

ВПЛИВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗГОДОВУВАННЯ ХЛОРИДУ ХРОМУ КРОЛЯМ НА ЇХ ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

У роботі викладені результати досліджень за експериментального згодовування хлориду хрому кролям та їх вплив на гематологічні показники. Встановлено, що додавання до основного раціону дослідних кролів преміксу з хлоридом хрому в дозі 0,4 та 0,8 мг/кг комбікорму позитивно впливає на функціональний стан організму кролів, але дозування цієї добавки 1,2 мг/кг комбікорму знижує рівень гемоглобіну крові, викликає лейкоцитоз, напруженість стану імунної системи, порушення цілісності клітин жовчних шляхів та печінкових клітин із вивільненням в русло крові ферментів АсАТ, ГГТП та зростанням рівня загального білірубіну.

***Ключові слова:** кролі, гематологічні показники, хлорид хрому, комбікорм*

Постановка проблеми

Хутрові звірі, до групи яких відносяться і кролі, травоядні гризуни наразі є цікавим та дохідним об'єктом господарювання. Кролівництво, яке до деякого часу було занедбаним в Україні, щораз більше зацікавлює виробників дієтичного та цінного м'яса. Швидкому відтворенню та подальшому розвитку галузі сприяють виняткові біологічні та господарсько-корисні особливості кролів, серед яких найціннішими є висока плідність, скоростиглість, затрати кормів, невибагливість до умов утримування, доступність догляду для широких верств населення [1].

Для досягнення високої продуктивності кролів враховують кількість основних поживних речовин, рівень мікроелементів у кормах, джерела їх

надходження та ступінь засвоєння в організмі. Забезпечення тварин цими життєво необхідними речовинами достатньо сприяє максимальному прояву продуктивності при збереженні високої якості продукції.

Зі зростанням чисельності поголів'я кролів, зростає увага й до суттєвого фактора, що стримує ріст об'ємів виробництва дієтичної продукції та її рентабельності – це макро- та мікроелементози. Широке їх розповсюдження на рубежі ХХ–ХІ століття спричинило до необхідності масштабних наукових досліджень цієї проблеми [1, 2, 3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Мікроелементи є найважливішими каталізаторами обмінних процесів і відіграють важливу роль в адаптації організму в нормі і в умовах патології. Використання мікроелементів як добавок до раціонів тварин покращує засвоєння кормів в їхньому організмі, що супроводжується інтенсивністю метаболічних процесів, підвищенням продуктивності та біологічної цінності продукції [3]. Важливе значення у збільшенні біологічної доступності кормів належить есенціальним (життєво необхідним) елементам, з яких у кролів важливими є хром [3, 9].

Наразі з'ясовано, що хром бере участь у регуляції метаболізму глюкози, посилює дію інсуліну [5]. Це зумовлено тим, що хром у складі хромодуліну підвищує спорідненість рецепторів інсуліну до гормону і посилює його дію [5, 6]. Інсулін підвищує проникність мембран клітин для глюкози і посилює її метаболізм. Як відомо, підвищений рівень глюкози у крові призводить до збільшення продукції активних форм кисню, що утворюються при багатьох реакціях у мітохондріях, проявляючи деструктивний вплив на мембрани клітин [5]. Доведено, що хром впливає на функціональну активність імунної системи організму тварин тощо [5, 7, 9].

Встановлено, що в різних біогеохімічних зонах України вміст валових форм Хрому в ґрунтах коливається від 18 мг/кг на окремих ділянках Полісся до 282 мг/кг ґрунту – у ґрунтах Закарпаття [4].

У рослинах вміст хрому може досягати 20 мг %, причому основна частка його затримується в коренях і слабо транспортується в наземну частину рослини. Тому рослини недостатньо забезпечують потреби тварин у цьому мікроелементі. В організм сполуки хрому потрапляють із кормом, водою і повітрям [4].

Однак, результати досліджень є неоднозначними, оскільки ефекти застосування добавок залежать як від кількості мікроелемента, так і від форми його застосування [3, 8, 9].

Разом із тим, дослідження біологічної та метаболічної дії хрому в організмі кролів залишаються нечисленними, а отримані результати неоднозначними. Донині немає даних щодо впливу Хрому на зміни функціонального стану органів і систем молодняку м'ясних порід кролів.

