

Лесик. Я.В., Бойко О.В., Гончар О.Ф., Гамерник О.Й., Юзв'як М.О



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ КОРМОВИХ ДОБАВОК У ГОДІВЛІ КРОЛІВ



Національна академія аграрних наук України
Черкаська дослідна станція біоресурсів

Лесик. Я. В., Бойко О.В., Гончар О.Ф., Гамерник О. Й., Юзьвяк М. О

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ
КОРМОВИХ ДОБАВОК У ГОДІВЛІ КРОЛІВ**



м. Черкаси, 2026

УДК 636.92:591.111:612.593:620.3

DOI:<https://doi.org/10.37617/MRFUOFDFR/2026>

Методичні рекомендації щодо застосування органічних кормових добавок у годівлі кролів (методичні рекомендації). Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів Національної академії аграрних наук України. 2026. 34 с.

У методичних рекомендаціях наведено дані щодо біохімічного та мінерального складу продуктів бджільництва, а також їх потенційного використання у кролівництві. Обґрунтовано перспективи поєданого застосування продуктів бджільництва та окремих мінеральних сполук нанотехнологічного походження.

Методичні рекомендації можна використовувати для широкого кола фахівців, які займаються галуззю кролівництва (викладачам, науковим співробітникам, працівникам закладів освіти, технологам, студентам)

Авторський колектив: Лесик Я.В., Бойко О.В., Гончар О.Ф., Гамерник О.Й., Юзьв'як М.О

Рецензенти:

Рубан С.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач кафедри прикладної біології, розведення та генетики тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України

Дзіцюк В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувачка лабораторії генетики тварин Інституту розведення і генетики тварин ім. М.В. Зубця НААН.

Рекомендації розглянуті та схвалені вченою радою Черкаської дослідної станції біоресурсів НААН України (протокол № 4 від 15 травня 2026 року).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Біохімічні зміни параметрів крові кролів за додавання апіпродуктів у раціон кролів.....	5
2. Біологічне значення Цинку, Селену та Германію для перебігу фізіологічних процесів тварин.....	16
3. Використання методів нанотехнології у живленні тварин.....	16
4. Біохімічні показники крові кролів за впоювання наночастинок цинку, селену та германію цитратів умовах теплового стресу.....	17
5. Дослідження антиоксидантного стану організму кролів за впоювання наночастинок цинку, селену та германію цитратів в умовах теплового стресу.....	21
6. Показники маси тіла та забійний вихід кролів за впоювання наночастинок цинку, селену і германію цитратів кролів за умов теплового стресу.....	24
ВИСНОВКИ.....	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	27

ВСТУП

У період відлучення організм кролів зазнає комплексного впливу аліментарного, метаболічного та адаптаційного навантаження, пов'язаного зі зміною типу живлення та становлення мікрофлори травного тракту. Порушення умов добробуту й технологічний стрес у цей період, негативно впливають на продуктивність та фізіологічний стан молодняку кролів (Gidenne et al., 2017; EFSA Panel on Animal Health and Welfare, 2020; Pascual and Gomez, 2020; Waly et al., 2021; Birolo, 2023; van der Sluis et al., 2024). У зв'язку з цим актуальним напрямом сучасного кролівництва є пошук природних кормових добавок, здатних підтримувати метаболічну рівновагу, функціональний стан травної системи та природну резистентність організму тварин. Значний інтерес у цьому аспекті становлять продукти бджільництва, зокрема бджолине обніжжя та прополіс. Їх використання у живленні тварин пов'язують з наявністю комплексу поживних і біологічно активних речовин, здатних впливати на протеїновий, ліпідний, вуглеводний та мінеральний обмін, а також на антиоксидантний статус та імунобіологічну реактивність організму (Bankova et al., 2000; Bankova et al., 2018; Hashem et al., 2021; Abd El-Aziz et al., 2023).

1. Біохімічні зміни параметрів крові кролів за додавання апіпродуктів у раціон кролів

Бджолине обніжжя є багатокомпонентним продуктом, його хімічний склад значною мірою залежить від ботанічного походження, географічного регіону, сезону збору та умов обробки після отримання, що необхідно враховувати під час оцінки його поживної й біологічної цінності (Almeida-Muradian et al., 2005; Kędzia and Hołderna-Kędzia, 2012; Carpes et al., 2013; Gardana et al., 2018; Oroian et al., 2022; Bridiet al., 2022).

У досліджах з використанням прополісу повідомлялося про вищі прирости маси тіла, конверсії корму, перетравності поживних речовин, ліпідного профілю крові та антиоксидантного захисту організму кролів, хоча ефективність залежала від дози, форми добавки та способу введення (Coloni et al., 2007; Waly et al., 2021; de Piza et al., 2021; Al-Homidan et al., 2022)

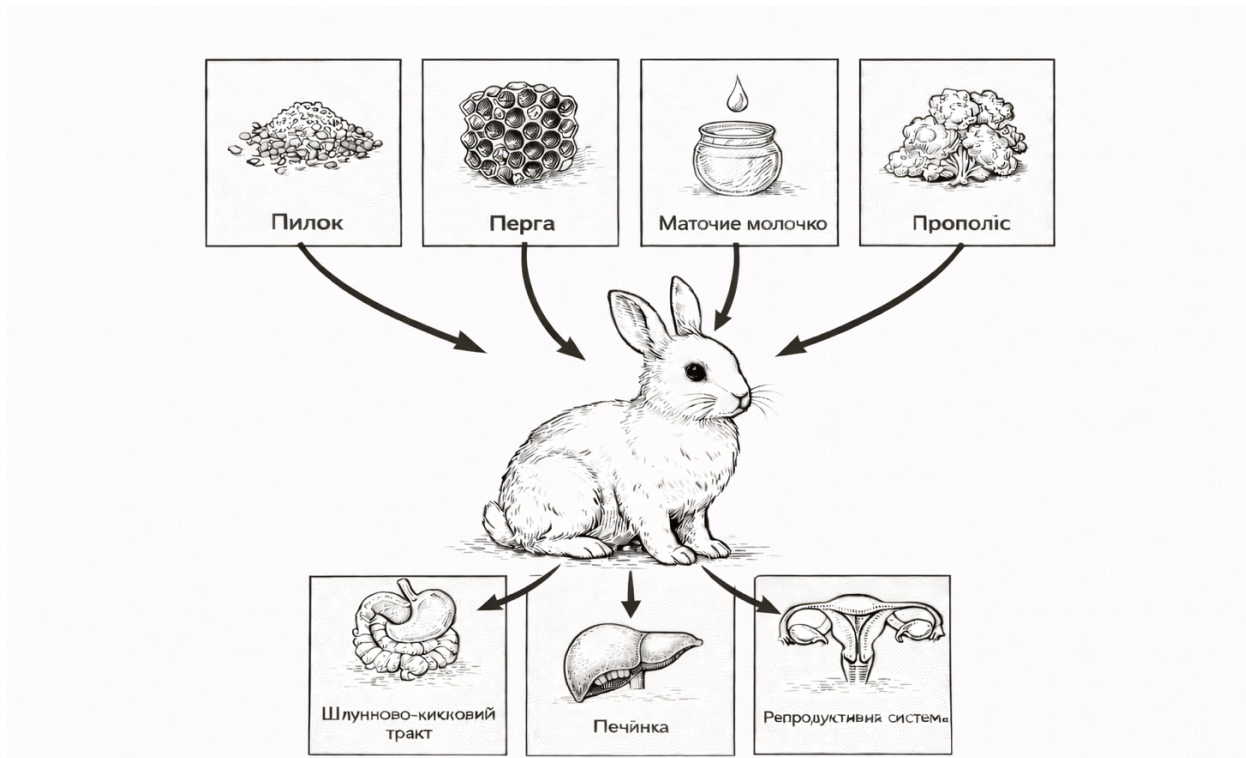


Рис. 1. Вплив апіпродуктів на організм кролів

Україна належить до провідних європейських країн із розвиненим бджільництвом і отримує не лише мед, а й інші біологічно цінні апіпродукти, зокрема бджолине обніжжя, пергу, прополіс і маточне молочко.

