

УДК

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ КОРІВ  
ВІД ДІЇ КСЕНОБІОТИКІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ  
БІОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО МОЛОКА**

**Маменко О.М.,** д. с.-г. н., професор,  
**Портянник С.В.,** к. с.-г. н., доцент  
**Portynnyk@mail.ru**

*Харківська державна зооветеринарна академія, м. Харків*

***Анотація.** Розглядається роль захисних систем організму дійних корів під час виробництва екологічно безпечного молока при згодовуванні спеціального антитоксичного мінерально-вітамінного преміксу «МП-А» та ін'єкції біологічно-активного препарату «БП-9».*

***Ключові слова:** біобезпека, молоко, важкі метали, захисні системи організму, ксенобіотики, кадмій, свинець.*

**Актуальність теми та постановка питання.** Вихлопні гази автомобілів, викиди промислових підприємств, відходи тваринницьких комплексів, аерозолі, пестициди, радіонукліди та важкі метали, миючі засоби, харчові консерванти, барвники і інші органічні і неорганічні речовини надмірно забруднюють навколишнє природне середовище. Слідові кількості цих і подібних до них речовин активно мігрують в трофічному ланцюзі, затримуючись в рослинах (кормах), потрапляють в молоко і м'ясо сільськогосподарських тварин, погіршуючи їхню біологічну безпеку. Таким чином в організм людини з їжею, водою та повітрям потрапляє велика кількість хімічних речовин, для нього абсолютно чужих і дуже часто – шкідливих.

Методи зменшення міграції полютантів і ксенобіотиків, особливо важких металів, таких як кадмій та свинець, їх поведінка в організмі тварин давно цікавлять багатьох вчених (Засекін Д.А., Кравців Р.Й., Буцяк В.І., Шабельник М.М., Мельничук Д.О., Калінін І.В., Захаренко М.О., Свиначенко О.І. і ін.) [1-5], як і біологічна (екологічна) безпека виробленої продукції (молока, м'яса і т.д.) в умовах глобалізації торгівлі тваринами і харчовими продуктами.

**Завдання дослідження.** Вивчити роль захисних систем організму дійних корів від ксенобіотиків при інтоксикації кадмієм, свинцем при одночасному застосуванні ін'єкції біологічно-активного препарату «БП-9» та згодовуванні тваринам антитоксичного мінерально-вітамінного преміксу «МП-А» під час виробництва екологічно безпечного коров'ячого молока.

**Матеріал і методика досліджень.** Науково-господарські досліді

## Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини

було проведено в 4-х господарствах: ССП «Дружба», СВК «Хорошківський», СТОВ «Світанок», СТОВ «Удай» Лубенського району Полтавської області, що знаходяться в зоні локального екоцидного впливу промислового центру.

Для досліду в ССП «Дружба» було відібрано 36 голів корів української чорно-рябої молочної породи, СВК «Хорошківський» – 195 голів корів української молочної чорно-рябої породи, СТОВ «Світанок» – 63 голови української червоно-рябої молочної породи і в СТОВ «Удай» – 126 голів української червоно-рябої молочної породи. Всіх тварин було розподілено на три піддослідні групи: першу контрольну та другу і третю дослідні групи. Коровам всіх груп згодовували корми з вмістом ксенобіотиків вище ГДК. Корови II-ї дослідної групи додатково отримували спеціальний антитоксичний мінерально-вітамінний премікс «МП-А», а III-ї – премікс та їм застосовували підшкірну ін'єкцію біологічно-активного препарату (біопротектору) «БП-9», що містить у собі екстракт 9 рослинних компонентів. Середня жива маса корів 500-545 кг, середньодобовий надій складав 14,7 кг, за лактацію – 4500 кг молока. Дослід тривав 120 днів.

Мінерально-вітамінний премікс та біологічно активний препарат «БП-9» було розроблено за методикою [6; 7]. Біохімічний аналіз кормів, крові, молока на вміст вітамінів, макро-, мікроелементів в т.ч. важких металів і ін. було проведено в ІТ УААН, Лубенській РайСЕС, районній лабораторії ветеринарної медицини та лабораторії місцевого молокозаводу за методиками, передбаченими в ДСТУ 3662-97 [8].

**Результати досліджень.** Значення постійної присутності чужорідних речовин в їжі було пізнано зовсім недавно – в 50-і роки, коли було дано визначення поняттю «чужорідна речовина», «чужорідна сполука» – речовина, котру даний організм не може використати ні для виробництва енергії, ні для побудови будь-яких своїх частин. В останні десятиліття в літературі все ширше вживається, як синонім поняття «чужорідна речовина», термін «ксенобіотик» (з грецької «ксенон» – чужий, «біос» – життя). Так як перші ксенобіотики, на котрі вчені звернули увагу, були створені людиною, то цей термін закріпився за хімічними сполуками, здатними нанести шкоду живій природі; на них і вивчали поведінку «чужаків» в організмі тварин та людини: як вони потрапляють у внутрішнє середовище організму, як розподіляються в організмі, де накопичуються, яких зазнають перетворень, як виводяться і т.д.

В організмі тварин і людини є досить багато різних механізмів захисту від ксенобіотиків. Головні з них:

- система бар'єрів, котрі протидіють проникненню ксенобіотиків у внутрішнє середовище організму, а також захищають особливо важливі органи – мозок, статеві та деякі інші залози внутрішньої секреції, – від

тих «чужаків», котрі все ж таки прорвалися у внутрішнє середовище;

- особливі транспортні механізми для виведення ксенобіотиків з організму;
- ферментативні системи, котрі перетворюють ксенобіотики в сполуки менш токсичні, що легше виводяться з організму;
- тканинні депо, де як би під «арештом» можуть накопичуватися деякі ксенобіотики.