Тому, з'ясування цієї проблеми з проведенням таких досліджень на кролях є актуальними питаннями ветеринарної медицини.

Мета, завдання та методика досліджень

Дослідження проводилися в умовах експериментальної бази проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України та на базі кафедр анатомії та гістології, внутрішніх хвороб тварин та фізіології та клініко-діагностичної лабораторії Житомирського національного агроекологічного університету.

Матеріалом для науково-господарських дослідів були кролі гібриду NYPLUS французької селекції.

Для проведення експериментальних досліджень були сформовані чотири групи тварин: перша – контрольна, клінічно здорові кролі, основний раціон яких був із природним вмістом Хрому – 1,2 мг/кг комбікорму; друга група – дослідна, до основного раціону додавали премікс з 0,4 мг Хромхлориду шестиводневого ($\text{CrCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) (ГОСТ 4473-78) на 1 кг комбікорму; третя 0,8 мг/кг та четверта 1,2 мг/кг комбікорму $\text{CrCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$.

У 84-добовому віці досліджували морфологічні і біохімічні показники крові тварин.

Стан гемопоезу оцінювали за загальною кількістю еритроцитів, лейкоцитів (пробірковим методом) – у камері з сіткою Горяєва; вміст гемоглобіну в крові визначали геміглобінціанідним методом.

Дослідження функціонального стану печінки проводили за показниками білкового, вуглеводного, пігментного і ліпідного обмінів та активності індикаторних ферментів. Білоксинтезувальну функцію печінки визначали за рівнем у сироватці крові загального білка (рефрактометрично), його фракцій (нефелометрично); пігментну – за вмістом загального білірубину методом Іендрашека і Грофа; сечовиноутворювальну – за рівнем сечовини (колірною реакцією з діацетилмонооксимом); вуглеводну – за вмістом у сироватці крові глюкози (глюкозооксидазним методом); ліпідну – за рівнем холестеролу (за Ільком). Стан гепатоцитів оцінювали за активністю індикаторних для печінки ферментів у сироватці крові: аланінової (АлАТ) та аспарагінової (АсАТ) амінотрансфераз (кінетичним методом Райтмана-Френкеля); гаммаглутамілтранспептидази (ГГТП) – кінетичною реакцією з α - γ -глутаміл-4-нітроаланіном; лужної фосфатази (ЛФ) – кінетичною реакцією за утворенням п-нітрофенолу.

Функціональний стан нирок вивчали за вмістом у сироватці крові сечовини (реакцією з діацетилмонооксимом) та креатиніну (колірною реакцією Яффе).

Результати досліджень

Оскільки в літературних джерелах показники морфологічного і біохімічного складу крові кролів висвітлені недостатньо, тому метою досліджень було також

вивчити ці особливості в межах фізіологічної норми у клінічно здорових тварин.

При дослідженні крові кролів було встановлено, що зрілі еритроцити кролів великі за розмірами з незначною зоною просвітління в центрі. Їх кількість у клінічно здорових кролів у першій групі досліджу в середньому становила $5,6 \pm 0,26$ Т/л, при нормі від 4,5 до 7,5 Т/л [10], (табл. 1).

Згодовування преміксу з хлоридом хрому позитивно впливало на стан гемопоезу кролів. При цьому кількість еритроцитів зростала у другій групі незначно – до $5,7 \pm 0,23$ Т/л (на 1,8 %), третій – достовірно на 10,7 % – до $6,2 \pm 0,31$ ($p < 0,01$) та четвертій – на 12,5 % до $6,3 \pm 0,24$ ($p < 0,01$).

Вміст гемоглобіну в крові тварин контрольної групи в середньому становив $143,8 \pm 3,75$ г/л, що відповідає фізіологічним показникам – 100–160 г/л (табл. 1). При цьому вміст гемоглобіну у другій дослідній групі становив $148,8 \pm 4,87$ г/л, третій – вірогідно зростав до $156,0 \pm 4,50$ ($p < 0,01$) та в четвертій мав тенденцію до зростання – до $147,7 \pm 5,46$ г/л, але був нижчим на 5,3 % за показник третьої групи. Цей факт вказує на те, що додавання в раціон дослідних кролів 1,2 мг/кг комбікорму хлориду хрому негативно впливає на синтез гемоглобіну крові кролів, при цьому, не впливаючи на їх еритроцитопоез.

