Les-6490* на фоні запального процесу. У групах тварин без запального процесу відмічено зменшення кількості *Lactobacillus* за дії як німесуліді, так і досліджуваної сполуки порівняно з тваринами контрольної групи, що може свідчити про подібну дію цих речовин.

У тварин, які отримували сполуку *Les-6490* (група L), відзначено збільшення кількості *Helicobacter*, чого не спостерігали в інших досліджуваних групах. У групі N домінують *Stentotrophomonas* та бактерії роду *Brevundimonas*, здатні синтезувати каротиноїди, які можуть виступати як антиоксиданти, але їх синтез хімічним шляхом є складним. У групі L також спостерігали незначне збільшення кількості бактерій родів *Streptococcus*, *Prevotella*, *Veillonella* порівняно з іншими групами, а також, на відміну від інших досліджуваних груп, бактеріолог роду *Serratia*, натомість у групі N — збільшення кількості *Bifidobacterium*.

Отже, застосування новосинтезованої сполуки *Les-6490* та нестероїдного протизапального препарату німесуліді впливає на склад мікробіоти кишкового тракту щурів й підвищує видову різноманітність. Сполука *Les-6490* стимулює ріст *Helicobacter* та проявляє активність проти *Stentotrophomonas*.

**Ключові слова:** мікробіом, запалення, похідна 4-тіазолідиноу, щури

## Функціональна модифікація наночастинок — дієвий інструмент розробки антибактеріальних препаратів

*В. Сирватка<sup>1,2</sup>, І. Гевкан<sup>2</sup>, В. Федорович<sup>2</sup>, О. Штапенко<sup>3</sup>, О. Громико<sup>1</sup>, В. Федоренко<sup>1</sup>*  
vasyl.syrvatka@gmail.com

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Модифікація металевих наночастинок різними органічними сполуками, зокрема тими, які мають активну біологічну дію, значно розширює можливості їх застосування в медицині, біотехнології та сільському господарстві. Стратегія зв'язування наночастинок з біологічними молекулами здатна вирішити важливі проблеми використання нанопрепаратів — такі, як стабільність під час зберігання, токсичність у межах організму, цільова доставка та підвищення ефективності їхньої дії. Особливістю композитних наноматеріалів є їхня поліфункціональність, що обумовлено наявністю кількох складових, здатних посилювати загальний вплив на організм.

У випадку створення нанопрепаратів антибіотичної дії важливо максимізувати їхній токсичний ефект на мікроорганізми та мінімізувати негативний вплив на організм тварин і людини. Модифікація нанопрепаратів протимікробної дії також відкриває можливості для їх внутрішнього застосування у лікуванні інфекційних хвороб. Композитні наноматеріали здатні забезпечити кращу та тривалішу експозицію введених препаратів до мікроорганізмів, значно пролонгуючи їхню дію. Природа стабілізуючих речовин для наночастинок може варіюватися від синтетичних полімерів до природних високомолекулярних сполук. Основним критерієм вибору композитної речовини є здатність утворювати стабільні комплекси з наночастинками, зберігаючи при цьому бажані властивості нанопрепаратів.

Крім того, такі композитні молекули можуть бути біологічно активними, посилюючи дію наночастинок або розширюючи їхні нановластивості. До таких властивостей належить власна антибіотична активність, що може суттєво підвищити ефективність наночастинок. Також можливий синергетичний вплив композитних наноматеріалів на мікроорганізми, пов'язаний з подоланням механізмів їхньої резистентності та посиленою генерацією активних форм кисню за допомогою наночастинок. Актуальність цієї роботи полягає у створенні ефективних антибактеріальних препаратів, здатних подолати наявні механізми захисту мікроорганізмів та запобігти появі нових, що можуть суттєво ускладнити лікування.

Метою роботи було дослідження різних модифікацій наночастинок аргентуму для використання в складі препаратів, призначених для лікування інфекційних захворювань у тварин. Для досягнення цієї мети на базі кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка у співпраці з лабораторією відтворення Інституту біології тварин було розроблено низку формулювань наночастинок. Охарактеризовано їхні фізико-хімічні властивості, біологічну та антибактеріальну активність, а також досліджено можливість їх застосування у створенні комплексних препаратів для лікування інфекційних захворювань тварин. Як результат, було розроблено та протестовано високоефективні комплексні препарати, зокрема для лікування інфекційних ендометритів у корів.

**Ключові слова:** наночастинки, антибактеріальні препарати, інфекційні захворювання тварин

## Продуктивний ефект використання екзогенних ензимів та різних форм Сульфуру в годівлі курчат-бройлерів

Я. Сірко, О. Стефанишин, А. Гунчак, Б. Кирилів  
yasir@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Сучасні темпи розвитку птахівничої галузі вимагають вирішення таких завдань, як розроблення ефективної концепції годівлі сільськогосподарської птиці із внесенням відповідних корективів [Вегнерук зі співавт., 2015]. Адже раціональна і повноцінна годівля найістотніше сприяє росту і розвитку птиці, її збереженості й високій відтворній здатності, реалізації генетично обумовленої продуктивності та виробництву продукції відповідної якості [Братішко зі співавт., 2013; Яремчук зі співавт., 2020].

До біологічно активних чинників годівлі, які позитивно впливають на перетравність і засвоєння поживних речовин кормів, належать мультиензимні препарати, що характеризуються відповідною спрямованістю на поліпшення перетравлення білків, клітковини, бета-глюканів, арабіноксиланів тощо [Кирилів, 2017]. Водночас для забезпечення біологічної потреби птиці в поживних речовинах дефіцит сірковмісних амінокислот частково можна компенсувати через додаткове додавання сульфатів, що сприяє підвищенню компонентів сульфонових амінополісахаридів, може покращувати функціонування мукоїдного бар'єру травного тракту і стимулювати всмоктування поживних речовин корму [Лісна зі співавт., 2019]. У наших попередніх дослідженнях доведено доцільність заміни в раціонах птиці мінеральних добавок у неорганічній формі їх цитратованою формою нанотехнологічного походження [Медвідь зі співавт., 2018]. Тому актуальними є системні дослідження інтенсивності метаболічних процесів в організмі курчат за введення до раціону екзогенних ензимів у комплексі з Сульфуром у різних формах для підвищення розщеплення, перетравлення і засвоєння поживних речовин корму, підвищення продуктивності та покращення біологічної і харчової якості продукції птахівництва.