Бар'єри, котрі знаходяться на варті внутрішнього середовища організму, утворені одно- або багат шаровими пластами клітин. Кожна клітина огорнута тонкою жирною плівкою – ліпідною мембраною, майже непроникаючою для розчинних у воді речовин. Дуже важко, а то і неможливо цим речовинам подолати один або декілька шарів клітин. Проте речовини, котрі добре розчинні в ліпідах, звичайно, можуть подолати такий бар'єр. Його роль в організмі тварин і людини відіграє шкіра, епітелій, що встилає внутрішню поверхню шлунково-кишкового тракту та дихальних шляхів, і т.д.

Якщо все ж таки ксенобіотик прорвався в кров, то в найбільш важливих органах – центральній нервовій системі, деяких залозах внутрішньої секреції – його зустрінуть так звані гістогематичні бар'єри (з грецьких слів «гістос» – тканина та «гема» – кров), розташовані між тканиною і кров'ю. Нажаль і гістогематичний бар'єр не завжди буває неподоланим для ксенобіотиків – адже снодійні і деякі інші лікарські речовини діють на нервові клітини, а значить, вони долають даний бар'єр [4].

Більше того, деякі ксенобіотики можуть пошкоджувати клітини, котрі утворюють гістогематичний бар'єр, і ті стають легко проникаючими, що є дуже небезпечним, оскільки позбавлені захисту статеві або нервові клітини спочатку «хворіють», а потім можуть і загинути. Досліди на тваринах показують, що сильніше за все пошкоджують бар'єр **сполуки кадмію**, підтвердження цьому підвищений вміст кадмію та свинцю у крові корів контрольних груп (табл. 1).

Забруднення навколишнього природного середовища кадмієм і іншими важкими металами в останні роки збільшується у всьому світі, саме тому можна вважати, що саме він діє в даному випадку на людей, мігруючи з довкілля в рослини, корми для тварин, далі в продукцію (молоко, м'ясо тощо) і вже з продуктами харчування – в організм людини (табл. 2).

Вміст Cd в кормах господарства ССП «Дружба», що увійшли до раціону годівлі дійних корів, перевищував встановлені ГДК в середньому в 2,1-3,2 рази, Pb – 2,4-5,7 рази ( $P \geq 0,999$ ). Найбільше перевищення ГДК по Cd та Pb було виявлено в сні злаково-бобовому (3,2 та 5,7 рази). Концентрація важких металів в кормах інших піддослідних господарств коливалася, що було обумовлене різним вмістом рухомих форм токсикантів у ґрунті

Таблиця 1

Вміст важких металів у сироватці крові корів в кінці досліду,  $M \pm m$ ,  $n=5$ .

Показники	ССП «Дружба»			СВК «Хорошківський»			СЛОВ «Світанок»			СЛОВ «Удай»			Норма "
	Групи підслідних корів												
	Ікон.	Ідос.	Шдос.	Ікон.	Ідос.	Шдос.	Ікон.	Ідос.	Шдос.	Ікон.	Ідос.	Шдос.	
Кадмій, нмоль/л	98,34 ±0,03 ***ак.	79,11 ±0,02 ***	49,19 ±0,05 ***	101,20 ±0,02 ***	54,29 ±0,03 ***	40,72 ±0,03 ***	81,17 ±0,04 ***	48,19 ±0,05 ***	41,61 ±0,03 ***	77,94 ±0,06 ***	40,64 ±0,03 ***	32,14 ±0,02 ***	20-50
Свинець, мкмоль/л	8,32 ±0,11 ***ак.	3,02 ±0,19 ***	1,98 ±0,16 ***	6,54 ±0,21 ак.	4,01 ±0,29 *	1,38 ±0,19 ***	5,74 ±0,19 ак.	2,07 ±0,22 ***	1,87 ±0,20 ***	4,63 ±0,16 ***	1,72 ±0,13 ***	1,27 ±0,23 ***	до 2

Примітка:  $P \geq 0,95^*$ ;  $P \geq 0,99^{**}$ ;  $P \geq 0,999^{***}$ ; " - [9]; ак.- акумулюючий ефект.

Таблиця 2

Вміст важких металів у молоці корів на початок досліду,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Показники	ССП «Дружба»			СВК «Хорошківський»			СЛОВ «Світанок»			СЛОВ «Удай»			Норма III
	Групи підслідних корів												
	Ікон.	Ідос.	Шдос.	Ікон.	Ідос.	Шдос.	Ікон.	Ідос.	Шдос.	Ікон.	Ідос.	Шдос.	
Кадмій, мг/кг	0,073 ±0,003	0,071 ±0,006	0,070 ±0,001	0,076 ±0,001	0,078 ±0,002	0,081 ±0,004	0,055 ±0,004	0,057 ±0,002	0,059 ±0,008	0,041 ±0,003	0,044 ±0,007	0,046 ±0,009	0,03 дитяче харч. (0,02)
Свинець, мг/кг	1,729 ±0,031	1,714 ±0,030	1,732 ±0,027	1,507 ±0,031	1,493 ±0,043	1,512 ±0,027	1,651 ±0,039	1,663 ±0,044	1,640 ±0,040	1,531 ±0,023	1,539 ±0,037	1,647 ±0,026	0,1 дитяче харч. (0,05) ЄС (0,02)
Іатунок	Не відповідає вимогам ДСТУ 3662-97 та стандарту ЄС												В

Примітка: III – фізіологічна норма здорової тварини, ГДК та норма згідно ДСТУ 3662-97.

та місцем розташування угідь, де вирощувалися рослини в залежності від віддалі до промислового центру, автомагістралей, АГНКС тощо. Тому, в кормах СВК «Хорошківський» найбільший вміст Cd, Pb з перевищенням ГДК було виявлено в кормових буряках відповідно в 2,5 і 3,4 раза. Загально відомим є те, що рослини в більшій мірі акумулюють важкі метали в кореневій системі, тобто в тій частині, котра знаходиться в ґрунті, у вегетативну систему ксенобіотиків потрапляє дещо менше [18], тому саме кормові буряки мали найвищий рівень забрудненості за всіма досліджуваними елементами в порівнянні з іншими кормами ( $P \geq 0,999$ ) [6; 7].