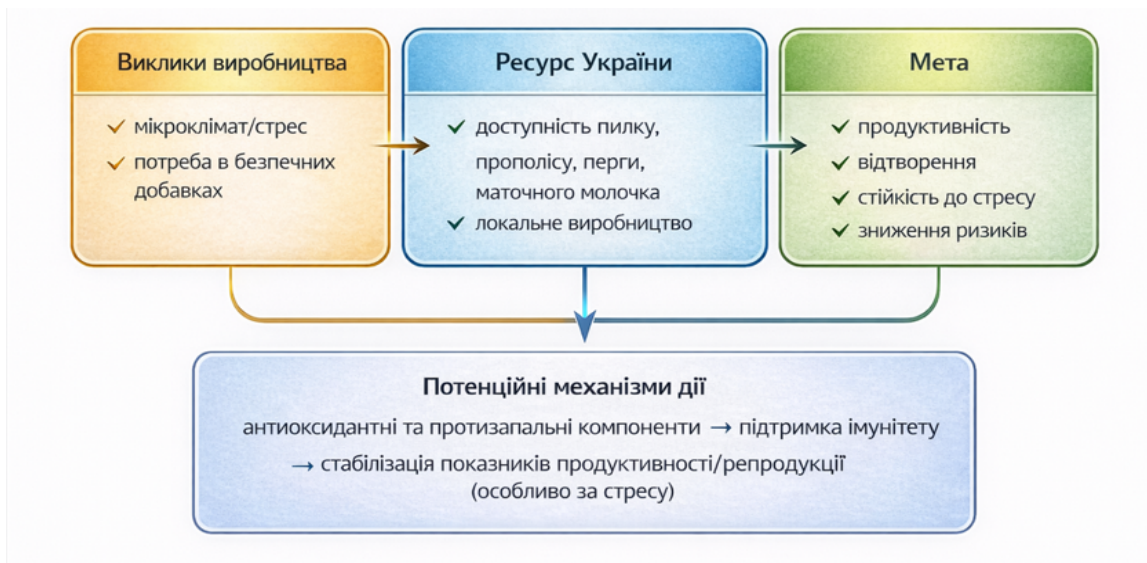


Рис. 2. Значення апітерапії для підвищення ефективності галузі кролівництва в Україні

Біохімічні показники крові є інформативними критеріями оцінки метаболічного стану організму, оскільки відображають інтенсивність протеїнового, вуглеводного, ліпідного та мінерального обміну, а також функціональний стан печінки, нирок та інших органів і систем. У молодняку кролів після відлучення аналіз таких показників дозволяє оцінити не лише потенційну ефективність кормових добавок, а й фізіологічну спрямованість їхньої дії. Окрім того, цей період супроводжується адаптацією до зміни типу живлення, інтенсивним ростом і підвищеним навантаженням на імунну систему (Gidenne et al., 2017; Birolo, 2023; van der Sluis et al., 2024). Тому аналіз біохімічного профілю крові дає змогу оцінити не лише фізіологічну реакцію організму на введення окремих інгредієнтів раціону, а й потребу їх застосування у критичні періоди промислового утримання. В ході проведеного експерименту застосовані продукти бджільництва у раціоні

кролів проявляли неоднозначний вплив на їх організм, що залежало від застосованої добавки, кількості та тривалості вipoювання.

Загальний протеїн, альбумін і сечовина є важливими показниками протеїнового обміну. Бджолине обніжжя є джерелом протеїнів, амінокислот, мінеральних речовин і фенольних сполук, тоді як прополіс містить фенольні кислоти та флавоноїди з антиоксидантними й протизапальними властивостями (Bankova et al., 2000; Almeida-Muradian et al., 2005; Przybyłek and Karpiński, 2019; Oroian et al., 2022; Rendueles et al., 2023;). Вміст загального протеїну у крові кролів I, II і IV дослідних груп був відповідно вищим на 11,4 % ($p < 0,05$), 13,2 % ($p < 0,01$) і 14,5 % ($p < 0,05$) на 28 добу дослідження порівняно з контролем (**табл. 1**). Рівень альбуміну у крові кролів не відзначився суттєвими змінами за винятком I дослідної групи на 28 добу дослідження, що перевищував контрольну групу на 24,2 % ($p < 0,01$). У крові кролів, які споживали меншу й більшу кількість прополісу відзначено вищий рівень сечовини на 13,8 % ($p < 0,05$) – перша дослідна група та 14,9 % ($p < 0,01$) – друга група стосовно контролю.

Вищий рівень загального протеїну та альбуміну у дослідних групах, може свідчити про активізацію протеїнового обміну і позитивний вплив добавок на метаболічний стан організму молодняка. Така спрямованість змін узгоджується з біологічною цінністю бджолиного обніжжя як джерела протеїнів, амінокислот і мінеральних речовин (Almeida-Muradian et al., 2005; Oroian et al., 2022) так за даними досліджень на кролях, у яких застосування бджолиного обніжжя або його поєднання з прополісом впливало на показники протеїнового профілю крові (Attia et al., 2019a; Sierra-Galicia et al., 2023).

Таблиця 1

Вміст загального протеїну, альбуміну та сечовини у крові кролів за умов випоювання продуктів бджільництва, (M±SD, n=8)

Показник	Група тварин	Період досліджень		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	28-ма доба
Загальний протеїн, г/л	К	65,00±3,83	69,50±4,80	63,15±7,44
	Д – I	68,26±7,29	67,93±5,06	70,35±3,58*
	Д – II	69,15±3,78	72,43±4,53	71,52±4,74**
	Д – III	66,06±6,27	73,70±3,70	69,43±1,80
	Д – IV	69,01±5,74	70,16±4,89	72,36±3,66*
Альбумін, г/л	К	45,33±6,90	53,15±3,39	43,61±3,84
	Д – I	50,68±3,53	47,53±5,81	54,17±5,26**
	Д – II	42,91±5,85	51,18±5,51	49,67±5,15
	Д – III	49,93±7,85	57,07±7,46	48,08±8,35
	Д – IV	48,78±6,37	50,95±4,23	46,17±4,56
Сечовина, ммоль/л	К	6,56±0,99	6,08±1,09	6,41±0,39
	Д – I	6,90±0,48	5,01±0,66	7,30±0,44*
	Д – II	6,05±0,76	6,58±0,59	7,37±0,48**
	Д – III	7,55±0,63	6,18±0,90	6,82±0,71
	Д – IV	6,58±0,78	6,10±0,82	6,70±0,60

*Примітка: К – основний раціон; Д – I – випоювання 10 % розчину прополісу - 80 мкл/кг маси тіла; Д – II – випоювання 10 % розчину прополісу - 160 мкл/кг маси тіла; Д – III – випоювання бджолиного обніжжя - 100 мг/кг маси тіла; Д – IV – випоювання бджолиного обніжжя - 200 мг/кг маси тіла. Дані представлені у вигляді середнього значення (M) ± стандартне відхилення (SD); *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001 – статистично значущі відмінності порівняно з контролем (ANOVA, Tukey HSD).*

Активність АСТ, АЛТ і лужної фосфатази крові характеризує метаболічний стан організму та функціональне навантаження на печінку. З огляду на результати попередніх досліджень з використанням бджолиного обніжжя та прополісу у раціоні кролів, оцінка ензимного профілю крові є частиною комплексної характеристики метаболічного стану організму тварин за умов застосування цих добавок (Abdel-Hamid and El-Tarabany, 2019; Sierra-Galicia et al., 2022; Sierra-Galicia et al., 2023).

Активність АСТ у крові кролів I, II і III дослідних груп була нижчою відповідно на 27,6 % ($p < 0,05$), 30,6 % ($p < 0,01$) і 25,8 % ($p < 0,05$) на 14 добу випоювання порівняно з контролем (табл. 2). Необхідно зазначити, що зміни активності АСТ були більше вираженими за тривалішого, 28 діб застосування добавок у крові тварин I, II і III груп, відповідно на 36,8 % ($p < 0,001$), 25,9% ($p < 0,01$) і 28,3 % ($p < 0,001$). Активність АЛТ у крові кролів I, II і III дослідних груп знижувалася стосовно контролю на 16,8 % ($p < 0,05$), 19,7 % ($p < 0,05$), і 23,6 % ($p < 0,01$) на 14 добу експерименту та характеризувалася більше вираженими змінами на 19,0 % ($p < 0,05$), 21,9% ($p < 0,01$) і 23,9 % ($p < 0,01$) на завершальному періоді дослідження. Дещо інші зміни відзначено у крові кролів IV групи, зокрема на 28 добу дослідження окрім зниження на 20,0 % ($p < 0,01$) активності АЛТ, спостерігалось підвищення активності ЛФ на 29,4 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем.

Зниження активності АСТ і АЛТ у крові кролів дослідних груп упродовж експерименту, може свідчити про стабілізацію ензимного профілю та відсутність надмірного функціонального навантаження на печінку та організм загалом. Така спрямованість узгоджується з науковими результатами Sierra-Galicia et al. (2023), у якому застосування бджолиного обніжжя та прополісу у раціоні кролів супроводжувалося зниженням активності АСТ і АЛТ у сироватці крові.