Дослід проведено в умовах віварію Інституту біології тварин НААН на молодняку курей м'ясного напрямку продуктивності кросу Росс-8 10-добового віку, сформованих у чотири групи по 20 курчат у кожній. Утримання курчат-бройлерів у клітках та їхня годівля відповідали технологічним вимогам. Вся птиця отримувала повнораціонний комбікорм. Курчата контрольної групи споживали комбікорм з додатковим введенням 0,3% сульфату натрію. Птиці першої дослідної групи до раціону додавали 0,3% сульфату натрію + «Натузім»; другої дослідної — цитрат сульфуру (25% від контролю в перерахунку на Сульфур) + «Натузім»; третьої дослідної — цитрат сульфуру (10% від контролю в перерахунку на Сульфур) + «Натузім». Комплексний ензимний препарат «Натузім» утворений трьома штамми бактерій і грибів (*Trichoderma Longibrachiatum*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*), які продукують шість ензимних активностей, що підсилюють одне одного [Poberezhets, 2020]. Упродовж досліді спостерігали за фізіологічним станом птиці, збереженістю поголів'я і продуктивністю. Наприкінці досліді було проведено забій птиці й відібрано біологічний матеріал для досліджень.

Встановлено, що ефективність додаткового введення до раціону курчат-бройлерів Сульфуру залежить від форми та кількості елемента. Доведено доцільність заміни в раціонах птиці м'ясного напрямку продуктивності мінеральної добавки Сульфуру у формі неорганічної солі ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) цитратом Сульфуру нанотехнологічного походження в кількості, що становить 10% від вмісту елемента у неорганічній формі, та додавання комплексного ензимного препарату «Натузім». При цьому забезпечується підвищення продуктивності птиці (маса тіла зростає на 1,7%; маса півпатраної тушки — на 4,16%; забійний вихід — на 2,12%) та покращення якості отриманої продукції (у грудних м'язах вірогідно знижується вміст етерифікованого і вільного холестеролу ( $P<0,01$ ) та вільних жирних кислот ( $P<0,05$ ) за одночасного зростання кількості триацилгліцеролів ( $P<0,01$ )).

**Ключові слова:** Сульфур, ензимна добавка, курчата-бройлери, продуктивність

## Становлення методу трансплантації ембріонів у худоби в Україні

**Б. В. Смолянінов**

smolyaninow@gmail.com

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Трансплантація ембріонів є одним з біотехнологічних методів, здатних прискорити розмноження цінних тварин. Техніка трансплантації ембріонів (перенесення) полягає в отриманні ембріонів з матки корови з цінними якостями на 7–9-ий день після осіменіння донора і перенесення їх у матку реципієнта — менш цінної за класом тварини або телиці парувального віку. Це дає можливість збільшити кількість нащадків від високоцінних батьків.

Історія трансплантації ембріонів почалась від дослідів Хіпа у Кембріджі, який на початку ХХ ст. вдало пересадив ранній ембріон кроля. Перше успішне перенесення ембріонів у свійських тварин здійснив у Полтаві професор О. Квасницький: у 1949 р. він пересадив чотирьом свинкам дев'ять ембріонів і отримав перших чотирьох поросят, тому вчений визнаний у світі як піонер ембріоперенесень на свійських тваринах. Наступні успішні ембріоперенесення на худобі відбулися в Англії. Наприкінці 60-х рр. минулого сторіччя у Кембріджі група під керівництвом Роусона виконала успішні перенесення ембріонів у корів. Ці праці дали можливість розробити і впровадити метод практичної трансплантації ембріонів у корів, що призвело до поширення методу у Європі, США і Канаді. На сьогодні в цих країнах щорічно виконується понад мільйон ембріоперенесень.

В Україні ембріоперенесення у корів були виконані в середині 80-х рр.: у Харкові в інституті Лісостепу і Полісся О. Бугровим, у Києві в НДІ розведення та штучного осіменіння Б. Вельможним, у Львові в НДІ фізіології та біохімії перших телят методом трансплантації одержала група Б. Смолянінова у 1985 р. До сектору трансплантації ембріонів входили: М. Лесів, І. Кудла, А. Бучко, Д. Кобулей та Ю. Сливчук, які до 1989 р. виконували ембріоперенесення у декількох господарствах Львівської, Тернопільської та Чернівецької обл.

У селищі Грядя під Львовом у 1986–1987 рр. був збудований і оснащений сучасним обладнанням центр трансплантації ембріонів, який успішно працював під керівництвом професора С. Шаловила. На базі цього центру в 1987 р. проведено Всеукраїнський семінар керівників сільського господарства, на якому наша група демонструвала перших телят-трансплантатів.

В роботі львівської групи трансплантації цінну допомогу надали вчені Чехії — доктор І. Фулка та Г. Мотлік. Вони запрошували на стажування та відвідували нас під час роботи. Варто зазначити, що І. Фулка у 50-х рр. проходив аспірантуру в Полтаві у професора О. Квасницького.

Паралельно з практичними ембріоперенесеннями у співавторстві з професором І. Розгоні розроблено й апробовано комплексний гонадотропний препарат для стимулювання поліовуляції у корів-донорів. Цей препарат вдвічі зменшував курс введення гонадотропінів і був запатентований.

Після такого значного поширення методу в Україні до 90-х рр. фронт практичних ембріоперенесень зменшився. Причиною були зміни у структурі колективних господарств країни, де переважно і виконували означені роботи. В наш час метод застосовується лише в окремих господарствах Київщини та Харківщини.

**Ключові слова:** ембріоперенесення, трансплантація, ембріони, історія України, донор, реципієнт, фізіологія

## Моніторинг іхтіопаразитологічного стану рибницьких водойм на теренах Західного регіону України у весняний період

Х. Солопова<sup>1</sup>, О. Бернакевич<sup>2</sup>

khrystyna.solopova@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут рибного господарства НААН, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства НААН, смт Великий Любін, Львівська обл., Україна

Хвороби риб дуже поширені і завдають значних економічних втрат аквакультурі внаслідок загибелі, санітарного вибракування, зниження кондицій цінних промислових прісноводних і морських риб та інших гідробіонтів. Велику небезпеку становлять збудники з широкою специфічністю, які уражують широке коло різних видів риб. За низки інвазійних хвороб, особливо гельмінтозів, хоч загибель і не настає, а захворювання перебігає субклінічно, у риб знижуються всі види продуктивності, затримується їхній нормальний фізіологічний розвиток. Тому актуальним є вивчення закономірностей розвитку інвазійних хвороб в кожному конкретному випадку, щоб запобігти їх виникненню, організувати і здійснити відповідні профілактичні та лікувальні заходи і таким чином зменшити втрати від хвороб.

Для іхтіопатологічного дослідження використовували метод повного паразитологічного розтину, модифікований щодо риб [Секретарюк, 2003]. Видову належність виявлених паразитів встановлювали за О. Н. Бауером [1984]. Вираховували екстенсивність інвазії (*EI*) — відношення кількості інвазованих риб до загальної чисельності обстежених особин того самого виду, яку виражали у відсотках (%), та інтенсивність інвазії (*II*) — кількість паразитів одного і того самого виду на одну рибу. За результатами дослідження декількох уражених особин риб *II* вказували двома цифрами, які відповідають мінімальній та максимальній кількості паразитів, виявлених на одну обстежену особину. У постановці діагнозу враховували також клінічні та епізоотологічні дані. Моніторинговий період досліджень — квітень-травень 2024 р.