У кормах, вирощених на сільськогосподарських угіддях СТОВ «Світанок», окрім перевищення ГДК по вмісту Cd, Pb в порівнянні з іншими господарствами було зафіксовано високий вміст цинку в кормах і зокрема в зерні вівса та гороху в середньому 6,3-6,8 раза. Найбільшим вмістом кадмію та свинцю серед решти кормів відрізнялася дерть горохова ( $P \geq 0,999$ ).

Серед всіх 4-х піддослідних господарств корми СТОВ «Удай» мали найбільше забруднення по свинцю у 7,3 раза. По забрудненню кормів кадмієм господарство займає останнє місце разом з СВК «Хорошківський». Найбільшим вмістом кадмію, свинцю серед кормів раціону відрізнялося сіно злаково-бобове ( $P \geq 0,999$ ).

Транспортні системи, котрі виводять ксенобіотики з крові, виявлені в багатьох органах ссавців в т.ч. людини. Найбільш потужні знаходяться в клітинах печінки та ниркових каналцях. В органах, захищених гістогематичним бар'єром, існують особливі утворення, що відкачують ксенобіотики з тканинної рідини в кров. Так, наприклад, в шлуночках головного мозку є так зване хоріоїдне сплетіння, клітини котрого переміщують чужорідні сполуки з ліквору (рідина, що омиває мозок) в кров, котра протікає по судинам сплетіння [14].

Таким чином, є два типи систем виведення ксенобіотиків: ті, що підтримують чистоту (безпеку) внутрішнього середовища одного органу (наприклад, системи виведення в клітинах хоріоїдного сплетіння), і ті, що очищають внутрішнє середовище всього організму (наприклад, системи в клітинах печінки і ниркових каналців). Проте, загальний принцип роботи систем виведення однаковий: «транспортні» клітини утворюють шар (пласт), одна сторона котрого межує з внутрішнім середовищем, а інша – з зовнішнім; ліпідна мембрана клітин цього шару не пропускає водорозчинні ксенобіотики, але в цій мембрані є спеціальний білок-переносник, котрий розпізнає речовину, що підлягає видаленню, утворює з нею транспортний комплекс і проводить через ліпідний шар з внутрішнього середовища в одну з клітин пласта. Потім інший переносник виводить небажану речовину з клітини в зовнішнє середовище. Ксенобіотики дуже різноманітні за хімічною будовою. Отже, виникає питання, скільки ж необхідно мати в мембра-

## Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини

ні білків-переносників? Дослідження показали, що основна маса, чужорідних речовин виводиться всього двома системами – для органічних кислот і для органічних основ. Всі антропогенні органічні речовини, що утворюють у внутрішньому середовищі негативно заряджені іони (основи), виводяться однією системою, а ті, що утворюють позитивно заряджені іони (кислоти) – іншою. До 1983 року було описано більше 200 сполук різної хімічної будови, котрі здатна розпізнавати і виводити система транспорту органічних кислот в нирках. На справді ж їх кількість значно більша. Подібна широта обсягу дуже корисна для організму.

Нажаль, системи виведення ксенобіотиків не всесильні. За високої концентрації ксенобіотиків у крові всі молекули переносника в мембрані (а кількість їх, звичайно, обмежена) будуть зайняті, і процес переносу, досягнувши відповідної швидкості, змушений буде нею обмежитися. Крім того, з'ясувалося, що деякі антропогенні забруднювачі, полютанти, як і у випадку з гістогематичними бар'єрами, можуть пошкоджувати та навіть убивати «транспортні» клітини. Так, в 70-і роки американські вчені створили напівсинтетичні антибіотики пеніцилінового ряду (цефалоридін), котрі під час випробовування в пробірках виявилися значно ефективнішими, ніж пеніцилін. Але, потрапивши в організм, цефалоридіни стали смертоносними – тварини гинули в зв'язку з загибеллю клітин ниркових каналців. Система транспорту органічних кислот починає виводити цефалоридін лише тоді, коли концентрація його в клітині значно вище, ніж у крові, але за цієї концентрації антибіотик починає руйнувати структуру клітини і вона гине. Так захисна система стає воротами для смерті! Це свідчить, настільки небезпечним може бути синтез та застосування складних органічних сполук і як важко передбачити біологічні наслідки використання таких речовин [12].

Наступний механізм захисту – ферментативні системи, котрі перетворюють ксенобіотики в менш отруйні і такі, що легше виводяться з організму сполуки. Для цього використовуються ферменти, котрі каталізують або розривають будь-який хімічний зв'язок в молекулі ксенобіотику, або, навпаки, з'єднання її з молекулами інших речовин. Частіше за все у підсумку утворюється органічна кислота, котра легко видаляється з організму.

Найбільш потужні ферментативні системи знаходяться в клітинах печінки, адже кров, котра відтікає від кишечника з усіма поживними речовинами та ксенобіотиками, що потрапили в неї, надходить в печінку і клітини цього органу повинні перехоплювати «чужаків», не дати їм (якщо можливо) прориватися в загальний кровообіг. В більшості випадків печінка добре справляється з цим досить складним завданням. В печінці можуть знешкоджуватися навіть такі небезпечні речовини, як поліциклічні

ароматичні вуглеводні, котрі здатні викликати рак. Проте і тут не все просто. Іноді в результаті роботи цих ферментативних систем утворюються продукти значно токсичніші і небезпечніші, ніж початковий ксенобіотик. Сумний парадокс, але система знешкодження інколи може спрацьовувати як накопичувач отрути. Після забою тварин нами було виявлено підвищений вміст важких металів у печінці, нирках, селезінці, серці, кістковій тканині у тварин контрольних груп ( $P \geq 0,999$ ) (табл. 3).