Таблиця 2

**Рівень активності амінотрансфераз та лужної фосфатази у крові кролів
за умов випоювання продуктів бджільництва, (M±SD, n=8)**

Показники	Група тварин	Періоддосліджень		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	28-ма доба
АСТ, Од/л	К	30,91±3,34	40,83±5,01	45,67±6,39
	Д – I	27,95±5,48	29,56±6,30*	28,86±5,96***
	Д – II	31,02±6,09	28,32±7,36**	33,82±4,51**
	Д – III	29,87±6,91	30,27±6,64*	32,73±4,37***
	Д – IV	35,01±6,73	38,26±7,56	39,86±7,16
АЛТ, Од/л	К	59,62±5,31	48,02±3,33	47,21±4,30
	Д – I	54,28±7,96	39,95±7,32*	38,20±7,87*
	Д – II	53,73±7,71	38,56±2,25*	36,83±3,41**
	Д – III	56,13±8,35	36,68±5,67**	35,92±4,96**
	Д – IV	62,48±5,63	40,77±7,19	37,77±4,16**
Лужна фосфатаза, Од/л	К	309,38±46,04	293,30±23,02	276,75±39,83
	Д – I	340,43±37,69	313,88±41,94	341,35±42,32
	Д – II	321,01±33,97	291,86±28,62	328,91±60,16
	Д – III	329,73±43,24	299,78±49,17	283,37±47,98
	Д – IV	338,13±35,90	297,13±36,81	358,35±65,91*

Подібні зміни описано Omar et al. (2020), де застосування бджолиного обніжжя у молодняку кролів супроводжувалося нижчими значеннями АСТ, АЛТ, сечовини, холестеролу та триацилгліцеролів за тривалішого періоду отримання у раціоні. Ймовірно, така дія може бути опосередковано пов'язана з біологічно

активним складом: бджолиного обніжжя, яке містить протеїни, амінокислоти, ліпіди, жирні кислоти, фенольні сполуки, вітаміни та мінеральні речовини, тоді як прополіс є джерелом фенольних сполук, флавоноїдів та інших поліфенольних компонентів з антиоксидантними й антимікробними властивостями (Bankova et al., 2000; Komosinska-Vassev et al., 2015; Przybyłek and Karpiński, 2019; Omar et al., 2020; Sierra-Galicia et al., 2023).

Стосовно зміни активності лужної фосфатази їх доцільно оцінювати разом з АСТ, Кальцієм, Фосфором та їх співвідношенням, оскільки цей ензим пов'язаний із функціональним станом печінки, ростом організму і мінеральним обміном. Такий підхід узгоджується з Sierra-Galicia et al. (2022), де лужну фосфатазу аналізували разом з показниками Кальцій-Фосфорного співвідношення. На нашу думку зниження активності досліджуваних ензимів, може бути пов'язано з мінеральними та фенольними компонентами бджолиного обніжжя й поліфенолами прополісу (Bankova et al., 2000; Komosinska-Vassev et al., 2015; Valverde et al., 2023).

Зниження активності АСТ і АЛТ у дослідних групах порівняно з контролем корелювало з підвищенням показників протеїнового обміну. Прослідковувалась чітка тенденція до зменшення концентрації АЛТ впродовж експерименту, може свідчити про стабілізацію ензимного профілю крові та відсутність надмірного функціонального навантаження на печінку.

Холестерол і триацилгліцероли належать до показників ліпідного та енергетичного обміну. У молодняку кролів після відлучення їх оцінка є доцільною, оскільки цей період пов'язаний із перебудовою живлення, інтенсивним ростом і адаптацією травної системи (Gidenne et al., 2017; Birolo, 2023; van der Sluis et al., 2024). За результатами додаткового вipoювання продуктів бджільництва було встановлено зниження вмісту триацилгліцеролів у крові кролів I, II і IV дослідних груп за тривалішого використання, відповідно на 32,3 % ($p < 0,01$), 26,3 % ($p < 0,05$) і 31,2 % ($p < 0,01$) порівняно з контролем (табл. 3).

Таблиця 3

**Вміст триацилгліцеролів та холестеролу у крові кролів за умов
випоювання продуктів бджільництва, (M±SD, n=8)**

Показники	Група тварин	Періоддосліджень		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	28-ма доба
Триацилгліцероли, ммоль/л	К	0,906±0,214	1,165±0,244	1,175±0,221
	Д – I	0,667±0,140	1,140±0,252	0,795±0,162**
	Д – II	0,842±0,169	0,911±0,219	0,865±0,242*
	Д – III	0,898±0,217	1,081±0,139	0,948±0,181
	Д – IV	1,110±0,207	1,006±0,286	0,808±0,169**
Холестерол, ммоль/л	К	1,160±0,234	1,360±0,155	1,303±0,150
	Д – I	1,027±0,192	1,256±0,197	0,782±0,075***
	Д – II	1,057±0,127	0,980±0,135**	0,732±0,121***
	Д – III	1,270±0,146	1,217±0,259	1,072±0,217
	Д – IV	1,040±0,243	1,082±0,176*	1,038±0,260*

Зниження вмісту холестеролу в крові кролів було також відзначено у I, II і IV дослідних групах, але у порівнянні з показниками вмісту триацилгліцеролів, зниження вмісту холестеролу відзначилося на 14 добу експерименту на 27,9 % ($p < 0,01$) у II групі та 20,4 % ($p < 0,05$) у IV групі. На 28 добу дослідження зниження рівня холестеролу було зафіксовано у I дослідній групі на 39,9 % ($p < 0,001$), у II групі на 43,8 % ($p < 0,001$), а у IV групі на 20,3 % ($p < 0,05$) стосовно контролю.

Наведені результати можна розглядати як потенційно позитивну метаболічну реакцію організму, пов'язану з впливом біологічно активних компонентів прополісу та бджолиного обніжжя на ліпідний обмін.

Зниження вмісту холестеролу та триацилгліцеролів у крові кролів, може свідчити про стабілізацію ліпідного профілю крові та зміну використання ліпідів в енергетичних процесах організму. Подібну спрямованість описано у дослідженнях із застосуванням прополісу та бджолиного обніжжя у кролів (Waly et al., 2021; Sierra-Galicia et al., 2023). Такий ефект, може бути опосередковано пов'язаний з поліфенолами прополісу, а також жирними кислотами й фенольними компонентами бджолиного обніжжя (Komosinska-Vashev et al., 2015; Przybyłek and Karpiński, 2019).

Кальцій і Фосфор належать до основних елементів мінерального обміну, що мають значення для росту, формування кісткової тканини та підтримання гомеостазу. У молодняку кролів після відлучення їх оцінка є доцільною у зв'язку з інтенсивним ростом і адаптацією травної системи (Gidenne et al., 2017; van der Sluis et al., 2024). Бджолине обніжжя містить мінеральні елементи: Фосфор, Калій, Кальцій, Магній, Ферум і Цинк, тому за його застосування доцільно оцінювати мінеральний статус тварин (Oroian et al., 2022; Valverde et al., 2023).

У результаті виконаного біохімічного аналізу крові було виявлено, що рівень Кальцію і неорганічного Фосфору у дослідних групах вже на 14 добу мав тенденцію до підвищення порівняно з контрольною групою, що може свідчити про вплив бджолиного обніжжя та прополісу на мінеральний обмін і краще забезпечення організму мінеральними речовинами. Статистично значуще підвищення концентрації фосфору було відмічено у IV дослідній групі на 52,3 % ($p < 0,05$). Співвідношення Кальцію до неорганічного Фосфору у дослідних групах залишилося близьким до контрольного значення, що може свідчити про збалансовану зміну мінерального обміну спричинену в результаті задавання бджолиного обніжжя на прополісу (табл. 4). Слід зазначити, що вміст

кальцію у крові кролів був вищим у дослідних групах I , II яким задавали розчин прополісу, і в групі III якій задавали обніжжя, і в той же час задавання обніжжя мало вплив на збільшення концентрацій фосфору у III та IV дослідній групі відповідно, хоча отримані показники і не мали статистичної значущості окрім підвищення концентрації неорганічного фосфору у IV дослідній групі на 28 добу досліду.

Таблиця 4

Вміст кальцію та неорганічного фосфору та їх співвідношення у крові кролів за умов випоювання продуктів бджільництва, (M±SD, n=8)

Показники	Група тварин	Період досліджень		
		Підготовчий	Дослідний	
			14-та доба	28-ма доба
Загальний кальцій, ммоль/л	К	3,537±0,226	3,762±0,297	3,412±0,335
	Д – I	3,462±0,213	4,037±0,381	3,925±0,601
	Д – II	3,475±0,218	3,962±0,465	4,062±0,573
	Д – III	3,562±0,232	4,037±0,713	3,850±0,614
	Д – IV	3,325±0,446	4,087±0,505	3,361±0,657
Неорганічний фосфор ммоль/л	К	2,675±0,416	2,287±0,269	1,920±0,345
	Д – I	2,712±0,442	2,762±0,244	2,325±0,391
	Д – II	2,725±0,357	2,512±0,375	2,237±0,306
	Д – III	2,525±0,465	2,087±0,304	2,550±0,614
	Д – IV	2,450±0,410	2,587±0,593	2,925±0,724**
Співвідношення Са:Р, ммоль/л	К	1,32:1	1,64:1	1,78:1
	Д – I	1,28:1	1,46:1	1,67:1
	Д – II	1,73:1	1,58:1	1,81:1
	Д – III	1,41:1	1,93:1	1,51:1
	Д – IV	1,36:1	1,58:1	1,15:1

Зміни вмісту загального Кальцію та неорганічного Фосфору доцільно оцінювати разом із лужною фосфатазою та співвідношенням Кальцію до Фосфору, оскільки ці показники комплексно характеризують мінеральний обмін. У Sierra-Galicia et al. (2022) застосування бджолиного обніжжя, прополісу або їх поєднання не супроводжувалося вираженими змінами Кальцію та Фосфору у крові кролів. Водночас бджолине обніжжя містить мінеральні елементи, що обґрунтовує доцільність оцінки Кальцій-Фосфорного профілю за його застосування (Oroian et al., 2022; Valverde et al., 2023).

Таким чином, результати проведеного дослідження вказують про доцільність розглядати бджолине обніжжя та прополіс як ефективні природні кормові добавки для молодняку кролів після відлучення.