Під час дослідження дворічок коропів з с. Родатичі Львівської обл. у кишечнику виявлено цестод *Bothriocephalus acheilognathi*, *EI* — 20%, *II* — 4–10 екз. Гельмінти здатні травмувати слизову кишкового тракту, провокувати її запалення, утворюючи геморагії, порушуючи травлення і як наслідок — спричиняючи загальну інтоксикацію організму хворих риб, зміну структури та кольору внутрішніх органів. За обстеження зовнішніх покривів виявлено паразитичних рачків *Argulus foliaceus*, *EI* — 40%, *II* — 4–5 екз. Аргулюси паразитують на шкірі, руйнують епідерміс, м'язи, живляться кров'ю, призводять до загального виснаження риб. Також за поверхневого огляду зауважили ураження хвостових, грудних, спинних плавників нез'ясованої етіології.

Клінічний огляд дволіток коропів із смт Коритне Рівненської обл. на поверхні тіла риб, особливо голови, виявив велику кількість трофонтів інфузорії *Ichthyophthirius multifiliis* у вигляді «манної крупи». Під час паразитологічного дослідження встановлено *EI* 30%, *II* 8–12 інфузорій в полі зору мікроскопа. Іхтіофтиріуси здатні пошкоджувати поверхневі шари епітеліальних покривів, спричиняючи набряки, вакуолізацію і злущування зябрового епітелію та інтоксикацію організму риб. Навколо іхтіофтиріусів утворюється зона лізованих клітин; у ділянках дерми, розміщених під паразитами, виникає дифузна інфільтрація сполучної тканини. Збудник травмує тканину зябер, епітеліальні та сполучнотканинні шари шкіри, плавців, призводячи до їх некротизації і порушення процесів дихання [Вовк, 2014].

Іхтіопаразитологічний огляд однорічок коропів у с. Поріччя-Грунтове Львівської обл. виявив ураження зовнішніх покривів веслоногими рачками *Lernaea cyprinacea*, *EI* — 50%, *II* — 12–14 екз. Лернії проникають у тіло риби за допомогою чотирьох розгалужених виростів. На місці проникнення в шкіру та м'язи розвивається запалення, набряк, гіперемія, утворюються виразки з вузьким білим обідком. Також під час розтину кишечнику виявлено ендopазитів класу цестод *Khawia sinensis*, *EI* — 20%, *II* — 4–10 екз. Клінічні ознаки при кавіозі яскраво виражені лише за високої інтенсивності інвазії — тоді спостерігається ушкодження епітеліального шару слизової оболонки, посилене слизоутворення, інфільтрація лейкоцитами. Значна кількість гельмінтів може спричинити закупорювання просвіту кишечнику, зменшити споживання корму та, відповідно, знизити вгодованість риб.

Також на водоймах Львівщини в поодиноких випадках трапляються ураження *Lernaea esocina* у лина, *Lernaea cyprinacea* у карася, *Posthodiplostomum cuticola* у товстолаба, *Dactylogyrus vastator* у коропа.

У встановленні остаточного діагнозу на інвазійні хвороби необхідно дотримуватись правила: риб реєструють як хворих лише в тому випадку, якщо у них виявлені паразити і є клінічні ознаки хвороби. Якщо ж виявили паразитів, але клінічні прояви відсутні, то таку рибу вважають не хворою, а «паразитоносієм» або в стані «зараженості» та її обліковують окремо. Однак варто бути обережним і враховувати також епізоотологічні дані, оскільки це не заперечує можливості переходу стану зараженості в хворобу після збільшення числа паразитів і появи клінічних ознак.

Отже, під час комплексної оцінки іхтіопатологічного стану прісноводних водойм Західного регіону України виявлено ураження риб екто- та ендopазитами таких класів: ціліафорозів (іхтіофтиріоз), цестодозів (кавіоз, ботріоцефальоз), крустацеозів (аргульоз, лерніоз), моногеноїдозів (дактилогіроз), трематодозів (постдиплостомоз).

**Ключові слова:** іхтіопаразитологія, екстенсивність інвазії, інтенсивність інвазії

## Аналіз розвитку ооцитів великої рогатої худоби за різних часових параметрів початку їх активації *in vitro*

А. Троцький, С. Ковтун, О. Щербак

kovtun\_si@i.ua

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН, с. Чубинське, Бориспільський р-н, Київська обл., Україна

Виробництво *in vitro* ембріонів великої рогатої худоби вперше у 2015 р. перевищило кількість ембріонів, отриманих за традиційною технологією *in vivo* і в наступні роки продовжило зростати, досягнувши майже 80% від загальної кількості отриманих ембріонів [Viana, 2022]. У 2022 р. *in vitro* було отримано на +5,5% (104 088 шт.) ембріонів великої рогатої худоби більше, ніж у 2021 р. Також у світі рівень пересаджених реципієнтам ембріонів великої рогатої худоби *in vitro* у 2022 р. становив 80,4%. Тому, незважаючи на значний прогрес у технології одержання ембріонів *in vitro*, необхідно проводити подальші дослідження щодо визначення оптимальних технологічних параметрів з урахуванням особливостей різних видів сільськогосподарських тварин.

Метою наших досліджень було оцінити компетентність ооцитів великої рогатої худоби до розвитку за різних часових параметрів їх активації до дозрівання *in vitro*. Яєчники доставляли в лабораторію упродовж 2, 4, 6 та 8 годин. Варто зауважити, що відібрані на бійні яєчники є цінним біологічним матеріалом для досліджень, пов'язаних саме з удосконаленням технології отримання ембріонів *in vitro*.

Встановлено залежність компетентності до дозрівання ооцитів в умовах *in vitro* від терміну початку їх активації поза організмом. Збільшення терміну початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів з 2 год. до 8 год. призводить до значного зменшення показника дозрівання поза організмом ооцитів корів до метафази-2 мейозу — з  $82,7 \pm 4,2$  (67 дозрілих яйцеклітин із 81 ооцитів) до  $48,8 \pm 5,5\%$  (41 дозріла яйцеклітина із 84 ооцитів). Показник кількості гамет з дегенерованим хроматином у цих експериментальних групах збільшувався, відповідно, з  $12,4 \pm 3,7$  до  $44,0 \pm 5,4\%$ . За початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів через 4 год. та 6 год. відсоток дозрілих поза організмом ооцитів корів до метафази-2 мейозу становив  $75,3 \pm 4,6$  (67 дозрілих яйцеклітин із 89 ооцитів) та  $61,5 \pm 5,0\%$  (59 дозрілих яйцеклітин із 96 ооцитів) відповідно.

За збільшення терміну початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів корів з 2 год. до 8 год. та подальшого культивування на 33,9% зменшується кількість гамет, отриманих на метафази-2 мейозу і на 31,6% збільшується кількість клітин з дегенерованим хроматином. За початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів з 4 до 6 год. кількість клітин з дегенерованим хроматином збільшується на 2,2 та 15,7% порівняно із початком активації *in vitro* дозрівання дві години ( $12,4 \pm 3,7\%$ , 10 клітин з дегенерованим хроматином із 81 дозрілої яйцеклітини).

