

Тези доповідей

XXIV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених,

присвяченої 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук,
завідувача лабораторії біофізики **Іллі ПУПІНА**
(08.03.1926–17.04.2008)

14–15 травня 2026 року, м. Львів, Україна



Abstracts of reports

of XXIV All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists,

dedicated to the 100th anniversary of the Doctor of Biological Sciences,
Head of the Laboratory of Biophysics **Ilya PUPIN**
(08.03.1926–17.04.2008)

May 14th–15th, 2026, Lviv, Ukraine

Порівняння впливу комбінацій аланіну, пірувату і глутамату на максимальну швидкість роз'єднаного дихання ацинарних клітин підшлункової залози

А. О. Абрамович*, Б. В. Манько, Б. О. Манько, О. В. Іккерт

*Anastasiia.Abramovych@lnu.edu.ua

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Інтенсифікація мітохондріальних процесів через окиснення таких субстратів окиснення, як аланін, піруват і глутамат, має позитивний вплив на ацинарні клітини підшлункової залози, оскільки підвищує життєздатність ацинарних клітин та може запобігати розвитку захворювань підшлункової залози, зокрема панкреатиту. Тому метою нашого дослідження було з'ясувати, чи використання різних комбінацій субстратів, а саме аланіну, глутамату і пірувату у середовищі інкубації покращує показники максимальної швидкості роз'єднаного дихання ацинарних клітин підшлункової залози порівняно з впливом кожного субстрату окремо.

Дослідження проводили на щурах-самцях масою 250–300 г. Ізолювання панкреатичних ацинусів проводили модифікованим методом Вільямса зі співавт. Швидкість споживання кисню клітинами визначали за допомогою полярографа *RC650 6-cell respirometer (Strathkelvin)*. Ацинарні клітини підшлункової залози інкубували протягом 15 хвилин у глюкозному розчині з окремими субстратами окиснення (аланіном, глутаматом, піруватом у концентраціях 2 ммоль/л) або їхніми комбінаціями. Після внесення ацинарних клітин у полярографічні комірки та реєстрації базального дихання, кожні одну-дві хвилини додавали протонофор FCCP у концентраціях 0,5; 1; 1,5 і 2 мкмоль/л для досягнення максимальної швидкості дихання. Статистичну різницю між групами визначали за допомогою двофакторного аналізу ANOVA з повторюваними вимірюваннями з подальшими *post-hoc t*-тестами з корекцією Голм-Бонферроні у разі значної взаємодії між факторами.

За окиснення пірувату максимальну швидкість дихання досягали за дії FCCP у концентрації 1 мкмоль/л, а за окиснення глутамату — за дії FCCP у концентрації 1,5 мкмоль/л. За дії як пірувату, так і глутамату спостерігали лише незначне збільшення максимальної швидкості дихання порівняно з контролем. Аланін незначно підвищував швидкість дихання порівняно з контролем лише за наявності роз'єднувача у концентрації 2 мкмоль/л ($P \leq 0,05$). За окиснення комбінацій аланіну з піруватом та глутамату з піруватом максимальну швидкість дихання ацинарних клітин спостерігали за присутності FCCP у концентрації 1,5 мкмоль/л. При цьому, на відміну від комбінації аланіну з піруватом, за наявності комбінації глутамату з піруватом відбувалось суттєве зростання максимальної швидкості дихання, порівняно з контролем ($P \leq 0,05$). Комбінація аланіну з глутаматом порівняно з контролем зумовлювала зростання швидкості споживання кисню лише за дії FCCP у концентрації 2 мкмоль/л.

Отже, можна зробити висновок, що серед усіх досліджуваних комбінацій субстратів лише комбінація глутамату з піруватом здатна ефективніше посилювати мітохондріальні процеси, порівняно з контролем та впливом цих субстратів окремо.

Ключові слова: субстрати окиснення, клітинне дихання, панкреатичні ацинарні клітини

Effect of an aqueous-saline extract of the medicinal leech *Hirudo verbana* on reparative skin regeneration

R. F. Aminov*, A. S. Aminova

*91_amin_91@ukr.net

Zaporizhia National University, Zaporizhzhia, Ukraine

Medical leeches have long been used in human and veterinary medicine, as their bodies contain more than 100 biologically active substances with anti-inflammatory, anticoagulant, and antioxidant properties. Following the full-scale war in Ukraine initiated by Russia, the number of skin injuries has increased significantly, which has led to growing interest in the development of effective wound-healing agents. Biologically active substances derived from medicinal leeches contribute to improved microcirculation, reduced inflammation, and stimulation of angiogenesis and tissue granulation, all of which are critical for skin repair.

Therefore, the aim of our study was to investigate the effect of an aqueous-saline extract of the medicinal leech *Hirudo verbana* on skin injuries, namely excisional wounds and thermal burns.

The study was conducted on adult outbred white male laboratory rats, which were randomly divided into four groups (10 animals per group). Group 1 (control) consisted of animals with excisional wounds undergoing natural healing; they received a bandage compress soaked in saline in the same volume as in the experimental group. Group 2 included animals with excisional skin wounds treated with a 2 × 5.5 cm bandage compress containing 0.5 ml of aqueous-saline extract, applied for 15 minutes. Group 3 (control) consisted of animals with thermal burns undergoing natural healing; they received a bandage compress soaked in saline in the same volume as in the experimental group. Group 4 included animals with thermal burns treated with a 2 × 5.5 cm bandage compress containing 0.5 ml of aqueous-saline extract, applied for 15 minutes. Treatment efficacy was assessed on days 3, 7, 14, and 30 using planimetric parameters: burn area (S, cm²), epithelialization period (day of scab rejection, mean value per group), and wound healing rate coefficient (V, arbitrary units).

The results demonstrated that the aqueous-saline extract of *Hirudo verbana* promotes accelerated healing of burn wounds in rats, as evidenced by a reduction in lesion area, increased epithelialization, and a higher wound healing rate coefficient. The extract provides optimal regulation of the inflammatory phase, promotes the formation of a thin scab, and facilitates hair regrowth in the damaged area. Local application of the medicinal leech extract to the wound surface was associated with significant activation of reparative processes. The applied route of administration ensured direct contact of bioactive components with the wound surface, which contributed to a reduction in inflammatory response, accelerated transition to the proliferative phase, and enhanced formation of granulation tissue.

The obtained results indicate a pronounced local reparative effect of the medicinal leech extract and support its potential use as a topical regenerative agent.

Keywords: skin regeneration, inflammatory phase, epithelialization, rats

Особливості утримання і розмноження блакитного тигрового папуги як об'єкта акваріумної та лабораторної аквакультури

Б. Андрішин*

*bohdanoksalat@gmail.com

Національний науково-дослідний реставраційний центр України (Львівська філія), м. Львів, Україна

Папуга тигровий блакитний, папуга сапфіровий (*The Polar Blue Parrot Cichlid*) — штучно виведена порода акваріумних риб, які не трапляються в природі, проте зберегли ознаки та етологічні особливості поведінки риб родини Цихлові (*Cichlidae*), характерних для річки Амазонія [Wisenden, 1995]. Причини виведення цієї риби мають передісторію. Першою штучно виведеною цихлідою був кривавий папуга *Amphilophus citrinellus* × *Vieja melanurus* (популярна назва — тригібридний папуга), вперше отриманий в Тайвані 1986 року для любителів акваріумів як «нова альтернатива золотих рибок» [Chan, 2023]. До речі, донедавна методи схрещення та батьківські види були комерційною таємницею. Проте ці риби не здатні до успішного потомства — відкладена ікра самиці не запліднювалася самцем. Згодом у розплідників акваріумних риб з'явилася ідея схрестити самицю кривавого папуги з самцем цихліди чорносмугої *Amatitlania nigrofasciata*, останні з яких, з досвіду акваріумістики, є дуже плодючими і легкими у розведенні. Так був отриманий блакитний тигровий папуга, який зберіг «доброзичливу» форму тіла від кривавого папуги та ефектні темні і блакитні смуги, а також сильну плодючість цихліди чорносмугої [Radhi, 2025].

Наша робота не є глибоким науковим дослідженням, а лише оглядовою з аспектом на перший досвід з розмноження блакитного тигрового папуги. Завданням цієї роботи було підтвердити інформацію щодо утримання та розмноження цього представника, отриману з даних ресурсів мережі інтернет та поєднати з власним досвідом. Відомо, що ці риби демонструють типову шлюбну поведінку більшості цихлід Амазонії — моногамію. Риби утворюють стійкі пари, які не розлучаються, при готовності до нересту обирають напівзакритий субстрат для відкладення ікри, і разом охороняють ікру, личинок, а відтак і молодь.

Ми підготували два акваріуми ємністю 30 і 15 л з двома субстратами по різних кутах акваріуму і обрали чотирьох особин папуг зрілого віку, попередньо визначивши їхню стать — два самці і дві самиці. Параметри води були класичними для більшості цихлід Амазонії: t 24–28 °C, pH 6,5–7,5 і 5–12°dH. Запустивши 4 особини, спостерігали те, що дві особини одразу зайняли більший субстрат (глиняну вазу для вазонів), інші дві особини — уламок шкаралупи кокосу. Через 9 годин ми простежили чіткий прояв шлюбної поведінки, відкладення ікри в першому акваріумі і активну участь в догляді за ікрою. Важливо відзначити збереженість інстинктів по догляду за ікрою цієї риби, яка успадкувала інстинкти від амазонських цихлід: пара виробників обрала субстрат для нересту і ретельно його підготувала, почистивши губами місце для ікри, під час нересту самиця відкладала ікру на вертикальну стінку субстрату, самець по траєкторії запліднював ікру. Одразу ж двоє плідників почали захист ікри, що було дуже ефектно: самиця активно розмахувала грудними плавцями поблизу ікри, щоб наситити її розчиненим у воді киснем, водночас самець патрулював територію навколо субстрату. Коли самиця втомлювалася, самець її замінював. Ікра розвивається кілька діб, потім батьки активно охороняють личинок і маскують їх мулом з акваріуму. Личинки мають запас жовтка, який їх живить, тому годувати їх не потрібно. Саме в цей момент важливо підготувати поживу для молодняка — наупліуси артемії *Artemia sp.* Після того, як молодь почала активно плавати, ми одразу ж почали годувати їх наупліусами артемії щонайменше тричі на день, і як результат — майже максимальна виживаність молодняку. Негативним був попередній результат вигодовування сухим кормом для акваріумних риб, оскільки виживало лише 5–10 % молодняку. Таким чином, виробники втрачають батьківський інстинкт і можуть ліквідувати цей залишок потомства. Натомість, якщо правильно вигодувати молодняк, то батьки будуть охороняти його протягом кількох місяців. Однак у цього виду самиця втрачає інтерес до наступного нересту, але в той же час у ній формується ікра, і якщо протягом кількох місяців не відбудеться нересту, в самиці може утворитися кіста. Тому в деяких випадках ми рекомендуємо відсадити молодняк від батьків, давши їм можливість реалізувати наступне потомство. Молодь при правильному годуванні спочатку росте швидко, проте згодом сповільнює ріст. Рекомендуємо по можливості сортувати молодняк в інші акваріуми, щоб уникнути конкуренції і пригнічення.

З нашого досвіду, риби отримують шлюбні інстинкти орієнтовно менш ніж за пів року, маючи довжину тіла 4–5 см. Варто зазначити, що ці риби добре живуть з іншими акваріумними видами, але агресивні під час шлюбного періоду. Також ми спостерігали активний захист відкладеної і незаплідненої ікри самотньої самиці, яка проявляла інстинкт догляду за ікрою, поки та не загине. Порівнюючи з відомими модельними об'єктами риб роду *Danio*, тигрові папуги значно простіше розмножуються, і, що найважливіше, набагато простіше годувати їхній молодняк. Сподіваємося, ці попередні результати та спостереження спонукають науковців до детальнішого вивчення цих риб як об'єкту експериментальної аквакультури.

Ключові слова: блакитний тигровий папуга, цихліди, аквакультура, розмноження

Вплив нанотехнологічного цитрату Ge на ліпідний склад тканин організму медоносних бджіл

Р. Л. Андрошулік^{1*}, Т. М. Химинець²

*androshulikruslan@gmail.com

¹Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

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

На сьогодні завдяки застосуванню мікро- та макроелементів високої хімічної чистоти у комплексі з органічними кислотами (лимонною, пропіоною, бурштиною тощо) активно розвиваються нанотехнології. Це відкриває перспективи для отримання нових препаратів із широким спектром застосування у тваринництві та бджільництві. Використання нанотехнологій для отримання сполук мінеральних речовин є перспективним, оскільки їхній вплив на організм медоносних бджіл є дуже актуальним.

Дослідження з введення до цукрового сиропу медоносним бджолам цитратів Cr, Fe, Ge, J, Se, S, Ni показали високу фізіологічну активність їх в організмі. Основною функцією наносполук є підтримка нормальної життєдіяльності організму за рахунок біодоступності речовин. Розвиток методів синтезу та вивчення властивостей наночастинок, зумовлених їх специфічними фізико-хімічними властивостями, відкриває нові перспективи фундаментального розуміння дії наноматеріалів на стан і функціональну активність клітин, організмів, а також їх практичного та ефективного застосування. Опірність організму медоносних бджіл залежить від мінерального живлення, що впливає на обмінні процеси на рівні тканин, органів і систем та життєздатність і резистентність їхнього організму. Окрім цього, вони беруть активну участь у білковому, ліпідному, вуглеводному обміні, активують ферментні системи тощо.

Тому метою дослідження було встановити зв'язок між вмістом загальних ліпідів та класів ліпідів у тканинах організму медоносних бджіл за умови додавання до цукрового сиропу нанотехнологічного цитрату Ge.

Дослідження проведені на медоносних бджолах карпатської породи в приватному пасічницькому господарстві Закарпатської області у осінньо-весняний період. Дослідження були проведені на двох групах бджолосімей, аналогів за масою бджіл, силою сім'ї, віком матки, по три сім'ї у кожній групі. Бджоли першої (контрольної) групи отримували у період підгодівлі з 60 % цукрового сиропу в кількості 2 л /сім'ю/ тиждень. Друга група бджіл (Д1) додатково з 2 л цукрового сиропу отримувала 0,1 мг/мл Ge у вигляді нанотехнологічного цитрату. Тривалість випоювання цукрового сиропу та нанотехнологічного цитрату Ge становила 30 діб у літньо-осінній період (серпень-вересень).

Перед випоюванням добавки (підготовчий період) та після завершення (дослідний період) було відібрано 50–60 бджіл з вуликів контрольної та дослідної груп для проведення фізіолого-біохімічних досліджень з визначенням вмісту загальних ліпідів і співвідношенні їх фракцій у гомогенатах тканин всього організму бджіл за загальноприйнятими методиками. Цифрові дані опрацьовані статистично з використанням комп'ютерної програми *Microsoft Excel* з визначенням середніх величин M , їхніх відхилень $\pm m$ і ступеня вірогідності міжгрупових різниць з використанням коефіцієнта Ст'юдента (P).

Аналіз результатів вмісту загальних ліпідів у гомогенатах тканин організму бджіл і співвідношення їхніх класів вказує на зміни цих показників у дослідний період, більше виражені у дослідній групі, яка отримувала додатково до підгодівлі цитрат Ge. Відсутність вірогідних різниць вмісту загальних ліпідів вказує на незначний вплив цитрату Ge на синтез і депонування ліпідів в організмі бджіл.

У тканинах бджіл дослідної групи, порівняно з підготовчим періодом, встановлено зменшення відносного вмісту вільного холестеролу ($P < 0,01$) на тлі збільшення відносного вмісту естерифікованого холестеролу ($P < 0,01$) у бджіл дослідної групи порівняно з контрольною. Встановлені міжгрупові відмінності співвідношення класів ліпідів у тканинах бджіл вказують на високу метаболічну активність цитрату германію у застосованій дозі.

Отримані результати дослідження свідчать, що додавання цитрату германію до підгодівлі бджіл не мало істотного впливу на загальний вміст ліпідів у тканинах організму бджіл, проте зумовило вірогідні зміни у співвідношенні їх класів. Зокрема, у бджіл дослідної групи встановлено вірогідне зниження відносного вмісту вільного холестеролу та підвищення рівня естерифікованого холестеролу, що вказує на активацію процесів його метаболічної трансформації. Встановлені міжгрупові відмінності ліпідного складу підтверджують високу метаболічну активність цитрату германію у застосованій дозі та регуляцію ліпідного обміну в організмі бджіл загалом.

Ключові слова: бджоли, загальні ліпіди, цитрат Ge, нанотехнології, холестерол

Local-irritating effect of silver nanoparticles in rabbit doe

D. Babaruk*

*danya.babaruk@gmail.com

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Nanostructural materials, in particular Silver nanoparticles (AgNPs), are the most promising direction for improving antimicrobial agents and an effective tool in solving the problem of resistance of microorganisms to the action of antibiotic drugs [Patel, 2023; Grudniak et al., 2025]. Their use in veterinary pharmacology is a way to develop new means of treating animals with mastitis, the pathogens of which are often resistant to the action of most antimicrobial drugs, capable of biofilm formation [Naumenko et al., 2025]. When developing antimastitis drugs, it is worth investigating the possible manifestation of the toxic effect of the active substance upon dermal application. Thus, when AgNPs enter the skin, they can induce the formation of ROS at the cellular level, causing damage to keratinocytes and fibroblasts, which will increase the inflammatory response and may lead to apoptosis of individual cells [Olugbodi et al., 2023; Sampaio et al., 2025]. With prolonged or repeated exposure, irritation can become chronic, manifested by dryness, peeling and a decrease in the barrier properties of the skin [Bharathi et al., 2021]. An important factor is the concentration and form of the AgNPs: high doses or unstable suspensions are more likely to cause irritation, while stabilized preparations with a controlled particle size have less toxicity [Fatima et al., 2021; Eker et al., 2024]. Thus, the effect of AgNPs on the skin is characterized by a complex of biochemical and cellular reactions, including damage to cell membranes, the release of inflammatory mediators and the development of oxidative stress, which is clinically expressed in redness, burning, itching and dryness of the skin upon contact with the drug [Kim et al., 2013; Gagosian et al., 2025]. Therefore, the aim of the study was to determine the local irritant effect of Silver nanoparticles with cetylpyridinium (AgCP-NPs) on rabbit doe.

9 Hyla rabbits were used in the experiments. To comply with modern bioethical requirements, taking into account the absence of death of laboratory animals during the assessment of the acute toxicity of the studied nanoparticles, the number of rabbits in each group was minimized to 3 animals. To determine the local irritant effect, the test preparation was applied to the skin of sexually mature rabbits ($n=3$) using a previously shaved area on the right side measuring 5×5 cm, where NP solutions of different concentrations were evenly distributed in an open manner (0.05 g/l — experimental group I; 0.15 g/l — experimental group II; 0.45 g/l — experimental group III). A skin area of a similar size shaved on the opposite side served as a control. The skin reaction in animals was assessed 1, 4, 8, 12 and 16 h after a single application for the presence and intensity of erythema and edema. The intensity of signs of local irritant effect was assessed in points: 0 points — absence of erythema; 1 point — slight redness (pink color); 2 points — visible redness (pink-red hue); 3 points — redness from visible to significant (red tint); 4 points — clearly expressed erythema (bright red tint) with subsequent crust formation [Kotsymbas et al., 2005].

It was found that a low concentration (0.05 g/l) of AgCP-NPs solution on rabbit skin areas did not cause irritation and during the entire observation period they did not show signs of erythema. At the initial concentration (0.15 g/l) of AgCP-NPs, the treated skin areas of rabbits were characterized by a pink color within 4 hours after application, which disappeared and from the 8th hour of observation the skin did not differ from the control areas. The concentration of AgCP-NPs (0.45 g/l) caused visible redness of the skin, which faded during the 8th hour of observation and did not show any differences from the control by the 16th hour. At none of the tested concentrations (0.05–0.45 g/l) was there any pronounced erythema with crust formation observed. Therefore, the obtained data indicate a low intensity of local irritant effect of AgCP-NPs after a single dermal application.

Keywords: Silver nanoparticles, toxicology, dermal application

Поширення, зоонозний потенціал та сучасні підходи до контролю бластоцистозу у тварин і птиці

О. М. Богач^{1*}, А. С. Рачинський², Д. М. Богач³

*olena.bohach.m@gmail.com

¹Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

²Національний науковий центр «ІЕКВМ», м. Харків, Україна

³Одеська дослідна станція ННЦ «ІЕКВМ», м. Одеса, Україна

Blastocystis — поширений кишковий протист, який інфікує людей, сільськогосподарських та диких тварин, а також птахів, часто без виражених клінічних ознак, але має важливе зоонозне значення [Hublin, 2020]. Збудниками бластоцистозу є представники роду *Blastocystis* spp., які характеризуються значною генетичною різноманітністю. У свиней описано кілька варіантів паразита, серед яких *Blastocystis suis* є специфічним, *B. hominis* має зоонозне значення, а також реєструються субтипи ST1 і ST3, спільні для людини і тварин [Subhash, 2013]. У птиці (кури, індики) найчастіше виявляють субтипи ST6 і ST7, адаптовані до птахів, але потенційно небезпечні для людини [Mokhtar, 2018].

Більшість субтипів (ST1–ST7), які реєструються в людини, також виявляють у свиней, великої та дрібної рогатої худоби і птиці, що свідчить про низьку специфічність збудника та його здатність до міжвидової передачі [Abdullah, 2023]. Основним шляхом зараження є фекально-оральний механізм через контаміновані корми, воду та об'єкти довкілля, що сприяє формуванню стійких осередків інвазії.

Поширеність *Blastocystis* spp. значно варіює залежно від регіону, виду та віку тварин. У Таїланді вона коливалась від 11,88 % до 76,1 % у тварин та 12,82 % у людей, причому серед свиней — від 20,37 % до 87,88 % у різних провінціях [Udonsom, 2018]. У Китаї рівень інвазії коливався від 14,09 % до 43,7 %, із максимумом 58,9 % у свиней на відгодівлі [Wei, 2023; Wang, 2021]. У Польщі інвазію реєстрували у 38,25 % свиней, тоді як у країнах Південно-Східної Азії — до 100 % [Rudzińska, 2020]. У Словаччині інвазованість становила 28,6 % [Danišová, 2021]. В Україні, за даними І. С. Дахна, поширеність у тварин досягала 40 %, в людей — 14,7 % [Дахно, 2018], а у свиней Півдня України — 16,4 % у поросят та 9,8 % у свиноматок [Богач, 2019].

Серед птиці, зокрема індиків, поширеність становила 41,6 % у закритих пташниках і 45,0 % за умов вільного виходу, причому частіше інфікувалися самки без клінічних ознак ураження шлунково-кишкового тракту, що свідчить про субклінічний перебіг інвазії [Alawiyah, 2021].

Незважаючи на значне поширення, питання доцільності лікування залишається дискусійним через недостатню вивченість паразита та можливість його опортуністичної колонізації [Biedermann, 2002]. Водночас обмеження застосування хіміотерапевтичних препаратів у тваринництві та птахівництві через ризик накопичення залишків у продукції зумовило пошук альтернативних методів контролю інвазій [Liebhart, 2017]. Застосування ветеринарних препаратів у багатьох країнах суворо регламентується з метою забезпечення безпечності продукції [FDA, 2024].

Сучасні альтернативні підходи передбачають використання пробіотиків, пребіотиків, рослинних і грибних екстрактів та ефірних олій, які не мають прямої антипаразитарної дії, але нормалізують мікробіоту кишечника та підвищують імунну резистентність організму [Abd El-Hack, 2022]. Фітогенні добавки, зокрема у годівлі індиків, також проявляють антиоксидантні властивості й позитивно впливають на продуктивність птиці [Bozkurt et al., 2020].

Високу протипротозойну активність продемонстрували екстракти *Brucea javanica* і *Quercus infectoria*: при 2000 мкг/мл вони знищували 67–82 % ізолятів *Blastocystis hominis* і пригнічували їхню життєздатність на 76–100 %, тоді як метронідазол (40 мкг/мл) забезпечував 97 % елімінації паразита [Sawangjaroen, 2005]. Розроблений комплексний препарат (метронідазол, фуразолідон, *Allium sativum*, *Tanacetum vulgare*) забезпечив 100 % ефективність проти *Blastocystis* spp. на 14-ту добу, перевищуючи ефективність ніфуліну (64,3–78,6 %) [Bogach, 2025].