Таблиця 1. Показники гемопоезу кролів за експериментального згодовування преміксу з хлоридом хрому ($n=10$; $M \pm m$)

Показник	Перша – клінічно здорові кролі	Дослідні групи тварин		
		друга	третя	четверта
Еритроцити, Т/л	$5,6 \pm 0,26$	$5,7 \pm 0,23$	$6,2 \pm 0,31^{**}$	$6,3 \pm 0,24^{**}$
Гемоглобін, г/л	$143,8 \pm 3,75$	$148,8 \pm 4,87^*$	$156,0 \pm 4,50^{**}$	$147,7 \pm 5,46$
Лейкоцити, Г/л	$7,4 \pm 0,57$	$7,8 \pm 0,41$	$8,4 \pm 0,75$	$9,1 \pm 0,62$
Лейкограма, % базофіли	0	0	0	0
еозинофіли	$1,6 \pm 0,24$	$1,5 \pm 0,15$	$1,7 \pm 0,20$	$1,5 \pm 0,41$
нейтрофіли паличкоядерні	$5,3 \pm 0,33$	$5,0 \pm 0,15$	$5,1 \pm 0,38$	$5,3 \pm 0,32$
нейтрофіли сегментоядерні	$35,0 \pm 3,71$	$32,3 \pm 2,33$	$28,8 \pm 2,96$	$26,1 \pm 2,50$
лімфоцити	$55,8 \pm 3,12$	$58,3 \pm 2,66$	$60,7 \pm 3,07$	$63,3 \pm 2,37$
моноцити	$2,3 \pm 0,58$	$2,9 \pm 0,41$	$3,7 \pm 0,48$	$3,8 \pm 0,63$

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з показниками контрольної групи.

Дослідження показників лейкопоезу кролів вказувало на те, що кількість лейкоцитів крові у всіх тварин перебувала в межах фізіологічної норми – 6,5–9,5 Г/л, але вірогідне зростання цих значень спостерігалось у всіх дослідних групах – в середньому до $7,8 \pm 0,41$ Г/л у другій групі, до $8,4 \pm 0,75$ Г/л ($p < 0,01$) – третій (табл. 1). Найвищим цей показник був у четвертій групі – $9,1 \pm 0,62$ Г/л, при цьому у 15 % дослідних тварин був виявлений лейкоцитоз, що вказує на наявність

патологічного впливу згодовування високої дози хлориду хрому на організм кролів.

У кролів профіль лейкограми лімфоцитарний. Нейтрофіли кролів дуже своєрідні, вони мають набагато більшу зернистість, ніж у інших видів тварин, тому їх називають псевдоеозинофілами.

Характеристика лейкограми вказує на те, що під час проведення досліду кількість базофілів та еозинофілів перебували в межах норми, а це означає відсутність алергічних явищ або ураження тканин організму кролів.

Активация системи кровотворення в напрямку інтенсифікації процесів гемопоезу і резистентності, очевидно, є адаптаційними реакціями організму, що забезпечують реалізацію захисної функції крові і сприяють становленню імунного статусу тварин. Хром посилює цю здатність організму як один із мікроелементів, які стимулююче впливає на функціональну активність імунної системи та збільшує стійкість тварин до захворювань [5, 7].

Найбільшу напруженість стану імунної системи було встановлено у четвертій дослідній групі по найвищих показниках кількості лімфоцитів – до $63,3 \pm 2,37$ %, за норми 43–62 % та моноцитів – до $3,8 \pm 0,63$ % (табл. 1), незначне підвищення вище норми яких вказує про посилене їх продукування при фагоцитозі токсичних продуктів, що надходять з кормами. Це і підтверджує токсичний вплив високої дози хлориду хрому на червоний кістковий мозок кролів.

У клінічній практиці особливо важливе значення надається вивченню біохімічного складу крові, що відображає функціональний стан всього організму та дає можливість встановити кількісний вміст у ній продуктів азотистого обміну, ліпідного, пігментного, вуглеводного і мінерального тощо.

Білки плазми крові – це динамічна система, яка перебуває в рівновазі з білками тканин. Їх кількісний та якісний склад відображає стан білкового обміну в цілому організмі, координує, регулює та інтегрує більшість хімічних перетворень в організмі.