Встановлено залежність впливу на компетентність ооцит-кумулясних комплексів корів, отриманих з яєчників, які доставляли в лабораторію упродовж різного терміну. Проаналізовано різні часові параметри початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів, встановлено вірогідну різницю ( $P < 0,001$ ) між експериментальними групами за таких показників, як дозрівання до метафази-2 мейозу та кількістю клітин з дегенерованим хроматином. Отже, за умов, коли неможливо забезпечити оперативне транспортування яєчників до біотехнологічної лабораторії, можна подовжити термін початку активації *in vitro* дозрівання ооцитів корів до 8 год., але це призведе до зниження ефективності отримання цінного генетичного матеріалу для подальших біотехнологічних маніпуляцій.

**Ключові слова:** яєчники, ооцит-кумулясні комплекси, дозрівання *in vitro*, активація, метафаза-2 мейозу, часові параметри

## Особливості обмінних процесів у кістковій тканині щурів за умов кадмієвої інтоксикації

Н. Хопта, Г. Ерстенюк, Л. Нечитайло

khopta31@ukr.net

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Кісткова тканина як найбільш мінералізована серед тканин організму зазнає значного негативного впливу хімічних екотоксикантів, серед яких вагоме місце посідають сполуки кадмію (Cd). Відомо, що десятиденне надходження в організм  $1/10 LD_{50}$  CdCl<sub>2</sub> спричиняє розвиток кадміозу. У численних дослідженнях з'ясовано, що Cd має прооксидантні властивості, активуючи процеси пероксидації протеїнів та ліпідів, порушує структуру і цілісність біомембран. Крім цього, Cd конкурентно взаємодіє з есенціальними двовалентними металами, утворює міцні комплекси з органічними лігандами, змінює активність ензимів, блокуючи –SH-групи. Зважаючи на значну поширеність кісткових патологій, на що вказують експерти ВООЗ, та нез'ясованість біохімічних механізмів впливу Cd на метаболічні процеси у кістковій тканині, метою нього дослідження було вивчити зміни показників кісткового метаболізму в щурів за умов кадміозу.

Дослідження проводили на білих щурах-самцях, яких поділили на дві групи: I — контрольна, II — дослідна, яким упродовж 10-ти днів вводили розчин кадмію (CdCl<sub>2</sub>) у дозі  $1/10 LD_{50}$ . Забір крові здійснювали на 1-, 14- та 28-у доби після завершення введення токсиканту. Експеримент проводили з дотриманням вимог українського та європейського законодавства з біоетики. Для вивчення впливу Cd на метаболічні процеси у кістковій тканині тварин у плазмі крові визначали концентрацію загального та іонізованого кальцію, фосфатів, оксипроліну, активностей лужної (ЛФ) та кислої фосфатаз (КФ) та їх співвідношення (ЛФ/КФ), використовуючи стандартизовані набори реактивів.

За результатами досліджень встановлено, що в ранній період після надходження до організму тварин кадмію хлориду рівень загального та іонізованого кальцію плазми знижувався, відповідно, на 16,9% та 23,8%, що може бути пов'язане зі зростанням рівня фосфатів у крові на 1-у добу. Водночас у цей період в 1,85 рази ( $P < 0,001$ ) збільшувалася концентрація оксипроліну — маркерної амінокислоти катаболізму колагену. У наступний період (14-28-а доби) концентрація загального кальцію плазми поступово підвищувалася, перевищуючи значення у контрольних тварин на 24,5–38,1% відповідно ( $P < 0,05$ ). Концентрація іонізованого кальцію в плазмі є однією з найбільш строго контрольованих констант крові, її коливання в нормі складає до 5%. За умов розвитку кадміозу спостерігалися значно більші відхилення: на 14-у добу вона підвищувалася на 11,6%, залишаючись, однак, вірогідно нижчою на 15% за показники контрольної групи. На 28-у добу цей показник різко зростав — на 43,8% порівняно з попереднім періодом і на 22,2% перевищував контроль. Концентрація фосфатів плазми на 14-у добу знижувалася на 16,2%, а на 28-у — підвищувалася на 22,8% щодо показників у контрольних тварин ( $P < 0,05$ ). Концентрація оксипроліну до кінця експерименту перевищувала контрольні показники у 2,5 рази. Збалансованість процесів резорбції і остеосинтезу лежить в основі ремоделювання кісткової тканини і нормального перебігу всіх метаболічних процесів у ній. Відображенням гармонії цих процесів може бути відношення активностей ЛФ/КФ, оскільки активність ЛФ асоціюється з діяльністю остеобластів, а КФ — остеокластів. За результатами досліджень встановлено, що активність ЛФ знижувалася на 16,7–48,8%, а КФ — підвищувалася у 1,7–2,3 рази ( $P < 0,001$ ). Відповідно, індекс ЛФ/КФ протягом всього періоду спостереження був вірогідно нижчим у 1,7–2,5 рази від показників контрольних тварин, а найнижчі значення фіксувались на 14-у добу, що свідчить про переважання процесів резорбції над остеосинтезом саме в цей період.

Отже, за умов експериментального кадміозу в самців щурів спостерігаються різноспрямовані зміни показників фосфорно-кальцієвого обміну: зниження активності ЛФ, підвищення активності КФ та збільшення концентрації оксипроліну у плазмі крові порівняно з контрольними тваринами. Такі результати свідчать про порушення метаболічних процесів у кістковій тканині під впливом іонів кадмію, зокрема про переважання процесів резорбції кісткової тканини над її утворенням, що може призводити до розвитку остеопенії та остеопорозу.

**Ключові слова:** щури, кадміоз, кісткова тканина, обмінні процеси



## Використання ефекту гетерозису в промисловому свинарстві України

О. Церенюк, І. Бугай, В. Скрипник, С. Лобченко, С. Зинов'єв

tserenyuk@gmail.com

Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, Україна

Сучасне промислове свинарство ґрунтується на застосуванні ефекту гетерозису за породно-лінійної гібридизації. З цією метою послідовно поєднуються перша материнська форма, проміжна батьківська та заключна (термінальна) батьківська форма. В результаті отримують трипорідний відгодівельний молодняк, який має відмінні відгодівельні, забійні та м'ясні ознаки. Породно-лінійна гібридизація у свинарстві прийшла на заміну звичайному промислового схрещуванню, адже використання батьківських форм, спрямовано від-селекціонованих за певною групою показників, порівняно з останнім методом розведення дозволяє не тільки отримувати додаткову продукцію за рахунок прояву ефекту гетерозису, а й мати фінальний відгодівельний молодняк із заданим рівнем продуктивності за ознаками з високим та середнім рівнем успадковування. Наявність в Україні достатньої племінної бази дозволяє впроваджувати різноманітні системи породно-лінійної гібридизації залежно від вимог виробника та спираючись на потреби кінцевого споживача продукції. При цьому останні світові тенденції вказують на зацікавленість споживача не тільки в пісній дешевій свинині, а й у високоякісному продукті з високими смаковими показниками, отриманому від традиційних порід свиней.