Що стосується **депо** для ксенобіотиків, то деякі з них вибірково накопичуються у відповідних тканинах і тривалий час в них зберігаються ( $P \geq 0,999$ ) (табл. 3). В цих випадках має місце депонування ксенобіотику.

Так, хлоровані вуглеводні, призначені для боротьби зі шкідниками полів, добре розчинні в жирах тому вибірково накопичуються в жировій тканині тварин і людини, де в силу своєї стійкості можуть зберігатися досить довго. Одна з таких сполук, так званий ДДТ, до сих пір його виявляють в жировій тканині людей і тварин, хоча його застосування в більшості країн світу заборонене досить давно. Сполуки тетрациклінового ряду подібно до кальцію, вибірково депонуються в ростучій кістковій тканині, і т.д. Чи є таке депонування надійним способом захисту від ксенобіотиків? І так, і ні. Коли ксенобіотик збирається в тканині, очищуючи при цьому інші тканини, то це сприяє нормальній життєдіяльності організму. Але якщо він «застряє» там надовго, то в решті-решт його токсична дія проявляється. Нами спостерігалось депонування кадмію і свинцю в кістковій тканині усіх контрольних груп корів ( $P \geq 0,999$ ) (табл. 3).

Таким чином, щоб отримати ліки (антидотні речовини), котрі подіяли і дали результат, необхідно «навчити» їх долати бар'єри і бути впевненим, що при деградації лікарської речовини не стануть з'являтися отруйні речовини, потрібно знати, з якою швидкістю дана лікарська речовина (препарат антидот) знешкоджується і з якою швидкістю він виводиться з організму. Фармакологи, токсикологи, екологи та гігієністи зацікавилися даними системами захисту, оскільки тварини та люди виживають в умовах посиленого антропогенного забруднення тільки завдяки цим системам.

Коли ефективно спрацьовують дані системи можна отримати екологічно безпечно та повноцінне коров'яче молоко ( $P \geq 0,999$ ) (табл. 4) і посилити виведення небезпечних важких металів з організму дійних корів з сечею ( $P \geq 0,999$ ) (табл. 5) і частково перевівши їх з міграції в молоко та м'ясо в **депо кістки, внутрішні органи**, мінімізувавши біологічну небезпеку для здоров'я самої тварини ( $P \geq 0,999$ ) (табл. 3). Застосування антидотних речовин преміксу та біопрепарату сприяло зниженню вмісту ксенобіотиків в II і III-х дослідних групах корів до допустимих фізіологічних норм ( $P \geq 0,999$ ) (табл. 3).

Багато вчених, які вивчали питання систем захисту організму тварин

Таблиця 3

Вміст важких металів (мг/кг сирової маси) в органах і тканинах корів, M±m, n=3

Показники	ССП «Дружба»			СВК «Хорошківський»			СТОВ «Світанок»			СТОВ «Удай»			ГДК	Перевищ. ГДК в середн. по групам
	Групи підслідних корів													
	Ікон.	Пдос.	Шдос.	Ікон.	Пдос.	Шдос.	Ікон.	Пдос.	Шдос.	Ікон.	Пдос.	Шдос.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>М'язова тканина (середній зразок)</b>														
Кадмій	0,140 ±0,017	0,047 ±0,011	0,043 ±0,017	0,133 ±0,010	0,031 ±0,020	0,028 ±0,011	0,115 ±0,022	0,025 ±0,027	0,021 ±0,023	0,094 ±0,017	0,023 ±0,034	0,017 ±0,031	0,05	1,9-2,8 раза
Свинць	1,091 ±0,027	0,483 ±0,089	0,457 ±0,042	1,172 ±0,033	0,475 ±0,051	0,462 ±0,064	1,261 ±0,020	0,430 ±0,035	0,416 ±0,086	1,083 ±0,010	0,373 ±0,071	0,308 ±0,052	0,50	2,2-3,4 раза
Відп-сть ГДК <sup>с</sup>	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	-	-
Перевищення ГДК, раза	Cd>2,8 Pb>3,4 Cu>1,6 Zn>1,9	-	-	Cd>2,5 Pb>2,9 Cu>1,7 Zn>1,5	-	-	Cd>2,3 Pb>2,5 Cu>1,4 Zn>1,3	-	-	Cd>1,9 Pb>2,2 Cu>1,3 Zn>1,6	-	-	-	-
<b>Нирки</b>														
Кадмій	3,241 ±0,029	1,252 ±0,017	0,903 ±0,016	2,968 ±0,017	0,884 ±0,021	0,701 ±0,019	2,614 ±0,023	0,831 ±0,017	0,695 ±0,012	2,309 ±0,017	0,721 ±0,021	0,563 ±0,025	1,00	1,3-3,2 раза
Свинць	4,522 ±0,044	0,931 ±0,079	0,851 ±0,051	1,387 ±0,031	0,804 ±0,042	0,735 ±0,038	1,981 ±0,030	0,772 ±0,061	0,639 ±0,028	1,452 ±0,040	0,785 ±0,024	0,721 ±0,017	1,00	3,5-4,5 раза



Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Від-сть ГДК <sup>сн</sup>	не відп.	не відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	-	-
Перевищ ення ГДК, раз	Cd>3,2 Pb>4,5 Cu>2,1 Zn>1,8	Cd>1,3	-	-	-	-	Cd>2,6 Pb>4,0 Cu>1,8 Zn>1,5	-	-	-	-	-	-	-
<b>Цинка</b>														
Кадмій	0,751 ±0,029	0,283 ±0,011 ***	0,271 ±0,022 ***	0,700 ±0,019	0,308 ±0,010 ***	0,255 ±0,026 ***	0,683 ±0,046	0,247 ±0,019 ***	0,234 ±0,033 ***	0,011 ±0,017	0,239 ±0,041 ***	0,205 ±0,038 ***	0,3	1,2-2,5 раза
Свинець	1,865 ±0,040	1,383 ±0,032 ***	0,589 ±0,014 ***	1,731 ±0,029	0,557 ±0,047 ***	0,505 ±0,035 ***	1,694 ±0,017	0,489 ±0,057 ***	0,463 ±0,023 ***	1,007 ±0,032	0,440 ±0,036 ***	0,415 ±0,030 ***	0,6	2,3-3,1 раза
Від-сть ГДК <sup>сн</sup>	не відп.	не відп.	відп.	не відп.	не відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	-	-
Перевищ ення ГДК, раз	Cd>2,5 Pb>3,1 Cu>1,4 Zn>1,7	Pb>2,3	-	Cd>2,3 Pb>2,9 Cu>1,4 Zn>1,6	Cd>1,2	-	Cd>2,3 Pb>2,8 Cu>1,4 Zn>1,5	-	-	Cd>2,0 Pb>2,7 Cu>1,3 Zn>1,6	-	-	-	-
<b>Селеніка</b>														
Кадмій	0,186 ±0,022	0,208 ±0,019 ***	0,194 ±0,031 ***	0,462 ±0,029	0,187 ±0,044 ***	0,180 ±0,048 ***	0,391 ±0,033	0,169 ±0,030 ***	0,160 ±0,024 ***	0,361 ±0,018	0,152 ±0,039 ***	0,147 ±0,041 ***	0,3	1,2-1,6 раза
Свинець	1,503 ±0,031	0,302 ±0,021 ***	0,291 ±0,019 ***	1,480 ±0,045	0,285 ±0,031 ***	0,280 ±0,046 ***	1,376 ±0,024	0,271 ±0,054 ***	0,268 ±0,060 ***	1,029 ±0,028	0,242 ±0,030 ***	0,236 ±0,028 ***	0,6	1,7-2,5 раза
Мідь	33,79 ±0,46	13,16 ±0,34 ***	13,08 ±0,28 ***	20,11 ±0,73	14,49 ±0,41 ***	14,03 ±0,35 ***	13,02 ±0,37	12,61 ±0,58 ***	12,53 ±0,71 ***	24,57 ±0,83	11,85 ±0,92 ***	11,09 ±0,61 ***	20,0	1,2-1,3 раза
Цинк	100,94 ±0,97	58,11 ±0,66 ***	56,10 ±0,38 ***	148,91 ±0,92	43,94 ±0,61 ***	42,65 ±0,34 ***	141,39 ±0,82	39,03 ±0,40 ***	37,85 ±0,58 ***	151,68 ±0,30	47,14 ±0,64 ***	45,12 ±0,69 ***	100,0	1,4-1,6 раза

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відп-сть ГДК <sup>п</sup>	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	-	-
Перевищ сннн ГДК, раза	Cd>1,5 Pb>1,9 Cu>1,2 Zn>1,2	-	-	Cd>1,4 Pb>1,8 Cu>1,2 Zn>1,1	-	-	Cd>1,3 Pb>1,6 Cu>1,2 Zn>1,1	-	-	Cd>1,1 Pb>1,4 Cu>1,1 Zn>1,1	-	-	-	-
<b>Кістки</b>														
Кадмій	0,423 ±0,011	0,194 ±0,021 ***	0,183 ±0,035 ***	0,411 ±0,023	0,180 ±0,042 ***	0,175 ±0,019 ***	0,407 ±0,025	0,162 ±0,038 ***	0,160 ±0,50 ***	0,402 ±0,013	0,156 ±0,032 ***	0,149 ±0,041 ***	0,3	1,3-1,4 раза
Свинець	1,688 ±0,010	0,570 ±0,029 ***	0,425 ±0,030 ***	1,312 ±0,024	0,402 ±0,041 ***	0,396 ±0,052 ***	1,480 ±0,030	0,370 ±0,049 ***	0,341 ±0,027 ***	1,314 ±0,017	0,306 ±0,053 ***	0,294 ±0,039 ***	0,6	2,1-2,8 раза
Відп-сть ГДК <sup>п</sup>	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	-	-
Перевищ сннн ГДК, раза	Cd>1,4 Pb>2,8 Cu>1,2 Zn>1,3	-	-	Cd>1,4 Pb>2,5 Cu>1,2 Zn>1,3	-	-	Cd>1,4 Pb>2,5 Cu>1,2 Zn>1,2	-	-	Cd>1,3 Pb>2,1 Cu>1,1 Zn>1,3	-	-	-	-

Примітка: P>0,999\*\*\*; " – відмітка про відповідність ГДК згідно обов'язкового мінімального переліку досліджень сировини, продукції тваринного та рослинного походження, комбікормової сировини, комбікормів, вітамінних препаратів та ін. котрі слід проводити в державних лабораторіях ветеринарної медицини і за результатами яких видається ветеринарне свідоцтво (Ф-2). – Держ. Деп. Вет. медицини. – м. Київ 1998. – 32 с.