Отже, бластоцистоз є поширеною інвазією з вираженим зоонозним потенціалом, впровадження фітогенних і комбінованих препаратів — перспективний напрям контролю, що відповідає сучасним вимогам біобезпеки та якості продукції.

Ключові слова: *Blastocystis* spp., тварини, птиця, поширеність, фітогенні препарати

***In vitro* embryo production from post-mortem ovaries of long-lactation Saanen dairy goats**

A. Bogdaniuk^{1*}, T. Otter², J. Ettema³, D. J. van Horssen³, H. Bruintjes³, M. Petrushko⁴

*baa1995ua@gmail.com

¹LLC "Institute of Contemporary Veterinary Technologies", Cherevky village, Kyiv region, Ukraine

²TOMO Consultancy, Haaksbergen, The Netherlands

³Goat Improvement Company, Herwijnen, The Netherlands

⁴Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Sustainable livestock production within the European Union increasingly demands strategies that integrate animal welfare, biosecurity, and efficient use of biological resources. Post-mortem ovary recovery integrated into *in vitro* embryo production (IVP) extends this logic further: reproductive tissues from animals at the natural end of their productive lifespan might yield transferable embryos without any intervention in live animals, eliminating biological waste while preserving genetic merit. Such an approach is directly applicable to countries with both genetic need and logistical challenges. Ukraine is an example where military conflict has substantially reduced the national dairy goat population, large interregional distances make live animal transport both stressful and impractical, and the distribution of cryopreserved embryos rather than livestock provides a welfare-compatible alternative fully aligned with the ongoing harmonization of Ukrainian veterinary and animal welfare legislation with EU standards. This study evaluated the feasibility of producing transferable embryos via IVP using post-mortem ovaries from elderly, long-lactation Saanen dairy goats.

From October 2024 to December 2025, ovaries were collected from 16 Saanen goats aged 8–11 years at a certified Dutch slaughterhouse (Article 148, Regulation (EU) 2017/2625; Regulation (EU) 2016/429). Animals had been maintained in extended lactations of 2–4 years and were sourced at the natural end of their productive lifespan. Cumulus-oocyte complexes were aspirated, matured *in vitro*, and fertilized using fresh (n=2) or cryopreserved (n=14) semen. Zygotes were cultured to Day 8 using standard IVP protocols. All viable embryos were cryopreserved.

A total of 462 oocytes were recovered (28.9±12.73 per goat). Fertilization yielded 409 zygotes overall (25.6±10.73 per goat). In the fresh semen group, 81 oocytes produced 64 zygotes and 21 embryos (blastocyst rate: 32.8 %). In the cryopreserved semen group, 381 oocytes (27.2±11.95 per goat) yielded 345 zygotes (24.6±10.95 per goat) and 35 embryos (2.5±1.91 per goat; blastocyst rate: 10.1 %). Overall, 56 embryos developed (3.5±3.50 per goat; blastocyst rate: 13.7 %): 34 on Day 6, 16 on Day 7, and 6 on Day 8. All embryos were cryopreserved. The higher blastocyst rate observed with fresh semen is consistent with the well-documented detrimental effect of cryopreservation on sperm fertilizing capacity in small ruminants, and warrants further optimisation of freezing and thawing protocols for caprine IVP. Nevertheless, the embryo yield obtained from the cryopreserved semen group remains biologically meaningful, demonstrating that post-mortem IVP can preserve and spread the genetic merit of high-producing animals that would otherwise be lost at slaughter.

These results confirm that post-mortem ovaries from elderly Saanen dairy goats represent a viable genetic resource for IVP, without imposing any additional burden on live animals. This circular biotechnology approach minimizes biological waste, preserves high-value genetics, and complies with current EU animal welfare standards.

Keywords: goat reproduction, *in vitro* embryo production, animal welfare, Saanen goat

The main economically useful characteristics of cattle

B. V. Bondarchuk, M. M. Beregova, O. O. Pokotylo*

*bondarchuk697@gmail.com

Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

Cattle play an important role in agriculture because they provide milk, meat, hides, manure, and other valuable products. The efficiency of cattle production depends on a number of economically useful traits. These traits determine the productivity, health, reproductive ability, and adaptability of animals. Farmers and breeders pay great attention to these characteristics because they directly influence the profitability of cattle farming.

One of the most important economically useful traits of cattle is milk productivity. Dairy cattle are evaluated according to the amount of milk they produce during lactation, usually over a standard period of 305 days. High milk yield is essential for dairy farms because it increases the amount of product that can be sold or processed. Besides the quantity of milk, its quality is also very important. Milk quality includes fat content, protein content, lactose level, and the presence of vitamins and minerals. Milk with a higher fat and protein content is especially valuable for producing butter, cheese, yogurt, and other dairy products. Breeds such as the Holstein are known for high milk yield, while breeds like the Jersey are famous for milk with high fat content [Berry, 2019; Voitenko, 2025].

Another major economically useful trait is meat productivity. Beef cattle are raised mainly for meat production, and their value depends on body weight, growth rate, feed conversion, and carcass quality. Animals that grow quickly and reach market weight in a short period of time are considered more profitable because they require less feed and labor. Meat productivity also includes the proportion of muscle tissue, fat distribution, tenderness, and taste of meat. High-quality beef should have a good balance of lean meat and fat. Breeds such as Angus, Hereford, and Charolais are often selected for their superior meat qualities.

Reproductive ability is also a very important trait in cattle farming. Cows should have good fertility, regular calving intervals, and the ability to produce healthy offspring. Bulls should have high fertility and strong genetic qualities. Good reproductive performance ensures the stable growth of the herd and reduces the costs associated with infertility or reproductive diseases. Traits such as early maturity, high conception rate, easy calving, and low calf mortality are especially valuable. Animals that reproduce efficiently contribute more to the long-term productivity of the farm [Yatsynka, 2024; Bell, 2024].

Feed efficiency is another significant economically useful trait. Feed represents one of the largest expenses in cattle production, so animals that can convert feed into milk or meat more effectively are highly valued. Feed efficiency means that cattle require less feed to produce one kilogram of milk or body weight gain. Efficient animals reduce production costs and improve farm profitability. This trait is influenced by genetics, nutrition, housing conditions, and overall animal health.

Health and disease resistance are also essential traits. Healthy animals grow better, produce more milk, and reproduce more successfully. Disease-resistant cattle require fewer veterinary treatments and medications, which lowers production costs. Strong immunity is especially important in modern farming systems, where animals may be exposed to various infectious and metabolic diseases. Breeding for disease resistance helps improve the sustainability of cattle production and ensures better animal welfare.

Adaptability is also important because cattle are raised in different climatic and environmental conditions. Some breeds are better adapted to cold climates, while others can tolerate heat, drought, or poor-quality feed. Adaptability includes the ability to survive and remain productive under different management systems. Animals that adapt well to local conditions are usually healthier and more productive.

Exterior and body conformation are also considered important traits in cattle breeding. Dairy cattle should have a well-developed udder, strong legs, and a body shape suitable for high milk production. Beef cattle should have a muscular body, broad chest, and strong skeleton. Proper body conformation is associated with better productivity, health, and reproductive performance [Pineda, 2020; Cammack, 2022; Kgari, 2023].

In conclusion, the main economically useful traits of cattle include milk productivity, meat productivity, reproductive ability, feed efficiency, health, longevity, adaptability, and good body conformation. These characteristics determine the value of cattle in agricultural production and help farmers achieve better economic results. Careful breeding and management of cattle with desirable traits can significantly improve the efficiency and sustainability of livestock farming.

Keywords: productivity, milk yield, meat production, reproductive ability, feed efficiency, disease resistance

Вивчення чутливості до антибіотиків у відібраних для синбіотичного препарату високоантагоністичних штамів *Bacillus amyloliquefaciens*

Г. Бучковська*, О. Віщур

*galina.buchkovska11@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Пріоритетним напрямком державної політики України на сучасному етапі залишається забезпечення населення якісною сільськогосподарською продукцією. Тому актуальним є завдання одержання чистої, екологічно безпечної продукції птахівництва, зокрема і перепільництва [Igorov, 2022; Chechet, 2023]. Зважаючи на це, увага науковців зосереджена на вивченні способів знешкодження інфекційних агентів бактеріального походження за використання непатогенних споруутворювальних мікроорганізмів, зокрема бактерії роду *Bacillus* [Boniuk, 2024; Buchkovska, 2025]. Означені бактерії є продуцентами сполук — антибіотичних, з бактеріостатичним ефектом, тих, які посилюють неспецифічні фактори імунітету за допомогою активації макрофагів, позитивно впливають на фактори специфічного імунітету через підвищення рівня IgA і IgG, а також які за продукції власних ферментів поліпшують кількісне зростання нормофлори шлунково-кишкового тракту і забезпечують конкурентне знешкодження патогенних мікроорганізмів [Odrizola, 2024; Hindle, 2025].

Метою роботи було провести дослідження диско-дифузійним методом перспективних за антагоністичними властивостями бактерій роду *Bacillus* — *Bacillus amyloliquefaciens* на виявлення антибіотикостійких культур з метою їх вилучення через непридатність для створення синбіотичних препаратів через небезпеку передачі антибіотикорезистентності мікробіоті шлунково-кишкового тракту перепелів.

За чинними рекомендаціями EUCAST у дослідженнях з визначення стійкості до антибіотичних препаратів (АБП) використано: імпенем (10 мкг), меропенем (10 мкг), ципрофлоксацин (5 мкг), левофлоксацин (5 мкг), норфлоксацин (10 мкг), ванкоміцин (5 мкг), еритроміцин (15 мкг), кліндаміцин (2 мкг), лінезолід (10 мкг) (EUCAST, Clinical Breakpoint Tables v. 14.0, valid from 2024-01-01).

Для постановки досліду використано Мюллер-Хінтона агар (МХА) з рівнем рН в діапазоні від 7,2 до 7,4. Проведено виготовлення бактеріальної суспензії дослідних штамів *B. amyloliquefaciens* — 0,5 standard McFarland. Проведено інокуляцію чашок з МХА відповідними бактеріальними суспензіями дослідних штамів *B. amyloliquefaciens* в 5 повторюваностях для одержання вірогідних результатів. Після експозиційної витримки чашок упродовж 15 хвилин за кімнатної температури на поверхню агару накладено диски з відповідними антибіотиками у кількості по 4 шт. у чашки з культурами. Чашки інкубували за температури $35,0 \pm 2,0$ °C протягом 18–20 год. По закінченню терміну культивування провели облік результатів, вимірявши за допомогою штангенциркуля діаметри зон інгібування росту дослідних бактерій. Інтерпретацію результатів проведено згідно з чинними рекомендаціями EUCAST за встановленими граничними межами зон інгібування росту для карбапенемів. Водночас із постановкою основного досліду проведено контроль росту бактерій відповідних дослідних штамів *B. amyloliquefaciens* шляхом інокуляції бактеріальної суспензії на чашки з агаром без накладання дисків з антибіотиками. Статистичну обробку результатів досліджень проведено з використанням загальноприйнятих методів варіаційної та кореляційної статистики [Hoiko, 2024].

Результати досліджень трьох високоантагоністичних перспективних штамів *B. amyloliquefaciens* за вивчення їх відношення до АБП різних груп свідчили про чутливість до всіх застосованих антибіотиків, що було підтверджено величиною діаметрів зон інгібування росту. Зокрема, величина діаметрів зон інгібування росту культур щодо карбапенемів: за дії імпенему (10 мкг) варіювала від $32,2 \pm 0,4$ мм ($P < 0,001$) до $37,6 \pm 0,3$ мм ($P < 0,001$); меропенему (10 мкг) — від $28,6 \pm 0,5$ мм ($P < 0,001$) до $31,8 \pm 0,4$ мм ($P < 0,001$); щодо фторхінолонів: за дії ципрофлоксацину (5 мкг) — від $28,8 \pm 0,4$ мм ($P < 0,001$) до $41,0 \pm 0,4$ мм ($P < 0,001$); левофлоксацину (5 мкг) — від $42,0 \pm 0,6$ мм ($P < 0,001$) до $44,6 \pm 0,7$ мм ($P < 0,001$); норфлоксацину (10 мкг) — від $24,0 \pm 0,3$ мм ($P < 0,001$) до $30,6 \pm 0,7$ мм ($P < 0,001$); щодо макролідів: за дії еритроміцину (15 мкг) — від $28,2 \pm 0,5$ мм ($P < 0,001$) до $30,4 \pm 0,5$ мм ($P < 0,001$); кліндаміцину (2 мкг) — від $23,8 \pm 0,4$ мм ($P < 0,001$) до $28,4 \pm 0,5$ мм ($P < 0,001$); щодо оксазолідинонів: за дії лінезоліду (10 мкг) — від $26,4 \pm 0,5$ мм ($P < 0,05$) до $31,0 \pm 0,3$ мм ($P < 0,001$); щодо глікопротеїдів: за дії ванкоміцину (5 мкг) — від $11,8 \pm 0,6$ мм ($P < 0,05$) до $12,6 \pm 0,4$ мм ($P < 0,001$).

Проведені дослідження показали, що у трьох високоантагоністичних штамів *B. amyloliquefaciens* виявлено відсутність резистентності до АМП груп карбапенемів, фторхінолонів, макролідів, оксазолідинонів та глікопротеїдів, що підтверджує їх безпечність у застосуванні для створення синбіотичних препаратів для перепелів.

Ключові слова: *B. amyloliquefaciens*, антибіотики, карбапенеми, фторхінолони, макроліди, оксазолідоли, глікопротеїди, синбіотичні препарати

Видова залежність ліпідного складу маточного молочка бджолиного

П. Й. Воробець*

*pvorobets86@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Маточне молочко бджолине є джерелом багатьох поживних речовин та біоактивних сполук. Їхній вміст і співвідношення залежить від низки факторів, зокрема сезону і періоду отримання продукту, географічного розташування пасіки, метеорологічних умов, видового складу рослинних культур, до яких мають доступ бджоли, використання агрохімічних засобів тощо. З хімічної точки зору, маточне молочко бджолине на 60–78 % складається з води, на 9–18 % — з білків, на 7–18 % — з вуглеводів, на 0,8–3 % — з мінеральних солей, невеликої кількості вітамінів та ферментів і на 3–8 % — з ліпідів. На сьогодні міжвидові чи міжпородні особливості вмісту у маточному молочці бджолиногому біологічно активних компонентів з'ясовані недостатньо.

Метою цієї роботи було порівняти фракційний склад ліпідів маточного молочка чотирьох порід бджіл — карпатської (*Apis mellifera carpatica*), карніки (*Apis mellifera carnica*), італійської (*Apis mellifera ligustica*) та степової (*Apis mellifera sossimai*).

Матеріалом для досліджень служило маточне молочко бджолине, яке відбирали відповідно до методичних рекомендацій «Бджолине маточне молочко: біологічні властивості й технологія отримання» [за ред. Салиги Ю. Т. — DOI: 10.15407/Animal-Biology/9786178660208]. Для визначення загальних ліпідів 1 г бджолиного молочка екстрагували 20 см³ суміші хлороформ–метанол у співвідношенні 2:1 (об/об) за методом Фолча, вміст загальних фосфоліпідів визначали за кількістю неорганічного фосфору в ліпідному екстракті, розділення ліпідів на класи здійснювали методом тонкошарової хроматографії на силікагелі. Усі отримані цифрові дані опрацьовані за допомогою комп'ютерної програми *Statistica* з використанням методу варіаційної статистики.

У результаті проведених досліджень виявлено суттєві коливання у вмісті в маточному молочці бджолиногому різних підвидів бджіл окремих класів ліпідів — від нейтральних ліпідів до стеролів та фосфоліпідів, що вказує на ліпідну варіативність досліджуваного бджолиного продукту. Важливо наголосити, що отримані результати вказують не лише на міжвидові різниці ліпідних фракцій, а й суттєві їх сезонні коливання. Особливої уваги заслуговує динаміка показників у травні, адже цей місяць є періодом активного цвітіння основних медоносів та пилконосів, що забезпечує бджіл якісним білково-ліпідним кормом. Статистично вірогідне збільшення вмісту ліпідів у маточному молочці *A. mellifera ligustica* ($P < 0.05$) відносно карпатської бджоли може свідчити про високу метаболічну адаптивність італійського підвиду до весняного періоду інтенсивного нарощування сили сім'ї. Встановлено також, що підвиди *A. mellifera ligustica*, *A. mellifera carnica* та *A. mellifera sossimai* характеризуються вищою здатністю до накопичення загальних ліпідів та фосфоліпідів порівняно з *A. mellifera carpatica*.

Загалом, виявлені зміни у співвідношенні класів ліпідів та фосфоліпідних фракцій є вагомим науковим обґрунтуванням для диференційованого підходу до використання різних підвидів бджіл у промисловому бджільництві. Це відкриває перспективи для селекції бджіл за біохімічними ознаками та дозволяє прогнозувати якість апіпродукції залежно від термінів її заготівлі. Виявлені закономірності сезонних коливань, у свою чергу, дозволяють оптимізувати терміни відбору маточного молочка бджолиного для отримання продукту з наперед заданими біохімічними характеристиками. Одержані дані мають важливе значення для стандартизації маточного молочка як сировини для фармації та апітерапії, оскільки баланс між вільним холестеролом, його ефірами та енергетичними ліпідами безпосередньо визначає термін придатності та терапевтичний потенціал продукту.

Ключові слова: ліпідний склад, маточне молочко бджолине

Вплив продуктів бджільництва на параметри крові кролів після відлучення

О. Й. Гамерник*

*oleshk1991@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

В сучасному промисловому кролівництві продукти бджільництва розглядають як перспективні органічні кормові добавки, які можуть частково замінювати традиційні премікси і підтримувати фізіологічний стан організму молодняку. Такий інтерес зумовлений потенційним позитивним впливом апіпродуктів на продуктивні, фізіологічні та імунні показники тварин [Abd El-Aziz et al., 2023]. Продукти бджільництва можуть виявляти різну біологічну активність залежно від виду продукту та особливостей його застосування [Hashem et al., 2021; Abu-Seida, 2023]. Використання бджолиного обніжжя у раціоні молодняку кролів супроводжувалося позитивними змінами окремих показників крові та гормонів [Abdel-Hamid & El-Tarabany, 2019]. Випоювання прополісу впливало на показники крові, імунну реактивність організму та окремі показники росту кролів [Al-Homidan et al., 2022]. Водночас в окремих дослідженнях більшість гематологічних і біохімічних показників за використання бджолиного обніжжя і прополісу залишалася близькою до контролю, хоча було відзначено позитивну дію на антиоксидантний статус та ріст і розвиток їхнього організму [Sierra-Galicia et al., 2022; Sierra-Galicia et al., 2023].

Тому метою дослідження було з'ясувати вплив випоювання різних доз прополісу і бджолиного обніжжя на гематологічні та біохімічні показники крові кролів у період з 34- до 76-добового віку.

Дослідження проводили у віварії Інституту біології тварин НААН на молодняку кролів термонської породи, аналогів за віком, масою тіла та клінічним станом з 34- до 76-добового віку. Формували групи тварин по 8 у кожній, утримували їх у стандартних сітчастих клітках індивідуально, що забезпечило кількість отриманої добавки. Кролі контрольної групи споживали без обмеження гранульований комбікорм і воду (основний раціон). Кролики I і II дослідних груп, крім основного раціону з водою, впродовж доби отримували 10 % розчин прополісу відповідно в кількості 320 мкл/тварину, (80 мкл/кг маси тіла) і 640 мкл/тварину (160 мкл/кг маси тіла). Кролики III і IV дослідних груп, крім основного раціону, з водою впродовж доби отримували добавку бджолиного обніжжя відповідно в кількості 400 мг/тварину (100 мг/кг маси тіла) і 800 мг/тварину (200 мг/кг маси тіла). Кров для дослідження відбирали на 48-у, 62-у і 76-у добу життя кролів (на 14-у добу підготовчого періоду та 14-у і 28-у добу дослідного періоду). Узагальнені дані представлені у вигляді середнього значення (M) $\pm$ стандартне відхилення (SD); * — $P < 0,05$, ** — $P < 0,01$, *** — $P < 0,001$ — статистично значущі відмінності порівняно з контролем (ANOVA, Tukey HSD).

Встановлено, що застосування бджолиного обніжжя і прополісу у крові кролів усіх дослідних груп, порівняно з контролем, зумовлювало підвищення ($P < 0,05$) абсолютного вмісту еритроцитів у межах від 12,97 до 17,67 % на 28-у добу дослідження, що може свідчити про покращення функціонального стану їх організму. Також слід відзначити зменшення абсолютного вмісту лейкоцитів ($P < 0,05$ – $0,001$) у всіх дослідних групах. Неоднозначні результати було зафіксовано стосовно рівня тромбоцитів, який у I, II і III групах був достовірно нижчим, ніж у контрольній групі. Поряд із цим, відзначено збільшення вмісту загального протеїну в крові кролів I, II і IV дослідних груп — відповідно, на 11,4; 13,2 і 14,5 % на 28-у добу дослідження. Активність АСТ і АЛТ у крові кролів I, II і III дослідних груп була нижчою ($P < 0,05$ – $0,001$) за контрольну групу впродовж дослідження.

У результаті проведеного експерименту встановлено, що застосування з добовою кількістю води 10 % спиртового розчину прополісу з розрахунку 320 і 640 мкл/тварину та бджолиного обніжжя 800 мг/тварину позитивно вплинуло на досліджувані гематологічні та біохімічні показники крові кролів після відлучення.

Ключові слова: кролі, обніжжя, прополіс, гематологічні й біохімічні показники

Стан клітинної і гуморальної ланок імунітету у тільних корів за умов ендогенної інтоксикації

О. Л. Гончаров^{1*}, О. І. Віщур¹, Б. В. Гутий²

*o.goncharov80@gmail.com

¹Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

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

Тільність у корів є надзвичайно складним фізіологічним процесом, який супроводжується суттєвими змінами у функціонуванні організму, зокрема в імунній системі. В цей період тварини особливо чутливі до впливу стресових факторів, метаболічних порушень та інтоксикацій, що можуть призводити до розвитку патологічних станів. Одним із найбільш небезпечних факторів є ендотоксикоз, який виникає внаслідок накопичення токсичних метаболітів або порушення бар'єрної функцій органів травної системи. Аналіз даних літератури свідчить, що ендотоксикоз спричиняє активацію імунної відповіді, зокрема зміну кількісних та якісних характеристик клітинного і гуморального імунітету. Це, як відомо, може негативно впливати на організм матері та розвиток плоду.

Мета роботи полягала у визначенні активності клітинної і гуморальної ланок імунної системи корів у гестаційний період за умов ендотоксикозу.

Дослідження проведено на двох групах корів української чорно-рябої молочної породи (контрольний і дослідний по 10 тварин у кожній). Матеріалом для досліджень слугувала кров, яку брали у корів на 8-му та 9-му місяцях тільності. Визначали бактерицидну та лізоцимну активність сироватки крові, показники фагоцитозу нейтрофілів, а також кількість Т- і В-лімфоцитів.

Отримані результати досліджень свідчать про суттєві зміни у функціонуванні імунної системи тільних корів за розвитку ендотоксикозу. При дослідженні показників гуморальної ланки природних факторів захисту встановлено, що бактерицидна активність сироватки крові у корів з ендотоксикозом була достовірно нижчою, ніж у контрольній, як на 8-му, так і на 9-му місяцях тільності. Зокрема, зниження становило від 11,3 до 18,7 %. Подібні зміни зафіксовано також при визначенні лізоцимної активності сироватки крові, яка знизилася на 20,2–22,0 %.

Одночасно зі зниженням показників гуморальної ланки імунітету встановлено пригнічення клітинної ланки неспецифічної резистентності організму. Фагоцитарна активність нейтрофілів у крові корів із ознаками ендотоксикозу була нижчою на 7,2–7,9 %, тоді як фагоцитарний індекс знижувався більш виражено — на 25,3–25,7 % порівняно з контрольною групою. Зниження цих показників вказує на порушення функціональної активності фагоцитів, що є важливою ланкою первинного імунного захисту. Пригнічення фагоцитозу зменшує ефективність елімінації чужорідних агентів та сприяє накопиченню токсичних метаболітів в організмі. Ці зміни свідчать про імуносупресивний вплив чинників захворювання на активність природних механізмів захисту.