Високий рівень продуктивності основних батьківських форм від провідних селекційних компаній світу відобразився стрімким зростанням популярності впровадження схем породно-лінійної гібридизації із використанням тварин таких порід, як велика біла (йоркшир) та ландрас як материнської і проміжної батьківської (першої батьківської) форм і таких порід, як дюрюк й п'єтрен як заключних батьківських форм. Проведені нами дослідження підтвердили наявність високого рівня відтворної здатності свиноматок порід данський ландрас та данський йоркшир, що дозволяє використовувати їх для отримання двопорідних свиноматок (F<sub>1</sub>). На першому етапі породно-лінійної гібридизації за основними економічно-значущими ознаками встановлено наявність прояву ефекту гетерозису за обома варіантами поєднань. Надалі цих свиноматок як від прямого, так і від зворотного поєднання залежно від потреби в більшій кількості пісної свинини доцільно поєднувати з кнурами породи п'єтрен, а за потреби в якіснішій свинині — з кнурами породи дюрюк.

Поряд з такими породами свиней, як велика біла і ландрас, що в породному генофонді свиней України становлять більшість, є як породи, які належать до промислових (комерційних), так і породи, що є традиційними вітчизняними та відзначаються високими якісними показниками продукції. Найбільший інтерес при цьому становлять вітчизняні популяції уельської (комерційна) та полтавської м'ясної (традиційна) порід. Отримані нами результати дозволяють вести мову про використання уельської породи в комерційних вітчизняних схемах породно-лінійної гібридизації та про залучення полтавської м'ясної як традиційної породи до комерційних вітчизняних схем породно-лінійної гібридизації, спрямованих на отримання високоякісної продукції. При цьому за використання полтавської м'ясної породи як першої батьківської у поєднанні зі свиноматками уельської породи відмічений прояв ефекту гетерозису порівняно з матками уельської породи за чистопорідного розведення.

Використання як стандартних схем породно-лінійної гібридизації, так і схем із залученням інших комерційних і традиційних порід свиней на першому етапі породно-лінійної гібридизації забезпечує отримання прояву ефекту гетерозису з середнім та високим рівнем. Подальший підбір термінальних кнурів відповідно до вимог ринку дає змогу диверсифікувати виробництво за напрямом отримання більшої кількості пісної свинини (стандартні схеми першого етапу з подальшим поєднанням з термінальними кнурами породи п'єтрен) та напрямом отримання високоякісної продукції без суттєвої втрати рівня продуктивності фінального відгодівельного гібриду (залучення до першого етапу породно-лінійної гібридизації свиней порід полтавська м'ясна та уельська з подальшим поєднанням з термінальними кнурами породи дюрюк). Також в подальших дослідженнях варто врахувати можливість використання кнурів інших порід, зокрема таких, як гемпшир та беркшир, які відзначаються високим рівнем якісних показників м'яса у поєднанні з його високими значеннями смакових якостей.

**Ключові слова:** свинарство, гетерозис, породно-лінійна гібридизація

## Способи живлення зародків в процесі інкубації та їх вплив на ембріогенез і постнатальний онтогенез птиці

О. В. Циновий, Ю. Б. Іщенко, О. О. Катеринич, О. В. Рябініна, В. О. Мельник  
tsynovalexvet@ukr.net

Державна дослідна станція птахівництва інституту тваринництва НААН, с. Бірки, Чугуївський р-н, Харківська обл., Україна

Постійний розвиток та вдосконалення технологій годівлі *in ovo* створили новий простір для досліджень з перинатального харчування, поставили нові завдання та відкрили нові можливості для оптимізації виробництва продукції птахівництва. Введення поживних речовин до зародку, який розвивається, стало новим способом доставки критично важливих харчових компонентів, що дає так званий «стрибок-старт» у розвитку, покращуючи харчовий статус перинатального пташеняти. Техніка годівлі «в яйце» має низку переваг, зокрема покращення загальної ємності травного тракту; збільшення маси тіла, швидкості росту, зменшення смертності та захворюваності молодняку; поліпшення імунної системи та реакції на ентерогенні антигени.

Дослідження проведено в ДДСП НААН на інкубаційних яйцях та добових курчатах. Використовувалися методи теоретичного узагальнення та аналізу наукової літератури. Для визначення речовин, які будуть використовуватися для годівлі *in ovo*, способів їх введення в яйце, впливу на ембріональний та постнатальний розвиток птиці застосовано дескриптивний та аксіоматичний методи. Для складання рецептів експериментальних сумішей використано методи реконструкції та апперцепції. Для обробки даних використано загальні зоотехнічні методи досліджень.

Для визначення переліку речовин, які використовуються для годівлі *in ovo* (в яйце), було проведено аналіз наукової літератури, опрацьовано наукові публікації, представлені у відкритому доступі. Встановлено, що для введення *in ovo* використовуються різноманітні речовини. Найчастіше повідомляють про позитивний вплив вітамінів, амінокислот, вуглеводів, пробіотиків. На основі цих даних було складено рецепти чотирьох сумішей для досліджень. Також підбрано спосіб введення речовин *in ovo* в наших дослідженнях: це введення речовин в амніон на пізніх стадіях розвитку зародка (414–420 год. інкубації). Для відпрацювання методики годівлі зародків *in ovo* було використано 100 інкубаційних яєць курей породи Бірківська барвіста. Після проведення відповідних маніпуляцій відбувся вивід молодняку. Провели облік результатів та патологоанатомічний розтин яєць із загиблими зародками. Ембріонів з відхиленнями у розвитку не виявили, що свідчить про успішне оволодіння методикою введення речовин *in ovo*. Для оцінки ефективності розроблених рецептів на інкубацію було закладено 300 яєць породи Бірківська барвіста. Встановлено, що виводимість яєць в дослідних групах була вірогідно вищою, особливо за введення глюкози та відповідних пробіотиків. На основі проведеного аналізу літературних джерел, а також даних, отриманих в результаті проведення експериментальних досліджень, розроблено рецепти розчинів для годівлі ембріонів *in ovo* та інструкції щодо їх застосування, які використані у подальшій роботі для виявлення впливу годівлі *in ovo* на показники постнатального розвитку курчат яєчного напрямку продуктивності.

Складено експериментальні рецепти сумішей для годівлі зародків *in ovo* та обґрунтовано доцільність введення поживних речовин у амніотичну порожнину ембріону в період 414–420 год. інкубації. Відпрацьовано методику проведення годівлі *in ovo*, визначено оптимальний обсяг (1 мл) та спосіб введення (в амніон у період 420 год. інкубації) поживних сумішей в яйце.