Отже, перспективним напрямом подальших досліджень є застосування продуктів бджільництва не окремо, а разом з органічними сполуками мікроелементів, отриманих за допомогою методів нанотехнології.

Такий підхід узгоджується з результатами низки робіт щодо використання органічних сполук мікроелементів. Дослідження біологічної дії нано мікроелементів у сполучі з органічними кислотами порівняно з традиційними солями є актуальним і перспективним напрямом сучасної біологічної науки.

2. Біологічне значення Цинку, Селену та Германію для перебігу фізіологічних процесів у тварин

Мікроелементи є важливими компонентами у раціоні тварин, що забезпечують важливі фізіологічні та біохімічні процеси, починаючи від будови кісток і завершуючи структурною цілісністю протеїнів і ліпідів. Основними шляхами надходження мікроелементів до організму є збалансований раціон, кормові добавки та вода. В умовах інтенсивного ведення виробництва, додаткове надходження мікроелементів у достатній кількості є необхідним для функціонування імунної системи, забезпечення гомеостазу та оптимальних продуктивних показників (Pajtaš M et al., 2009).

Цинк відіграє ключову роль у метаболізмі вуглеводів, протеїнів та ліпідів, завдяки активуючому впливу на ензими, які регулюють процеси травлення та всмоктування на рівні клітини.

Селен бере участь у функціонуванні репродуктивної системи, формуванні імунітету, підвищенні стресостійкості організму тварин (QaziI. Het al., 2019).

Біологічний вплив сполук **Германію** зумовлений електронною конфігурацією його атомів. Германій є важливим мікроелементом, для нормального функціонуванні імунної системи і є необхідним елементом у профілактиці захворювань (LuoX., 2023).

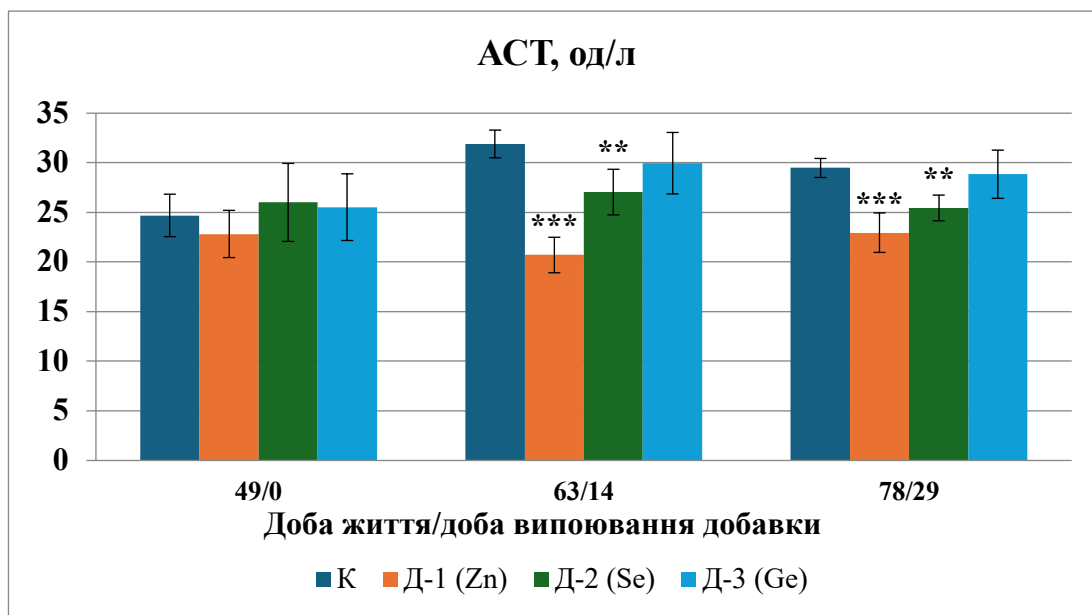
3. Використання методів нанотехнології у живленні тварин

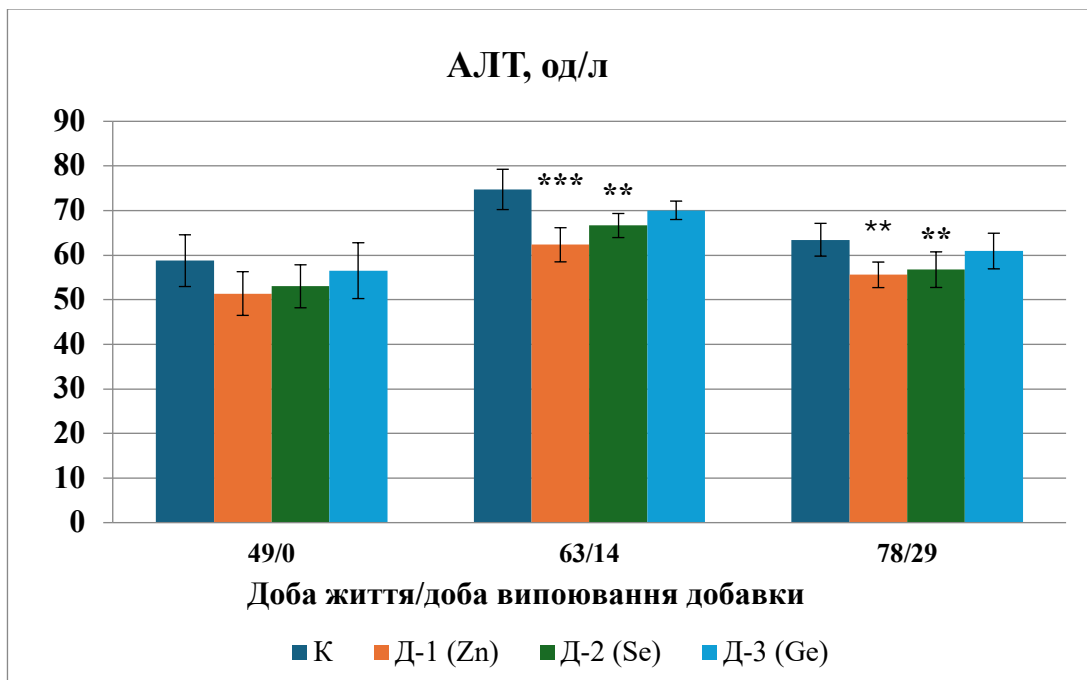
Для зменшення негативної дії підвищених температур довкілля значну увагу сучасних наукових досліджень зосереджено на використанні мінеральних сполук, виготовлених методами нанотехнології (Abdelnouret al., 202). Наночастинки є стабільні при високій температурі і тиску (Stoimenovet al., 2002), легко засвоюються в шлунково-кишковому тракті та ефективно виконують свої функції в організмі тварини. Властивості наночастинок залежить від розмірів, форми, будови та складу (Rosiet al., 2005). Дослідженнями на тваринах встановлено біологічні особливості наночастинок: збільшують площу поверхневого контакту з клітинами і біомолекулами організму; збільшують час перебування сполуки в шлунково-кишковому тракті; забезпечують транспортування активних речовин до конкретних органів чи тканин організму; мають високу проникну здатність в клітини, що сприяє ефективній біологічній дії; проникають через епітеліальні шари клітин; проникають у глибокі шари тканин через тонкі капіляри (Iravaniet al., 2014). Наночастинки потрапляють у шлунково-кишковий тракт декількома шляхами: вдиханням, заковтуванням та цілеспрямованою преоральною доставкою.

Всмоктування, метаболізм, розподіл і виведення наночастинок в організмі залежить від розміру, розчинності та заряду (HettA., 2005).

4. Біохімічні показники крові кролів за впоювання наночастинок цинку, селену та германію цитратів в умовах теплового стресу

Результати дослідження біохімічних показників крові кролів, характеризують стан метаболізму та функціонування їх організму, свідчать про позитивну динаміку змін за впоювання цинку, селену та германію цитратів у порівнянні з контрольною групою. Додавання у раціон кролів цинку цитрату та селену цитрату знижує активність аспартатамінотрансферази (АСТ) відповідно на 35,0 ($p < 0,001$) та 22,1 % ($p < 0,001$) і на 15,2 ($p < 0,01$) та 13,6 % ($p < 0,01$) на 14 та 29 доби дослідження порівняно з контрольною групою. Вірогідні значення також встановлено у кролів I та II дослідних груп за активності аланінамінотрансферази (АЛТ), де відзначено зменшення на 16,6 ($p < 0,001$) та 12,4 % ($p < 0,01$) і 10,8 ($p < 0,01$) та 10,5 % ($p < 0,05$) на 14 та 29 доби впоювання добавок (рис. 3).





Б

Рис. 3. Вміст аспартатамінотрансферази (АСТ) – (А) та аланінамінотрансферази (АЛТ) – (Б) у крові кролів за умов теплового стресу та впоювання наночастинок цинку, селену та германію цитратів

Дослідження вмісту холестеролу у крові кролів I і II дослідних груп зумовило його відповідне зменшення на 27,7 ($p < 0,01$) і 22,2 % ($p < 0,01$) та 20,3 ($p < 0,05$) і 16,6 % ($p < 0,05$) на 14 та 29 доби експерименту (рис. 4).