Таблиця 2. Біохімічні показники крові кролів за експериментального згодовування преміксу з хлоридом хрому (n=10; M±m)

Показник	Перша – клінічно здорові кролі	Дослідні групи тварин		
		друга	третя	четверта
Загальний білок, г/л	61,2±0,91	62,3±0,63*	66,8±1,07*	66,3±0,88
Альбуміни, %	41,8±1,49	46,8±1,11*	48,8±1,38*	49,8±1,03**
Глюкоза, ммоль/л	5,3±0,46	5,1±0,28	4,7±0,25	4,3±0,25*
Холестерол, ммоль/л	1,3±0,05	1,2±0,16	1,0±0,21	1,0±0,25
Креатинін, мкмоль/л	95,7±4,19	101,6±3,68	102,9±5,57	100,9±4,98
Сечовина, ммоль/л	5,2±0,17	5,1±0,13	5,0±0,15	4,9±0,18
Білрубін загальний, мкмоль/л	8,8±0,55	8,5±0,35	8,6±0,42	11,8±0,46
АсАТ, Од/л	47,2±2,04	44,3±1,78	43,3±1,76*	64,2±2,35
АлАТ, Од/л	25,4±1,32	21,6±1,65	22,7±1,42	27,3±1,44
ГГТП, Од/л	7,8±0,56	7,6±0,78	6,9±0,54	12,0±0,59
α-амілаза, Од/л	187,8±8,92	205,8±8,64	232,8±8,65*	198,7±8,56

Примітка: *p<0,05; **p<0,01 порівняно з контрольною групою.

Вміст загального білка у кролів другої групи в середньому не відрізнявся від величин клінічно здорових ($61,2 \pm 0,91$ г/л) і становив $62,3 \pm 0,63$ г/л за норми 60–82 г/л [4], (табл. 2). Для третьої та четвертої груп тварин характерним було вірогідне зростання його вмісту – $66,8 \pm 1,07$ та $66,3 \pm 0,88$ г/л відповідно, що може означати зростаючу потребу його як пластичного матеріалу для синтезу білків тканин організму.

З усіх білків сироватки крові альбуміни, маючи меншу молекулярну масу, виконують транспортну функцію, зв'язують органічні та неорганічні речовини, відіграють важливу роль у підтримуванні осмотичного тиску крові [5, 10]. Уміст їх у сироватці крові кролів дослідних груп був вірогідно вищим на 12 %, 16,7 та 19,1 %, порівняно з клінічно здоровими ($41,8 \pm 1,49$ %), (табл. 2). Зміна їх кількості відбувається пропорційно вмісту загального білка, очевидно, зі зростаючою їх потребою як транспортної одиниці поживних речовин.

Вуглеводи – головні складові живлення сільськогосподарських тварин і найважливіше джерело енергії. Одним із показників обміну вуглеводів є вміст глюкози в сироватці крові [9,10]. У кролів з раціоном і з природним вмістом Хрому (контрольна група) її вміст становив у середньому $5,3 \pm 0,46$ ммоль/л та перебував на верхній межі фізіологічної норми (4,2–5,3 ммоль/л; табл. 2). Застосування солі хрому в концентрації 0,4 мг/кг комбікорму позитивно впливало на зниження рівня глюкози до $5,1 \pm 0,28$ ммоль/л. Наступне дозування преміксу підтверджувало подальше зниження рівня цього показника – до $4,7 \pm 0,25$ та $4,3 \pm 0,25$ ммоль/л відповідно. Це може вказувати на те, що хром разом з інсуліном, беручи участь у метаболізмі глюкози, запобігає розвитку діабету та сприяє росту тварин.

α -амілаза – гідролітичний фермент вуглеводного обміну, що каталізує розпад глікогену та крохмалу. Джерелом цього ферменту є підшлункова та слинна залози, деяку активність має епітелій тонкого кишечника, скелетні м'язи та яєчники. У кролів контрольної групи активність α -амілази була в середньому $187,8 \pm 8,92$ Од/л (табл. 2). При застосуванні добавок з хромом активність ферменту найвище вірогідно ($p < 0,05$) зростала у третій групі тварин (вміст хрому – 0,8 мг/кг комбікорму) до $232,8 \pm 8,65$ Од/л, у четвертій групі була менша $198,7 \pm 8,56$ Од/л, при цьому усі значення показників активності ферменту перебували в межах фізіологічної норми – 160–300 Од/л [10]. Такі зміни активності ферменту по групах можна вважати реакцією епітелію тонкого кишечника на посилений обмін поживних речовин та ріст скелетних м'язів дослідних тварин.