Встановлено позитивний вплив введення розчину глюкози та відповідного пробіотика на виводимість яєць. У дослідних групах показники виводимості яєць перевищували контрольні на 15,0 та 12,5% відповідно.

Розроблено рецепти розчинів для годівлі ембріонів *in ovo*, які будуть використані у дослідженнях, та інструкцію щодо їх застосування в процесі інкубації.

**Ключові слова:** перинатальний період, годівля ембріонів *in ovo*, інкубація яєць, рецепти сумішей

## Створення бактеріальних препаратів для молочної промисловості з використанням штамів молочнокислих бактерій, виділених із традиційної карпатської бринзи

О. Цісарик<sup>1</sup>, Г. Дроник<sup>2</sup>, І. Сливка<sup>1</sup>, І. Кушнір<sup>3</sup>, Л. Мусій<sup>1</sup>

tsisaryk\_o@yahoo.com

<sup>1</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція, м. Чернівці, Україна

<sup>3</sup>ТзОВ «Кормотех», м. Львів, Україна

У молокопереробній галузі для виробництва кисломолочних продуктів і сирів через нестачу вітчизняних заквашувальних препаратів здебільшого використовують імпорتنі. Однак використання вітчизняних препаратів має істотні переваги: штами пристосовані до нашої кліматичної зони і їх консорціум створюється у природних еконішах впродовж століть [Gatti et al., 2014], багато штамів в таких еконішах наділені пробіотичними властивостями [Zhang et al., 2017; Amaral et al., 2017], такі штами адаптовані до певної популяції населення, а використання місцевих штамів у промисловості забезпечить їх збереження. Усю молочну продукцію в промислових умовах виробляють із пастеризованого молока, залишились поодинокі природні еконіші мікробіоценозів, прикладом яких є традиційна карпатська бринза, яку виготовляють із сирого овечого молока в непромислових умовах.

Ми виділили 106 ізолятів молочнокислих культур із трьох зразків карпатської бринзи, відібраних у різних зонах Чернівецької обл., та ідентифікували їх традиційними і молекулярно-генетичними методами, зокрема ДНК полімеразно-ланцюговою реакцією і секвенуванням ділянки 16S rPHK [Slyvka et al., 2018]. З-посеред них 31 культура належала до роду *Lactobacillus*, 26 — до роду *Lactococcus*, 24 — до роду *Leuconostoc* і 25 культур — до роду *Enterococcus*. Важливо підкреслити, що чотири штами *Enterococcus* не були внесені до *Gene Bank*. В подальшому ми вивчили безпечність, антибіотикорезистентність, технологічні, біохімічні, пробіотичні властивості цих штамів [Slyvka et al., 2022], зареєстрували їх у *Gene Bank*, а штам *Enterococcus faecium* SB 18 депонували у Депозитарій Державного науково-контрольного інституту біотехнології і штамів мікроорганізмів.

Враховуючи, що 25% мікрофлори традиційної карпатської бринзи належить до роду *Enterococcus*, що сьогодні в молочної промисловості використовують штами *Enterococcus* [Романчук, 2015; Hadji-Sfaxi et al., 2018; Akpınar et al., 2020] і те, що виділений нами штам SB 18 наділений цінними технологічними і пробіотичними властивостями [Tsaryk et al., 2017; Кушнір та ін., 2020; Цісарик та ін., 2021], ми вирішили використати штам SB 18 поряд з іншими штамми молочнокислих бактерій, виділених із традиційної карпатської бринзи, для створення бактеріального препарату. Процес отримання препаратів проводили за загальною схемою: підготовка живильних середовищ для нагромадження біомаси, підготовка посівного матеріалу, охолодження та відокремлення біомаси від культуральної рідини та змішування із захисним середовищем.

Із врахуванням представництва у мікробіальному консорціумі традиційної карпатської бринзи для подальших досліджень було відібрано 21 ізолят п'яти видів. За результатами досліджень їхніх технологічних властивостей для конструювання бактеріального препарату «Геробактерин» було відібрано 5 штамів: *Lactococcus lactis* TW54-2, *Lactobacillus plantarum* WCFS1, *Enterococcus faecium* L3-2, *Leuconostoc mesenteroides* A7, *Lactococcus garvieae* JB282647 2. Штам *Lactococcus* відібрали за найвищою активністю кислотоутворення, штам *Lactobacillus plantarum* — як функціональний [Ventura et al., 2003], штам ентерококу — як пробіотичний і активний кислотоутворювач, штам лейконостоку — як ароматутворювач, а штам *Lactococcus garvieae* — як представник усіх трьох зразків бринзи. Було створено три варіанти препарату з різними співвідношеннями штамів культур: 60:10:15:10:5; 50:15:20:10:5 та 40:25:20:10:5 відповідно. Із препаратами виготовлено три зразки бринзи і їх оцінено за 100-бальною шкалою. Найвищу кількість балів отримав зразок 2 — відповідно, саме таке співвідношення було залишено для кінцевого варіанту бактеріального препарату.

Бактеріальний препарат «Ентероплан» ми сконструювали із додаванням нового штаму *Enterococcus faecium* SB 18. Було використано штами *L. lactis* IMAU 32258, *Lb. plantarum* KLDS 1.0728 та *E. faecium* SB18, які характеризувалися добрими технологічними властивостями. На основі цих штамів розробили п'ять композицій у різних співвідношеннях №1 (50:25:25), №2 (33:33:33), №3 (50:40:10), №4 (50:10:40), №5 (70:15:15) відповідно. Найвищу кислотоутворювальну і антагоністичну активність проявила композиція №3. В експериментах на щурах препарат цього варіанту проявив позитивний вплив на кровотворну функцію, мікрофлору кишківника, імунний та антиоксидантний статус організму, а також на ліпідний обмін. Бринза, виготовлена з використанням препарату, порівняно із виготовленою з препаратом RSF (Chr. Hansen), мала більш виражений, насичений, вершковий смак та аромат і кращу консистенцію.

Для молочної промисловості запропоновано два бактеріальні препарати, які відтворюють мікробіальний склад традиційної карпатської бринзи і забезпечать надання молочним продуктам функціональних властивостей.

**Ключові слова:** карпатська бринза, штами молочнокислих бактерій, молочно промисловість

## Параметри організму кролів за дії наночастинок в умовах підвищених температур довкілля

М. Юзв'як<sup>1</sup>, Я. Лесик<sup>1,2</sup>, Т. Шевченко<sup>3</sup>, Г. Денис<sup>1</sup>, М. Хомин<sup>1</sup>, К. Кремпа<sup>1</sup>, І. Лучка<sup>1</sup>  
lesykyv@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, м. Дрогобич, Україна

<sup>3</sup>Національна академія аграрних наук України, м. Київ, Україна

Підвищення температури довкілля негативно впливає на організм ссавців, зокрема кролів, через зміни обміну речовин і порушення терморегуляції, внаслідок чого зменшується кількість спожитого корму, знижується продуктивна й репродуктивна здатність тварин. За останні роки у світовій практиці застосовують органічні сполуки мінеральних речовин, виготовлені з допомогою методів біотехнології, для покращення стійкості організму до умов теплового стресу. Сполуки наномікроелементів в організмі легко засвоюються й активують метаболізм, однак їхня дія залежить від застосованої кількості та сполуки. Мета дослідження — з'ясувати зміни морфологічних та біохімічних показників крові кролів за впоювання цитратів мікроелементів в умовах помірного теплового стресу.