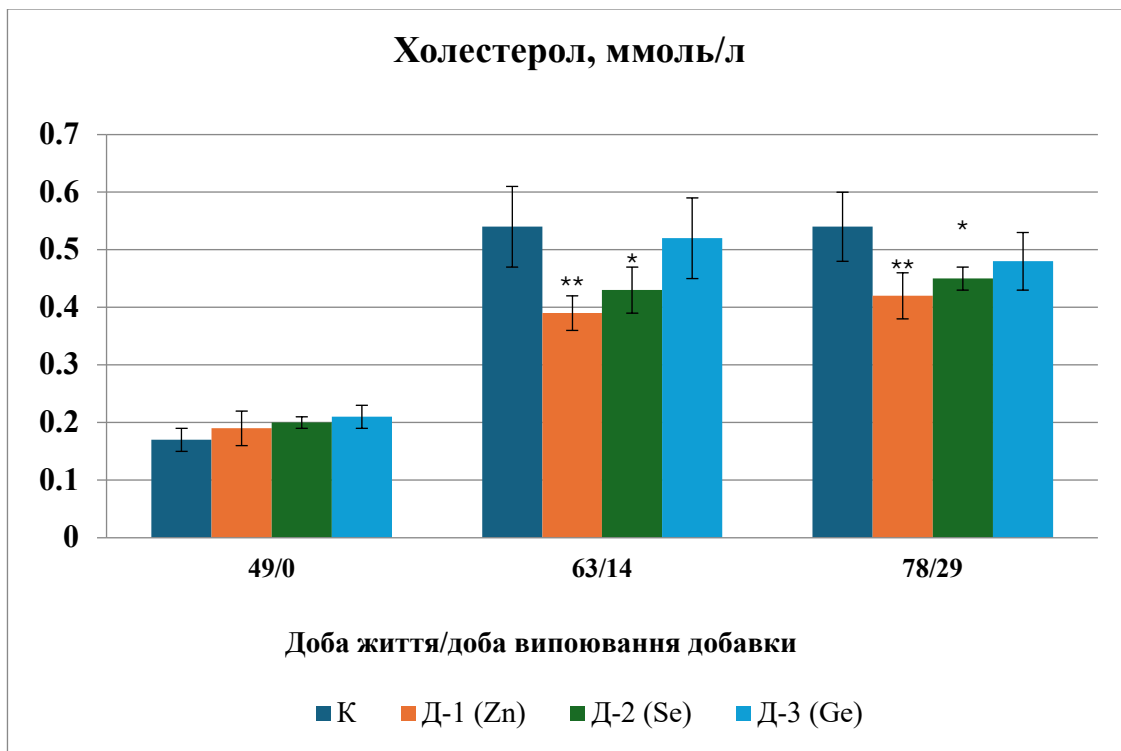
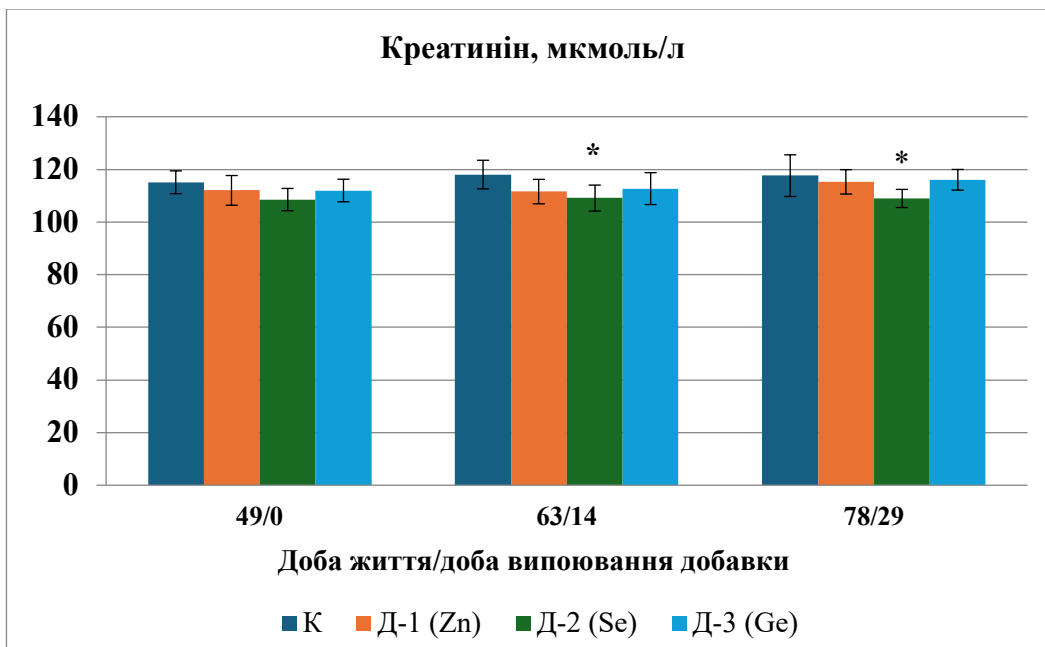
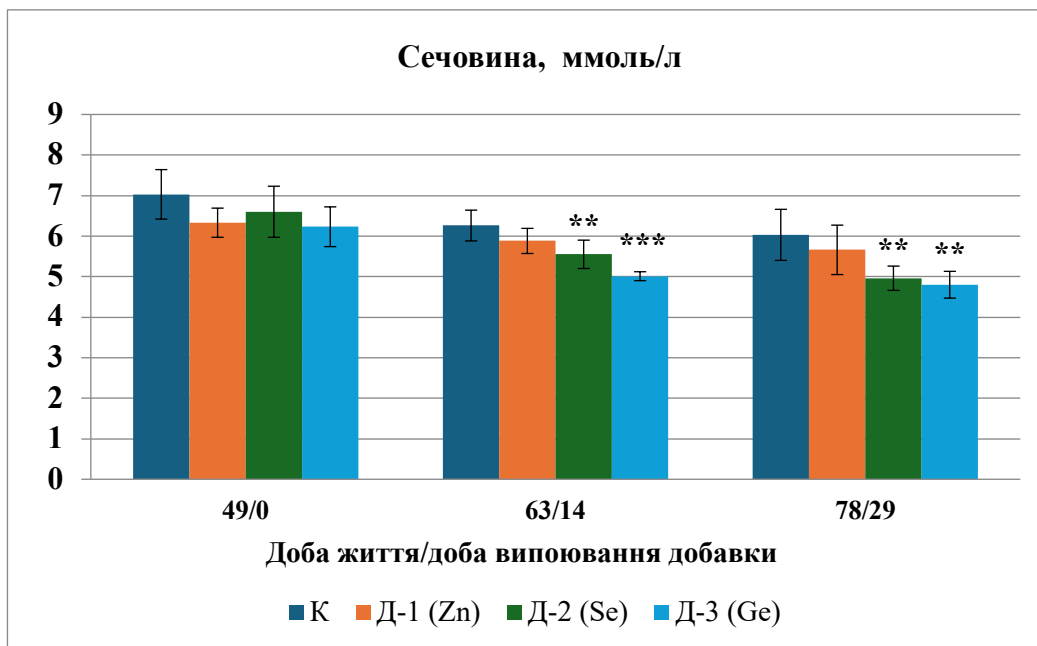


Рис. 4. Динаміка вмісту холестеролу у крові кролів за умов теплового стресу та вживання наночастинок цинку, селену та германію цитратів

Вживання селену цитрату кролям II дослідної групи, зменшує рівень креатиніну на 7,5 і 7,3% ($p < 0,05$) та сечовини 19,9 і 17,7% ($p < 0,01$) впродовж дослідного періоду. Вживання германію цитрату за умов теплового стресу у III дослідній групі зумовило зниження вмісту сечовини на 19,9 ($p < 0,001$) та 20,3% ($p < 0,01$) на 14 і 29 доби вживання порівняно з контролем (рис. 5).