ГДК	Cd	Pb
М'язи	0,05	0,5
Нирки	1,01	
Субпродукти	0,3	0,6

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відп-сть ГДК <sup>0</sup>	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	не відп.	відп.	відп.	-	-
Перевипення ГДК	Cd>1,6 Pb>2,5 Cu>1,3 Zn>1,6	-	-	Cd>1,5 Pb>2,5 Cu>1,3 Zn>1,5	-	-	Cd>1,3 Pb>2,1 Cu>1,3 Zn>1,4	-	-	Cd>1,2 Pb>1,7 Cu>1,2 Zn>1,5	-	-	-	-
<b>Легені</b>														
Кадмій	0,513 ±0,010	0,293 ±0,027 ***	0,291 ±0,015 ***	0,451 ±0,024	0,287 ±0,013 ***	0,284 ±0,018 ***	0,393 ±0,016	0,268 ±0,014 ***	0,263 ±0,020 ***	0,311 ±0,014	0,194 ±0,012 ***	0,181 ±0,011 ***	0,3	1,1-1,7 раза
Свинець	2,763 ±0,024	0,785 ±0,030 ***	0,534 ±0,037 ***	2,465 ±0,029	0,722 ±0,049 ***	0,412 ±0,026 ***	3,228 ±0,026	0,720 ±0,051 ***	0,302 ±0,065 ***	1,812 ±0,021	0,660 ±0,047 ***	0,219 ±0,073 ***	0,6	3,0-4,6 раза
Відп-сть ГДК <sup>0</sup>	не відп.	не відп.	відп.	не відп.	не відп.	відп.	не відп.	не відп.	відп.	не відп.	не відп.	відп.	-	-
Перевипення ГДК, раза	Cd>1,7 Pb>4,6 Cu>1,3 Zn>1,4	Pb>1,3	-	Cd>1,5 Pb>4,1 Cu>1,5 Zn>1,2	Pb>1,2	-	Cd>1,3 Pb>3,7 Cu>1,4 Zn>1,1	Pb>1,2	-	Cd>1,1 Pb>3,0 Cu>1,2 Zn>1,3	Pb>1,1	-	-	-
<b>Серце</b>														
Кадмій	0,459 ±0,027	0,195 ±0,017 ***	0,190 ±0,014 ***	0,431 ±0,019	0,187 ±0,026 ***	0,182 ±0,012 ***	0,195 ±0,058	0,169 ±0,019 ***	0,160 ±0,022 ***	0,337 ±0,021	0,150 ±0,027 ***	0,144 ±0,019 ***	0,3	1,1-1,5 раза
Свинець	1,046 ±0,030	0,203 ±0,023 ***	0,198 ±0,019 ***	1,091 ±0,042	0,170 ±0,051 ***	0,165 ±0,063 ***	0,957 ±0,056	0,154 ±0,028 ***	0,147 ±0,021 ***	0,840 ±0,053	0,136 ±0,024 ***	0,130 ±0,031 ***	0,6	1,4-1,9 раза

Таблиця 4

Вміст важких металів у молоці корів в кінці дослідів,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Показники	ССП «Дружба»			СВК «Хорошківський»			СТОВ «Світанок»			СТОВ «Удай»			Норма III	
	Групи підслідних корів									Норма II				
	Ікон.	Шдос.	Шдос.	Ікон.	Шдос.	Шдос.	Ікон.	Шдос.	Шдос.	Ікон.	Шдос.	Шдос.		
Досліджувані важкі метали														
Кадмій, мг/кг	0,087 ±0,002 нв, нп	0,031 ±0,004 *** нв, нп	0,018 ±0,003 *** нв, нп	0,09 ±0,001 нв, нп	0,031 ±0,001 *** нв, нп	0,011 ±0,001 *** нв, нп	0,068 ±0,006 нв, нп	0,017 ±0,002 *** нв, нп	0,012 ±0,004 *** нв, нп	0,053 ±0,001 нв, нп	0,024 ±0,001 *** нп	0,014 ±0,001 *** нв	0,03 дитяче харч. (0,02)	
	Свинець, мг/кг	1,835 ±0,057 нв, нп	0,614 ±0,032 *** нв, нп	0,014 ±0,011 *** нв, нп	1,641 ±0,032 нв, нп	0,515 ±0,076 *** нв, нп	0,027 ±0,014 *** нв, нп	1,734 ±0,042 нв, нп	0,016 ±0,015 *** нв, нп	0,014 ±0,014 *** нв, нп	1,794 ±0,052 нв, нп	0,331 ±0,041 *** нв, нп	0,032 ±0,011 *** нв	0,1 дитяче харч. (0,05) ЄС (0,02)
Гатунок	не від ЄС			не від ЄС			не від ЄС			не від ЄС			не від ЄС	
	2/нег.	1/нег.	В	1/нег.	1/нег.	В	2/нег.	1/нег.	В	1/нег.	1/нег.	В	В	1

Примітка:  $P > 0,999^{***}$ ,  $НВ$  – не відповідає стандарту,  $В$  – відповідає стандарту,  $НП$  – не відповідає для виробництва

молокопродуктів дитячого харчування;

III – фізіологічна норма здорової тварини, ГДК та норма згідно ДСТУ 3662-97.

2/нег, 1/нег, – 1, 2 – татунок за якісними показниками, нег. – не відповідає татунок за вмістом важких металів.

Придатне для виробництва продуктів дитячого харчування

Таблиця 5

Хімічний аналіз сечі підслідних корів в кінці дослідного періоду,  $M \pm m$ ,  $n=5$ .

Показники	ССП «Дружба»			СВК «Хорошківський»			СТОВ «Світанок»			СТОВ «Удай»			Норма II
	Групи підслідних корів									Норма I			
	Ікон.	Шдос.	Шдос.	Ікон.	Шдос.	Шдос.	Ікон.	Шдос.	Шдос.	Ікон.	Шдос.	Шдос.	
Досліджувані ксенобіотики													
Кадмій, мкгмоль/л	1,90 ±0,15 *II	3,05 ±0,07 ***	3,48 ±0,19 ***	1,73 ±0,06 *II	3,57 ±0,11 ***	3,82 ±0,13 ***	1,63 ±0,09 *II	3,54 ±0,06 ***	3,96 ±0,03 ***	1,40 ±0,16 *II	3,86 ±0,10 ***	4,07 ±0,09 ***	0,89
	Свинець, мкгмоль/л	0,46 ±0,22 *II	1,27 ±0,23 ***	1,40 ±0,15 ***	0,36 ±0,14 *II	1,51 ±0,27 ***	1,57 ±0,31 ***	0,31 ±0,17 *II	1,69 ±0,13 ***	1,76 ±0,19 ***	0,34 ±0,26 *II	1,78 ±0,20 ***	1,83 ±0,22 ***

Примітка:  $P \leq 0,95^{**}$ ;  $P \geq 0,999^{***}$ ; \*II – [14].