Дослідження виконано на молодняку кролів-аналогів породи Термонська біла у період з 35- до 78-добового віку у віварії Інституту біології тварин НААН. Тварин утримували в приміщенні з контрольованим мікрокліматом у сітчастих клітках розміром 50×120×30 см. Впродовж експерименту в приміщенні з 12:00 до 16:00 за допомогою електричних регульованих нагрівачів підвищували температуру від 27,8 до 28,9°C. Тепловий стрес визначали із врахуванням індексу температури та вологості. Температурно-вологісні показники контролювали за допомогою термогірометра з реєстрацією даних *Trotec BL30*. Вологість і температуру вимірювали електронним аналізатором повітря.

Кролів розподіляли на групи по 6 тварин із середньою масою тіла 980±50 г. Контрольній групі давали стандартний збалансований гранульований комбікорм і воду без обмеження. Кролі I, II і III дослідних груп так само споживали збалансований гранульований комбікорм, однак протягом доби з водою отримували цитрати мікроелементів: I група — цинку цитрат, 60 мг Zn/л або 12 мг Zn/кг маси тіла; II група — селену цитрат, 300 мкг Se/л або 60 мкг Se/кг маси тіла; III група — германію цитрат, 62,5 мкг Ge/л або 12,5 мкг Ge/кг маси тіла. В експерименті використані цитрати мікроелементів виробництва ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» (м. Київ). Для гематологічних досліджень відбирали кров з крайової вушної вени кролів у пробірки з антикоагулянтом етилендіамінтетраацетат, визначали загальну кількість еритроцитів та еритроцитарні індекси, лейкоцити та їхні форми, тромбоцити та тромбоцитарні індекси на автоматичному гематологічному аналізаторі *Orphee Mythic 18* (Швейцарія). Для біохімічних досліджень зразки цільної крові відбирали з крайової вушної вени у пробірки з 1% гепарином; визначали вміст загального протеїну, альбуміну, активність аланінамінотрансферази (АЛТ), аспартатамінотрансферази (АСТ), вміст триацилгліцеролів, холестеролу, сечовини на біохімічному аналізаторі *Hymalyzer 2000*. Показники крові досліджували на 14-у добу підготовчого періоду та 14- і 29-у добу впоювання добавок за теплового стресу. Результати розраховували дисперсійним аналізом (ANOVA), для виявлення статистичних відмінностей між контролем та дослідними групами використовували апостеріорний критерій (*post-hoc* тест) — метод Tukey HSD, відмінності вважали вірогідними за  $P \leq 0,05$ .

Встановлено, що впоювання кролям цинку цитрату і селену цитрату в крові вірогідно підвищило кількість еритроцитів та відсоток гематокритної величини на 29-у добу експерименту. Концентрація гемоглобіну у тварин I, II і III дослідних груп була, відповідно, вищою на 16,3; 28,5 і 21,9% за 29 діб додаткового застосування добавок. Такі результати можуть вказувати на стимулювальний вплив наносполук застосованих мікроелементів на утворення червоних клітин крові та газообмінну функцію організму. У крові кролів I і II дослідних груп відзначили зменшення кількості лейкоцитів на 9,01 і 7,95% та лімфоцитів — на 11,3 і 12,5% на завершальному етапі дослідження. Впоювання селену цитрату кролям II дослідної групи зменшувало рівень креатиніну на 7,5% та сечовини — на 5,61% на 14-у добу дослідження. Впоювання германію цитрату за умов помірного теплового стресу у III дослідній групі обумовило зниження вмісту сечовини впродовж експерименту порівняно з контролем. Додавання до раціону кролів наночастинок мікроелементів цинку цитрату та селену цитрату знижувало активність АСТ, відповідно, на 35,0 та 22,1% на 15-у добу і на 15,2 та 13,6% на 29-у добу дослідного періоду. Вірогідні значення також встановлені у кролів I та II дослідних груп щодо активності АЛТ, де спостерігали зменшення ензиму на 16,6 та 12,4% і 10,8 та 10,5% на 14- і 29-у доби впоювання. Дослідження вмісту холестеролу у крові кролів I і II дослідних груп обумовило відповідне зменшення на 27,7 і 22,2% та 20,3 і 16,6% на 14- та 29-у доби експерименту.

Отже, впоювання кролям цинку цитрату у кількості 12 мг Zn/кг маси тіла та селену цитрату з розрахунку 60 мкг Se/кг маси тіла в умовах помірного теплового стресу продемонструвало позитивний вплив на морфологічні зміни показників крові та функціонування системи антиоксидантного захисту організму кролів. Це обумовило збільшення кількості еритроцитів і гемоглобіну, що вказує на покращення здатності крові до транспортування кисню та загальний фізіологічний стан тварин. Додавання германію цитрату в дозі 12,5 мкг Ge/кг маси тіла позитивно вплинуло на функцію нирок і печінки, зокрема через зниження рівня сечовини. Проте германію цитрат не продемонстрував суттєвого вираженого впливу на організм кролів за умов помірного теплового стресу.

**Ключові слова:** кров, кролі, цинку цитрат, селену цитрат, германію цитрат, тепловий стрес

## Ефективність застосування пробіотика в годівлі підсисних та відлучених поросят

О. Юлевич

yulevich1956@gmail.com

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

З 1998 р. Євросоюз заборонив застосування у ветеринарії кормових антибіотиків як стимуляторів зростання. Альтернативою підвищення продуктивності стали кормові добавки — пробіотики. За їх використання у тварин формується імунітет, тобто дія хвороботворних бактерій не просто пригнічується, а імунна система «вчиться» протистояти їм та знищувати їх у майбутньому. Завдяки цьому вдається уникати повторних інфекцій, одужання настає раніше, підтримується продуктивність. Пробиотики ефективні у лікуванні хвороб, спровокованих різноманітними стресами, насамперед під час відлучення та переходу на новий раціон [Малина та ін., 2017]. Застосування пробіотиків під час відлучення поросят з профілактичною метою позитивно впливає на загальний стан організму тварин.