А



Б

Рис. 5. Вміст креатиніну – (А) та сечовини – (Б) у крові кролів за умов теплового стресу та вживання наночастинок цинку, селену та германію цитратів

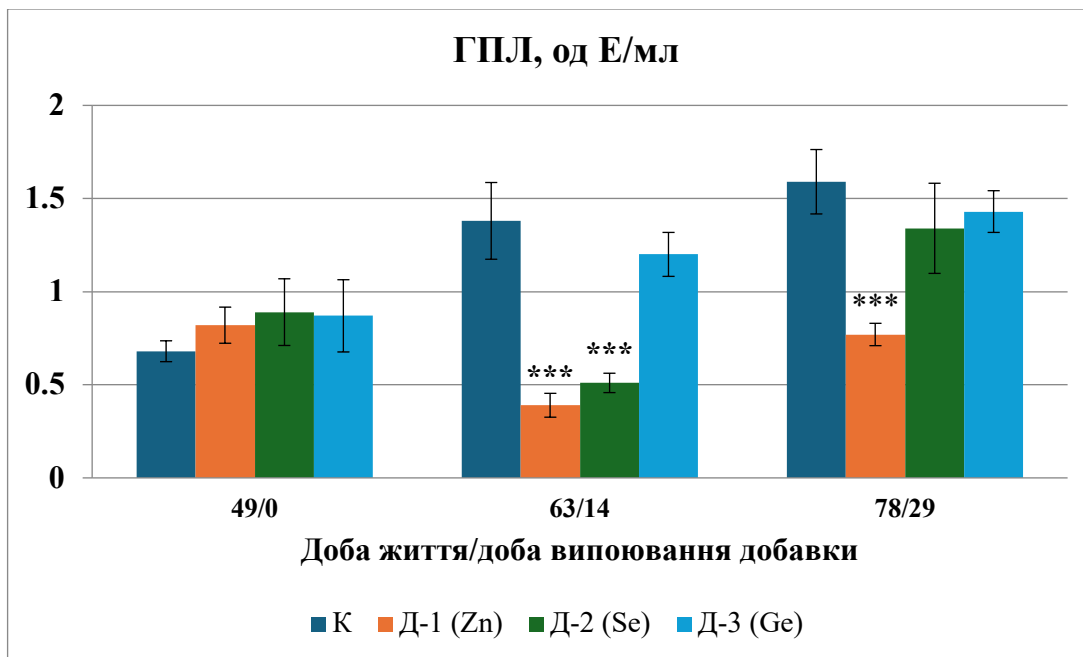
Отже, на досліджуванні зміни біохімічних показників плазми крові кролів у більшій мірі вплинули добавки цинку цитрату та селену цитрату на 14 і 29 доби

за умов теплового стресу. Додавання до раціону кролів германію цитрату у меншій мірі знижувало негативну дію підвищених температур на організм кролів.

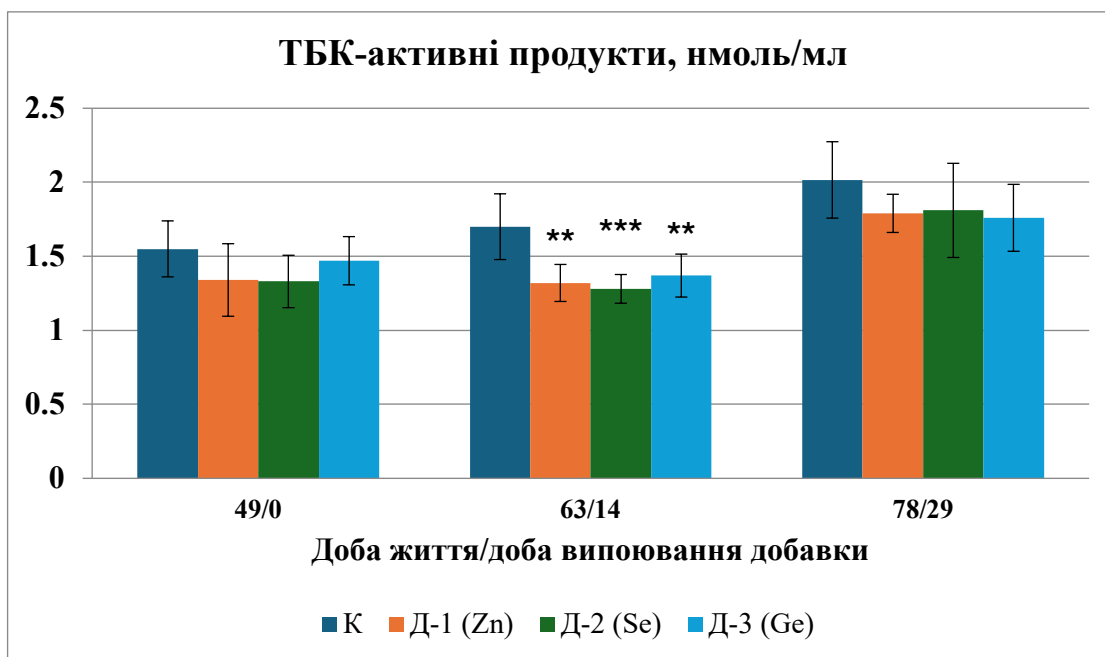
5. Дослідження антиоксидантного стану організму кролів за вживання наночастинок цинку, селену та германію цитратів в умовах теплового стресу

Оксидативний стрес виникає внаслідок підвищення рівня АФО та спричиняє негативні наслідки для функціонування клітин організму (AfzalSet al., 2023). Тому, дослідження антиоксидантного стану організму кролів за вживання наночастинок в умовах теплового стресу, було одним із важливих етапів нашого експерименту.

У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст гідропероксидів ліпідів та ТБК-активних продуктів залежав від застосованої добавки і тривалості їх споживання тваринами. Так, вміст гідропероксидів ліпідів у крові кролів I дослідної групи знижувався на 71,7 і 51,5 ($p < 0,001$) на 14 і 29 добу дослідження, що є позитивним ефектом застосування цинку цитрату на пом'якшення негативної дії високих температур довкілля. Менші відчутні зміни у крові кролів отримано у результаті застосування селену цитрату, де вміст гідропероксидів ліпідів знижується на 63,0 % ($p < 0,001$), лише на 14 добу застосування добавки, порівняно з контрольною групою (рис. 5). Аналіз одержаних результатів вмісту ТБК-активних продуктів у плазмі крові тварин вказує на його зниження у всіх дослідних групах на першому етапі дослідження та менш вираженні зміни на 29 добу експерименту. Так, у плазмі крові кролів I, II і III дослідних груп вміст ТБК-активних продуктів був відповідно нижчим на 22,3 % ($p < 0,01$), 24,7 % ($p < 0,001$) і 19,4 % ($p < 0,01$) на 14 добу дослідження порівняно з контролем (рис. 6).



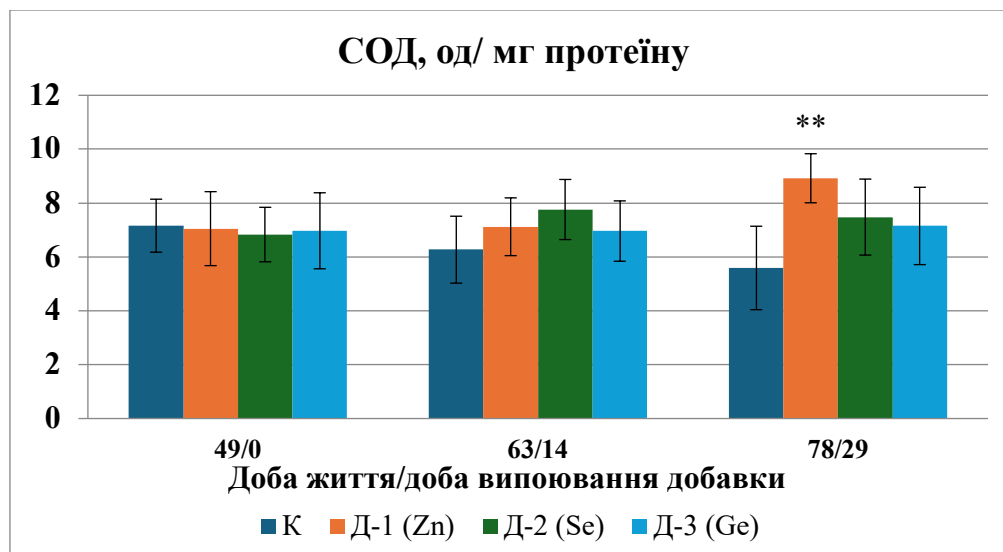
А



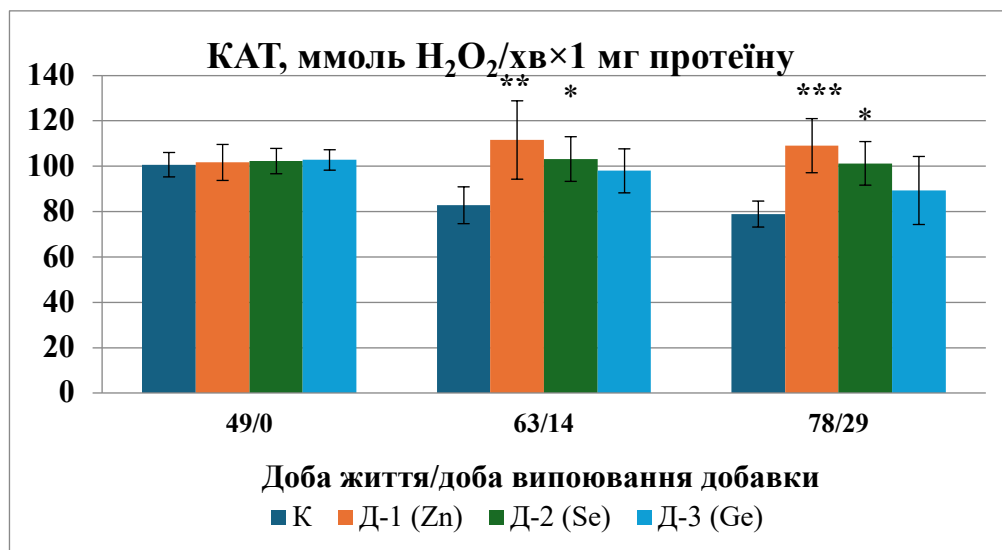
Б

Рис. 6. Продукти пероксидного окиснення ліпідів (Гідропероксиди ліпідів (ГПЛ) – А та ТБК-активні продукти – (Б) у плазмі крові кролів за вживання цинку, селену та германію цитратів в умовах теплового стресу

Підтвердженням отриманих змін первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення ліпідів у крові кролів за впливу підвищених температур є активність ензимів антиоксидантного захисту. Так, активність супероксиддисмутази (СОД) в еритроцитах крові кролів I дослідної групи, зростала на 59,5 % ($p < 0,01$) на 29 добу дослідження, стосовно контролю (рис 7).