Подібні зміни, більш виражені, констатовано при дослідженні Т- і В-клітинної ланок специфічного імунітету. Зокрема, впродовж усього періоду досліджень, кількість Т-лімфоцитів у крові корів дослідної групи була меншою, ніж у контрольній, особливо на 9-му місяці тільності, де зафіксовано достовірні різниці. Аналогічні зміни констатовано при визначенні В-лімфоцитів, кількість яких була меншою на 2,8–18,9 % від контролю. Такі зміни свідчать про пригнічення як клітинної, так і гуморальної ланок імунної відповіді, оскільки Т-лімфоцити відіграють ключову роль у регуляції імунних реакцій, а В-лімфоцити забезпечують синтез антитіл.

Загалом отримані результати показали, що розвиток ендотоксикозу у тільних корів супроводжується комплексним імуносупресивним впливом усіх досліджуваних ланок імунної системи. Зниження показників гуморальної ланки природних факторів імунітету, порушення функціональної активності фагоцитів та зменшення кількості лімфоцитів є взаємопов'язаними процесами, які призводять до виникнення вторинного імунодефіциту. Ймовірно, такі зміни обумовлені токсичною дією продуктів ендогенної інтоксикації на імунокомпетентні клітини та гуморальні фактори захисту, що спричиняє порушення регуляторних механізмів імунної відповіді.

Водночас необхідно зауважити, що період пізньої гестації характеризується фізіологічною імуносупресією — це пов'язане з адаптаційними процесами організму матері та необхідністю забезпечення розвитку плоду. У поєднанні з ендотоксикозом такі зміни набувають патологічного характеру, що може негативно впливати на перебіг отелення та післяотельний період.

Ключові слова: клітинна та гуморальна ланки імунітету, ендогенна інтоксикація

Application of stress-resistant bacteria as an approach to increasing plant tolerance to the toxic effects of heavy metals

V. Hubaryk^{1*}, I. Sulzhych¹, O. Maslovska¹, S. Komplikevych¹, I. Izhovska¹, Y. Zaritska², S. Hnatush¹

*valenty.hubaryk@lnu.edu.ua

¹Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

²State Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Lviv, Ukraine

The use of preparations based on plant growth-promoting microorganisms (PGPMs) is a modern approach to improving soil fertility, protecting plants from phytopathogens, and adverse environmental factors. The mechanism of their positive influence is based on the ability to fix N₂, solubilise Fe, P, Zn, and K compounds, synthesise phytohormones and form compounds that increase plant tolerance to abiotic stressors. Given current challenges, including global climate change and soil pollution, the search for PGPMs resistant to such factors is relevant. Environments with extreme conditions are often a source of biotechnologically promising strains capable of withstanding the complex effects of stress factors. Previously, employees of the Department of Microbiology at Ivan Franko National University of Lviv isolated bacteria from Antarctic substrates (*Bacillus* sp. RT1, *Pseudomonas* sp. 57, *Microbacterium* sp. EO1, *Lysinibacillus* sp. Ekm8), filtrates of the Lviv solid waste landfill (*Ochrobactrum* sp. K3), as well as soils from mortar shell craters (*Bacillus* sp. 304, *Streptomyces* sp. 253). The isolated bacteria were halotolerant, capable of growing over a wide temperature range, and synthesizing phytohormones, siderophores, and exopolysaccharides.

The aim of the work was to investigate the effect of Cu₂Cl₂×2H₂O on biomass and Cu accumulation in bacterial cells isolated from environments with unfavourable conditions; to formulate a composition of stress-resistant strains for the bacterization of wheat seeds and to characterize its impact on the growth and physiological indicators of seedlings under the influence of Cu₂Cl₂×2H₂O.

Bacteria were grown in Luria-Bertani (LB) medium (72 h, 28 °C, with aeration (160 rpm)). Cells were harvested by centrifugation (6000 rpm, 10 min), washed twice with 0.9% NaCl solution and incubated for 1 h in Tris-HCl buffer (50 mM, pH 7.0) containing from 1 to 7 mM of Cu₂Cl₂×2H₂O. After incubation, the bacterial cells were centrifuged (6000 rpm, 10 min), washed with 0.9 % NaCl solution, and inoculated into LB medium without Cu₂Cl₂×2H₂O. After 24 h of growth, biomass was determined by the gravimetric method, and the content of Cu in the cells was measured by atomic absorption spectrophotometry on a *Zeeman Atomic Absorption Spectrometer AA240Z Varian*. To determine the growth-promoting potential, bacterial suspensions were mixed in a 1:1 ratio and used for bacterisation of spring wheat (cv. Tybalt) seeds. The seeds were subsequently sown on Murashige and Skoog medium containing Cu₂Cl₂×2H₂O at a concentration 10 times higher than the maximum permissible level. Under the influence of this metal salt concentration, the morphometric parameters and chlorophyll content of the wheat seedlings decreased by 50–60 %. Wheat seeds treated with 0.9 % NaCl solution and sown on medium with and without the addition of Cu₂Cl₂×2H₂O served as controls. Seed germination was determined according to the DSTU 4138-2002 standard. Chlorophyll content in the leaves was determined photometrically after ethanol extraction.

The bacterial biomass accumulation depended on the concentration of the metal salt. The biomass of *Streptomyces* sp. 253, *Bacillus* sp. 304, *Microbacterium* sp. EO1, and *Lysinibacillus* sp. Ekm8 decreased by 48–64 % after incubation in buffer containing 7 mM Cu₂Cl₂×2H₂O. During incubation in the buffer with Cu₂Cl₂×2H₂O, *Streptomyces* sp. 253 accumulated 72.6±2.5 mg Cu/g of cells, *Bacillus* sp. 304 — 86.2±3.5 mg Cu/g of cells, and *Microbacterium* sp. EO1 — 63.3±5.5 mg Cu/g of cells. Among the studied strains, *Pseudomonas* sp. 57 and *Bacillus* sp. RT1 were the most resistant to Cu₂Cl₂×2H₂O. Under the influence of 7 mM of metal salt, the biomass of these bacteria decreased by only 15 %, even though the cells accumulated up to 110 mg Cu/g of cells.

After wheat seed bacterization with the composition of stress-resistant bacteria, the germination rate did not differ from the control. However, a positive effect of the composition was observed on the chlorophyll content in the leaves and the root length of wheat seedlings whose seeds were bacterized with the bacterial composition.

This study was conducted within the State Target Scientific and Technical Research Program in Antarctica for 2011–2027 and within the project “Development of an approach to restore soil fertility in soils affected by hostilities using microbial biological preparations”, state registration No. 0124U000931.

Keywords: copper, *Triticum aestivum*, plant growth-promoting bacteria, stress-resistant bacteria

Innovative technologies for processing raw materials of animal origin

V. T. Gushcha*, V. V. Kotvitskyi, K. M. Osipchuk

*v.gushcha1795@gmail.com

Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

Animal raw materials play a very important role in the production of food products. Meat, milk, eggs, fish, and animal fats are valuable sources of proteins, vitamins, minerals, and energy. These products are essential for human nutrition because they provide the body with important nutrients needed for growth, development, and health. Animal raw materials are widely used in many branches of the food industry. Meat is processed into sausages, canned products, and ready-to-eat meals. Milk is used to produce cheese, yogurt, butter, and other dairy products. Eggs are important ingredients in bakery products, confectionery, sauces, and pasta. Fish and seafood are also processed into many food products with high nutritional value [Samoychuk, 2020; Yue, 2024].

The use of animal raw materials is important not only for food production but also for the economy. Livestock farming, poultry farming, dairy production, and fisheries create jobs and support the development of agriculture and industry. Efficient processing of animal raw materials also helps reduce waste and increase the production of high-quality food products. The processing of animal raw materials is an important branch of the food industry. It includes the processing of meat, milk, eggs, fish, leather, wool, and other products of animal origin. Today, this industry is developing rapidly due to the introduction of innovative technologies that improve product quality, increase production efficiency, reduce waste, and ensure food safety.

One of the most important innovative technologies is automation. Modern enterprises use automated production lines, robotic systems, and computer control systems. These technologies help reduce manual labor, increase the speed of production, and improve accuracy during processing. For example, robotic equipment can be used for cutting meat, sorting products, packaging, and labeling [Hajieva, 2023; Shuliar, 2025].

Another important innovation is the use of biotechnology. Biotechnology is widely applied in the processing of milk, meat, and other animal products. Enzymes, probiotics, and starter cultures are used to improve the quality, taste, and shelf life of products. In dairy production, biotechnology helps produce yogurt, cheese, kefir, and other fermented products. In meat processing, enzymes are used to improve tenderness and texture.

Modern cooling and freezing technologies also play an important role. Rapid freezing methods help preserve the nutritional value, taste, and quality of meat, fish, and other animal products. Shock freezing reduces the formation of large ice crystals, which can damage the structure of tissues. Vacuum cooling and cryogenic freezing are also used to extend shelf life and maintain freshness.

Packaging technologies are becoming more advanced as well. Vacuum packaging and modified atmosphere packaging help protect products from spoilage and contamination. These technologies increase the shelf life of meat, fish, dairy products, and ready-to-eat foods. Smart packaging is another innovation. It can include indicators that show temperature changes, freshness, or product quality [Piercy, 2022; Alam, 2024].

Waste processing technologies are also important for sustainable development. Many enterprises now use animal by-products to produce feed, fertilizers, biofuel, gelatin, collagen, and pharmaceuticals. This reduces environmental pollution and increases economic efficiency. For example, bones can be processed into bone meal, while fat can be used to produce biodiesel.

Digital technologies are increasingly used in the industry. Enterprises use sensors, artificial intelligence, and the Internet of Things to monitor production processes. These technologies help control temperature, humidity, hygiene, and product quality in real time. Digital systems also improve traceability, allowing producers to monitor products from raw materials to final consumers [Tonkovyd, 2022; Shumeiko, 2025].

Food safety remains one of the main priorities in the processing of animal raw materials. Innovative methods such as ultraviolet treatment, ozone treatment, and high-pressure processing help destroy harmful microorganisms without reducing product quality. These technologies are safer and more environmentally friendly than traditional chemical methods.

In conclusion, innovative technologies in the processing of animal raw materials are essential for the modern food industry. They improve product quality, increase efficiency, reduce waste, and ensure food safety. The future of this industry depends on the continued development and use of advanced technologies.

Keywords: innovation, technology, processing, animal raw materials, food products

Frostbite of the udder and teats in cows

N. Dankevych, V. Diskant, A. Froyuk*

*dankevych82@gmail.com

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

Frostbite of the udder and teats in cows is one of the common pathologies that occurs during the cold season as a result of exposure to low temperatures, high humidity, and wind. Exposure of wet skin to subfreezing temperatures may result in frostbite. Skin affected by frostbite becomes swollen and discolored and ultimately develops a leathery texture. In severe cases, the teat skin may slough.

This problem is particularly relevant in farms with loose housing systems or insufficient protection of buildings from cold conditions. Damage to the udder tissues leads to impaired blood circulation, the development of inflammatory processes, pain, and a decrease in milk productivity in animals. According to a number of studies, frostbite is more often observed in cows with well-developed udders, as well as in animals kept in conditions of high humidity and drafts [Radostits et al., 2007]. Exposure to low temperatures causes spasms of blood vessels and deterioration of tissue nutrition, which can lead to the development of necrotic processes [Smith, 2019]. Damage to the skin of the teats also increases the risk of pathogenic microflora penetration and the development of mastitis [Quinn et al., 2011].

Thus, the problem of udder frostbite in cows requires special attention because it affects not only the health of animals but also the economic performance of dairy farming.

According to the literature, frostbite of the udder in cows develops as a result of prolonged exposure to low temperatures, especially in combination with high humidity and wind [Radostits et al., 2007]. The distal parts of the udder and the teats are the most vulnerable because they have relatively weaker blood supply and thinner skin. In the early stages of frostbite, paleness and coldness of the teat skin and decreased sensitivity are observed, followed by hyperemia and tissue edema [Constable et al., 2017]. In more severe cases, cracks, ulcers, and areas of necrosis may develop. Such changes cause significant pain and may complicate the milking process. According to Quinn et al. (2011), damage to the skin of the teats due to frostbite significantly increases the risk of bacterial infection and the development of mastitis. In addition, inflammatory processes may lead to decreased milk productivity and deterioration in milk quality.

Prevention of udder frostbite includes providing proper housing conditions for animals, protecting barns from drafts, using dry bedding, and controlling humidity levels in cowsheds [Smith, 2019]. During the cold season, it is also recommended to use special protective ointments for the skin of the teats, which help maintain skin elasticity and prevent damage.

Frostbite is best prevented by ensuring that teat skin is dry before allowing cows access to housing areas or pastures during periods of temperatures $<-17.8^{\circ}\text{C}$ ($<0^{\circ}\text{F}$). Care should be taken to ensure that all bedding areas that contact teat and udder skin are thoroughly dry. Teat disinfectant products (e.g., powder teat dips and other cold weather formulations) specifically designed for extremely cold weather are relatively successful at preventing frostbite. Teats should be dry before the cows exit the milking facility.

Thus, modern research confirms the importance of timely prevention and early detection of udder frostbite in cows in order to prevent complications and maintain animal productivity.

Keywords: udder frostbite, teat lesions, dairy cows, cold stress, mastitis risk

Статеві-специфічні особливості відповіді *Drosophila melanogaster* на хронічний вплив кадмію

О. Дем'янчук*, Ю. Трончук, Б. Вербіщук, М. Байляк

*oleh.demianchuk@cnu.edu.ua

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

Кадмій є токсичним металом, який потрапляє у довкілля внаслідок промислової діяльності, використання добрив і спалювання палива та здатний до біоаккумуляції. Незважаючи на значну кількість досліджень, його ефекти залишаються недостатньо вивченими з точки зору статевих відмінностей. Одним із ключових механізмів токсичності кадмію є індукція оксидативного стресу через надлишкове утворення активних форм кисню. Це супроводжується порушенням функції мітохондрій і змінами енергетичного метаболізму, що може мати потенційні статеві-специфічні наслідки. У цьому контексті використання *Drosophila melanogaster* дозволяє ефективно оцінити взаємозв'язок між оксидативним стресом і метаболічними порушеннями з урахуванням статевих особливостей.

У дослідженні використовували *D. melanogaster* лінії Canton S. Тривалість життя мух оцінювали на дріжджово-сахарозних середовищах, що містили 0 (контроль), 0,1, 0,25 та 0,5 мМ CdCl₂. Біохімічні та фізіологічні показники визначали у самців і самок, які споживали дієту з 0,25 мМ кадмію протягом 23 днів з 4-денного віку. Зокрема оцінювали показники оксидативного стресу, активність антиоксидантної системи та параметри енергетичного метаболізму.

Самці, які споживали середовища з 0,25 мМ і 0,5 мМ CdCl₂, мали на 19 % і 44 % меншу медіану тривалості життя відповідно, порівняно з контролем. У самок зниження тривалості життя становило 11 %, 15 % і 52 % при концентраціях 0,1 мМ, 0,25 мМ і 0,5 мМ CdCl₂ відповідно. Для подальших досліджень було обрано концентрацію 0,25 мМ як таку, що викликає помірно виражений ефект і придатна для моделювання хронічної інтоксикації протягом 23 днів. Маса тіла у мух обох статей не зазнавала змін, однак стійкість до голодування знижувалася, порівняно з контрольною групою. У самок виявлено суттєві метаболічні порушення, порівняно з контролем, зокрема зниження вмісту триацилгліцеролів на 27 % та підвищення рівня вільної глюкози на 50 %, тоді як рівень глікогену залишався стабільним в обох статей. Вміст пероксидів ліпідів у мух обох статей був нижчим, ніж у контрольних особин. У самців також спостерігалось зниження активності антиоксидантних ферментів: каталази — на 32 % і глутатіон-S-трансферази — на 18 %.

Отримані результати свідчать про дозозалежну токсичність кадмію, що проявляється у зниженні тривалості життя та стійкості до голодування у плодової мушки. Незважаючи на відсутність змін маси тіла, виявлені зниження рівня триацилгліцеролів і підвищення концентрації глюкози у самок вказують на порушення енергетичного обміну. Зниження активності антиоксидантних ферментів у самців разом із неочікуваним зменшенням рівня пероксидів ліпідів може свідчити про складні адаптивні реакції на хронічний вплив кадмію. Загалом, отримані дані вказують на наявність статеві-специфічних особливостей відповіді *D. melanogaster* на інтоксикацію кадмієм.

Ключові слова: хлорид кадмію, статеві відмінності, тривалість життя, оксидативний стрес

Вплив соціальної ізоляції на тривожноподібну і депресивну поведінку мишей за умов стандартної дієти та споживання альфа-кетоглутарату

В. П. Деркачов*, Ю. В. Соколовська, Т. А. Карас, С. О. Яланська, М. М. Байляк

*derkachovitalii@gmail.com

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

Соціальна ізоляція є значним викликом для сучасного суспільства. Вона спричиняє не лише сильний психоемоційний стрес, а й посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), що призводить до розвитку різноманітних нейробиологічних та метаболічних ускладнень. Соціальна депривація діє як потужний хронічний стресор, здатний порушувати гомеостаз організму, провокувати тривожні та депресивні стани, а також змінювати активність ключових ферментативних систем. Згідно з сучасними науковими даними, тривалий стрес, викликаний ізоляцією, запускає каскад окиснювального стресу та нейрозапалення, що негативно впливає на поведінкові реакції та когнітивні функції. Етіологія цих станів є складною, що зумовлює необхідність пошуку ефективних стратегій фармакологічної корекції. Особливий інтерес становить альфа-кетоглутарат (АКГ) — ключовий проміжний продукт циклу трикарбонових кислот, який відіграє центральну роль у клітинному енергетичному метаболізмі, синтезі амінокислот (зокрема глутамату та ГАМК) та антиоксидантному захисті. Екзогенне введення АКГ може слугувати потужним нейропротекторним фактором, здатним стабілізувати функцію центральної нервової системи та пом'якшувати поведінковий дефіцит, спричинений стресом.

Метою цього дослідження було визначити вплив тривалої соціальної ізоляції на поведінкові реакції самок мишей та оцінити нейропротекторний потенціал альфа-кетоглутарату у концентраціях 1 % та 2 %. Експеримент проведено на 48 самках мишей лінії C57BL/6J віком 3–4 місяці, яких утримували у стандартних умовах віварію. Тварин було розділено на шість експериментальних груп. Перші три групи утримувалися спільно (по 4 миші в клітці) та отримували або стандартну дієту, або дієту з додаванням 1 % чи 2 % АКГ. Інші три групи перебували в умовах соціальної ізоляції (індивідуальне утримання) протягом 2 місяців і отримували аналогічні варіанти раціону.

Для комплексної оцінки поведінкового фенотипу наприкінці експериментального періоду було проведено ретельне тестування. Рівень спонтанної локомоторної активності та тривожності оцінювали за допомогою тесту «Відкрите поле», реєструючи пройдений шлях та стратегію дослідження простору. Для виявлення ознак апатії та депресивноподібної поведінки, пов'язаної з ангедонією, застосовували «Сплеш-тест» (*Splash Test*), де ключовими показниками були тривалість та інтенсивність грумінгу після нанесення в'язкого розчину сахарози на шерсть тварин. Статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою двофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) для оцінки впливу фактора ізоляції, фактора дозування препарату та їхньої взаємодії. Для попарного порівняння груп застосовували *post-hoc* тест Тьюкі. Всі процедури проводилися з дотриманням біоетичних норм роботи з лабораторними тваринами.

Встановлено, що двомісячна соціальна ізоляція у самок мишей C57BL/6J призводить до глибокого порушення поведінкового фенотипу, що характеризується підвищенням тривожності та розвитком апатичних, депресивноподібних станів без порушення загальної локомоторної функції. Додавання альфа-кетоглутарату (АКГ) як метаболічного коректора продемонструвало чіткий дозозалежний нейропротекторний ефект, причому концентрація 2 % виявилася найбільш ефективною у нівелюванні наслідків хронічного стресу. Зокрема, споживання АКГ сприяло відновленню поведінкової стійкості, підвищуючи дослідницьку активність у тесті «Відкрите поле» та значно подовжуючи тривалість грумінгу у «Сплеш-тесті». Отримані результати свідчать про те, що АКГ, підтримуючи клітинний енергообмін та антиоксидантний захист, є ефективним фармакологічним інструментом для нейтралізації негативного впливу соціальної депривації на психоемоційний стан. Це створює підґрунтя для подальших досліджень його потенціалу в лікуванні стресових розладів — таких, як ПТСР.

Ключові слова: АКГ, стрес, поведінка, соціальна ізоляція

Ефективність часткової заміни соєвого шроту личинками *Hermetia illucens* у годівлі фазанів

В. М. Джус*, Л. В. Бондаренко

*dzhus_vladyslav@btsau.edu.ua

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

Використання соєвого шроту як основного джерела протеїну у годівлі птиці супроводжується значними економічними витратами та залежністю від імпортової сировини. У зв'язку з цим, особливої актуальності набуває пошук альтернативних високобілкових кормів, які забезпечували б високий рівень продуктивності птиці без суттєвого підвищення собівартості виробництва. Одним із перспективних напрямів є використання інсектної біомаси, зокрема личинок *Hermetia illucens*, які характеризуються високим вмістом сирого протеїну (35–45 %), жиру (25–35 %), незамінних амінокислот та мінеральних речовин [Gasco et al., 2020].

Личинки *H. illucens* відзначаються високою перетравністю поживних речовин та можуть ефективно замінювати традиційні білкові компоненти у раціонах птиці без негативного впливу на продуктивність [Schiavone et al., 2017]. За даними сучасних досліджень, оптимальний рівень включення інсектної біомаси до комбікорму сприяє підвищенню приростів, покращенню конверсії корму та збереженості молодняку [Flis et al., 2024].

Мета дослідження — визначити ефективність часткової заміни соєвого шроту личинками *H. illucens* у раціонах молодняку фазана та встановити оптимальний рівень їх включення.

Дослідження проведено на молодняку фазана (*Phasianus colchicus*) віком від 1 до 60 діб. Було сформовано чотири групи птиці по 10 голів у кожній: контрольну та три дослідні. Молодняк контрольної групи отримував стандартний комбікорм із включенням соєвого шроту. У раціонах дослідних груп 5, 10 та 15 % соєвого шроту замінювали висушеними та подрібненими личинками *H. illucens*.

Протягом досліду враховували живу масу птиці, середньодобові прирости, витрати корму на 1 кг приросту та збереженість поголів'я. Статистичну обробку результатів проводили методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента.

Встановлено, що часткова заміна соєвого шроту інсектною біомасою позитивно впливала на продуктивні показники молодняку фазана. Найкращі результати отримано у групі, де 10 % соєвого шроту було замінено личинками *H. illucens*. Жива маса птиці у 60-добовому віці перевищувала контроль на 7,4 %, а середньодобові прирости були вищими на 6,8 %.

У цій же групі витрати корму на 1 кг приросту зменшилися на 5,2 %, що свідчить про ефективніше використання поживних речовин раціону. Отримані результати узгоджуються з даними інших дослідників, які відзначають покращення росту та конверсії корму при заміні 10–20 % традиційного білка інсектною біомасою [Gasco, 2020; Flis et al., 2024].

Підвищення продуктивності, ймовірно, пов'язане з високою біологічною цінністю білку личинок, збалансованим амінокислотним складом, а також наявністю лауринової кислоти й хітину, які позитивно впливають на обмін речовин та функціональний стан травної системи [Makkar et al., 2014].

За заміни 15 % соєвого шроту спостерігалася тенденція до зниження інтенсивності росту порівняно з групою 10 %, що може бути наслідком надлишкового вмісту хітину та зниження перетравності окремих поживних речовин [Flis et al., 2024; Józefiak et al., 2016].

Збереженість молодняку у дослідних групах становила 95–100 %, тоді як у контролі — 90 %, що свідчить про позитивний вплив інсектної біомаси на резистентність організму та адаптаційні можливості птиці.

Часткова заміна соєвого шроту личинками *Hermetia illucens* у раціонах молодняку фазана є ефективною. Це забезпечує підвищення інтенсивності росту, покращення конверсії корму та збереженості птиці. Оптимальним рівнем включення інсектної біомаси є 10 % від маси комбікорму. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення впливу *H. illucens* на морфологічні та біохімічні показники крові фазанів.