чи людини від дії небезпечних ксенобіотиків, так і не задали собі питання: а чому, власне, в організмі тварин і людини могли з'явитися такі системи? Як природа могла передбачити, які саме способи виведення знадобляться для знешкодження речовин, котрих на Землі до появи заводів, автомобілів, хімічних виробництв, очевидно, просто не було? Відповідь на це питання підказала не біохімія чужорідних речовин, не фармакологія або токсикологія, а саме **екологія**.

Отруйними можуть бути не лише антропогенні, але і природні речовини: бактеріальні та грибкові токсини, алкалоїди, глікозиди, хінони, таніни, ізофлавоноїди рослин – тут все залежить від дози. В 1959 році американський дослідник Ж. Френкель опублікував результати унікальних досліджень – вони показали, що деякі комахи вибирають собі в їжу рослину, в якій є відповідні природні токсини! Так, наприклад, гусінь тютюнового бражника пізнає листя табаку за наявністю в них нікотину. Нікотин дуже отруйний і практично всі комахи його уникають, але гусінь тютюнового бражника, поміщена в чашку, на дні котрої лежить фільтрувальний папір, безпомилково знаходить і починає гризти те місце на папері, куди нанесена крапля розчину нікотину, і не звертає ніякої уваги на місця нанесення цукрів, амінокислот і інших корисних речовин. Речовини, що заволікають тварин, прийнято називати атрактанами, а ті, що відлякують – репелентами. Так, нікотин для більшості комах – репелент, а для гусені – атрактант. Чому нікотин не отрує гусінь? Взагалі рослини синтезують токсини для захисту від своїх багаточисленних ворогів. В свою чергу, тварини, які харчуються рослинами, вимушені створювати механізми захисту від ксенобіотиків – тільки таким шляхом вони можуть харчуватися відповідною рослиною їжею. От і виявилось, що у гусені тютюнового бражника є спеціальна транспортна система для швидкого виведення нікотину з внутрішнього середовища організму [11; 14].

Очевидно, розвиток таких механізмів – синтез отрути та утворення систем захисту від них – йшло в еволюції паралельно і взаємопов'язно. В результаті такої коеволюції склалися дивні форми взаємодії між рослинами і рослиноїдними комахами. Наприклад, рослина ваточник для захисту від ворогів синтезує так звані серцеві глюкозиди. Вони дуже ядовиті та небезпечні і для комах, і для хребетних, включаючи ссавців. Але гусінь метелика данаїди створила надійний механізм захисту від серцевих глюкозидів і депонування їх. Накопичені глюкозиди переходять спадково в організм дорослого метелика, в результаті чого він стає отруйним для птахів. Але навчині гірким досвідом птахи уникають поїдання метеликів данаїд [13].

Таким чином, тут ми маємо дві стратегії захисту, котрі утворилися в процесі коеволюції рослин і тварин. Перша стратегія – вибір індивідуаль-

## Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини

ного механізму захисту. Рослини вчаться синтезувати потужні захисні токсини – такі, як серцеві глюкозиди, нікотин, атропін, стрихнін. Більшість тварин не в змозі захиститися від них. Але у одного-двох видів з'являється якийсь механізм захисту, такий вид тварин може навіть харчуватися даним видом рослин – і тут він не має конкурентів. Подальша коєволюція зміцнює зв'язок між твариною і рослиною, токсин останнього стає для тварини атрактантом.

Друга стратегія захисту – уникнення причин загибелі. Тварини вчаться уникати отруйних рослин, пізнаючи їх токсини по запаху або смаку. Такі токсини стають для тварини репелентами. Тварина вишукує їжу, де немає таких репелентів і коло харчових рослин при цьому може бути достатньо широким.

Ці дві стратегії визначають і особливості систем захисту від сучасних ксенобіотиків. Перша стратегія може здійснюватися тільки за допомогою систем, захищаючих саме від даного ксенобіотику. Вони, звичайно, можуть бути різними за механізмом (детоксикація, виведення, депонування чи щось інше), але їх можливості обмежені.

Діапазон другої стратегії значно ширший, захисні системи, котрі використовують дану стратегію можуть зберегти внутрішнє середовище організму від ксенобіотиків, що зустрічаються в різних видах кормів (їжі) і достатньо різних за хімічним складом. Тому ефективність систем захисту від ксенобіотиків, а зокрема систем виведення кислот, повинна бути різною у тварин з різним типом харчування – монофагів, олігофагів, поліфагів (тобто тих, що використовують один, декілька або багато видів їжі). І дійсно, у монофагів (бджолина огнівка) і олігофаг (черепаша) швидкість виведення низька, а у поліфагів (особливо всеїдних) вона велика. Саме тому, у своїх дослідженнях ми урахували біологічні особливості цих стратегій захисту для зменшення негативного впливу ксенобіотиків (Cd і Pb) на організм дійних корів для виробництва екологічно безпечного молока.

Отримуючи кількісні характеристики ефективності роботи систем захисту від ксенобіотиків у представників різних систематичних груп тварин, ми можемо прогнозувати долю їх в умовах антропогенного забруднення навколишнього природного середовища. Відкривається можливість об'єктивно визначати, які речовини і в яких дозах може винести вид, який нас цікавить.

Знання можливості захисних систем дозволяє встановити, які речовини не повинні потрапляти в їжу людини та сільськогосподарських тварин. Зараз у всьому світі і в нашій країні створюються нові види кормового білку, нові комбікорми, премікси, біологічно-активні препарати, типу «БП-9». При цьому не перевіряється, які ксенобіотики містяться в кормах чи вже готових продуктах і чи можуть з ними впоратися системи захисту тва-

рини або людини, чи не будуть ксенобіотики самі порушувати роботу захисних систем в організмі.