А



Б

Рис. 7. Активність супероксиддисмутази (СОД) – А та каталази (КАТ) – Б в еритроцитах крові кролів за вживання цинку, селену та германію цитратів в умовах теплового стресу

За впоювання цинку цитрату у еритроцитах крові кролів встановлено підвищення активності каталази (КАТ) на 34,7 і 38,1 % ($p < 0,01$) та селену цитрату на 24,6 і 28,3 % ($p < 0,05$) на 14 і 29 доби дослідження порівняно з контролем (рис. 7).

Застосування цитратних сполук наночастинок мікроелементів у раціоні кролів після відлучення за умов теплового стресу сприяло підвищенню ефективності функціонування системи антиоксидантного захисту з вираженим впливом цинку цитрату та селену цитрату, що позначилося нижчим рівнем ГПЛ та ТБК-активних продуктів у плазмі та вищою активністю СОД, КАТ у еритроцитах крові на 14 та 29 добу дослідження порівняно з контрольною групою. Вплив германію цитрату на організм кролів за умов підвищених температур був менше вираженим у порівнянні з іншими застосованими сполуками наночастинок, за винятком зниження рівня ТБК-активних продуктів у плазмі крові кролів на 14 добу експерименту.

6. Показники маси тіла та забійний вихід кролів за впоювання наночастинок цинку, селену і германію цитратів кролів за умов теплового стресу

Проведені комплексні дослідження показників крові кролів в період після відлучення, показали позитивну дію на їх зміни залежно від застосованої добавки наносполуки, що позначилося змінами маси тіла впродовж дослідження. Переконливим прикладним значенням застосованих добавок є показники маси тіла кролів, які показали найвищі результати за використання наночастинок цинку на організм молодняку кролів. Аналіз таблиці показав збільшення маси тіла кролів за впоювання наночастинок цинку цитрату на 7,4 і 6,5 % ($p < 0,05$) протягом дослідження за умов теплового стресу (табл.5). Забійні показники тушки, шкіри та нирок не мали вірогідних значень протягом дослідного періоду, проте збільшились на рівні тенденції за впоювання наночастинок цинку, селену та германію цитратів.

Таблиця 5

Показники маси тіла та забійний вихід кролів за впоювання наночастинок цинку, селену і германію цитратів кролів за умов теплового стресу, (M±SD, n=6)

Група тварин	Період досліджень					
	Підготовчий Період	14-та доба	29-та доба			
			жива маса, кг	тушка, кг	шкіра, кг	нирки, г
К (M±SD)	2,24±0,08	3,09±0,04	3,50±0,08	2,191± 0,016	0,437± 0,014	19,819± 1,033
Д-1 (M±SD)	2,19±0,06	3,32±0,10*	3,73±0,12*	2,252± 0,041	0,465± 0,024	20,154± 0,881
Д-2 (M±SD)	2,18±0,07	3,23±0,18	3,60±0,14	2,197± 0,240	0,449± 0,049	20,432± 1,468
Д-3 (M±SD)	2,26±0,10	3,20±0,08	3,56±0,18	2,203± 0,265	0,453± 0,025	19,948± 0,702

Отримані дані масометричних показників тушки та внутрішніх органів кролів вказують про позитивний вплив застосування наночастинок цинку, селену та германію цитратів в умовах теплового стресу.

ВИСНОВКИ

Отримані результати дають підстави розглядати бджолине обніжжя та прополіс як перспективні природні кормові добавки, що свідчить про доцільність додаткового уведення 10 % розчину прополісу - 80 мкл/кг маси тіла; 10 % розчину прополісу - 160 мкл/кг маси тіла; бджолиного обніжжя - 100 мг/кг маси тіла для підтримання фізіологічного стану молодняку кролів після відлучення. Ефективність їх застосування залежить від форми, дози, способу введення та тривалості впоювання.

Результати виконаних експериментальних досліджень за умов теплового стресу мають вагомим прикладним значенням для тваринництва, оскільки показують доцільність використання мікроелементів виготовлених за методами нанотехнології у промисловому кролівництві. Розроблена схема передбачає додаткове уведення органічних сполук мікроелементів у формі наночастинок з питною водою у кількості: цинку цитрату – 12 мг/кг маси тіла, селену цитрату – 60 мкг/кг маси тіла, германію цитрату – 12,5 мкг/кг маси тіла, молодняку кролів після відлучення у літній період для пом'якшення негативного впливу теплового стресу на їх організм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Abd El-Aziz, A., Abo Ghanima, M., Mota-Rojas, D., Sherasiya, A., Ciani, F., & El-Sabrou, K. (2023). Bee products for poultry and rabbits: Current challenges and perspectives. *Animals*, 13, 3517. doi:10.3390/ani13223517
2. Abdel-Hamid, T. M., & El-Tarabany, M. S. (2019). Effect of bee pollen on growth performance, carcass traits, blood parameters, and the levels of metabolic hormones in New Zealand White and Rex rabbits. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 2421–2429. doi:10.1007/s11250-019-01961-8
4. Abdelnour, S. A., Alagawany, M., Hashem, N. M., Farag, M. R., Alghamdi, E. S., Hassan, F. U., Bilal, R. M., Elnesr, S. S., Dawood, M. A. O., Nagadi, S. A., Elwan, H. A. M., Almasoudi, A. G., & Attia, Y. A. (2021). Nanominerals: Fabrication methods, benefits and hazards, and their applications in ruminants with special reference to selenium and zinc nanoparticles. *Animals*, 11(7), 1916. doi:10.3390/ani11071916
5. Afzal, S., Abdul Manap, A. S., Attiq, A., Albokhadaim, I., Kandeel, M., & Alhojaily, S. M. (2023). From imbalance to impairment: The central role of reactive oxygen species in oxidative stress-induced disorders and therapeutic exploration. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1269581. doi:10.3389/fphar.2023.1269581.
6. Al-Homidan, I., Fathi, M., Abdelsalam, M., Ebeid, T., Abou-Emera, O., Mostafa, M., El-Razik, M. A., & Shehab-El-Deen, M. (2022). Effect of propolis supplementation and breed on growth performance, immunity, blood parameters and cecal microbiota in growing rabbits. *Animal Bioscience*, 35, 1606–1615. doi:10.5713/ab.21.0535
7. Almeida-Muradian, L. B., Pamplona, L. C., Coimbra, S., & Barth, O. M. (2005). Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets.

- Journal of Food Composition and Analysis, 18, 105–111. doi:10.1016/j.jfca.2003.10.008
8. Anjum, S. I., Ullah, A., Gohar, F., Raza, G., Khan, M. I., Hameed, M., Ali, A., Chen, C. C., & Tlak Gajger, I. (2024). Bee pollen as a food and feed supplement and a therapeutic remedy: Recent trends in nanotechnology. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1371672. doi:10.3389/fnut.2024.1371672
 9. Attia, Y. A., Al-Hanoun, A., & Bovera, F. (2011). Effect of different levels of bee pollen on performance and blood profile of New Zealand White bucks and growth performance of their offspring during summer and winter months. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95, 17–26. doi:10.1111/j.1439-0396.2009.00967.x
 10. Attia, Y. A., Bovera, F., Abd El-Hamid, A. E., Calabrò, S., Mandour, M. A., Al-Harhi, M. A., & Hassan, S. S. (2019b). Evaluation of the carryover effect of antibiotic, bee pollen and propolis on growth performance, carcass traits and splenic and hepatic histology of growing rabbits. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103, 947–958. doi:10.1111/jpn.13068
 11. Attia, Y. A., Bovera, F., Abd El-Hamid, A. E., Nagadi, S. A., Mandour, M. A., & Hassan, S. S. (2019a). Bee pollen and propolis as dietary supplements for rabbits: Effect on reproductive performance of does and immunological response of does and their offspring. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103, 959–968. doi:10.1111/jpn.13069
 12. Attia, Y. A., Bovera, F., El-Tahawy, W. S., El-Hanoun, A. M., Al-Harhi, M. A., & Habiba, H. I. (2015). Productive and reproductive performance of rabbit does as affected by bee pollen and/or propolis, inulin and/or mannan-oligosaccharides. *World Rabbit Science*, 23, 273–282. doi:10.4995/wrs.2015.3644