Ключові слова: *Hermetia illucens*, фазан, соєвий шрот, інсектна біомаса

Вплив інактивованих глутатіонових дріжджів на морфометричні, фізико-хімічні та інкубаційні показники яєць перепелів

С. Ю. Дуль^{1*}, Т. Я. Прудіус²

*dulstepan@gmail.com

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Якість перепелиних яєць формується під впливом інтенсивності обмінних процесів в організмі птиці та є чутливою до умов годівлі. За інтенсивного вирощування навіть незначні метаболічні зрушення відображаються на масі яйця, співвідношенні його складових та міцності шкаралупи. У зв'язку з цим, перспективним є використання кормових добавок дріжджового походження, зокрема інактивованих глутатіонових дріжджів, які можуть впливати на перебіг білкового та ліпідного обміну і формування структури яйця. Проте їхня дія на якість перепелиних яєць і інкубаційні показники потребує уточнення.

Метою роботи було встановити вплив інактивованих глутатіонових дріжджів на морфометричні, фізико-хімічні та інкубаційні показники яєць перепелів.

Дослідження проведено на перепелах маньчжурської породи, з яких за принципом аналогів сформовано 3 групи (n=100 гол./групу). Птиця дослідних груп отримувала кормову добавку «EnzActive Protein Powder» у дозі 0,3 % та 0,5 % до комбікорму впродовж продуктивного періоду яйцекладки. Для аналізу відбирали по 30 яєць від кожної групи. Визначали масу яєць, довжину, ширину, індекс форми, товщину та міцність шкаралупи, масу білка і жовтка, показники рН, а також виводимість.

Статистичне опрацювання результатів здійснювали з використанням однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA з поправкою Бонферроні (*StatPlus, AnalystSoft Inc.*, США). Результати подано у вигляді середніх значень та стандартного відхилення ($\text{Mean} \pm \text{SD}$). Відмінності між групами вважали статистично значущими при $P < 0,05$.

У результаті досліджень встановлено, що введення інактивованих глутатіонових дріжджів супроводжується послідовними змінами показників якості яєць із вираженим дозозалежним ефектом. Маса яєць зростала на 5,1 % і 7,4 % відповідно до рівня введення добавки ($P < 0,05$), що супроводжувалося збільшенням маси жовтка на 6,5 % і 13,5 % ($P < 0,05$). Маса білка зростала менш інтенсивно — на 5,0 % і 3,7 % ($P < 0,05$), що вказує на переважне накопичення поживних речовин у жовткової фракції. Збільшення маси яйця не супроводжувалося зміною його форми: ширина та індекс форми залишалися стабільними, тоді як довжина яйця у групі 0,5 % зростала на 5,7 % ($P < 0,05$). Товщина шкаралупи істотно не змінювалася, проте її міцність підвищувалася на 27,7 % ($P < 0,05$), що вказує на покращення структурних властивостей без зміни кількісних показників.

Показники рН білка залишалися стабільними, тоді як рН жовтка у групі 0,5 % знижувався на 0,68 одиниці в межах фізіологічної норми. Покращення морфологічних характеристик супроводжувалося підвищенням інкубаційних показників: виводимість зростала з 83 % у контролі до 85 % і 88 % у дослідних групах.

Отже, згодовування інактивованих глутатіонових дріжджів забезпечує підвищення маси яєць, збільшення частки жовтка та зростання міцності шкаралупи, що супроводжується покращенням інкубаційних показників. Найбільш ефективною є доза 0,5 %, яка забезпечує максимальний позитивний ефект за сукупністю досліджених показників.

Ключові слова: перепели, яйця, глутатіон, дріжджі, жовток, білок

Якісні параметри сперми кнурів після згодовування ліпосомального комплексу вітамінів і глюконату цинку за умов теплового стресу

I. Іваницький*

*ivanickijivan285@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Зміна клімату супроводжується екологічними стресами, які мають суттєвий вплив на виробництво тваринницької продукції. Дуже часто тепловий стрес відображається на фізіологічних та біохімічних процесах в організмі тварин, які впливають на їхню репродукцію. Тепловий стрес спричиняє зростання утворення активних форм кисню з одночасним зниженням активності антиоксидантних ензимів, що характерно для оксидативного стресу, який у підсумку знижує показники відтворення свиней. Тому в літній період зазвичай спостерігають зниження репродуктивної функції та погіршення якості спермопродукції у кнурів-плідників. Для превенції та зниження негативної дії теплового стресу на організм свиней вченими розроблено заходи, які охоплюють корекцію технологічних елементів і годівлі. Науковці та практики часто використовують антиоксиданти як кормові добавки для нівелювання дії теплового стресу у кнурів. Проте після застосування вітамінів С, D, Е, сполук цинку та селену встановлено неоднозначний вплив на якість сперми кнурів. В Інституті біології тварин НААН розроблено комплексну ліпосомальну добавку для стимуляції репродуктивної здатності плідників, яка проявляє широкі антиоксидантні властивості. У кнурів тепловий стрес призводить до окисного пошкодження через відносно велику кількість ненасичених жирних кислот у плазматичній мембрані та низьку антиоксидантну здатність у їхній насінній плазмі. У зв'язку з цим, виникає потреба з'ясувати вплив згодовування комплексної ліпосомальної добавки на якісні параметри сперми кнурів-плідників за умов теплового стресу.

В експерименті тривалістю 30 діб використано дев'ять клінічно здорових кнурів-плідників віком 2–4 роки порід ландрас, п'єтрен і макстер, яким моделювали умови теплового стресу: температура (25–30 °C) та вологість (понад 80 %) впродовж 7 днів тривалістю 3 год. щодня. Упродовж 30 діб кнурам до основного раціону додавали комплексну ліпосомальну добавку, до складу якої входили вітаміни А, D₃, Е, С з глюконатом цинку у дозі 2 мл на голову на добу. До та після згодовування добавки впродовж трьох тижнів відбирали еякуляти мануальним методом двічі на тиждень. Досліджували активність статевих рефлексів і фізіологічні показники якості еякулятів: об'єм (мл), концентрацію спермій (млн/мл), загальну кількість спермій в еякуляті, параметри рухливості спермій з допомогою комп'ютерного аналізу (CASA), виживання спермій (%). Одержані цифрові дані статистично обраховували у програмі *Statistica 7* з урахуванням *t*-критерію Стьюдента.

Згодовування вітамінів А, D₃, Е, С з глюконатом цинку у формі ліпосомальної емульсії кнурам за умов теплового стресу спричинило суттєві активності статевих рефлексів і зміни якісних показників еякулятів. Зокрема, кількість садок на еякулят зменшилася на 27,4 % ($P < 0,01$), об'єм еякуляту та концентрація спермій під впливом згодовування комплексного препарату збільшилася відповідно на 13,1 та 20,0 % ($P < 0,05$), що призвело до зростання загальної кількості спермій в еякуляті на 54,1 % ($P < 0,01$). Кількість спермодоз з одного еякуляту після згодовування комплексної добавки збільшилася на 54,7 % ($P < 0,01$). Водночас загальна рухливість спермій кнурів зросла на 12,1 % ($P < 0,01$) за одночасного підвищення відсотка спермій з прямолінійно-поступальним рухом на 9,2 % ($P < 0,05$). Кінетичні показники спермій (криволінійна (VCL), середня (VAP), прямолінійна (VSL) швидкість, ступінь лінійності (LIN) та прямолінійності (STR) мали вірогідно вищі значення ($P < 0,01$ – $0,001$), а виживаність спермій зросла на 17,5 % ($P < 0,001$) після згодовування комплексної добавки в умовах теплового стресу.

Таким чином, згодовування кнурам-плідникам вітамінів А, D₃, Е, С з глюконатом цинку у формі ліпосомальної емульсії в умовах теплового стресу вірогідно підвищує активність статевих рефлексів, якісні параметри еякулятів, показники рухливості та виживання статевих клітин. Отримані результати досліджень вказують на доцільність згодовування комплексної добавки кнурам-плідникам, що може покращити статеву активність і якість еякулятів за дії теплового стресу.

Ключові слова: кнури, сперма, ліпосомальний комплекс вітамінів і глюконату, тепловий стрес

Вплив фітогенної кормової добавки на біохімічний гомеостаз поросят у передвідлучний період

Ю. Кенцало*, Т. Прудіус, О. Віщур, Н. Брода

*kentsalo80@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Ранній постнатальний період у поросят є одним із найвідповідальніших етапів онтогенезу, оскільки саме в цей час організм переходить від лише молочного живлення до поступового споживання престартерного комбікорму. Така перебудова супроводжується змінами білкового, ліпідного й мінерального обміну, а також підвищенням функціонального навантаження на печінку. Біохімічні показники крові є чутливими індикаторами адаптаційних процесів у молодняку свиней.

У сучасних умовах промислового свиначарства особливого значення набуває пошук безпечних кормових чинників, здатних підтримати метаболічну стійкість молодняку без застосування антибіотиків-стимуляторів росту. Перспективним напрямом є використання фітогенних кормових добавок, які містять ефірні олії та рослинні екстракти і позитивно впливають на травлення, мікробіоту кишечника та метаболізм. Метою дослідження було з'ясувати вплив фітогенної кормової добавки «AppetiX» у дозах 0,1 та 0,2 кг/т комбікорму на біохімічні показники крові поросят у підсисний період.

Дослідження проведено в умовах промислового свиного комплексу ПП «Чернюк» Рівненської області. Було сформовано три групи поросят: контрольну, дослідну 1 («AppetiX» 0,1 кг/т) та дослідну 2 («AppetiX» 0,2 кг/т). Кров для біохімічного аналізу відбирали на 5-, 19- та 33-тю доби життя. Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою *t*-критерію Стьюдента при рівні значущості $P < 0,05$. На 5-ту добу життя істотних міжгрупових відмінностей за більшістю біохімічних показників не спостерігали ($P > 0,05$). У цей період метаболічний статус поросят значною мірою визначався молочним живленням. На 19-ту добу життя проявилася дозозалежна дія препарату. У поросят, які отримували «AppetiX» у дозі 0,2 кг/т, концентрація холестерину була нижчою за контроль на 39,2 % ($P < 0,05$), а рівень сечовини — на 25,7 % ($P < 0,05$).

На 33-тю добу життя зміни були найбільш вираженими. У другій дослідній групі концентрація холестерину знизилася порівняно з контролем на 20,9 % ($P < 0,05$), сечовини — на 47,4 % ($P < 0,05$), активність АЛТ — на 19,1 % ($P < 0,05$), а АСТ — на 21,4 % ($P < 0,05$). У групі з дозою 0,1 кг/т істотних відмінностей за холестерином не виявлено. Всі показники залишалися в межах фізіологічної норми.

Отже, застосування фітогенної кормової добавки «AppetiX» у дозі 0,2 кг/т комбікорму сприяє оптимізації біохімічного профілю крові поросят у підсисний період, що проявляється зниженням концентрації холестерину та сечовини, а також зменшенням активності трансаміназ. Результати свідчать про покращення метаболічних процесів і стабілізацію функціонального стану печінки у передвідлучний період, що обґрунтовує практичне використання добавки для підтримки метаболічної стійкості молодняку свиней.

Ключові слова: фітогенна кормова добавка, «AppetiX», біохімічний гомеостаз, поросята, підсисний період

Роль етилацетату як допоміжної речовини у формуванні фармацевтичних властивостей ветеринарних препаратів (на прикладі спрею «Кубазол»)

М. В. Кичан¹, Р. О. Васів¹, Р. М. Сачук^{2*}

*cztvet@ukr.net

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

Етилацетат широко застосовується у фармацевтичній технології як органічний розчинник та допоміжна речовина, що впливає на біофармацевтичні характеристики лікарських засобів. Особливу роль він відіграє у складі лікарських форм для зовнішнього застосування, де визначає швидкість вивільнення діючих речовин, їх проникнення та стабільність препарату. Метою роботи було оцінити роль етилацетату у формуванні фармацевтичних властивостей ветеринарного препарату «Кубазол» у формі спрею.

Дослідження проводили на основі аналізу складу препарату «Кубазол», до якого входять дьоготь березовий як активна речовина та етилацетат як допоміжний компонент. Оцінювали фізико-хімічні характеристики етилацетату, зокрема леткість, розчинну здатність, показники чистоти та їхній вплив на технологічні та біофармацевтичні властивості препарату. Контроль якості етилацетату здійснювали відповідно до вимог фармакопейних та внутрішніх нормативних документів, включаючи визначення масової частки основної речовини, вмісту етанолу та води.

Встановлено, що етилацетат забезпечує ефективне розчинення діючої речовини та формування однорідної лікарської форми. Завдяки високій леткості він сприяє швидкому висиханню препарату після нанесення, що є важливим для формування захисної плівки на поверхні шкіри. Це, у свою чергу, забезпечує пролонговану дію активної речовини та зменшує ризик контамінації обробленої ділянки. Крім того, етилацетат покращує проникнення активної речовини у верхні шари епідермісу, підвищуючи ефективність лікування.

Показано, що якісні характеристики етилацетату (вміст основної речовини не менше 99,5 %, низький рівень домішок) мають суттєвий вплив на стабільність препарату та відтворюваність його фармацевтичних властивостей. Наявність домішок, зокрема етанолу та води, може впливати на швидкість випаровування та змінювати реологічні властивості лікарської форми. Таким чином, контроль якості допоміжної речовини є критично важливим етапом забезпечення ефективності та безпечності ветеринарних препаратів.

Отже, етилацетат відіграє ключову роль у формуванні фармацевтичних властивостей ветеринарних препаратів для зовнішнього застосування. Його фізико-хімічні характеристики визначають технологічні параметри лікарської форми, біодоступність активної речовини та терапевтичну ефективність препарату. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації складу ветеринарних препаратів та підвищення їх якості.

Ключові слова: етилацетат, допоміжні речовини, ветеринарні препарати, фармацевтичні властивості, спрей

Актуальні аспекти профілактики хвороб медоносних бджіл в умовах сучасного бджільництва

І. А. Коваленко*

*kovalenkoi690@gmail.com

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Хвороби медоносних бджіл (*Apis mellifera*) сьогодні залишаються однією з основних причин втрат у бджільництві. На практиці найчастіше проблеми виникають не раптово, а поступово — через накопичення паразитів, інфекцій та погіршення умов утримання пасік. З цих причин навіть відносно сильні сім'ї можуть швидко ослабнути. Метою роботи було узагальнити основні хвороби бджіл та підходи до їх профілактики, які реально застосовуються в умовах пасік.

Робота ґрунтується на клінічних спостереженнях за станом бджолиних сімей, аналізі умов їх утримання та даних лабораторної діагностики при підозрі на захворювання. Проводили огляд зовнішніх ознак ураження бджіл і розплоду, а також оцінку загального стану сімей у різні періоди сезону. Отримані результати узагальнювали без складних статистичних моделей, з акцентом на практичні спостереження.

У процесі спостережень найчастіше реєструвалися варооз, нозематоз та бактеріальні хвороби розплоду. Варооз, спричинений кліщем *Varroa destructor*, проявлявся поступовим ослабленням сімей, зменшенням кількості бджіл і порушенням розвитку розплоду. Нозематоз, збудниками якого є *Nosema apis* та *Nosema ceranae*, супроводжувався загальним пригніченням бджіл і зниженням їх життєздатності. Серед бактеріальних уражень найнебезпечнішими залишалися американський гнилець (*Paenibacillus larvae*) та європейський гнилець (*Melissococcus plutonius*), які можуть швидко поширюватися всередині пасіки та тривалий час зберігатися у вуликах і на інвентарі.

Профілактичні заходи на практиці зводяться до регулярного огляду сімей, підтримання чистоти на пасіці, своєчасної заміни старих стільників і дезінфекції інвентарю. Важливим є також контроль за походженням нових сімей і недопущення занесення збудників з інших господарств. У багатьох випадках саме прості санітарні заходи дають найкращий результат і дозволяють уникнути серйозних втрат.

Профілактика хвороб бджіл повинна базуватися на постійному контролі стану сімей і дотриманні базових ветеринарно-санітарних правил. Практика показує, що своєчасні прості заходи є ефективнішими, ніж подальше лікування вже уражених сімей. Комплексний підхід дозволяє підтримувати стабільний стан пасік і зменшувати ризики поширення основних хвороб.

Ключові слова: *Apis mellifera*, профілактика, варооз, нозематоз, бджільництво

Роль піролідону-2 у формуванні біодоступності ін'єкційних ветеринарних препаратів (на прикладі «Целексиб»)

М. Л. Кондратюк¹, В. М. Гунчак¹, Р. М. Сачук^{2*}

*cztvet@ukr.net

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

Піролідон-2 є полярним органічним розчинником, який широко застосовується у фармацевтичній технології як допоміжна речовина для підвищення розчинності та біодоступності активних фармацевтичних інгредієнтів. Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям, зокрема високій температурі кипіння, гідрофільності та здатності утворювати водневі зв'язки, він забезпечує ефективне розчинення малорозчинних сполук. Метою роботи було оцінити роль піролідону-2 у формуванні біодоступності ін'єкційного ветеринарного препарату «Целексиб».

Дослідження проводили на основі аналізу складу препарату «Целексиб», до якого входить целекоксиб як активна речовина та піролідон-2 як допоміжний компонент. Оцінювали фізико-хімічні характеристики піролідону-2, зокрема полярність, розчинну здатність, температуру кипіння та показники чистоти, а також їхній вплив на фармакокінетичні параметри препарату. Враховували літературні та експериментальні дані щодо біодоступності целекоксибу після парентерального введення.

Встановлено, що піролідон-2 забезпечує підвищення розчинності целекоксибу, що сприяє його повнішій абсорбції після введення. Завдяки високій температурі кипіння та низькій леткості піролідон-2 формує стабільне середовище для діючої речовини, що сприяє пролонгації її дії у тканинах організму. Це підтверджується високими показниками біодоступності препарату та тривалим перебуванням активної речовини у системному кровоотоці. Крім того, піролідон-2 сприяє рівномірному розподілу целекоксибу у тканинах, що підвищує ефективність терапії.

Показано, що якісні характеристики піролідону-2 (високий ступінь чистоти, низький вміст домішок, зокрема вологи та побічних продуктів синтезу) мають визначальний вплив на стабільність препарату та відтворюваність його фармакологічної дії. Наявність домішок може змінювати розчинність активної речовини та впливати на швидкість її вивільнення і розподілу в організмі. Таким чином, контроль якості піролідону-2 є критично важливим для забезпечення ефективності та безпечності ін'єкційних ветеринарних препаратів.

Отже, піролідон-2 відіграє ключову роль у формуванні біодоступності ін'єкційних ветеринарних препаратів. Його фізико-хімічні властивості забезпечують оптимальні умови для розчинення, абсорбції та пролонгованої дії активних речовин. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації складу ін'єкційних лікарських форм та підвищення їх терапевтичної ефективності.

Ключові слова: піролідон-2, біодоступність, ін'єкційні препарати, ветеринарна медицина, целекоксиб

The effect of betaine on lipid hydroperoxides level and indicators of the glutathione antioxidant defense system under heat stress

B. I. Kotyk, L. I. Ponkalo, N. O. Salyha, I. Ya. Olyinyk*

*bohdan.kotuk@gmail.com

Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

Heat stress is a common environmental stressor, particularly in regions with hot climates. High temperatures and humidity can disrupt the body's thermoregulatory mechanisms, resulting in reduced animal welfare and productivity. These changes negatively impact the agricultural sector and economic indicators [Altan, 2003; Lin, 2006]. A key mechanism underlying heat stress is oxidative stress, which is accompanied by an imbalance in the body's pro- and antioxidant status [Chauhan, 2021]. The use of antioxidants is a promising approach in preventing the negative effects of heat stress [Van Hieu, 2022]. Betaine is a derivative of the amino acid glycine. Betaine is an effective antioxidant and helps reduce oxidative stress in the body [Sorgun, 2023; Yang, 2025].

Therefore, the aim of our study was to investigate the effect of betaine at a dose of 150 mg/kg body weight on the status of the glutathione antioxidant defense system in the blood of laboratory rats under heat stress.

The study was conducted on male white laboratory rats (150±5 g), divided into 3 groups of 5 animals each: Group I (control group) — standard diet (SD) for 15 days at $t = 18 \pm 2$ °C, ambient relative humidity, temperature-humidity index (THI) <50.8. Group II (heat stress) — SD for 14 days at $t = 18 \pm 2$ °C, current relative humidity, THI <75.2–80.1. Group III (betaine + heat stress) – SD + 150 mg/kg betaine for 14 days at $t = 18 \pm 2$ °C, current relative humidity, THI <75.2–80.1. On the 15th day, Groups II and III were subjected to 4 hours of heat stress at $t = 38 \pm 2$ °C, ambient relative humidity, THI <35.1–35.9. In the animals' blood, the concentration of lipid hydroperoxides (LHP), reduced glutathione (GSH), glutathione peroxidase (GP) activity, and glutathione reductase (GR) activity were determined. Statistical analysis was performed using ANOVA, and changes in indicators were considered statistically significant at $P < 0.05$.

Heat stress caused a statistically significant 172 % increase in blood LHP level in rats. We did not observe any statistically significant changes in blood GP, GR, GSH levels in animals under heat stress. In this case, we observed only a trend toward a decrease in GP activity and GSH content. Pretreatment with betaine contributed to a statistically significant decrease in LHP content (by 50 %) and a statistically significant increase in GSH concentration (49 %) in the blood of rats under heat stress.

Thus, heat stress activates lipid peroxidation (LPO) processes in the erythrocytes of animals, which is a sign of the development of oxidative stress. In turn, the administration of betaine at a dose of 150 mg/kg inhibits the intensity of LPO processes by reducing LPO levels and also increases the level of the non-enzymatic antioxidant GSH in rat erythrocytes under heat stress.

Keywords: betaine, glutathione antioxidant defense system under heat stress, heat stress

Assessment of the interaction of nanoparticles of biogenic elements with albumin as a safety indicator

V. Koshevoy*

*koshevoyvsevolod@gmail.com

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

The safety, biocompatibility and bioavailability of nanoparticles based on biogenic elements (BioNPs) are the basis for their *in vivo* application, since the mechanisms of interaction of nanomaterials depend on the conditions of the environment in which they are located or into which they enter [Naumenko et al., 2023]. For potential biomedical applications, a detailed understanding of the features of the interaction between nanostructures and blood proteins is a key factor, in particular, coordination between them, electrostatic or hydrophobic interactions, steric hindrance depend on the size, morphology, surface functionalization, BioNPs charge, as well as pH, incubation time, etc. [Ungor et al., 2022]. Albumin, a component of human and animal blood, is widely used as an excipient in many dosage forms. Albumin is distributed throughout the body through the bloodstream, when interacting with a nanomaterial, albumin undergoes modification, it was found that the properties acquired by the NP-albumin complex contribute to the effective delivery of drugs *in vivo* [An & Zhang, 2017]. There are also a number of studies demonstrating the possibility of assessing the toxicity of NPs when interacting with albumin *in vitro* [Liu et al., 2022]. Thus, the purpose of this work was to analyze data from modern scientific sources on the comprehensive assessment of the NP-albumin interaction to determine their safety.

Assessing the ability of BioNPs to cause protein denaturation, primarily albumin, is a key biophysical approach for assessing biocompatibility and toxicity. Albumin and other blood proteins are the first targets when BioNPs enter biological fluids, and their structural changes are an indicator of potential risk. Protein denaturation is the loss of native (natural) spatial structure without destroying the primary amino acid sequence [Solanki et al., 2021]. Upon contact with BioNPs, proteins can lose secondary and tertiary structure, change hydrophilicity and solubility, aggregate or precipitate. Such changes are directly related to the safety of BioNPs, because the faster and stronger they disrupt the protein structure, the higher the likelihood of their general toxic effect [Ungor et al., 2022]. The degree of denaturation of proteins using BSA is determined by the following spectroscopic methods: optical spectroscopy, which reflects conformational changes; circular dichroism spectroscopy, which allows you to track the destruction of α -helices and β -sheets; differential scanning calorimetry, which records the shift in the melting temperature of the protein; IR spectroscopy, which allows you to determine changes in amide bands, indicating the reorganization of the secondary structure; turbidimetry and dynamic light scattering (DLS method) — by increasing the size of protein aggregates during denaturation [Dasgupta et al., 2016; Rathee & Kishore, 2025].