Очевидним є той факт, що додавання до основного раціону годівлі кролів хлориду хрому впливає на засвоєння та переробку холестерину, який в організмі виконує життєво важливу функцію, є ключовою речовиною ліпідного обміну, стимулює синтез фосфоліпідів, створює з ними комплекси. Характерною особливістю холестеринового обміну у кролів є те, що його рівень знаходиться в межах 1,2–1,6 ммоль/л, в середньому $1,4 \pm 0,07$ (табл. 2). Оскільки холестерин є

тим матеріалом, з якого складаються всі стінки клітин, то за дефіциту хрому клітини не можуть повноцінно використовувати його для свого росту. При застосуванні преміксу у дослідних тварин рівень холестерину мав тенденцію до зниження та становив по групах $1,2 \pm 0,16$; $1,0 \pm 0,21$ та $1,0 \pm 0,25$ ммоль/л, що вказує на кращу засвоюваність його як будівельного матеріалу для клітин організму.

Характеристика стану активності ферментів, основних біологічних каталізаторів, що прискорюють хімічні реакції, вказує на те, що їх рівень забезпечував відповідність обміну речовин змінених умов при регуляції метаболічних процесів. Так, активність аспартатамінотрансферази (АсАТ) внутрішньоклітинного ферменту, що бере участь в обміні амінокислот, у великих концентраціях міститься в печінці, серці, скелетних м'язах, мозку, еритроцитах, у кролів контрольної групи перебувала в межах $47,2 \pm 2,04$ Од/л. При застосуванні сполуки хрому активність цього ферменту знижувалася у другій та третій групі відповідно до $44,3 \pm 1,78$ та $43,3 \pm 1,76$ Од/л. Підвищення активності АсАТ до $64,2 \pm 2,35$ Од/л у четвертій групі вірогідно ($p < 0,01$), (табл. 2) вказує на посилене вивільнення цього ферменту при пошкодженні тканин, очевидно, печінки та жовчовивідних шляхів. Це підтверджує дослідження показників пігментного обміну печінки – загального білірубину та активності ГГТП, які не зазнавали змін у перших трьох групах (загальний білірубін у середньому $8,8 \pm 0,55$; $8,5 \pm 0,35$ та $8,6 \pm 0,42$ мкмоль/л відповідно) та був підвищений у четвертій групі тварин до $11,8 \pm 0,46$ мкмоль/л відносно контрольної на 34,1 %. Порушення цілісності клітин жовчних шляхів та печінкових каналців, протоків підшлункової залози або ворсинок тонкого кишечника підтверджується підвищеною елімінацією в кров кролів чутливого індикаторного ферменту ГГТП – у четвертій групі до $12,0 \pm 0,59$ Од/л, ($p < 0,01$), що на 53,8 % більше відносно контрольної групи. При цьому активність цього ферменту у перших двох дослідних групах змін не зазнає. Корелятивне співставлення показників загального білірубину та активності ГГТП ($r=1,0$) вказує на наявність холестазу у кролів, що вживали корми з вмістом хлориду хрому 1,2 мг/кг комбікорму.

Дослідження вмісту сечовини в сироватці крові кролів, що утворюється в печінці у результаті знешкодження високотоксичного аміаку, утвореного в результаті бактеріального бродіння в шлунково-кишковому тракті, дезамінування амінокислот, біогенних амінів та виділяється нирками, показало відсутність кількісних змін цього показника, у середньому становив $5,1 \pm 0,13$ (табл. 2).

Фільтраційну функцію клубочків нирок у кролів оцінювали за вмістом креатиніну в сироватці крові тварин. Вірогідної різниці цього показника у кролів контрольної та дослідних груп виявлено не було. Так, у тварин контрольної групи він становив у середньому $95,7 \pm 4,19$ мкмоль/л, у тварин дослідних груп $101,6 \pm 3,68$; $102,9 \pm 5,57$ та $100,9 \pm 4,98$ мкмоль/л відповідно (табл. 2).