Метою дослідження було оцінити ефективність застосування пробіотика *Biolatic D-500 (Royal Feed)* на продуктивні якості підсисних та відлучених поросят в умовах промислової технології на свинокомплексі СГПП «Техмет-Юг» Миколаївської обл. Досліди проводили на підсисних та відлучених поросятах великої білої породи в умовах СГПП «Техмет-Юг» Вітовського р-ну Миколаївської обл. Метою досліджень було покращення показників продуктивності підсисних та відлучених поросят за рахунок вдосконалення раціонів годівлі в умовах СГПП «Техмет-Юг». Під час проведення досліджень визначали залежність енергії росту підсисних та відлучених поросят від раціонів годівлі і використання пробіотика *Biolatic D-500 (Royal Feed)* у кількості 4 мл на голову в різні періоди їх розвитку.

Робота поділяється на два періоди: в I дослідному періоді використовували 2 групи поросят-сисунів (1 і 2). Піддослідні групи формували зі свинок і кабанчиків по 20 в кожній групі за принципом аналогів з урахуванням походження, живої маси, статі і віку. Перша група (1) тварин споживала лише материнське молоко, а друга (2) разом з материнським молоком від 5-го дня життя отримувала пробіотик. Після відлучення на 28-у добу кожна з цих дослідних груп розділили на дві підгрупи: першу (1) — на групи 1.1 і 1.2, другу (2) — на групи 2.1, 2.2. Сформовані групи налічували по 10 відлучених поросят. Групи 1.2 і 2.2, окрім основного раціону отримували, пробіотик *Biolatic D-500 (Royal Feed)*.

По завершенні кожного періоду у ранкові години до годівлі здійснювали індивідуальне зважування тварин. На підставі отриманих даних визначали середньодобові прирости поросят за певні періоди дослідів. Оцінку енергії росту тварин проводили в такі вікові періоди: I — з 1-го по 15-й день; II — з 16-го по 28-й день; III — з 29-го по 43-ц день, IV-й — з 44-го по 59-й день, V-й — з 60-го по 75-й день.

Швидкість росту організму визначали за величиною абсолютного приросту, а напруженість росту — за величиною відносного приросту.

Група 2.2 характеризується найкращою масою серед всіх дослідних груп, тому що поросята саме цієї групи мали найбільший потенціал завдяки застосування пробіотика з п'ятого дня життя. Збільшення маси групи 2.2 наприкінці дослідів порівняно з групою 1.1 становить 11,87%, з групою 1.2 — 3,14% і з групою 2.1 — 7,07%.

В другому дослідному періоді групи 1.2 і 2.2 отримують разом з основним раціоном пробіотик, що сприяє збільшенню середньодобових приростів наприкінці дослідів порівняно з групами 1.1. та 2.1 на 8,86% та 7,34% відповідно, тоді як використання пробіотика лише в підсисний період (група 2.1) або повна відмова від пробіотику (група 1.1) призводить до погіршення показників приросту на 7,34% та 12,39% відповідно.

Кращими середньодобовими приростами за кожний віковий період характеризується група поросят, яка отримувала пробіотик *Biolatic D-500 (Royal Feed)* з початку дослідів. Застосування пробіотика *Biolatic D-500 (Royal Feed)* у кількості 4 мл на тварину сприяє збільшенню середньодобових приростів поросят після відлучення на 8,86%.

**Ключові слова:** підсисні поросята, відлучення, стрес, пробіотик

## Вік тварин як один з маркерів кріорезистентності сперматозоїдів собак

Т. Юрчук, М. Петрушко

taisiya.yur@gmail.com

Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, м. Харків, Україна

Зберігання репродуктивних клітин методом кріоконсервування є важливою ланкою репродуктивних технологій у ветеринарній медицині. Проте виживання гамет після кріоконсервування суттєво залежить від низки факторів, зокрема морфологічних і біохімічних характеристик клітин. У собак з віком відбуваються значні структурно-функціональні зміни багатьох клітин і сперматозоїдів зокрема, що може впливати на їхню здатність витримувати наднизькі температури, що критично важливе в контексті збереження фертильності тварин та біорізноманіття. Отже, визначення маркерів кріорезистентності може сприяти вдосконаленню методів зберігання гамет і оптимізації умов кріоконсервування для зменшення негативного впливу агресивних фізіко-хімічних факторів на сперматозоїди. Метою дослідження було визначити вплив віку тварин на кріорезистентність сперматозоїдів собак породи китайська чубата.

Еякуляти були отримані від кобелів породи китайська чубата. Тварин утримували у приватному розпліднику м. Харків (Україна). Матеріал розподіляли на групи залежно від віку тварин: група 1 — вік 1–3 роки, група 2 — 4–6 років, група 3 — 7–10 років. Еякулят розбавляли трис-лимонно-фруктозним буфером у співвідношенні 1:1 і центрифугували за 700×g протягом 5 хв. за кімнатної температури. Заморожування сперми собак проводили згідно з описом [Rodenas, 2014] з нашими модифікаціями [Yurchuk, 2023]. Соломини розморожували на водяній бані за 38°C протягом 30 сек. Вміст кожної соломинки поетапно розбавляли вказаним буфером. Після цього оцінювали життєздатність за кількістю рухливих клітин та частоту фрагментації ДНК методом дисперсії хроматину. В роботі дотримувалися принципів етичного ставлення до тварин. Статистичну обробку результатів порівняння проводили за допомогою програмного забезпечення *GraphPad Prism*, версія 9.3.1 (*Graphpad Software Inc.*, Сан-Дієго, Каліфорнія, США). Порівняння рухливості та частоти фрагментації ДНК проводили за допомогою двостороннього множинного порівняння ANOVA. Показники вірогідно відрізнялися за  $P < 0,05$ .

Було виявлено, що кількість рухливих сперматозоїдів в еякуляті вірогідно знижувалася з віком тварин: у групах молодих собак цей показник був у 1,4 раза більшим порівняно із середньовіковими та у 1,5 раза більшим порівняно з тваринами старшої групи ( $P < 0,05$ ). Після кріоконсервування частота виживання сперматозоїдів у молодих собак була найвищою, тоді як у середньовікових і старших цей показник знижувався в 1,2 та 1,8 раза відповідно ( $P < 0,05$ ). Крім того, рухливість сперматозоїдів після заморожування найбільше знижувалася у тварин старшої вікової групи (група 3), де різниця з іншими групами була найбільш вірогідною ( $P < 0,0001$ ). Це вказує на те, що з віком сперматозоїди стають чутливішими до кріоконсервування, що може бути пов'язане з поступовими змінами в структурі їх клітинних мембран або інших субклітинних елементів.

Отримані результати підтверджують важливість віку як предиктора кріорезистентності сперматозоїдів. З віком, у собак породи китайська чубата знижується рухливість сперматозоїдів та частота їх виживання після кріоконсервування, що робить вік важливим маркером кріорезистентності. Однак для покращення прогнозування виживання сперматозоїдів після кріоконсервування слід також залучати до вивчення інші можливі маркери — такі, як біохімічні та молекулярні, які можуть додатково впливати на стійкість сперматозоїдів.

**Ключові слова:** кріоконсервування, сперматозоїди, виживання, кріорезистентність