A comprehensive assessment of changes allows you to determine the degree of denaturation and predict the toxic effect and adverse biological effects of BioNPs, in particular, a high level of denaturation indicates the likelihood of toxicity and immunogenicity of BioNPs; the presence of moderate changes — about the possible adaptation of the organism to the action of BioNPs and the need to use other assessment methods, including *in vivo*; the absence of denaturation or its decrease compared to the negative control — about the stabilizing effect, which indicates an increase in biocompatibility during the BioNPs-albumin interaction [Wang et al., 2019; Udnoor et al., 2023]. In addition, when BioNPs enter biological environments, albumin quickly forms a protein corona, and therefore, the nature of the structural changes in albumin serves as a marker of how BioNPs will affect the inflammatory reaction [Mariam et al., 2016]. In general, the determination of the interaction between BSA and BioNPs has broad prospects for application in biomedical research: firstly, as a standardized biomarker of BioNPs safety; secondly, the possibility of using this method in comparative toxicology, which will allow classifying BioNPs by safety and biocompatibility; thirdly, elucidation of the nature of the BioNPs-albumin interaction will allow its use as a coating for BioNPs, which minimizes structural damage to proteins *in vivo*; and control over the preservation of the albumin structure is also important for predicting interactions with drugs when using BioNPs as nanocontainers or determining their own pharmacological activity.

Determining the nature of the BioNPs-albumin interaction is a promising tool in nanotoxicology, and the albumin denaturation index is a sensitive and informative method for assessing the safety of BioNPs, reflecting their ability to change biomolecular processes, and can be a reliable criterion in preclinical studies of nanomaterials for biomedical purposes.

Keywords: nanoparticles, toxicity, safety, protein

Проблеми підгодівлі диких птахів у сучасних умовах

*К. Кремпа**

*krempakatia@gmail.com

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Підгодівля диких птахів є поширеною практикою, особливо в зимовий період, коли природна кормова база обмежена. Водночас, незважаючи на позитивний вплив у вигляді підтримки виживання окремих видів, відповідна діяльність супроводжується низкою екологічних та біологічних ризиків. Метою роботи є проаналізувати основні проблеми підгодівлі диких птахів та оцінити їхній вплив на екосистеми.

Аналіз літературних джерел і спостереження вказують на те, що неконтрольована підгодівля призводить до зміни природної поведінки птахів, зокрема втрати навичок самостійного пошуку їжі [Robb et al., 2008]. Встановлено, що регулярне підгодовування сприяє формуванню залежності від людини та зміні міграційних процесів [Jones, Reynolds, 2008]. Крім того, використання непридатних кормів (хліб, солоні або оброблені продукти) негативно впливає на фізіологічний стан птахів і може спровокувати захворювання травної системи [Brittingham, Temple, 1988].

Важливою проблемою є також підвищення ризику поширення інфекційних хворіб через скупчення великої кількості особин у місцях підгодівлі. Концентрація птахів сприяє передачі патогенів та паразитів, що може мати наслідки як для диких популяцій, так і для домашньої птиці [Lawson et al., 2012]. Додатково, залишки корму можуть приваблювати синантропних тварин та змінювати баланс локальних екосистем [Fuller et al., 2008].

Отже, підгодівля диких птахів потребує науково обґрунтованого підходу. Доцільно використовувати лише спеціалізовані корми, дотримуватися сезонності підгодівлі та уникати надмірної концентрації птахів. Рациональна організація підгодівлі дозволить мінімізувати негативні наслідки та сприятиме збереженню біорізноманіття.

Ключові слова: дикі птахи, підгодівля, екосистеми, поведінка, захворювання

Динаміка чисельності горобця хатнього (*Passer domesticus*) та горобця польового (*Passer montanus*) у деяких містах України в зимовий період (2020–2024 рр.)

А. С. Купрій*, В. К. Жуленко

*anna.kuprii@lnu.edu.ua

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Горобці — один з найпоширеніших синантропних видів птахів, які є важливими індикаторами рівня урбанізації міського середовища. Впродовж останніх десятиліть у Європі спостерігається тенденція до скорочення чисельності горобця хатнього (*Passer domesticus*), тоді як стан популяцій горобця польового (*Passer montanus*) залишається відносно стабільним. Дослідження динаміки чисельності цих видів дозволяє оцінити стан урбо-екосистем та доступність кормової бази у зимовий період.

Обліки були проведені протягом чотирьох зим (2020–2024 рр.) у межах міст Львів, Жидачів, Черкаси та Канів. Використовувався точковий метод обліку птахів. Час перебування на одній точці становив 8–10 хв, а між точками спостерігач рухався без проведення обліку. Збирання даних відбувалося переважно в ранкові години — з 8:00 до 12:00 при відсутності дощу, туману чи сильного вітру.

Аналіз отриманих даних свідчить про значні коливання чисельності обох видів залежно від року та локації. Найвищий показник чисельності горобця польового (*P. montanus*) було зафіксовано у Черкасах у сезон 2020/21 (понад 600 особин), що може бути пов'язане з особливостями локальних кліматичних умов або наявністю значних кормових ресурсів у той рік. Проте в наступні роки у Черкасах ми спостерігали тенденцію до різкого зниження кількості обох видів.

Канів демонструє найбільш стабільну динаміку чисельності обох видів протягом усіх чотирьох років спостережень, причому кількість *P. domesticus* та *P. montanus* там часто була практично однаковою (близько 100–150 особин кожного виду). Це можна пов'язати з його географічно-ландшафтними умовами та переважанням віллової забудови, яка є комфортною для обох видів.

У Львові зафіксовано найнижчі показники чисельності, що можна пояснити значною урбанізованістю та забудовою міста. Особливо критичним став сезон 2021/22, коли кількість птахів обох видів на облікових ділянках була мінімальною.

У Жидачеві пік чисельності припав на сезони 2021/22 та 2022/23, коли *P. montanus* суттєво переважав над *P. domesticus*, хоча основу міста формує приватний сектор зі значною кількістю зелених насаджень.

Результати моніторингу вказують на загальну тенденцію до зменшення чисельності горобців у великих містах (Львів, Черкаси) порівняно з невеликими населеними пунктами або містами з багатими природними осередками (Канів). Це свідчить про негативний вплив на популяцію горобців, особливо *P. domesticus*, нижченаведених факторів:

- дефіцит місць для гніздування: сучасні архітектурні тренди та утеплення старих будинків призводить до втрати місць, придатних для гніздівлі горобця хатнього;

- зникнення комах, спричинене регулярним скошуванням газонів та використанням пестицидів (оскільки горобці вигодовують пташенят лише білковою їжею, це унеможлиблює успішне вирощування потомства);

- зміна культури збору сміття: перехід на закриті сміттєві контейнери та пластикові пакети позбавив горобців легкого доступу до харчових відходів;

- зменшення площі приватного сектору: заміна приватних садіб із городами та свійськими тваринами на багатоповерхову щільну забудову.

Отже, на популяції горобця хатнього та частково горобця польового негативно впливають сучасні тенденції урбанізації, що доводять наші дослідження, результати яких переважно збігаються з аналогічними дослідженнями по всій Європі. Ця проблема є всеєвропейською та вимагає чіткого плану дій для зменшення негативного впливу на досліджувані види.

Ключові слова: динаміка чисельності, горобець хатній (*Passer domesticus*), горобець польовий (*Passer montanus*)

Виявлення штамів *Salmonella senftenberg* та *S. infantis* — продуцентів ESBL, AmpC та OXA-48-подібних карбапенемаз у кормах для тварин і птиці

Н. Курята*

*sviryaga@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Контроль якості та безпечності кормів для тварин та птиці на кормовиробничих підприємствах України залишається надзвичайно актуальною проблемою. Наявна в Україні система моніторингу кормів не охоплює усіх ризиків з боку їхнього виробництва [Avercheva, 2021; Chechet, 2023]. З безпечністю кормів для тварин і птиці тісно пов'язана проблема антибіотикорезистентності мікроорганізмів, зокрема і зоонозних. Через швидку адаптацію бактерій до несприятливих умов довкілля у них виробляються механізми стійкості до антибіотиків [Coba-Males, 2023; Kuryata, 2024]. Антибіотикорезистентність бактерій-контамінантів кормів ще більше ускладнює проблему через спроможність певних мікроорганізмів до формування набутої стійкості до антимікробних препаратів. При цьому небезпека посилюється спроможністю передачі бактеріями прямим шляхом набутої антибіотикорезистентності іншим видам мікроорганізмів [Ayshpur, 2022; Oliveira, 2025].

Метою було провести мікробіологічні дослідження зразків кормів для тварин та птиці із кормовиробничих підприємств України на виявлення у *S. senftenberg* і *S. infantis* набутої резистентності до бета-лактамів та карбапенемів.

Досліджено 487 зразків кормів для тварин і птиці: 129 комбікормів і висівків, 149 шротів і макухи, 36 преміксів тощо. Виділення та ідентифікацію ізолятів проводили модифікованим методом прямих посівів з подальшою серологічною типізацією. Скринінг та підтвердження продукції ESBL-, AmpC-ферментів і карбапенемаз (OXA-48-подібних) виконували фенотиповими диско-дифузійними методами відповідно до рекомендацій EUCAST (*Breakpoint tables v. 14.0 / v. 15.0*, 2024–2025).

Підтвердження продукції ESBL-ферментів проводили ДДМ комбінованих дисків із використанням дисків з цефотаксимом (30 мкг) і цефтазидимом (30 мкг) окремо та у комбінації з клавулановою кислотою (20/10 мкг). Порівнювали діаметри зон інгібування росту навколо дисків з індикаторними цефалоспоринами окремо та комбінованих. Якщо діаметри зон інгібування росту навколо комбінованих дисків були ≤ 5 мм, порівняно з аналогічними діаметрами зон з відповідними окремими цефалоспоринами, продукцію ESBL-ферментів вважали підтвердженою.

Для підтвердження продукції набутих бата-лактамаз — AmpC-ферментів застосовано диско-дифузійний метод, при якому за умови виявлення помірної чутливості (ПЧ) до цефотаксиму (5 мкг) із діаметром зон інгібування росту >20 мм, цефтазидиму (10 мкг) із діаметром зон інгібування росту >22 мм та цефокситину (30 мкг) із діаметром зон інгібування росту >19 мм, встановлених EUCAST, продукцію вважали підтвердженою.

Підтвердження продукції набутих карбапенемаз (зокрема OXA-48 і OXA-48-подібних ферментів) проводили основним диско-дифузійним методом за використання індикаторного меропенему (10 мкг) і вважали підтвердженою за умови діаметрів зони інгібування росту у дослідних штамів сальмонел щодо встановлених EUCAST граничних значень діаметрів зон затримки росту <28 мм. Статистичну обробку проведено з використанням загальноприйнятих методів варіаційної та кореляційної статистики [Hoiko, 2024].

За результатами скринінгу на ймовірну продукцію ESBL- та AmpC-ферментів відібрано 3 штами *S. infantis*, у яких діаметри зон інгібування росту до цефотаксиму та цефтазидиму були нижчими від критеріїв EUCAST і варіювали від $17,2 \pm 0,4$ мм ($P < 0,001$) до $18,6 \pm 0,4$ мм ($P < 0,05$).

Підтвердження продукції AmpC-ферментів диско-дифузійним методом з цефокситином (30 мкг) виявило нижчі від граничного значення EUCAST (<19 мм) зони інгібування у 2 штами *S. infantis* — від $16,4 \pm 0,2$ мм ($P < 0,001$) до $17,8 \pm 0,3$ мм ($P < 0,01$).

Методом комбінованих дисків підтверджено продукцію ESBL-ферментів у всіх 3 штаммах *S. infantis*: різниця діаметрів зон інгібування росту становила $6,4$ – $7,8$ мм ($P < 0,001$), що перевищує критерій EUCAST (≥ 5 мм).

Продукцію карбапенемаз (зокрема OXA-48 та OXA-48-подібних) підтверджено основним диско-дифузійним методом з меропенемом (10 мкг) у 1 штаму *S. senftenberg* ($17,3 \pm 0,3$ мм, $P < 0,001$) та у 2 штами *S. infantis* ($13,8 \pm 0,2$ мм, $P < 0,05$ та $20,2 \pm 0,2$ мм, $P < 0,001$).

Отже, виділено 16 ізолятів *Salmonella* spp. (3,3 %), з них 13 (81,3 %) *S. infantis* та 3 (18,8 %) *S. senftenberg*. Найвищий рівень контамінації зафіксовано в комбікормах і висівках. Серед виділених штамів підтверджено продукцію ESBL-ферментів у 3 штами *S. infantis*, AmpC-ферментів — у 2 штами *S. infantis*, карбапенемаз (OXA-48-подібних) — в 1 штаму *S. senftenberg* та 2 штами *S. infantis*.

Вперше в Україні виявлено штами *S. senftenberg* і *S. infantis* — продуценти набутих ESBL-, AmpC- та OXA-48-подібних карбапенемаз у кормах для тварин і птиці. Такі штами становлять значну біологічну небезпеку як потенційне джерело поширення антибіотикорезистентності в харчовому ланцюзі.

Ключові слова: *Salmonella senftenberg*, *S. infantis*, ESBL, AmpC, карбапенемази OXA-48, корми для тварин, антибіотикорезистентність

Вплив екологічних факторів на біохімічні показники та якість маточного молочка бджолиного

Н. М. Литвин*

*lytvynn97@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Маточне молочко бджолине є унікальним продуктом робочих бджіл, яке слугує основним джерелом поживних і біологічно активних речовин для личинок та маток цих комах. Це унікальний за своїм складом та біологічною цінністю продукт бджільництва, який має цінні профілактичні та лікувальні властивості, використовується у фармації, медицині, косметології, дієтології тощо. Сьогодні у світі популярність цього продукту невпинно зростає і знаходить нові сфери застосування. У зв'язку з цим, дуже важливо володіти інформацією про хімічний і біохімічний склад маточного молочка, знати особливості його біологічної дії. Технологічний процес отримання маточного молочка має бути побудований так, щоб нівелювати або мінімізувати усі екологічні чинники, які можуть негативно вплинути на його якість.

Метою нашої роботи було провести ретроспективний аналіз доступної вітчизняної і зарубіжної наукової літератури і на основі його результатів визначити ключові екологічні фактори, які найсуттєвіше впливають на хімічний і біохімічний склад маточного молочка бджолиного, його біологічну активність, терміни та оптимальні умови зберігання тощо.

У результаті проведених досліджень встановлено, що екологічні фактори мають визначальний вплив на біологічну активність та якість маточного молочка бджолиного, змінюючи його хімічний склад, вміст його ключових компонентів. Ми виокремили найвагоміші екологічні фактори за їхнім впливом на якість маточного молочка, а саме: забруднення навколишнього середовища важкими металами та радіонуклідами; потрапляння до організму бджіл пестицидів та інших хімікатів; електромагнітні хвилі; видова різноманітність рослин, які входять до складу кормової бази бджіл; кліматичні та погодні фактори; технологічні умови й особливості відбору, консервації та зберігання маточного молочка, а також сезонність та географічне розташування пасік. Забруднення повітря, води та ґрунту промисловими викидами, вихлопними газами або внаслідок бойових дій призводить до накопичення важких металів та радіонуклідів у рослинах, пилок з яких збирають бджоли. Ці речовини можуть потрапляти в організм бджіл і, як наслідок, у маточне молочко, знижуючи його якість та безпечність для споживання людиною. Використання пестицидів у сільському господарстві є особливо серйозною загрозою для бджіл через їхню підвищену чутливість до них. Залишки цих хімічних речовин можуть бути присутні в пилку та нектарі, які є кормовою базою для бджіл-годувальниць, що зрештою впливає на склад секрету їхніх гіпофарингіальних залоз — маточного молочка. Відомі дослідження, які вказують, що вплив електромагнітних полів може мати шкідливий вплив на бджіл, потенційно порушуючи їхню поведінку та комунікацію, що опосередковано може відобразитися на виробництві маточного молочка.

Кормова база (рослинний склад) є особливо важливим фактором, на який потрібно звертати пильну увагу. Надходження до організму бджіл-годувальниць достатньої кількості протеїнів, ліпідів та мінералів з перги і нектару є критично важливим для оптимального утворення маточного молочка. Багата й різноманітна флора сприяє отриманню продукту вищої якості. Умови підтримуючого або інтенсивного медозбору впливають на біологічний потенціал продукування маточного молочка бджолами. Сезонні умови також мають неабияке значення для якості продукту. Кліматичні умови, а саме температура, вологість повітря та загальні умови клімату можуть впливати на активність бджіл, доступність корму та загальний стан бджолиної сім'ї, що впливає на виробництво маточного молочка.

Таким чином, результатом нашої роботи є вищевказаний перелік ключових екологічних факторів, які безпосередньо чи опосередковано впливають на біологічні, фармакологічні та технологічні показники якості маточного молочка бджолиного. Вивчення саме цих факторів буде покладене в основу наших майбутніх експериментальних досліджень.

Ключові слова: екологічні фактори, біохімічні показники, маточне молочко бджолине

Біологічна активність та лікувальні властивості медових льодяників як функціоналізованих харчових продуктів

С. Мандрик*

*serhiuor@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Мед — цінний харчовий продукт та компонент багатьох харчових продуктів, який має низку корисних властивостей, зокрема антиоксидантну, антибактеріальну та протизапальну дію. Такі властивості обумовлені унікальним хімічним складом, а саме вмістом цукрів, ферментів, фенолів і флавоноїдів, які сприяють біологічним властивостям меду [Pereira et al., 2023; Machado et al., 2025]. Ферменти (наприклад, діастаза) походять з нектару або продукуються бджолами під час виробництва меду, проте їхня активність може бути зменшена або знищена під час комерційної обробки. Феноли та флавоноїди також підвищують корисні властивості меду, зокрема антиоксидантну, антибактеріальну дію та протизапальні властивості [Tomczyk et al., 2022; Ogwu & Izah, 2025]. Синергічна дія різних компонентів меду забезпечує комплексний вплив цього натурального продукту на здоров'я людини. Створення функціоналізованих харчових продуктів для споживачів із метаболічними розладами ендокринної або автоімунної природи — актуальний напрям досліджень, серед яких в останні роки набуло значного поширення створення корисних харчових добавок [Dumitru et al., 2025]. Відповідають вищезазначеним критеріям цукерки на основі меду у формі льодяників, аналіз біологічної активності і лікувальних властивостей яких був метою цієї роботи.

Відомо, що сирий мед природно має низку корисних властивостей, зумовлених вмістом фенольних кислот, флавоноїдів, ферментів, цукрів та органічних кислот. Однак обробка його за високих температур часто призводить до втрати біологічної активності та активних інгредієнтів, а отже, зменшує лікувальні властивості переробленого меду [Martinotti et al., 2024]. У дослідженнях Larsen & Ahmed (2022) показано, що переробка сирого меду на цукерки, зокрема медові льодяники (МЛ), змінила фізико-хімічні властивості меду, що призвело до зниження діастазної активності, однак зберігалася загальна користь для здоров'я, в тому числі антибактеріальні та протизапальні властивості, порівняно з сирими зразками меду. Зокрема, ферментативна активність свіжого меду вимірюється у вигляді діастазної активності, яку називають числом діастаз або DN. Вона залежить від типу та походження зразків меду. Діастаза — фермент, який каталізує розпад крохмалю на мальтозу. Активність діастази багатоквіткового сирого меду становить $29,1 \pm 0,2$ DN. У формі МЛ статистично достовірних змін у межах зафіксованих значень для сирого меду вона не виявляє, що свідчить про збереження цього показника після обробки.

Також мед і льодяники на його основі проявляють антимікробну активність, одним із головних чинників якої у складі меду вважають гідроген пероксид (H_2O_2), хоча деякі дані свідчать, що рівень H_2O_2 та антимікробна дія зразків меду не завжди корелюють [Royo et al., 2022; Stefanis et al., 2023]. За оцінки антимікробного потенціалу МЛ, незважаючи на нижчу концентрацію H_2O_2 у льодяниках, порівняно з сирим медом, суттєвих відмінностей встановлено не було, що пов'язано з наявністю інших активних компонентів, зокрема флавоноїдів, метилглюксалу, низького pH і високої осмолярності [Brudzynski & Sjaarda, 2021; Larsen & Ahmed, 2022]. Крім того, мед діє як протизапальний засіб, який знижує фактори транскрипції запальних факторів, пригнічує вироблення прозапальних цитокінів, зменшує запалення, зокрема почервоніння, набряк і біль [Silva et al., 2021]. Типові методи *in vitro* для визначення протизапальної активності меду охоплюють дослідження впливу меду на рівень нітроген оксиду та вироблення прозапальних цитокінів у присутності алергенів, як-от ліпополісахариди [Ranneh et al., 2021]. У дослідженні Larsen & Ahmed (2022) протизапальна активність сирого меду та МЛ була визначена інгібуванням утворення нітроген оксиду — сигнальної молекули, яка бере участь у прогресуванні запалення і виробляється індукованим ферментом синтази нітроген оксиду (iNOS). Відомо, що мед інгібує вироблення нітроген оксиду та проявляє протизапальну активність через пригнічення шляху ядерного фактору, що зменшує запальні фактори — такі, як інтерлейкін-6, фактор некрозу пухлини, циклооксигеназа-2 та iNOS [Navaei-Alipour et al., 2021]. Вважається, що протизапальна активність меду пов'язана з дією фенолів і флавоноїдів, причому статистичних відмінностей в інгібуванні синтезу нітроген оксиду сирим медом і МЛ також встановлено не було [Larsen & Ahmed, 2022]. Отже, медові льодяники є біологічно активними функціоналізованими харчовими продуктами з лікувальними властивостями — антимікробними та протизапальними.

Ключові слова: мед, здоров'я, функціоналізовані харчові продукти

* Науковий керівник — к. т. н., доцент І. С. Пілюгіна.

Вплив вітамінів Е і С на вміст ліпідів і їх класів у печінці та скелетних м'язах курчат-бройлерів

М. Б. Масюк*

*m.furmanevych@ukr.net

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Однією з найважливіших проблем у птахівництві є зниження життєздатності птиці, особливо у ранньому віці. Це пов'язано з інтенсифікацією виробництва та критичними періодами постнатального її розвитку птиці, особливо курчат-бройлерів. Водночас успішний розвиток цієї галузі можливий лише за умов забезпечення птиці усіма необхідними елементами живлення. За відсутності одного з цих компонентів порушуються процеси метаболізму, що призводить до зниження захисних механізмів у птиці, її продуктивності та якості продукції. Аналіз даних літератури показав, що додавання біологічно активних речовин до раціону сільськогосподарської птиці, зокрема есенціальних вітамінів, є надзвичайно важливим резервом підвищення її продуктивності та життєздатності. У цьому контексті особливої уваги заслуговують вітаміни Е та С. Загальновідомими є антиоксидантні та імунні властивості цих вітамінів. Так, токоферол вбудовується в клітинну мембрану і захищає поліненасичені жирні кислоти фосфоліпідів від дії активного кисню. Натомість аскорбінова кислота безпосередньо нейтралізує супероксидний радикал до пероксиду водню, а також допомагає підтримувати певний рівень токоферолу.

З огляду на це, мета роботи полягала у з'ясуванні впливу вітамінів Е та С у раціоні на вміст ліпідів і співвідношення їх класів у печінці та скелетних м'язах курчат-бройлерів упродовж періоду їх вирощування.

Дослідження проводили в одному з господарств Львівської області на чотирьох групах курчат-бройлерів по 100 птахів у кожній, у період з 1- до 42-добового віку. Утримували курчат у приміщенні з вільним доступом до корму та води. Контрольна група отримувала стандартний комбікорм (СК), збалансований за основними поживними речовинами згідно з нормами, рекомендованими для кросу ROSS-308. Перша дослідна група птиці, крім зазначеного СК, отримувала токоферолу ацетат у кількості 0,1 г/кг комбікорму; друга — аскорбінову кислоту з розрахунку 0,25 г/кг комбікорму; третя дослідна група курчат — токоферолу ацетат та аскорбінову кислоту у зазначених дозах. Для біохімічних досліджень були взяті зразки печінки і м'язів стегна. Ліпіди з цих тканин екстрагували сумішшю хлороформ-метанол (2:1) методом Фолча, їх кількість визначали ваговим методом, а співвідношення окремих класів ліпідів — тонкошаровою хроматографією на силікагелі. Отримані цифрові дані опрацьовували статистично.