Таким чином, дослідження показників гемопоезу та біохімічних процесів в організмі кролів вказують на їх залежність від дозування преміксу із вмістом хлориду хрому до основного раціону тварин.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Експериментальне згодовування кролям преміксу з хлоридом хрому в дозі 0,4 та 0,8 мг/кг комбікорму позитивно впливає на стан еритроцитопоезу, кількість еритроцитів у тварин зростає пропорційно підвищенню дози сполуки хрому у кормі, не впливають на стан лейкопоезу, не викликають алергічних явищ та ураження тканин в організмі. При цьому, додавання до основного раціону дослідних кролів 1,2 мг/кг комбікорму хлориду хрому негативно впливає на синтез гемоглобіну крові кролів, що супроводжується зниженням його рівня, має патологічно токсичний вплив в цілому на стан лейкопоезу з наявністю лейкоцитозу, та викликає напруженість стану імунної системи з лімфоцитозом та моноцитозом за фагоцитозу токсичних продуктів.

2. Вірогідне зростання вмісту загального білка та відсоткової кількості альбумінів означають посилення метаболічних процесів в організмі кролів, зростаючи їх потребу як пластичного матеріалу для синтезу білків тканин організму при зростаючих дозах солі хрому, позитивно впливає на зниження рівня глюкози в крові кролів, що доводить участь хрому разом з інсуліном у метаболізмі цукру, сприяє кращому засвоюванню холестерину як будівельного матеріалу для клітин організму.

3. Премікс з дозою 1,2 мг/кг комбікорму викликає порушення цілісності клітин жовчних шляхів та печінкових клітин, протоків підшлункової залози та ворсинок тонкого кишечника із вивільненням в русло крові ферментів АсАТ, ГГТП та зростанням рівня загального білірубину, що вказує на розвиток холестазу.

Вважаємо, що подальший напрямок досліджень повинен бути спрямований на використання визначених показників системи крові для економічного обґрунтування застосування преміксів з хлоридом хрому для кролів.

Література

1. Гончар О. Перспективи розвитку кролівництва в Україні / О. Гончар, Є. Шевченко // Тваринництво України. – 2011. – № 6. – С. 2–6.
2. Бащенко М. І. Кролівництво : монографія / М. І. Бащенко, О. Ф. Гончар, Є. А. Шевченко. – Черкаси : Черкаський інститут АПВ, 2011. – 302 с.
3. Захаренко М. Роль мікроелементів у життєдіяльності тварин / М. Захаренко, Л. Шевченко, В. Михальська // Вет. медицина України. – 2004. – № 2. – С. 15.
4. Мінеральне живлення тварин / [Г. Т. Кліценко, М. Ф. Кулик, М. В. Косенко та ін.]. – К. : Світ, 2001. – 576 с.

5. Іскра Р. Я. Біохімічні процеси в організмі тварин за дії різних сполук Хрому : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія» / Р. Я. Іскра. – Львів, 2013. – 44 с.

6. Голубев М. І. Динаміка росту молодняку кролів за різного рівня хрому в комбікормі / М. І. Голубев, К. І. Махно // Наук. вісн. Львів. нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. Сер. Сільськогосподарські науки. – 2012. – Т. 14, № 3 (53), ч. 3. – С. 30–35.

7. Сологуб Л. І. Хром в організмі людини і тварин. Біохімічні, імунологічні та екологічні аспекти / Л. І. Сологуб, Г. Л. Антоняк, Н. О. Бабич. – Л. : Євросвіт, 2007. – 128 с.

8. Активність амінотрансфераз в крові телят при згодовуванні їм хелатної форми Хрому / Є. О. Дзень, І. В. Лучка, Ю. Я. Пасічна, Р. М. Дудкевич // Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок. – 2009. – Вип. 10, № 1/2. – С. 156–159.

9. Цепко Н. Л. Метаболічний профіль крові та стан імунної системи у поросят за різних доз Zn^{2+} і Cr^{3+} в раціоні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук : спец. 03.00.04 “Біохімія” / Н. Л. Цепко. – Львів, 2011. – 16 с.

10. Левченко В. І. Дослідження крові тварин та клінічна інтерпретація отриманих результатів : [метод. рекомендації для студ. ф-ту вет. медицини та слухачів Ін-ту післядипломного навчання керівників і спеціалістів вет. медицини] / В. І. Левченко, В. М. Соколюк, В. М. Безух [та ін.]. – Біла Церква, 2002. – 56 с.