В даний час робляться спроби знизити рівень забруднення навколишнього природного середовища, але всі ми знаємо, як повільно і непросто рухається дана справа. Вивчення властивостей систем захисту від ксенобіотиків може допомогти нам виграти час – дати можливість ослабити шкідливу дію забруднювачів, підвищивши ефективність роботи захисних систем в т.ч. фармацевтичним шляхом. Особливо важливо це для дітей – вони дуже чутливі до чужорідних хімічних речовин, а механізми захисту у них ще не розвинені в повній мірі.

### **Висновки**

1. Системи захисту від ксенобіотиків, створені в процесі еволюції для боротьби з природними отрутами, покищо захищають живі організми від ксенобіотиків в т.ч. важких металів таких як Cd і Pb. Найцінніша їх властивість – знешкоджування найрізноманітніших ксенобіотиків, але надмірне антропогенне забруднення екосистем робить організм вразливим до дії ксенобіотиків і особливо важких металів (Cd і Pb).

2. Застосування в годівлі корів мінерально-вітамінного преміксу «МП-А» та ін'єкція біопротектору «БП-9» не сприяли депонуванню досліджуваних ксенобіотиків у внутрішніх органах і тканинах організму тварин в т.ч. молоці ( $P \geq 0,999$ ), робота даної системи захисту організму була мінімальною.

3. За допомогою спеціального антитоксичного преміксу «МП-А», що містить мінеральні елементи антагоністи Cd і Pb, вдалося зменшити навантаження ксенобіотиків (Cd, Pb) на гістогематичний бар'єр шлунково-кишкового тракту і посилити виведення їх з організму корів ( $P \geq 0,999$ ).

4. Ін'єкція біопротектору «БП-9», що містить лігандні групи, сприяла перетворенню ендогенних ксенобіотиків, котрі потрапили в кров, у стійкі нетоксичні хелатні сполуки, котрі виводилися з організму тварин печінкою (жовчу) та нирками (з сечею) ( $P \geq 0,999$ ), активізувала захисні транспортні механізми інтоксикованого організму.

### **Література**

1. Кравців Р.Й., Буцяк В.І. Вплив важких металів на кислотно-лужний гомеостаз в організмі корів. // Вісник аграрної науки, №3, 2005, – с. 35-37.

2. Буцяк В.І., Кравців Р.Й. Вплив цеолітів на трансформацію важких металів органами і тканинами корів за умов антропогенного навантаження // Біологія тварин. – 2003. – Т.5, №1-2. – С. 306-310.

3. Буцяк В.І. Трансформація важких металів із корму в молоко на тлі дії цеоліту // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2002. – Випуск 6. – С. 585-588.

### Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини

4. Засєкін Д.А. Розвиток патологічного процесу у тварин за умов отруєння їх організму солями важких металів // Наук. Вісник НАУ. – 2001. – Вип. 42. – С. 90-95.

5. Засєкін Д.А., Захаренко М.О., Свиначенко О.І. Шляхи одержання екологічно чистої тваринницької продукції в регіонах України з високим рівнем важких металів у довкіллі // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Сучасні проблеми екології та гігієни виробництва продуктів тваринництва. – Вип.8- Т-1 – 2000.- С. 61.

6. Мащенко О.М., Портянник С.В., Іванов Г.Б. Особливості цитотоксичної дії і можливості виведення важких металів із організму корів і телят. Проблеми зооінженерії і ветеринарної медицини // Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. – Х.: РВВ ХДЗВА., 2004. – Випуск 12(36).- Ч. 1.- С. 48-60.

7. Портянник С.В. Вплив преміксу і препарату «Т» на отримання екологічно чистого молока // Вісник Сумського національного аграрного університету. Науково-методичний журнал, серія «Тваринництво», 2002. – Випуск 6.- С. 471-474.

8. ДСТУ 3662 – 97 Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі. – 10с.

9. Георгиевский В.И., Аниенков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. – М.: Колос, 1979. – 471 с.

10. Лапшин С.А., Кальницкий Б.Д., Кокорев В.А. и др. Новое в минеральном питании сельскохозяйственных животных. – М., 1988. – с. 17-29.

11. Underwood E.J. The mineral nutrition of livestock. Farnham Royal., 1981.

12. Anke M., Groppe B., Krause U. e.a. Diagnosemöglichkeiten des zink-, mangan-, kupfer-, jod-, selen-, molybdan-, kadmium-, nickel-, lithium- und arsenstatus. Mengen- und Spurenelemente. Leipzig, KMU, 1988:368–384.

13. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. – 439 с.

14. Левченко В.І., Влізло В.В., Кондрахін І.П. та ін. Ветеринарна клінічна біохімія / За ред. В.І. Шевченка і В.Л. Галяса. – Біла Церква, 2002. – 400 с.



ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА КОРОВ  
ОТ ДЕЙСТВИЯ КСЕНОБИОТИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
БИОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО МОЛОКА

Маменко О.М., д. с.-х. н., профессор

Портянник С.В., к. с.-х. н., доцент

Portynnyk@mail.ru

Харьковская государственная зооветеринарная академия, г. Харьков

Аннотация. Рассматривается роль защитных систем организма дойных коров во время производства экологически безопасного молока при скармливании специального антитоксической минерально-витаминного премикса «МП-А» и инъекции биологически активного препарата «БП-9».

Ключевые слова: биобезопасность, молоко, тяжелые металлы, защитные системы организма, ксенобиотики, кадмий, свинец.

EFFICIENCY OF COWS' BODY PROTECTION SYSTEMS  
FROM ACTION OF XENOBIOTICS WHEN BIOLOGICALLY  
SAFE MILK IS PRODUCED

Mamenko O.M., Portyannyk S.V.

Summary. The role of protective systems of the dairy cows in the production of environmentally friendly milk when fed special-tion of antitoxic mineral-vitamin premix "MP-A" and injection of biologically active drug "BP-9."

Key words: biosafety, milk, heavy metals, protective systems organismu, xenobiotics, cadmium, lead.

---

---