Результати проведених досліджень свідчать про стимулювальний вплив вітамінів Е і С на нагромадження загальних ліпідів у скелетних м'язах курчат-бройлерів. Цей вплив був більш виражений у м'язах курчат, яким згодовували добавку вітамінів Е і С. Водночас у стегновому м'язі курчат першої дослідної групи, порівняно з контрольною, зафіксовано зміни у співвідношенні окремих класів ліпідів, а саме збільшення відносного вмісту фосфоліпідів ($P < 0,05$) і діацилгліцеролів ($P < 0,01$) та зменшення вільного холестеролу ($P < 0,01$) і триацилгліцеролів ($P < 0,05$). За дії вітаміну С у стегновому м'язі курчат констатовано зменшення вмісту вільного ($P < 0,01$) й ефірноз'язаного холестеролу ($P < 0,05$).

Подібні результати отримані при дослідженні вмісту загальних ліпідів у печінці курчат-бройлерів. Проте у печінці ці зміни були виражені більше, ніж у скелетних м'язах. Так, загальний вміст ліпідів у печінці курчат першої, другої і третьої дослідних груп був, відповідно, в 1,4; 2,4 ($P < 0,001$) і 2,2 ($P < 0,001$) рази більший щодо контрольної групи. Натомість вміст фосфоліпідів у печінці курчат першої дослідної групи був на 6,9 % ($P < 0,001$) менший, ніж у птиці контрольної групи. Подібні зміни, тільки менш виражені, зафіксовано при дослідженні вмісту фосфоліпідів у печінці бройлерів, які отримували добавку вітаміну С. Водночас у печінці курчат третьої дослідної групи, які до основного раціону отримували добавку вітамінів Е і С, виявлено протилежні зміни.

Підсумовуючи результати проведених досліджень, можна констатувати те, що згодовування курчатам-бройлерам упродовж періоду їх вирощування добавок вітамінів Е і С сприяє підвищенню синтезу ліпідів у їхній печінці та відкладенню синтезованих ліпідів у скелетних м'язах. Водночас ці процеси супроводжуються перерозподілом співвідношення окремих класів ліпідів в органах і тканинах курчат.

Ключові слова: печінка, скелетні м'язи, курчата-бройлери, ліпіди, вітаміни

Терапевтичний потенціал орнітотерапії у відновленні ментального здоров'я військовослужбовців, які зазнали поранень під час війни росії проти України

І. В. Медведєва^{1,2}, В. І. Шельвінський¹, А. В. Прокопчук¹, Є. Венгжин²*

**medvedeva.iruna@gmail.com*

¹Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів

²Відділ біології, охорони природи та сталого розвитку Жешувського університету, м. Ряшів, Польща

Психологічна реабілітація військовослужбовців, які зазнали контузій, поранень, полону чи втрат побратимів, потребує комплексних підходів з поєднанням медичних, психотерапевтичних та соціально-екологічних інтервенцій. Одним із новітніх напрямів є орнітотерапія — форма екотерапії, яка базується на взаємодії людини з птахами для покращення психічного та фізичного стану. Мета дослідження — оцінити психотерапевтичний потенціал орнітотерапії у відновленні ментального здоров'я ветеранів та визначити її практичне значення для системи реабілітації.

Дослідження проводили на базі центру реабілітації для птахів «Вільні крила». Схема передбачала участь військовослужбовців у багатокомпонентних екскурсіях: зоровий, аудіальний та тактильний контакт із прирученими птахами, нарративна терапія, процес випуску птахів після реабілітації. Додатково інтегрувалися практики годування птахів, орнітологічної фотографії та медитативних практик. Для аналізу ефективності використовували якісні методи (інтерв'ю, спостереження) та кількісні показники (оцінка рівня тривожності, емоційної стабільності, когнітивної активації).

Психоемоційний ефект взаємодії з птахами проявляється у багатовимірному комплексі впливів: когнітивне розвантаження забезпечує переключення уваги з травматичних спогадів на позитивні сенсорні стимули; емоційна регуляція сприяє зниженню рівня тривожності та стабілізації настрою; mindfulness-ефект формує усвідомлене перебування в моменті, що підтримує внутрішній спокій; символічна ідентифікація через отождолення з птахами, які пережили травми, створює нарратив «життя після поранення»; соціальна інтеграція реалізується у групових екскурсіях, які відкривають простір для комунікації та взаємної підтримки; соматичний ефект проявляється у зниженні тілесних симптомів стресу завдяки тактильному контакту з птахами й фізичній активності; а когнітивна активація, зумовлена спостереженням за поведінкою птахів, стимулює увагу, пам'ять і мислення. Екоосвітній компонент екскурсій сприяв розширенню світогляду учасників, формуванню екологічної свідомості та відчуття причетності до природоохоронної діяльності.

Орнітотерапія є перспективним напрямом психотерапевтичної та соціально-екологічної реабілітації ветеранів. Вона поєднує сенсорні, когнітивні та символічні механізми впливу, сприяє відновленню внутрішньої гармонії та інтеграції в цивільне життя. Попередні результати підтверджують практичну значущість цього методу. Подальші дослідження мають бути спрямовані на кількісну оцінку ефективності, розробку стандартизованих протоколів та інтеграцію орнітотерапії у систему реабілітаційних програм. Важливим є також її екоосвітній потенціал, що підсилює комплексний вплив на ментальне здоров'я військовослужбовців.

Ключові слова: психотерапія, ветерани, реабілітація, орнітотерапія

Оцінка екологічного стану води малої річки Рати

Д. Михалевич*, П. Хірівський

*darisya945@gmail.com

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім.С. З. Ґжицького, м. Львів, Україна

Малі річки відіграють важливу роль у функціонуванні природних екосистем, оскільки забезпечують надання низки екосистемних послуг для природного середовища та людської діяльності. Їхня екологічна значущість проявляється у підтриманні механізмів природної саморегуляції водних систем, стабілізації гідрологічного режиму, збереженні біорізноманіття.

Аналіз і узагальнення сучасних досліджень дозволили визначити основні джерела антропогенного впливу на екосистеми малих річок. Встановлено, що діяльність тваринницьких господарств та скидання стічних вод є вагомими джерелами точкового забруднення. Небезпека зумовлена наявністю у стічних водах канцерогенних і токсичних сполук, які можуть негативно впливати на водні організми. Аграрне виробництво, передусім галузь рослинництва, розглядається як основне джерело дифузного забруднення водних об'єктів. У цьому випадку небезпечність пов'язана з потраплянням до водного середовища підвищених концентрацій біогенних елементів, що призводить до порушення кисневого режиму водойм і створює загрозу для водної біоти.

Методологічною основою дослідження став комплексний підхід до оцінювання екологічного стану поверхневих водних об'єктів. Було застосовано розроблений алгоритм інтегрального аналізу показників якості води, який передбачає використання системи індикаторних груп гідрохімічних, біологічних, екологічних показників.

Результати аналітичних досліджень за індикаторною групою гідрохімічних показників води річки Рата засвідчили, що досліджувана вода належить: а) до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи (СIIСа), гіпогалінного типу I, із середнім вмістом катіону кальцію 33,7 мг/дм³ у 2023 р. та 79,7 мг/дм³ у 2025 р.; б) до I–II класів якості за показниками вмісту сульфатів та сумарної мінералізації води, а також до II–III класів якості за концентрацією хлоридів (у 2025 р. ΣCl^- становила 36,7 мг/дм³, у 2023 р. — 89,9 мг/дм³).

Встановлено рівень сапробності річки Рата. За показником прозорості вода характеризується як забруднена і належить до полі- та гіперсапробних класів. За величиною біохімічного споживання кисню (БСК₅) річкова вода віднесена до полісапробного класу, що свідчить про значний рівень органічного забруднення.

Визначено індикатори трофічного стану водойми. До них належать макрофіти: кушир напівзанурений, рдесник дрібнолистяний і гребінчастий, водяний горіх плаваючий, ряска мала та очерет звичайний. За наявністю зазначених макрофітів-індикаторів трофічний статус річки оцінено в межах від мезотрофного до евтрофного, що відповідає рівню забруднення від помірного до значного.

За індикаторною групою токсичності водного середовища, що охоплює показники вмісту важких металів (Cu, Zn, Pb, Cd, Fe), перевищення фактичних концентрацій відносно нормативних значень не встановлено. Це дало підстави віднести воду річки до I класу з 1 категорією якості.

Дослідження індикаторної групи біогенного забруднення показало, що за концентрацією нітритного азоту (0,006–0,306 мг N/дм³ у 2023 р. та 0,006–0,051 мг N/дм³ у 2024 р.) вода відповідає 3–5 класам якості, що свідчить про її обмежену придатність для функціонування водної екосистеми. За вмістом амонійного азоту (1,00–1,42 мг N/дм³ у 2023 році та 0,90–4,57 мг N/дм³ у 2025 р. при нормативному значенні 1,55 мг N/дм³) вода характеризується як придатна для рекреаційного та господарсько-побутового використання, однак за показниками для питного водопостачання та функціонування водних екосистем її якість відповідає 3–4 класам, а подекуди 4–5 класам. Концентрації фосфорних сполук (0,062–0,196 мг P/дм³ у 2023 р. та 0,333–0,597 мг P/дм³ у 2025 р.) свідчать про обмежену придатність води для підтримання екологічної рівноваги водної екосистеми: у 2023 р. вона відповідала 2–3 класам якості, а у 2025 р. — 5 класу.

Запропонований алгоритм оцінювання екологічного стану річки Рата дозволив систематизувати індикаторні групи показників, що характеризують якість води. До них віднесено: гідрохімічні показники (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , сухий залишок, pH), які дають змогу оцінити вміст основних іонів; показники токсичності для водної біоти (Cu, Zn, Pb, Cd, Fe), що характеризують рівень екологічної безпечності водного середовища; індикатори сапробності водойми (розчинений кисень, БСК₅, прозорість), які відображають ступінь органічного забруднення та клас сапробності; біологічні показники за макрофітами-індикаторами, що використовуються для визначення трофічного статусу річки; а також показники біогенного забруднення, за допомогою яких встановлюється тип переважаючого антропогенного впливу (точковий або дифузний, із домінуванням фосфорного чи азотного навантаження) та оцінюється потенційний водний дефіцит і доступність водних ресурсів для різних видів водокористування.

Ключові слова: екологічний стан, малі річки, Рата

Оцінка синтезу вітамінів штамом *Enterococcus* sp. SB12

В. Мушинська^{1*}, М. Фуртак², Р. Остапів³, О. Штапенко^{4,5}, В. Сирватка^{2,1}

*arillenmeril@gmail.com

¹Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

²Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

³Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, м. Львів, Україна

⁴Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

⁵Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

Молочнокислі бактерії — це гетерогенна група мікроорганізмів, поширених у харчових продуктах і організмі людини, які відомі своїми технологічними та пробіотичними властивостями. Окремі штами здатні синтезувати й накопичувати біологічно активні сполуки, зокрема вітаміни, що належать до нутрицевтиків [LeBlanc et al., 2011]. Серед них *Enterococcus faecium* — поширений представник молочнокислих бактерій кишечника ссавців, який характеризується стійкістю до різних чинників і здатністю до синтезу біоактивних сполук, що зумовлює його потенціал як пробіотика [Liu et al., 2021; Liu et al., 2022]. Синтез вітамінів є важливою функціональною характеристикою пробіотичних бактерій, оскільки вони сприяють модуляції кишкової мікробіоти, покращенню метаболізму та підвищенню імунного захисту [Indira et al., 2019]. У зв'язку з цим, використання таких мікроорганізмів розглядається як природна й економічно доцільна альтернатива хімічному збагаченню продуктів, що підвищує їхню харчову цінність і безпечність.

З огляду на вищезазначене, нашою метою було дослідити здатність штаму *Enterococcus* sp. SB12, виділеного з овечої карпатської бринзи, синтезувати вітаміни та визначити їхній якісний та кількісний склад.

Оцінку синтезу вітамінів штамом SB12 проводили методом ВЕРХ-МС. Для культивування штаму SB12 використовували середовище MRS, яке забезпечує оптимальний ріст та накопичення вітаміноподібних сполук. Біомасу бактерій (~1 г) суспендували в 10 мл 0,044 М фосфатного буфера та струшували протягом 15 хв. Після центрифугування (3500 об/хв, 10 хв.) для подальшого аналізу відбирали рідку фазу, яка містила екстраговані вітаміни. Аналіз екстрактів було здійснено на рідинному хроматографі *Waters Alliance 2695* (*Waters Corporation*, США), з'єднаним з детектором PDA, у Державному науково-дослідному інституті ветеринарних препаратів та кормових добавок (м. Львів, Україна), використовуючи колонку *Luna® Omega Polar C18*. Розділення здійснювали в лінійному градієнті (1–70 % ацетонітрилу) при швидкості потоку 1 мл/хв протягом 50 хв. з подальшою регенерацією колонки до початкових умов. Ідентичність вітамінів визначали, порівнюючи час виходу піків та УФ-спектри робочого розчину суміші стандартних зразків та піків робочого розчину досліджуваної проби. Для порівняння використовували стандартні зразки вітамінів та їх біологічно активних форм: тіамін гідрохлориду, рибофлавін-5-фосфату, нікотинамід, нікотинової кислоти, піридоксину, аскорбінової кислоти та кальцій пантотенату. Вітамін B₅ (кальцій пантотенат) реєструвався при довжині хвилі 200 нм, тоді як інші вітаміни — при 265 нм. Концентрацію вітамінів у зразках біомаси визначали за формулою:

$$x = \frac{S_1 \times m_0 \times F_1}{S_0 \times m_1 \times F_0},$$

де S₀ — середнє значення площі піків стандартного зразка;

S₁ — середнє значення площі відповідних піків дослідного зразка;

F₀ — розрахунковий кінцевий об'єм за умови одноступеневого розведення стандартного зразку, мл;

F₁ — розрахунковий кінцевий об'єм за умови одноступеневого розведення дослідного зразку, мл;

m₀ — маса наважки речовини порівняння, використана для при підготовці стандартного зразку, мг;

m₁ — маса наважки препарату, використана для при підготовці дослідного зразку, мг.

За результатами ВЕРХ-МС аналізу, в середовищі після культивування *Enterococcus* sp. SB12 було виявлено вітаміни: B₁ (0,26 мг/г), B₂ (0,0063 мг/г), B₃ (0,59 мг/г), PP (0,22 мг/г), B₅ (1,90 мг/г), B₆ (0,90 мг/г) та вітаміну C (0,029 мг/г). Порівняння хроматограм вихідного середовища MRS та після росту штаму показало, що ці сполуки не походять зі складу середовища, а присутні завдяки безпосередній метаболічній діяльності штаму.

Отож встановлено, що *Enterococcus* sp. SB12 синтезує вітаміни групи B (B₁, B₂, B₃, PP, B₅, B₆) та вітамін C, при цьому найбільший вихід спостерігався для вітаміну B₅ (1,90 мг/г). Для остаточного підтвердження *de novo* синтезу вітамінів доцільно провести культивування штаму у мінімальному середовищі, що стане наступним етапом дослідження біосинтетичного потенціалу штаму SB12.

Ключові слова: *Enterococcus* sp., вітаміни, пробіотики, ВЕРХ-МС

Показники протейносинтетичної функції печінки у щурів з токсичним ураженням ацетамінофеном після часткової гепатектомії

I. М. Николаичук*, К. Г. Волощук

*i.nykolaichuk@chnu.edu.ua

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна

Часткова гепатектомія є не лише класичною експериментальною моделлю, яка широко застосовується для вивчення процесів регенерації печінки, але й клінічно значущим хірургічним підходом у випадку тяжких уражень різного походження. Водночас серед чинників медикаментозного ушкодження печінки особливу увагу привертає передозування ацетамінофеном (парацетамолом). Печінкова недостатність може бути спричинена як частковою гепатектомією, так і токсичним ураженням через значне зменшення маси паренхіми, що пригнічує протейносинтетичну і метаболічну функції органа [McGill, 2020; Trefts, 2017]. Як зазначається у сучасній літературі, печінка забезпечує утворення 85–90 % об'єму циркулюючих протейнів, зокрема альбуміну, факторів зсідання крові, транспортних протейнів, факторів росту, реактантів гострої фази, а також численних ензимів, що зумовлює її ключове значення в регуляції системного метаболічного балансу [Horwasik, 2026]. Зміни протейносинтетичної функції слугують чутливим маркером функціонального стану гепатоцитів та здатності забезпечувати метаболічну адаптацію в умовах підвищеної необхідності в активації відновних процесів.

Метою роботи стала оцінка вмісту загального протейну, альбуміну та тимолової проби в сироватці крові щурів після токсичного ураження ацетамінофеном та часткової гепатектомії.

У дослідженні використовували білих безпородних статевозрілих щурів масою 140–170 г. Тварин розподіляли на дві групи: I група (К/ЧГ) — контрольні щури, яким виконували резекцію 2/3 (70 %) маси печінки, як описано в [Korylchuk, 2026], та II група (ТУ/ЧГ) — щури, яким моделювали токсичне ураження, перорально вводили ацетамінофен у дозі 1250 мг/кг маси тіла тварини у вигляді 2 % суспензії крохмального гелю 1 раз на добу протягом двох днів, після чого проводили часткову гепатектомію. Оцінку показників здійснювали на 0, 24, 48, 72 та 168 год. після часткової гепатектомії. Визначення сироваткового вмісту загального протейну проводили за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора *Biochem FC-120*. Для визначення концентрації альбуміну в сироватці крові використовували набори реактивів «Філісіт-Діагностика» (Україна).

За результатами досліджень зареєстровано зниження вмісту загального протейну та концентрації альбуміну в сироватці крові контрольних щурів після часткової гепатектомії (К/ЧГ) лише у ранні терміни (24 і 48 год.) процесу регенерації порівняно із вихідним рівнем на 0 год. Встановлене тимчасове пригнічення протейносинтетичної функції печінки з відновленням на пізніх етапах експерименту (72 год та 168 год.), ймовірно, є наслідком зменшення кількості функціонально активних гепатоцитів після резекції 2/3 органу. Натомість у тварин із ацетамінофен-індукованим ураженням, яким виконували часткову резекцію печінки (ТУ/ЧГ), зниження сироваткового рівня загального протейну та концентрації альбуміну спостерігається протягом всіх досліджуваних часових термінів (до 168 год.) відновлення паренхіми органу порівняно із групою ТУ на 0 год. Варто зазначити, що впродовж 48 год. після хірургічного втручання досліджувані показники досягають найнижчих значень. Це може бути пов'язано із одночасною необхідністю в детоксикації цитотоксичного метаболіту парацетамолу (N-ацетил-бензохінонімін), підтриманні синтетичної та регенеративної активності печінки в умовах поєднаного токсичного та хірургічного впливу.

Щодо значень тимолової проби, у групі К/ЧГ спостерігається її підвищення на 24 год. після операційного втручання, яке зберігається протягом 48 та 72 год. На 168 год. відзначається незначне зниження показника, однак він залишився вищим за вихідний рівень (0 год). Натомість у групі ТУ/ЧГ зміни були більш вираженими і досягали максимальних значень на 72 год. спостереження, порівняно з вихідним рівнем (0 год). У подальші терміни зберігався підвищений рівень показника щодо контрольної групи.

Отже, токсичне ураження ацетамінофену у поєднанні з частковою гепатектомією 70 % призводить до більш вираженого та тривалого пригнічення протейносинтетичної функції печінки, ніж часткова гепатектомія без токсичного ураження. Це підтверджується суттєвим зниженням показників загального білка, альбуміну і тимолової проби у групі ТУ/ЧГ, які не відновилися до фізіологічної норми впродовж усього періоду спостереження. Отримані дані свідчать про те, що попереднє токсичне ураження печінки ацетамінофеном значно знижує її регенеративний потенціал.

Ключові слова: загальний білок, альбумін, ацетамінофен, часткова гепатектомія

Dynamics of thyroid hormones levels in female dogs in the postpartum period

I. Parakhnych*

*vanyokpar@gmail.com

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

In the postpartum period, the functioning of the thyroid gland in female dogs undergoes characteristic physiological changes that reflect the body's adaptation to the high metabolic load of lactation [Takaguchi et al., 2022; Parakhnych & Koshevoy, 2025]. Thyroid hormones, which play a key role in the regulation of energy metabolism, thermoregulation and recovery processes, demonstrate a temporary decrease in concentrations that is not associated with true thyroid insufficiency. The most pronounced changes concern thyroxine (T₄), which in the first weeks after birth decreases due to the redistribution of energy resources, a decrease in the synthesis of thyroxine-binding proteins and the influence of stress-induced factors characteristic of the early postpartum period [Bolton et al., 2025]. Similar trends are observed for triiodothyronine (T₃), the level of which can decrease due to changes in the activity of peripheral deiodinases and an increase in the production of inactive reverse T₃ [Elgalfy et al., 2025]. Despite the decrease in peripheral hormone concentrations, the level of thyroid-stimulating hormone in most lactating bitches remains within normal limits or increases only slightly. This reflects the preserved sensitivity of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis to physiological changes and the absence of true thyroid hypofunction. An additional effect is exerted by prolactin, cortisol and proinflammatory cytokines, which modify the metabolism of thyroid hormones and form a picture similar to the syndrome of euthyroid pathology. The complex of these adaptive mechanisms leads to the fact that laboratory indicators of the thyroid profile in the postpartum period do not reflect the true functional state of the gland and require careful interpretation [Bolton & Panciera, 2023; Hashemi et al., 2025]. Understanding the physiological nature of these changes is important for preventing the diagnosis of false hypothyroidism and choosing the optimal time for conducting hormonal studies in lactating female dogs [Oberbauer et al., 2025]. The aim of the work was to determine the level of T₃ and T₄ during the first 30 days of the postpartum period in female dogs with a physiological course of labor.

The studies were performed at the State Biotechnological University and in a private veterinary clinic in Kharkiv. The material for the studies were bitches of different breeds, with a live weight of 10–15 kg, aged 3–4 years. They were divided into two groups — control and experimental, 12 animals in each. The control group included non-pregnant bitches in the anestrus phase, and the experimental group included animals in the postpartum period, from which blood was taken on days 1, 3, 7, 10, 14, 21 and 30 after delivery. Blood was taken once in the morning on an empty stomach from all animals to study hormonal parameters [Ottka et al., 2023]. Thus, it was possible to compare the data of the parameters in the postpartum period with the data of the pre-gravid state. To assess changes in the postpartum period, only bitches with eutocytic births were selected according to the recommendations [Lúcio et al., 2021]. The dynamics of changes in thyroid hormones was determined by the level of thyroxine and triiodothyronine by the immunoenzymatic method [Conley et al., 2023; Scarpa et al., 2024]. The obtained data were processed by the method of variational statistics, using *Microsoft*, the reliability of the difference between the arithmetic mean of two variational series was determined by the *t*-Student significance criterion.

The obtained results show that in control bitches the level of T₄ was 8.43 ± 0.33 pmol/l. In experimental animals, an increase in the level of T₄ by 52.3 % (12.84 ± 0.42 pmol/l, $P < 0.001$) was established on the 1st day of the postnatal period. On the 3rd day, the level of this hormone also exceeded the control data, but already by 22.4 % (10.32 ± 0.49 pmol/l, $P < 0.01$). Such changes are associated with the intensity of metabolic processes in the first days after childbirth, which ensure the synthesis of colostrum and the beginning of the lactation period in bitches [Bigler et al., 2023; Hinderer et al., 2023]. However, from the 7th to the 30th day of the study, the thyroxine level was at the control level, without revealing significant fluctuations. As for the dynamics of the T₃ level, no significant changes were found during the entire observation period; the level of this hormone in the female dogs of the control group was 4.42 ± 0.14 nmol/l, and in the experimental animals it did not go beyond the control limits. The differences in the dynamics of thyroid hormones are associated, in our opinion, with the peculiarities of the functioning of the body of female dogs after childbirth, in which the increase in the T₄ level, which is not typical according to the literature, arose as a result of the moderate action of stress factors, the minimization of which is due to the inclusion in the study of animals with a physiological course of childbirth.

The conducted studies have established the presence of changes in the level of thyroid hormones in female dogs in the postpartum period, in particular, the beginning of the postpartum period is characterized by a high T₄ level, which subsequently gradually recovers to control values, and no statistically significant changes in the T₃ level were noted during the experiment.

Keywords: female dogs, postpartum involution, thyroid gland, hormones

Effect of ascorbic acid on energy metabolism in the liver of laboratory animals under conditions of nitrite intoxication

Kh. Yu. Partsei, L. D. Kuras, A. M. Ersteniuk, S. V. Shkurashivska, H. V. Tokaryk

kmoiseeva@ifnmu.edu.ua

Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The studied xenobiotic, sodium nitrite, induces the development of tissue hypoxia and suppresses the antioxidant system of living organisms. It is known that ascorbic acid acts as an antidote to nitrite toxicity. Ascorbic acid promotes iron absorption in the intestine and participates in hemoglobin synthesis. Iron, in turn, functions as a cofactor of cytochrome oxidases involved in tissue respiration.