13. Bankova, V., Castro, S. L., & Marcucci, M. C. (2000). Propolis: Recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31, 3–15. doi:10.1051/apido:2000102
14. Bankova, V., Popova, M., & Trusheva, B. (2018). The phytochemistry of the honeybee. *Phytochemistry*, 155, 1–11. doi:10.1016/j.phytochem.2018.07.007
15. Birolo, M. (2023). Feeding, nutrition and rearing systems of the rabbit. *Animals*, 13, 1305. doi:10.3390/ani13081305
16. Bridi, R., Echeverria, J., Larena, A., Nunez Pizarro, P., Atala, E., De Camargo, A. C., Oh, W. Y., Shahidi, F., Garcia, O., Ah-Hen, K. S., & Montenegro, G. (2022). Honeybee pollen from southern Chile: Phenolic profile, antioxidant capacity, bioaccessibility, and inhibition of DNA damage. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 775219. doi:10.3389/fphar.2022.775219
17. Carpes, S. T., de Alencar, S. M., Cabral, I. S. R., Oldoni, T. L. C., Mourao, G. B., Haminiuk, C. W. I., da Luz, C. F. P., & Masson, M. L. (2013). Polyphenols and palynological origin of bee pollen of *Apis mellifera* L. from Brazil: Characterization of polyphenols of bee pollen. *CyTA - Journal of Food*, 11, 150–161. doi:10.1080/19476337.2012.711776
18. Coloni, R. D., Lui, J. F., Santos, E., Cavalcante-Neto, A., Zanato, J. A. F., da Silva, L. G., & Malheiros, E. B. (2007). Effect of propolis alcoholic extract on the weight gain, carcass traits and cecal pH of growing rabbits. *Revista Biotemas*, 20, 59–64.
19. de Piza, P. C., Moreira, B. L., Silva, N. C. D., Sodre, P. I., Fonseca, L. S., & Leite, R. F. (2021). Effect of crude propolis on the performance and feed digestibility of New Zealand White rabbits. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 43, e52593. doi:10.4025/actascianimsci.v43i1.52593
20. EFSA Panel on Animal Health and Welfare. (2020). Health and welfare of rabbits farmed in different production systems. *EFSA Journal*, 18, e05944. doi:10.2903/j.efsa.2020.5944

21. Gardana, C., Del Bo', C., Quicazán, M. C., Correa, A. R., & Simonetti, P. (2018). Nutrients, phytochemicals and botanical origin of commercial bee pollen from different geographical areas. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73, 29–38. doi:10.1016/j.jfca.2018.07.009
22. Gidenne, T., Garreau, H., Drouilhet, L., Aubert, C., & Maertens, L. (2017). Improving feed efficiency in rabbit production: A review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects. *Animal Feed Science and Technology*, 225, 109–122. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.01.016
23. Hashem, N. M., Hassanein, E. M., & Simal-Gandara, J. (2021). Improving reproductive performance and health of mammals using honeybee products. *Antioxidants*, 10, 336. doi:10.3390/antiox10030336
24. Hett, A. (2004). *Nanotechnology: Small matter, many unknowns*. Zurich: Swiss Reinsurance Co.
25. Iravani, S., Korbekandi, H., Mirmohammadi, S. V., & Zolfaghari, B. (2014). Synthesis of silver nanoparticles: Chemical, physical and biological methods. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 9(6), 385–406. PMID: 26339255; PMCID: PMC4326978.
26. Karagecili, H., Yilmaz, M. A., Erturk, A., Kiziltas, H., Guven, L., Alwasel, S. H., & Gulcin, I. (2023). Comprehensive metabolite profiling of Berdav propolis using LC-MS/MS: Determination of antioxidant, anticholinergic, antiglaucoma, and antidiabetic effects. *Molecules*, 28, 1739. doi:10.3390/molecules28041739
27. Kędzia, B., & Hołderna-Kędzia, E. (2012). New studies on biological properties of pollen. *Postępy Fitoterapii*, 1, 48–54.
28. Komosińska-Vassev, K., Olczyk, P., Kaźmierczak, J., Mencner, L., & Olczyk, K. (2015). Bee pollen: Chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 297425. doi:10.1155/2015/297425

29. Luo, X., Sun, J., Kong, D., Lei, Y., Gong, F., Zhang, T., Shen, Z., Wang, K., Luo, H., & Xu, Y. (2023). The role of germanium in diseases: Exploring its important biological effects. *Journal of Translational Medicine*, 21, 795. doi:10.1186/s12967-023-04643-0
30. Omar, M., Hassan, F., & El-Shahat, M. (2020). The effects of bee pollen on performance and economic efficiency of New Zealand White rabbits reared under high stocking density. *Damanhour Journal of Veterinary Sciences*, 5(1), 18–23.
31. Oroian, M., Dranca, F., & Ursachi, F. (2022). Characterization of Romanian bee pollen—An important nutritional source. *Foods*, 11, 2633. doi:10.3390/foods11172633
32. Pajtaš, M., Bíro, D., Horniaková, E., Beňuška, N. M., Šimko, M., & Juráček, M. (2009). *Výživa a kŕmenie zvierat*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. ISBN 978-80-552-0185-6.
33. Pascual, M., & Gomez, E. A. (2020). Profitability in rabbit breeding. *IntechOpen*. doi:10.5772/intechopen.93260
34. Przybyłek, I., & Karpiński, T. M. (2019). Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, 24, 2047. doi:10.3390/molecules24112047
35. Qazi, I. H., Angel, C., Yang, H., Zoidis, E., Pan, B., Wu, Z., Ming, Z., Zeng, C.-J., Meng, Q., Han, H., & Zhou, G. (2019). Role of selenium and selenoproteins in male reproductive function: A review of past and present evidences. *Antioxidants*, 8(8), 268. doi:10.3390/antiox8080268
36. Rendueles, E., Mauriz, E., Sanz-Gómez, J., González-Paramás, A. M., Vallejo-Pascual, M.-E., Adanero-Jorge, F., & García-Fernández, C. (2023). Biochemical profile and antioxidant properties of propolis from Northern Spain. *Foods*, 12, 4337. doi:10.3390/foods12234337

37. Rosi, N. L., & Mirkin, C. A. (2005). Nanostructures in biodiagnostics. *Chemical Reviews*, *105*(4), 1547–1562. doi:10.1021/cr030067f
38. Rossi, M., & Marrazzo, P. (2021). The potential of honeybee products for biomaterial applications. *Biomimetics*, *6*, 6. doi:10.3390/biomimetics6010006
39. Sierra-Galicia, M. I., Rodríguez-de Lara, R., Orzuna-Orzuna, J. F., Lara-Bueno, A., García-Muñiz, J. G., Fallas-López, M., & Hernández-García, P. A. (2022). Supplying bee pollen and propolis to growing rabbits: Effects on growth performance, blood metabolites, and meat quality. *Life*, *12*, 1987. doi:10.3390/life12121987
40. Sierra-Galicia, M. I., Rodríguez-de Lara, R., Orzuna-Orzuna, J. F., Lara-Bueno, A., Ramírez-Valverde, R., & Fallas-López, M. (2023). Effects of supplementation with bee pollen and propolis on growth performance and serum metabolites of rabbits: A meta-analysis. *Animals*, *13*, 439. doi:10.3390/ani13030439
41. Stoimenov, P. K., Klinger, R. L., Marchin, G. L., & Klabunde, K. J. (2002). Metal oxide nanoparticles as bactericidal agents. *Langmuir*, *18*(17), 6679–6686. doi:10.1021/la0202374
42. Valverde, S., Tapia, J. A., Pérez-Sanz, A., González-Porto, A. V., Higes, M., Lucena, J. J., Martín-Hernández, R., & Bernal, J. (2023). Mineral composition of bee pollen and its relationship with botanical origin and harvesting period. *Journal of Food Composition and Analysis*, *119*, 105235. doi:10.1016/j.jfca.2023.105235
43. van der Sluis, M., van Zeeland, Y. R. A., & de Greef, K. H. (2024). Digestive problems in rabbit production: Moving in the wrong direction? *Frontiers in Veterinary Science*, *11*, 1354651. doi:10.3389/fvets.2024.1354651

44. Waly, A. H., Abo El-Azayem, E. H., Younan, G. E., Zedan, A. H., El-Komy, H. M. A., & Mohamed, R. A. (2021). Effect of propolis supplementation on growth performance, nutrients digestibility, carcass characteristics and meat quality of growing New Zealand rabbits. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 24, 65–73. doi:10.21608/ejnf.2021.210779

УДК 636.92:591.111:612.593:620.3

DOI:<https://doi.org/10.37617/MRFUOFDFR/2026>

Методичні рекомендації щодо застосування органічних кормових добавок у годівлі кролів

Наукове видання

Ярослав Лесик

Олександр БОЙКО

Олексій ГОНЧАР

Олесь Гамерник

Мар`ян Юзьв`як

Автори будуть вдячні за відгуки, які можна надіслати

за адресою:

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН,

вул. Пастерівська, 76, м. Черкаси, 18007

e-mail: bioresurs.ck@ukr.net

Підписано до друку 19.05.2026. Формат 60x84 ¹/₁₆

Наклад 300 прим. Папір офсетний.

Оригінал-макет виконано в ЧДСБ НААН

18036 м. Черкаси, вул. Пастерівська, 76

Видавець Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН

Друк Чорнобаївське комунальне поліграфічне підприємство

19900, Україна, смт. Чорнобай, вул. Центральна, 211

Тел. (04739) 2-26-42; E-mail: printh1932@urk.net