Considering the above, the aim of this study was to determine the effect of ascorbic acid on the state of energy metabolism in the liver of laboratory animals (rats) under conditions of sodium nitrite exposure.

The study was conducted on non-linear male rats with a body weight of 150–220 g. The experimental animals were divided into three groups: Group I — intact animals; Group II — animals intoxicated with sodium nitrite (NaNO_2); Group III — animals that received ascorbic acid after intoxication for correction.

Intoxication was modeled as follows: an aqueous solution of NaNO_2 was administered enterally via gastric tube daily at a dose of 1 ml per 100 g of body weight (2.1 mg/kg, corresponding to 1/10 LD_{50}) once daily for 10 days. The control group consisted of practically healthy rats that received physiological saline. To correct the detected disturbances caused by xenobiotic exposure, ascorbic acid was administered for 14 and 28 days after completion of toxicant administration.

Sampling of biological material was performed in accordance with the rules of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes (Strasbourg, 1986) under thiopental anesthesia on the 14th and 28th days after completion of toxicant administration. Liver homogenate was used for biochemical analysis.

The concentration of adenosine triphosphate (ATP) was determined by phosphorus content using a modified Rubtsov method. The activity of Na^+ , K^+ -activated, Mg^{2+} -dependent ATPase was determined by the difference in enzyme activity in the presence and absence of strophanthin.

The obtained results were subjected to statistical analysis using a generally accepted method with the Mann–Whitney U test (*Statistica* software).

The ATP concentration in the liver of intoxicated animals treated with ascorbic acid increased 56-fold on day 14 and 4.5-fold on day 28 compared with animals that did not receive the vitamin. When comparing the results of animals treated with ascorbic acid relative to the control group, a statistically significant ($P < 0.001$) increase in ATP concentration in the liver by 30-fold was observed throughout the study period.

At the same time, a decrease in ATPase activity in the liver by 4-fold on day 14 was observed in animals receiving ascorbic acid compared to the comparison groups. In the later period of the study, this parameter increased 2-fold in animals treated with ascorbic acid. Comparison with the control group showed an increase in ATPase activity in the liver of animals treated with ascorbic acid; however, it did not reach control values.

Thus, the use of ascorbic acid to correct disturbances detected under conditions of nitrite intoxication demonstrated its positive effect, as evidenced by an increase in ATP concentration in the liver. In addition, a tendency toward increased activity of Na^+ , K^+ -activated, Mg^{2+} -dependent ATPase was observed. This may be explained by the fact that the increase in ATP levels in the liver is ensured through substrate-level phosphorylation.

Keywords: ascorbic acid, energy metabolism, liver, laboratory animals, sodium nitrite

Сублетальний вплив низькоінтенсивного електромагнітного опромінення на життєздатність бджолиних колоній

Д. Передерій*

*peredina0310@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Низькоінтенсивні електромагнітні поля є невід'ємним компонентом сучасного антропогенного середовища, інтенсивність поширення якого зростає внаслідок розвитку електроенергетики та телекомунікацій. У науковій літературі останніх років накопичено значну кількість даних щодо їх впливу на медоносних бджіл (*Apis mellifera*), однак вони мають переважно сублетальний характер і проявляються на різних рівнях організації живого.

За результатами численних експериментальних і польових досліджень встановлено, що низькоінтенсивне електромагнітне опромінення може взаємодіяти з клітинними структурами, зокрема мембранами, іонними каналами та рецепторними системами, порушуючи процеси передачі сигналів в організмі бджіл. Це супроводжується розвитком оксидативного стресу, змінами активності антиоксидантних ензимів і порушенням енергетичного метаболізму. Важливим аспектом є вплив електромагнітних полів на сенсорні системи бджіл. Зокрема, припускається, що електромагнітне випромінювання може змінювати функціонування магніторецепції та електрорецепції, які відіграють роль у просторовій орієнтації та навігації. Порушення цих механізмів розглядають як одну з причин дезорієнтації бджіл і зниження здатності повертатися до вулика. Щодо нейрофізіологічних аспектів, то літературні дані свідчать про вплив низькоінтенсивних електромагнітних полів на передачу нервових імпульсів і функціонування нейромедіаторних систем, що відображається на когнітивних функціях бджіл, зокрема навчанні, пам'яті та просторовій орієнтації. У поведінковому плані це проявляється зниженням ефективності навігації та змінами фуражувальної активності. У низці досліджень зарубіжних вчених значну увагу приділено також змінам у гормональній регуляції, зокрема співвідношенню рівнів вмісту ювенільного гормону та вітелогеніну в гемолімфі організму бджіл, що визначає вікову структуру та розподіл функцій у колонії. Паралельно відзначене зниження імунної компетентності, що супроводжується підвищенням чутливості до інфекційних агентів. Окремі дослідження вказують на можливість епігенетичних і транскриптомних змін в організмі бджіл за впливу низькоінтенсивних електромагнітних полів, що може зумовлювати довготривалі або відстрочені ефекти в порушенні процесів онтогенезу та життєздатності бджолиних колоній. Також підкреслюється, що найбільш виражені негативні наслідки спостерігаються за умов комбінованої дії з іншими стресорами, як-от пестициди, температурні коливання або дефіцит кормової бази.

Отже, низькоінтенсивні електромагнітні поля варто розглядати як хронічний сублетальний чинник, який через порушення клітинних, нейрофізіологічних, гормональних та імунних механізмів опосередковано впливає на поведінку та життєздатність бджіл і може відігравати важливу роль у зниженні стійкості бджолиних колоній в умовах багатфакторного антропогенного навантаження.

Ключові слова: *Apis mellifera*, низькоінтенсивні електромагнітні поля, поведінка бджіл, життєздатність колонії

Порівняльна оцінка виживаності дріжджових штамів у моделі *in vitro* шлунково-кишкового тракту

О. Політило*, О. Стефанишин

*Ron45042@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Зростаючий інтерес до використання нетрадиційних дріжджів як пробіотичних культур зумовлює необхідність оцінки їх життєздатності в умовах, наближених до шлунково-кишкового тракту. Одним із ключових критеріїв відбору потенційно пробіотичних штамів є стійкість до дії кислого середовища шлунка, травних ферментів та солей жовчних кислот. Метою роботи було провести порівняльну оцінку виживаності дріжджових штамів у спрощеній *in vitro* моделі шлунково-кишкового тракту.

У дослідженні використовували штами *Saccharomyces cerevisiae* (контроль), *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica* та *Pichia anomala*. Дріжджі попередньо культивували на мелясному середовищі при 30 °C до накопичення біомаси, після чого біомасу відсепаровували, промивали стерильною водою та ресуспендували у вигляді концентрату. Початкову кількість життєздатних клітин визначали як КУО/мл, вона становила $6,4 \times 10^9$ для *S. cerevisiae*, $4,3 \times 10^9$ для *C. utilis*, $3,7 \times 10^9$ для *Y. lipolytica* та $1,07 \times 10^{10}$ для *P. anomala*.

Моделювання умов шлунково-кишкового тракту проводили у два послідовні етапи при 37 °C та 100 rpm. На першому етапі дріжджі інкубували у середовищі з рН 2, створеному HCl, у присутності пепсину (0,16 г/50 мл) протягом 120 хв. з відбором проб через 30, 60, 90 і 120 хв. Після цього вміст переносили до другої колби, де моделювали кишкову фазу при рН 7 у присутності панкреатину (0,05 г/50 мл), ліпази з підшлункової залози свині (625 мг/100 мл; Type II, ≥ 125 units/mg protein) та солей жовчних кислот (0,225 г/50 мл). На другому етапі проби відбирали через 180, 240, 300 і 360 хв. від початку дослідження. Життєздатність оцінювали методом висіву на агар OGYE (*Oxoid*) з визначенням КУО/мл та відсотка втрат відносно початкового рівня.

Встановлено, що всі досліджені штами по-різному реагували на послідовну дію факторів шлункового та кишкового етапів. Контрольний штам *S. cerevisiae* характеризувався найвищою загальною стабільністю: втрати життєздатності поступово зростали від 8,59 % через 30 хв. до 60,00 % через 360 хв. Для *C. utilis* втрати вже на шлунковому етапі становили 30,23–51,16 %, а наприкінці дослідження досягали 98,84 %. *Y. lipolytica* демонструвала вищу стійкість на кислому етапі, де втрати становили 22,12–36,60 %, однак у кишковій фазі вони зростали до 98,52 %. Штам *P. anomala* виявив найвищу стійкість у кислому середовищі з пепсином, де втрати протягом перших 120 хв становили лише 14,02–21,50 %, проте після переходу до кишкової фази життєздатність різко знижувалась до 96,26–99,86 %.

Отже, найбільш стабільним у змодельованих умовах був *Saccharomyces cerevisiae*, тоді як серед нетрадиційних дріжджів кращу стійкість на окремих етапах моделі продемонстрували *Yarrowia lipolytica* та *Pichia anomala*. Одержані дані можуть бути використані для подальшого скринінгу дріжджів як потенційних пробіотичних культур для тваринництва.

Ключові слова: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, *Yarrowia lipolytica*, *Pichia anomala*, шлунково-кишковий тракт, виживаність, пробіотичний потенціал

Інноваційні кормові добавки в оптимізації раціонів курей-несучок

С. Сачко*, А. Гунчак, О. Стефанишин, Я. Сірко

*sachko.lviv@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Сучасне птахівництво потребує пошуку способів підвищити ефективність використання протеїну та знизити собівартість продукції. Важливим напрямком є впровадження високобіодоступних протеїнових компонентів та мікроелементів в органічній формі, що дозволяє мінімізувати викиди азоту в довкілля і максимально реалізувати генетичний потенціал сучасних кросів птиці.

Метою дослідження була оцінка ефективності комплексного збагачення комбікормів для курей-несучок інноваційним білковим концентратом «Проглот» (19 %) та високобілковими кормовими дріжджами (3,5 %) на фоні заміни неорганічних солей мікроелементів їхніми цитратними формами (наноаквацитратами).

Дослідження проведено на курях-несучках кросу *Lohmann Brown*. Птицю розділили на контрольну та дослідні групи. Контрольна група отримувала раціон із 17 % сирого протеїну (СП) та стандартний мінеральний премікс. Для дослідних груп (Е1, Е2) вміст СП було знижено до 15 %, проте частину соєвого та соняшникового шроту замінено на концентрат «Проглот» та кормові дріжджі. Неорганічні солі мікроелементів (Zn, Mn, Fe, Cu, Co, Se, I) замінено сумішшю їхніх цитратів у дозі 25 % від норми контролю.

В результаті проведених досліджень встановлено стабільність вмісту загального білка в сироватці крові дослідних груп із тенденцією до зростання (на 5,2–8,6 %). Це свідчить про вищу біологічну цінність коригованого раціону, попри загальне зниження рівня сирого протеїну.

У печінці птиці дослідних груп зафіксовано підвищення активності протеолітичних ферментів на 14,8–16,5 % та рівня розчинних білків. Зниження активності АсАТ у сироватці крові вказує на оптимізацію обмінних процесів та відсутність токсичного навантаження на організм.

Застосування цитратів мікроелементів сприяло зростанню концентрації кальцію в крові. Це корелювало з підвищенням міцності яєчної шкаралупи на 4,1 % порівняно з контролем. Інтенсивність яйцекладки в дослідних групах перевищувала показники контролю на 1,9–2,8 %.

Таким чином, використання 19 % концентрату «Проглот» та 3,5 % кормових дріжджів разом із заміною неорганічного преміксу на цитратні форми мікроелементів є оптимальною стратегією годівлі курей-несучок *Lohmann Brown*. Така корекція раціону дозволяє підтримувати фізіологічний гомеостаз птиці, інтенсифікувати засвоєння протеїну, покращити якісні показники продукції (міцність шкаралупи), забезпечити стабільно високу несучість при раціональному використанні кормових ресурсів.

Ключові слова: кури-несучки, білковий концентрат, кормові дріжджі, цитрати мікроелементів, обмін речовин

Застосування ВЕРХ для ідентифікації та кількісного визначення лимонної кислоти у фармацевтичних субстанціях

Р. М. Сачук*

*sachukruslan2@gmail.com

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл. Україна

Лимонна кислота є однією з найбільш широко застосовуваних допоміжних речовин у фармацевтичній промисловості, зокрема у виробництві ветеринарних лікарських засобів. Вона використовується як регулятор кислотності, стабілізатор та компонент, що впливає на розчинність і біодоступність діючих речовин. Забезпечення належної якості лимонної кислоти є важливим етапом у контролі якості готових лікарських препаратів. Метою роботи було дослідити можливості застосування методу високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) для ідентифікації та кількісного визначення лимонної кислоти у фармацевтичних субстанціях.

Дослідження проводили відповідно до вимог Державної фармакопеї України та внутрішніх специфікацій. Для аналізу використовували систему ВЕРХ з ультрафіолетовим детектуванням. Хроматографічне розділення здійснювали на колонці типу C18 (250×4,6 мм, 5 мкм) у градієнтному режимі. Як рухому фазу застосовували суміш ацетонітрилу та буферного розчину калію дигідрофосфату з рН 3,0. Швидкість потоку становила 1,0 мл/хв, температура колонки — 30 °С. Детектування проводили при довжині хвилі 205 та 230 нм. Для ідентифікації речовини порівнювали час утримування піків досліджуваного зразка та стандартного розчину лимонної кислоти.

Кількісне визначення здійснювали методом зовнішнього стандарту через порівняння площ піків досліджуваного зразка та стандартного розчину. Для забезпечення достовірності результатів оцінювали придатність хроматографічної системи за показниками ефективності, симетрії піка та відносного стандартного відхилення. Отримані результати свідчать про відповідність субстанції вимогам нормативної документації, зокрема масова частка основної речовини перебувала у встановлених межах.

Застосування методу ВЕРХ забезпечує високу селективність, чутливість та відтворюваність результатів аналізу. Метод дозволяє одночасно проводити ідентифікацію та кількісне визначення лимонної кислоти, що є важливим для контролю якості фармацевтичних субстанцій. Використання цього підходу сприяє підвищенню надійності аналітичного контролю та відповідає сучасним вимогам фармакопейних стандартів.

Отже, метод високоефективної рідинної хроматографії є ефективним інструментом для контролю якості лимонної кислоти як допоміжної речовини у фармацевтичному виробництві. Його застосування дозволяє забезпечити відповідність субстанції встановленим вимогам та підвищити якість ветеринарних лікарських засобів.

Ключові слова: лимонна кислота, ВЕРХ, фармацевтичні субстанції, контроль якості, хроматографія

Сонографічна оцінка ефективності застосування наночастинок срібла в комплексній терапії псів за простатиту

В. Сергієнко*

*sergienko.vovan75@gmail.com

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Сонографічна оцінка стану передміхурової залози у псів дозволяє динамічно відстежувати морфофункціональні зміни, що дає змогу об'єктивно оцінювати ефективність лікування псів за простатиту [Fulton, 2021; Bosma et al., 2022; Groppetti et al., 2026]. За допомоги сонографічної діагностики також можна оцінити специфічні ефекти дії наночастинок срібла, пов'язані з їхньою здатністю проникати у тканинні структури та пригнічувати мікробні біоплівки, що проявляється швидшим відновленням ехогенності та зменшенням кількості структурних дефектів, порівняно зі стандартною антибактеріальною терапією [Mantziaras et al., 2017; Bucci et al., 2023; Esin et al., 2025]. Доплерівські методи доповнюють оцінку, демонструючи стан судинного опору, перфузії, що відображає функціональний стан паренхіми [Newell et al., 1998; Alonge et al., 2018; Niżański et al., 2020]. Таким чином, сонографічне дослідження є одним з ключових у моніторингу ефективності терапії псів за простатиту. Метою цієї роботи було визначити ефективність використання гелю із вмістом наночастинок Срібла в комплексній терапії псів за гострого простатиту.

Експериментальні дослідження виконані в Державному біотехнологічному університеті МОН України та ветеринарній клініці «Ветексперт» (м. Харків). Матеріалом досліджень були пси різних порід віком 5–9 років, живою масою 20–30 кг (n=25). За принципом аналогів було сформовано 5 груп тварин — контрольну (здорові тварини без ознак ураження уrogenітальної системи), та 4 групи із гострим простатитом: I дослідна — стандартний протокол лікування (енрофлосаксин у дозі 7,5 мг/кг м.т. протягом 5 діб, потім 5 мг/кг м.т. ще 5 діб, та цимікоксид у дозі 2 мг/кг м.т. протягом 5 діб, потім 1 мг/кг м.т. ще 5 діб); II дослідна — антимікробна терапія поєднано з гелем на основі наночастинок срібла (амоксацилін комбіновано з клавулановою кислотою з розрахунку 12,5 мг/кг м.т. протягом 7 діб та 1 мл гелю ректально один раз на добу вранці після вигулу протягом 10 діб); III дослідна — протизапальна терапія, поєднана з гелем на основі наночастинок срібла (робенакоксид 1 мг/кг м.т. протягом 5 діб та 1 мл гелю ректально один раз на добу вранці після вигулу протягом 10 діб); IV дослідна — монокомпонентна терапія псів гелем на основі наночастинок срібла (1 мл гелю ректально, один раз на добу вранці після вигулу протягом 10 діб). Також тваринам I–III дослідних груп впродовж застосування лікарських засобів задавали фамотидин (2 мг/кг м.т. протягом 10 діб). Сонографічну оцінку ефективності терапії псів проводили з використанням ультразвукового сканера *Woodpecker UDC-L* (Китай), як описано у рекомендаціях і вказівках [Pollard et al., 2015; Cory, 2016].

У контрольній групі псів передміхурова залоза на сонографічному зображенні була чітко окреслена та мала рівний контур, форму від сферичної до грушоподібної, визначалися дві чітко виражені частки (долі) — ліва та права. До лікування у дослідних групах псів простата характеризувалася збільшенням розміру, неоднорідністю паренхіми, зниженням ехогенності, наявністю гіпоехогенних вогнищ, посиленням васкуляризації тощо. У тварин I дослідної групи ультразвукові ознаки запалення починали зменшуватися на 8–10-у добу лікування. У II і III дослідних групах мали приблизно однакові терміни зникнення запальних процесів — на 6–8-у добу спостережень. У IV дослідній групі з застосуванням гелю із вмістом наночастинок срібла ультразвукова картина простати поступово нормалізувалася, починаючи з 5-ї доби. В усіх дослідних групах на 5–7-у добу від початку терапії відзначалося зменшення ступеня набряку та відновлення однорідності ехоструктури, що відображає зниження клітинної інфільтрації та пригнічення бактеріального компонента запалення. Надалі, до 10–14-ї доби спостерігалось зменшення розмірів залози, вирівнювання контурів, зникнення дрібних гіпоехогенних зон, пов'язаних із осередковим запаленням, а також зниження інтенсивності кровотоку за даними доплерографії, що вказує на регрес гіперемії та стабілізацію мікроциркуляції.

Таким чином, застосування наночастинок срібла дозволяє збільшити швидкість нормалізації стану передміхурової залози у псів за простатиту і скоротити тривалість антимікробної або протизапальної терапії. Також встановлено, що монокомпонентне використання гелю із вмістом наночастинок срібла сприяє виразним змінам ехоструктури простати, відновленню її стану за рахунок швидкого зниження інтенсивності запальних процесів.

Ключові слова: собаки, передміхурова залоза, запалення, наноматеріали

Вплив α -кетоглутарату та соціальної ізоляції на поведінку самок мишей у тестах «Піднесений плюс лабіринт» та «Світло-темний ящик»

Ю. В. Соколовська*, В. П. Деркачов, Т. А. Карас, С. О. Яланська, М. М. Байляк

*julia.sokolovska.95@gmail.com

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

Тривала соціальна ізоляція вважається значним фактором стресу, який негативно впливає як на психічне, так і на фізичне здоров'я. Хронічна ізоляція може порушити гомеостатичну регуляцію, сприяти розвитку тривожної та депресивної поведінки, а також активувати запальні процеси в мозку, що призводить до порушення когнітивних та поведінкових функцій. Враховуючи складну природу нейроповедінкових змін, спровокованих стресом, пошук ефективних фармакологічних засобів залишається актуальним. α -кетоглутарат (АКГ), ключовий метаболіт циклу Кребса, бере участь в енергетичному обміні, синтезі нейромедіаторів та окисно-відновному балансі. Завдяки своїм метаболічним та антиоксидантним властивостям АКГ може мати нейропротекторну дію і послаблювати поведінкові порушення, пов'язані зі стресом.

Метою цього дослідження було оцінити поведінкові зміни, спричинені тривалим індивідуальним утриманням самок мишей, а також з'ясувати, чи здатне введення до раціону α -кетоглутарату нівелювати ці порушення. АКГ додавали до основного корму у двох концентраціях: 1 % та 2 %. В роботі було використано 48 самок мишей лінії C57BL/6J віком 3–4 місяці. Усі тварини перебували у стандартних лабораторних умовах. Дизайн експерименту передбачав розподіл на шість груп. Контрольні тварини перебували в умовах стандартного соціального утримання (по чотири особини в клітці) та отримували або звичайний раціон, або корм із додаванням 1 % чи 2 % АКГ. Водночас три інші групи протягом двох місяців зазнавали хронічної соціальної ізоляції (індивідуальне утримання) на фоні відповідних дієт (стандартної, 1 % АКГ або 2 % АКГ).

Наприкінці експериментального періоду оцінювали поведінку за допомогою стандартних тестів на тривожність. У тесті «Піднесений плюс лабіринт» рівень тривожності та дослідницьку активність визначали за часом, проведеним у відкритих і закритих рукавах, а також кількістю заходів у кожен із них. Також проводили оцінку за допомогою тесту «Світло-темний ящик», принцип якого базується на вродженому страху гризунів перед відкритим світлом, який значно посилюється під впливом стресу або ізоляції. Фіксували латентний період входу у світлу зону, тривалість перебування в обох зонах та кількість переходів між ними. Статистичний аналіз результатів проводили за допомогою двофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) для визначення впливу умов утримання, добавок АКГ та їхньої взаємодії. Для попарних порівнянь використовували критерій Тьюкі (*post-hoc* тест). Усі процедури проводили відповідно до етичних стандартів поводження з лабораторними тваринами.

Двомісячна соціальна ізоляція мишей призвела до вираженого тривожно-подібного фенотипу, який характеризувався суттєвим зниженням дослідницької активності та посиленням уникненням аверсивних зон. У тестах «Піднесений плюс лабіринт» і «Світло-темний ящик» ізольовані тварини демонстрували помітне зменшення часу перебування та кількості заходів у відкриті й світлі зони, особливо на фоні прийому 2 % АКГ. Це вказує на те, що АКГ, ймовірно, не послаблював, а навпаки — посилював тривожну поведінку. Хоча при концентрації 1 % АКГ спостерігали слабку тенденцію до підтримки дослідницької активності у мишей, яких утримували разом, його ефективність в умовах ізоляції була обмеженою, що підтверджується стійким вибором тварин на користь закритих і темних зон. Отримані дані свідчать, що дієвість АКГ залежить від соціального середовища і конкретного дозування. Хронічна соціальна ізоляція, вочевидь, нівелює потенційні метаболічні переваги АКГ, що призводить до стійкої тривожної поведінки. Таке пригнічення поведінки відбувається незалежно від фізичних можливостей тварин, оскільки загальна рухова активність залишалася незмінною в усіх експериментальних групах.

Ключові слова: АКГ, стрес, поведінка, соціальна ізоляція

Миролюбність бджіл різних внутрішньопородних кросів

М. С. Стецишин*

*pmarichka777@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Миролюбність є важливою поведінковою характеристикою медоносних бджіл, яка визначає технологічність роботи на пасіці, безпечність обслуговування бджолосімей та опосередковано впливає на їхню продуктивність. Підвищена агресивність ускладнює проведення основних технологічних операцій, тоді як миролюбна поведінка сприяє зниженню стресу як для бджіл, так і для пасічника. Формування цієї ознаки значною мірою зумовлене генетичними чинниками, проте суттєвий вплив мають і умови утримання, клімат, а також селекційна належність бджолосімей [Hrechka et al., 2023; Blyzniuk, 2024].

Метою дослідження було оцінити рівень миролюбності та злобливості бджіл різних внутрішньопородних кросів карпатської породи.

Дослідження проведені на бджолах різних генеалогічних формувань карпатської породи у приватних пасіках в с. Наварія Львівської області. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано 6 груп по 10 бджолосімей у кожній: I (контрольна) група — бджоли карпатської популяції тип «Вучківський»; II — інбредна група ♀ мікролінія «915» × ♂ мікролінія «915»; III — селекційний крос ♀ мікролінія «Сто» × ♂ мікролінія «915»; IV — селекційний крос ♀ тип «Вучківський» × ♂ мікролінія «915»; V — селекційний крос ♀ мікролінія «67» × ♂ мікролінія «915»; VI — селекційний крос ♀ мікролінія «07» × ♂ мікролінія «915».

Миролюбність оцінювали за бальною шкалою, а злобливість — за комплексом показників: час появи сторожових бджіл у відповідь на подразник, кількість залишених жал у шматку замші і тривалість атаки. Подразнення здійснювали імітацією механічного впливу (удари по передній стінці вулика та маятникові рухи шматком замші). Оцінювання проводили у травні за сприятливих погодних умов у період активного медозбору. Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням відповідних методів варіаційної статистики.

Встановлено, що більшість досліджуваних бджолосімей характеризувалися миролюбною поведінкою. Найнижчий рівень миролюбності відзначено у контрольній групі — $2,2 \pm 0,83$ бала, тоді як у бджіл II та III груп цей показник становив відповідно $3,7 \pm 0,17$ та $3,8 \pm 0,17$ бала. У бджіл IV групи він дорівнював $2,3 \pm 0,17$ бала, V — $3,0 \pm 0,29$, VI — $3,3 \pm 0,17$ бала. При цьому різниця між групами була статистично недостовірною.

Оцінка злобливості показала, що найшвидша реакція на подразник спостерігалася у бджолосімей контрольної групи — $3,0 \pm 0,12$ с, що було менше, порівняно з II, III та VI групами, на 1,7; 2,2 та 1,2 с відповідно ($P < 0,001$). У бджіл IV та V груп різниця становила 0,3 та 0,7 с і була недостовірною.

Найбільшу кількість жал зафіксовано у контрольній групі — $10,1 \pm 0,57$ шт., тоді як у II та III групах цей показник становив відповідно $4,4 \pm 0,37$ та $4,3 \pm 0,40$ шт. ($P < 0,001$). У бджіл IV групи кількість жал дорівнювала $8,2 \pm 0,39$ шт., V та VI — по 5,0 шт., що вірогідно менше порівняно з контролем ($P < 0,05$ – $0,001$). Встановлено, що бджоли контрольної та IV груп належать до помірно злобливих (5–20 жал), тоді як решта груп характеризувалися миролюбною поведінкою (< 5 жал).

Тривалість атаки була найбільшою у контрольній групі — $86,1 \pm 1,72$ с, тоді як у II, III та VI групах вона становила відповідно $72,0 \pm 1,58$; $70,6 \pm 2,05$ та $73,1 \pm 2,13$ с ($P < 0,01$ – $0,001$). У бджіл IV та V груп цей показник складав $83,1 \pm 2,29$ та $80,6 \pm 3,26$ с. Встановлено пряму залежність між тривалістю атаки та кількістю залишених жал.

Отже, миролюбність бджіл є варіативною ознакою, яка залежить від селекційної належності. Найбільш миролюбними виявилися бджоли кросу ♀ мікропопуляція «Сто» × ♂ мікропопуляція «915», тоді як підвищену агресивність проявляли бджоли типу Вучківський. Отримані результати доцільно враховувати при селекції бджіл для підвищення технологічності ведення бджільництва.

Ключові слова: медоносні бджоли, карпатська порода бджіл, внутрішньопородні кроси, миролюбність, злобливість

Вплив «Сафманнану®» на організм птиці в умовах теплового стресу

В. Б. Тодорюк*

*appleman@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Тепловий стрес є одним із ключових абіотичних чинників, який негативно впливає на продуктивність, імунобіологічну реактивність та метаболічний статус тварин. За умов підвищених температур в організмі активуються процеси пероксидного окиснення ліпідів, порушується функціонування антиоксидантної системи, знижується бар'єрна функція кишечника та формується імуносупресія.

Одним із важливих патогенетичних механізмів теплового стресу є порушення кровопостачання кишечника внаслідок перерозподілу крові до периферії, що спричиняє гіпоксію слизової оболонки, зниження цілісності епітеліального бар'єра та розвиток синдрому «дірявого кишечника». Це, у свою чергу, сприяє транслокації бактеріальних токсинів (зокрема ліпополісахаридів), активації запальних процесів і подальшому пригніченню імунної відповіді.

У зв'язку з цим, особливого значення набуває застосування кормових добавок, здатних підвищити адаптаційні можливості організму, зменшити оксидативний стрес та стабілізувати функцію кишечника. Однією з таких добавок є «Сафманнан®» — продукт на основі клітинної стінки дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, який містить маннан-олігосахариди (МОС) та β-глюкани.

Метою роботи було оцінити ефективність застосування «Сафманнану®» у зменшенні негативного впливу теплового стресу та підвищенні продуктивності, імунологічної реактивності й бар'єрної функції кишечника у птиці.

Проведено аналіз результатів експериментальних досліджень, у яких вивчали вплив «Сафманнану®» на організм бройлерів за умов теплового стресу. У дослідженнях формували контрольну та дослідні групи («Сафманнан®» + тепловий стрес), оцінювали температуру тіла, виживаність, продуктивні показники (середньодобовий приріст, конверсію корму), а також морфофункціональний стан кишечника та мікробіологічні показники.

Встановлено, що тепловий стрес чинить виражений негативний вплив на фізіологічний стан птиці, що проявляється підвищенням температури тіла, зниженням споживання корму, уповільненням росту та пригніченням імунної системи.

Застосування «Сафманнану®» забезпечує багатокомпонентний позитивний ефект. Зокрема, встановлено суттєвий вплив на бар'єрну функцію кишечника: у птиці за умов теплового стресу відмічалось зниження експресії білків щільних контактів (Claudin-5, ZO-1), тоді як додавання «Сафманнану®» відновлювало їхній рівень до значень, близьких до контролю, що свідчить про зміцнення епітеліального бар'єра та зменшення проникності кишечника.

Крім того, «Сафманнан®» сприяє збереженню слизового бар'єра кишечника, що підтверджується стабілізацією експресії муцину-2, який відіграє важливу роль у захисті слизової оболонки від патогенних мікроорганізмів.

Встановлено також виражений антибактеріальний ефект: за умов теплового стресу застосування «Сафманнану®» супроводжується зниженням рівня *Clostridium perfringens* у кишечнику птиці, що зменшує ризик розвитку некротичного ентериту.

«Сафманнан®» позитивно впливає на імунну систему та запальні процеси, зокрема знижує продукцію прозапальних цитокінів (IL-6), що обмежує активацію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової осі та сприяє зменшенню рівня глюкокортикоїдів. Це свідчить про його виражений антистресовий ефект.

Важливим є також вплив на терморегуляцію та продуктивність: у бройлерів, які отримували «Сафманнан®», температура тіла була достовірно нижчою у період 35–42 доби, порівняно з птицею, яка лише перебувала під впливом теплового стресу. Збереженість поголів'я підвищувалася до 96–100 %, тоді як у контрольній групі цей показник становив близько 89 %.

Крім того, відзначено покращення конверсії корму (FCR) на 4–6 пунктів та підвищення середньодобових приростів, що свідчить про підвищення ефективності використання корму.

Отже, «Сафманнан®» може бути рекомендований як ефективний засіб підвищення адаптаційних можливостей організму птиці в умовах теплового стресу. Його застосування сприяє зниженню температури тіла, підвищенню збереженості та покращенню продуктивних показників.

Ключові слова: «Сафманнан®», птиця, тепловий стрес

The value of livestock products: a modern aspect

O. M. Turovsky*, M. I. Savchuk, R. V. Khorov

*turovsky_sasha001@gmail.com

Polissya National University, Zhytomyr, Ukraine

Livestock production is one of the most important branches of agriculture because it provides society with valuable food products and raw materials. Products obtained from animals play a major role in human nutrition, industry, medicine, and the economy. In the modern world, livestock production continues to develop due to population growth, urbanization, technological progress, and increasing demand for high-quality food.

One of the main reasons livestock products are important is their nutritional value. Animal products such as meat, milk, eggs, fish, and honey are rich in proteins, fats, vitamins, and minerals. These nutrients are essential for the growth, development, and health of people. Animal proteins contain all the necessary amino acids that the human body cannot produce on its own. Milk and dairy products are important sources of calcium and phosphorus, which are needed for strong bones and teeth. Meat contains iron, zinc, and vitamin B₁₂, while eggs provide high-quality protein and vitamins [Tkachuk, 2022; Herrero, 2023].

In the modern aspect, livestock products are becoming even more important because of changes in consumer preferences. Many people are paying more attention to healthy eating and are choosing products with high nutritional value. There is also a growing demand for organic meat, milk, eggs, and dairy products. Consumers are increasingly interested in food safety, animal welfare, and environmentally friendly production methods. As a result, livestock farms are introducing innovative technologies and better management systems to meet these expectations.

Livestock production is also important for the economy. It creates jobs in farming, processing, transportation, veterinary services, and trade. Millions of people around the world depend on livestock farming as their main source of income. The sale of meat, milk, eggs, wool, leather, and other animal products supports both local and national economies. In many countries, livestock products are exported, bringing foreign currency and improving the trade balance [Alonso, 2019; Ruban, 2023; Tsmekh, 2024].

Another important aspect is the role of livestock products in industry. Animal raw materials are used in many branches of manufacturing. Leather is used for shoes, clothing, bags, and furniture. Wool is used in the textile industry for making clothes and blankets. Animal fats can be used in the production of soap, cosmetics, candles, and pharmaceuticals. Gelatin obtained from animal products is used in food processing, medicine, and the pharmaceutical industry.

Modern livestock production is closely connected with innovation and technology. New breeding methods, automated feeding systems, robotic milking machines, and genetic selection help increase productivity and improve product quality. Scientists are also developing alternative protein sources, cultured meat, and sustainable production methods to reduce the environmental impact of livestock farming. Modern technologies make it possible to produce more food with fewer resources [Rauw, 2023; Yang, 2023].

Environmental issues are another important part of the modern aspect of livestock production. Livestock farming can affect land, water, and air resources. However, modern farms are using more sustainable methods, such as recycling animal waste, reducing greenhouse gas emissions, and improving feed efficiency. Manure is widely used as an organic fertilizer, which helps improve soil fertility and reduce the need for chemical fertilizers.

Livestock products are also important in medicine and public health. Some animal products are used in the production of vaccines, medicines, and medical equipment. For example, insulin, certain enzymes, and biological materials are obtained from animals. Milk products with probiotics can improve digestion and strengthen the immune system. In addition, balanced nutrition based on animal products helps prevent malnutrition and nutrient deficiencies.

In rural areas, livestock production has social importance as well. It provides employment, supports family farms, and helps maintain traditional ways of life. Many small farmers depend on cattle, sheep, pigs, poultry, and goats for food and income. Livestock farming can reduce poverty and improve living standards in rural communities [Godfray, 2018; Steinfeld, 2022; Shuliar, 2025].

In conclusion, livestock products are extremely important in the modern world because they provide essential nutrients, support the economy, create jobs, supply raw materials for industry, and contribute to medicine and rural development. Modern technologies and sustainable farming methods are helping make livestock production more efficient and environmentally friendly. Therefore, the livestock industry remains one of the key sectors of agriculture and plays a major role in human life.

Keywords: livestock products, animal nutrition, food safety, sustainable farming, economic importance, modern technologies.

Features of protein metabolism in lactating sheep depending on the completeness of the diet

T. Kharchenko*

*kharchenko.timofei@gmail.com

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

The functional state of the liver is a key factor determining the metabolic adaptation of ruminants to the lactation period [Pinedo & Melendez, 2022; Ahvanooei et al., 2025]. During this physiologically stressful period, the body's need for protein synthesis increases dramatically, which play a leading role in detoxification processes, nitrogen metabolism, metabolite transport and milk protein formation [Cha et al., 2025]. During lactation, the load on hepatic metabolism increases by 1.5–2 times, which is associated with the need to provide substrates for milk synthesis and maintain homeostasis [Lock et al., 2025]. It has been established that the intensity of synthesis of albumin, transport proteins and detoxification enzymes in high-yielding cows and sheep is directly correlated with the provision of animals with energy and trace elements [Caton et al., 2025]. The condition of the digestive and gonadal glands, primarily the liver and ovaries in sheep, depends on the completeness of the diet, which is of greatest importance during the lactation period [Silva et al., 2025; Wang et al., 2026]. In turn, the liver, in particular its protein synthesis function, is particularly sensitive to energy deficiency — transcription and translation processes are disrupted, and the secretion of albumins and globulins is reduced [Li et al., 2023]. At the same time, the methionine cycle is disrupted, since vitamin B₁₂ is necessary for the remethylation of homocysteine to methionine [Brisson et al., 2022]. The lack of methionine and S-adenosylmethionine leads to a decrease in the level of DNA and RNA methylation, which impairs the expression of genes associated with protein synthesis, as well as changes in the functioning of the endoplasmic reticulum, which further limits the protein-synthesizing function of the liver and leads to a reduced production of albumins, transport proteins and enzymes [Cheng et al., 2025]. The aim of the work was to determine the indicators of protein metabolism in sheep during lactation under conditions of full-fledged and nutritionally deficient diets.

Sheep were used for the study in the lactation period, groups of animals were formed according to the principle of analogues, taking into account live weight and age, breed, lactation frequency, hopes. Thus, the study used Dorper sheep, aged 2–4 years, with 3–4 lambs, live weight of 60–70 kg. Animals of the control group (n=10) were kept on a full-fledged diet, adjusted according to the needs of the lactation period, and animals of the experimental group (n=10) under conditions of nutritionally deficient diet. Blood for research was taken from the jugular vein on the 30th day of the postpartum period once. Protein metabolism was studied by the content of total protein (biuret reaction) and protein fractions (nephelometric method) [Vlizlo, 2012]. Statistical processing of indicators to determine the average values and their errors and their subsequent comparison by Student's *t*-test was carried out using *Microsoft Excel*.

It was established that during the lactation period, sheep experience pronounced hypoproteinemia against the background of nutritional deficiency, so in the experimental group the content of total protein was 38.4 ± 0.92 g/l, which was 42.4 % lower ($P < 0.001$) than the values of the control group (66.7 ± 1.24 g/l). Among blood proteins, negative dynamics of changes was also observed in the content of albumins and globulins. Thus, in the sheep of the control group the content of albumin was 47.1 ± 0.93 g/l, while in the experimental group it decreased to 32.4 ± 0.74 g/l, which was significantly lower by 31.2 % ($P < 0.001$). There was also a decrease in the content of all globulin fractions in the blood serum. Thus, the content of α_1 -globulins decreased by 20.8 % ($P < 0.01$), α_2 -globulins — by 19.0 % ($P < 0.05$), β -globulins — by 30.7 % ($P < 0.001$), and γ -globulins — by 36.5 % ($P < 0.001$). Thus, hypoglobulinemia was observed in the sheep of the experimental group.

The conducted studies have shown that in sheep, keeping them on a deficient diet led to a decrease in the protein-synthesizing function of the liver — so, the content of total protein was lower than the control data by 42.4 %, hypoalbuminemia and hypoglobulinemia were detected. Thus, it can be stated that in ruminants during the lactation period, against the background of nutritional deficiency, there is a violation of protein synthesis by the liver.

Keywords: sheep, feeding, albumins, globulins

Динаміка поголів'я та виробництва вовни у господарствах Карпатського регіону України

С. В. Чугаєв*

*tyredwerty@gmail.com

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

Важливою галуззю аграрного сектору, яка забезпечує населення харчовими продуктами, а легку промисловість — сировиною, є вівчарство. Вівці — єдиний вид сільськогосподарських тварин, від яких одержують найбільш різноманітну продукцію: м'ясо, молоко, жир, вовну, смужки, овчини тощо. Втім, в останні роки спостерігаються негативні тенденції у розвитку вівчарства: зменшується поголів'я овець, а відповідно, і виробництво їхньої продукції, зокрема вовни.

З огляду на зазначене, метою нашої роботи було дослідити стан галузі вівчарства в областях Карпатського регіону та валове виробництво вовни.

Проведено ретроспективний аналіз даних Головних управлінь статистики у Львівській, Закарпатській, Івано-Франківській та Чернівецькій областях за період 2015–2022 рр.

Результати досліджень свідчать, що кількість овець у господарствах підконтрольних областей у досліджуваній період суттєво зменшилася. Так, у господарствах усіх категорій Закарпатської області чисельність поголів'я овець у 2015 р. становила 114,6 тис. голів і з кожним наступним роком вона знижувалася аж до 86,8 тис. голів у 2023 р., тобто кількість тварин зменшилася на 24,3 %. Дещо інша ситуація спостерігалася в Івано-Франківській області: у 2015 р. у господарствах усіх категорій налічувалося 9,3 тис. голів овець; до 2021 р. їхня чисельність зменшилася на 1,0 тис., у 2022 р. зросла на 1,8 тис., а у 2023 р. становила вже 10,3 тис. голів. Натомість у Львівській області поголів'я овець зменшилося з 8,7 тис. у 2015 р. до 7,2 тис. голів у 2022 р. і лише у 2023 р. воно незначно зросло — до 7,7 тис. голів. Щодо Чернівецької області, то кількість тварин у 2015 р. становила 35,8 тис. голів, а до 2021 р. вона знизилася на 4,7 тис. голів і на майже на такому рівні трималася аж до 2023 р. — 30,9 тис. голів.

Аналіз динаміки виробництва вовни у областях Карпатського регіону свідчить про його значне зниження. Так, у Закарпатській області виробництво вовни всіх видів у господарствах усіх категорій у 2015 р. сягало 185 т.; у 2020 р. воно зменшилося на 25 т, у 2021 р. — ще на 2 т, а 2022 р. — навпаки, збільшилося на 9 т і становило 137 т. В Івано-Франківській області у 2025 р. було вироблено 23 т вовни, а в подальшому спостерігалася незначне зниження її виробництва і у 2022 р. воно становило 21 т. У Львівській області ситуація була дещо іншою: виробництво вовни з 14 т у 2015 р. зросло до 18 т у 2020 р., тоді знизилося до 14 т у 2021 р., а 2022 р. становило лише 13 т. Натомість у Чернівецькій області за весь досліджуваний період виробництво вовни поступово знижувалося: якщо у 2015 р. воно становило 137 т, то у 2020 р. воно зменшилося на 24, у 2021 р. — на 30 і у 2022 р. — на 34 т, порівняно з 2015 р.

Результати досліджень свідчать, що у підконтрольних господарствах середньорічний настриг вовни від однієї вівці був відносно низьким. Найвищим цей показник був у господарствах Чернівецької області (3,7 кг у 2015 р. — 3,1 кг на одну вівцю у 2022 р.). Найменшим середньорічний настриг вовни від однієї вівці спостерігали у господарствах Закарпатської області, за весь досліджуваний період він був майже на однаковому рівні — 1,6 кг у 2015 р. і 1,7 кг у 2022 р. Щодо Івано-Франківської та Львівської областей, то за вищенаведеним показником ці суттєво не відрізнялися. Втім, якщо в обох областях у 2015 р. настриг вовни від однієї вівці становив 2,5 кг, то в господарствах Івано-Франківської області у 2022 р. цей показник знизився на 0,3 кг, а в господарствах Львівської області, навпаки, зріс на 0,2 кг.

На нашу думку, описана вище ситуація у вівчарських господарствах Карпатського регіону обумовлена декількома причинами: відсутність цивілізованого ринку збуту вівчарської продукції, брак підтримки галузі державою, диспаритет цін на промислову і сільськогосподарську продукцію, відсутність попиту на вовну та збитковість її виробництва.

Отже, аналіз стану галузі вівчарства в областях Карпатського регіону України свідчить про значне зменшення поголів'я овець та зниження виробництва вовни з 2015 по 2023 рр. Для забезпечення стабільного розвитку вівчарства в Карпатському регіоні необхідно покращити державну підтримку галузі і маркетинг та збільшити чисельність поголів'я тварин.

Ключові слова: вівці, поголів'я, вовна, настриг, Карпатський регіон

* Науковий керівник — д. с.-г. н., ст. н. сп. Віталій Федорович.

Біохімічні показники крові кролів за випоювання наночастинок цинку, селену та германію цитратів в умовах помірного та сильного теплового стресу

М. О. Юзьвяк*

*maruk7991@gmail.com

Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

Глобальне потепління зумовлює підвищення аномальних температур навколишнього середовища, що призводить до теплового стресу і становить загрозу для ведення галузі тваринництва [Bashaq, 2024]. Високі температури доквілля порушують фізіологічну і метаболічну активність в організмі, що спричиняє оксидативний стрес, погіршує показники росту й розвитку, призводить до економічних втрат у кролівництві [El-Ratel, 2024]. Додавання до раціону тварин кормових добавок часто обмежується низькою біодоступністю і засвоюваністю організмом та технологічною обробкою [Reddy, 2020]. Порівняно з неорганічними мінеральними речовинами, наночастинки володіють широким спектром біологічної дії, характеризуються високою поверхневою і каталітичною активністю, низькою токсичністю та адсорбуючими властивостями в організмі [Swain, 2015].

Тому метою нашого дослідження було визначити біохімічні показники крові кролів під впливом помірного та сильного теплового стресу за випоювання наночастинок цинку, селену і германію цитратів.

Дослідження проводили на молодняку кролів-аналогів породи Термонська біла у період з 35- до 78-добового віку за умов помірного і сильного теплового стресу. Умови помірного (27,8–28,9 °C) й сильного (28,9–30 °C) теплового стресу створювали за допомогою штучних автоматичних нагрівальних пристроїв протягом чотирьох годин на добу щодня з 12:00 до 16:00. Тварин для дослідження формували у групи (контрольна і три дослідні) по 6 тварин, середньою масою тіла 980 ± 50 г за помірного теплового стресу і 1200 ± 50 г за умов сильного теплового стресу.

Кролі контрольної групи отримували основний раціон зі стандартним збалансованим гранульованим комбікормом і водою без обмежень. Кролі I, II і III дослідних груп споживали такі ж комбікорми, як у контролі, проте впродовж 24 год. з водою отримували: I група — цинку цитрат (60 мг/л або 12 мг/кг маси тіла); II група — селену цитрат (300 мкг/л або 60 мкг/кг маси тіла); III група — германію цитрат (62,5 мкг/л або 12,5 мкг/кг маси тіла). Для експерименту використовували цитрати мікроелементів виробництва ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ (Патент № 38391). Показники крові кролів досліджували на 14-у добу підготовчого періоду та на 14-у і 29-у доби дослідження за умов помірного та сильного теплового стресу.

Обчислення результатів дослідження проводили з використанням пакету програм *Statistica 7.0* (Statsoft, США). Експериментальні дані виражали як середнє значення (M) $\pm$ та середньоквадратичне відхилення (SD). Результати розраховували однофакторним дисперсійним аналізом (ANOVA), для виявлення статистичних відмінностей між контрольною та дослідними групами використовували апостеріорний критерій (*post-hoc* тест) — метод *Tukey HSD*, відмінності вважали достовірними при $P \leq 0,05$.

Встановлено, що випоювання кролям наносполук мікроелементів зумовлює посилення адаптаційних процесів організму за умов помірного та сильного теплового стресу. Зокрема, за дії цинку цитрату у крові відзначено відповідно менший вміст креатиніну (7,3 та 7,5 %), зниження активності АСТ (16,9 та 35,0 %), АЛТ (12,4 та 23,5 %) та менший вміст холестеролу (22,2 та 27,3 %); селену цитрат сприяв зменшенню рівня креатиніну (7,3 та 7,5 %), зниженню активності АСТ (13,0 та 15,2 %) і АЛТ (10,5 та 18,5 %), нижчому вмісту холестеролу (16,6 та 17,8 %) і сечовини (19,9 та 17,7 %); германію цитрат позначився найменше вираженими змінами досліджуваних показників зі зниженням вмісту сечовини (19,9 і 20,3 %) на 14-у і 29-у доби експерименту порівняно з контролем.

Ключові слова: кров, кролі, помірний та сильний тепловий стрес, біохімічні показники