

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА
УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА ЗООВЕТЕРИНАРНА АКАДЕМІЯ**

На правах рукопису

ЧАЛАЯ ОЛЬГА СЕРГІЇВНА

УДК 636.4.08:504:546.3

**ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА СВИНИНИ
ЗА УМОВ НАДЛИШКУ В РАЦІОНІ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

03.00.16. – екологія

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Науковий керівник:

Маменко Олексій Михайлович

доктор сільськогосподарських наук,

професор, член-кореспондент

НААН

України

ХАРКІВ -2013

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	4
ВСТУП.....	5
.....	
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	12
1.1. Загальна характеристика важких металів, зокрема Плюмбуму і Кадмію	12
1.2. Рух Плюмбуму і Кадмію в трофічному ланцюгу: «корми – тварина – людина».....	18
.....	
1.3. Біологічна роль Плюмбуму і Кадмію.....	26
1.4. Механізми токсичної дії важких металів.....	34
1.5. Шляхи зменшення негативного впливу важких металів на організм тварин.....	40
.....	
Висновки до розділу 1.....	48
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	50
.....	
РОЗДІЛ 3. РІСТ І РОЗВИТОК СВИНЕЙ НА ВІДГОДІВЛІ ЗА УМОВ НАДМІРНОГО ЕКОЦИДНОГО ВПЛИВУ ТА ЗА ДІЇ	

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ.....	63
3.1. Характер змін вагового росту дослідних свиней.....	63
3.2. Динаміка змін основних промірів тіла свиней на відгодівлі.....	71
3.3. Особливості змін індексів тіла дослідних свиней.....	73
Висновки до розділу 3.....	74
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ НАДМІРНИХ ДОЗ МЕТАЛІВ-ТОКСИКАНТІВ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ НА М'ЯСНІ ЯКОСТІ СВИНЕЙ, ЯКІСТЬ М'ЯСА, САЛА І СТАН ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ.....	76
4.1. Динаміка змін забійних якостей піддослідних свиней.....	76
4.2. Хімічний склад, технологічні властивості м'яса і сала дослідних тварин, що знаходились в умовах свинцево-кадмієвого токсикозу.....	83
4.3. Особливості розвитку внутрішніх органів дослідних тварин та ступінь накопичення в них металів-токсикантів за дії надмірного екоцидного впливу..	87
Висновки до розділу 4.....	10
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ОРГАНІЗМІ СВИНЕЙ ЗА УМОВ СВИНЦЕВО-КАДМІЄВИХ ТОКСИКОЗІВ І КОРЕКЦІЇ ЇХ ПОРУШЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ.....	10
5.1. Рівень перетравності поживних речовин раціону свиней на відгодівлі.....	3
	10
	3

5.2. Особливості обміну Нітрогену в організмі дослідних свиней за надлишку Плюмбуму і Кадмію та експериментальної кормової добавки.....	10 8
5.3. Обмін Плюмбуму і Кадмію в організмі дослідних свиней при надмірному надходженні хемотоксикантів з кормами.....	11 2
Висновки до розділу 5.....	11 6
РОЗДІЛ 6. ПОКАЗНИКИ КРОВІ ДОСЛІДНИХ СВИНЕЙ ЗА ДІЇ РІЗНИХ РІВНІВ ЗАБРУДНЕННЯ КОРМІВ ПЛЮМБУМОМ І КАДМІЄМ ТА СКЛАДОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ.....	11 9
6.1. Зміни клінічних показників крові дослідних тварин.....	11 9
6.2. Динаміка показників неспецифічної резистентності та антиоксидантного статусу організму за дії надмірного екоцидного впливу.....	12 3
6.3. Вплив металів – токсикантів та експериментальної кормової добавки на біохімічний склад крові дослідних тварин.....	13 1
6.4. Особливості змін мікроелементного складу крові піддослідних тварин.....	13 7
Висновки до розділу 6.....	14 1
РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ У РАЦІОНАХ СВИНЕЙ НА ВІДГОДІВЛІ ЗА УМОВ ІНТОКСИКАЦІЇ ТВАРИН ПЛЮМБУМОМ І КАДМІЄМ.....	14 3

ВИСНОВКИ.....	14
.....	7
РЕКОМЕНДАЦІЇ	15
ВИРОБНИЦТВУ.....	1
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ	15
ДЖЕРЕЛ.....	2
ДОДАТКИ.....	18
.....	2

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- а.о.м. – атомна одиниця маси
- АлАТ - аланінамінотрансфераза
- АсАТ - аспартатамінотрансфераза
- г - грам
- ГДК - гранично допустима концентрація
- гол. – голів
- грн. - гривень
- ДК - дієнові кон'югати
- ін. – інші
- кг – кілограм
- корм. од. – кормова одиниця
- л – літри
- МДА - малоновий діальдегід
- мкг – мікрограм
- млн. – мільйон
- млрд. – мільярдів
- МО – міжнародні одиниці

НМС - найдовший м'яз спини

ОР – основний раціон

ПОЛ - перекісне окиснення ліпідів.

ПРЕ - перекісна резистентність еритроцитів

см - сантиметри

СОД – супероксиддисмутаза

SH- групи - сульфгідрильні групи

т - тони

тис. – тисяч

ЦК - циркулюючі імунні комплекси

ШКТ – шлунково-кишковий тракт

ВСТУП

Забруднення навколишнього середовища, внаслідок надмірного техногенного навантаження на агроекосистеми, набуває загрозливих масштабів. Це призводить до порушення екологічної рівноваги і природного балансу біогеоценозів. Істотний вплив у цьому процесі спричиняє надлишкове надходження у біосферу контамінантів хімічного походження, що мають тенденцію до біоаккумуляції в харчовому ланцюзі, тим самим становлять небезпеку для здоров'я людини і відображають екологічний стан, характерний для багатьох країн, у тому числі і України.

Серед багаточисельних забруднювачів біосфери одними з найнебезпечніших є важкі метали. Ці хемотоксиканти здатні потрапляти за трофічними ланцюгами до організму тварин, призводять до порушення процесів метаболізму, гальмують їх ріст і розвиток, а також можуть стати причиною погіршення безпечності та біологічної цінності тваринницької продукції і, як наслідок, до харчових токсикозів у людини.

В цьому зв'язку актуальними є розробка ефективних, економічно вигідних засобів із запобігання накопичення важких металів у продукції тваринництва та їх виведення з організму з метою отримання високоякісної, екологічно безпечної продукції. Технологічним питанням виробництва

конкурентоспроможної екологічно безпечної продукції тваринництва присвячені роботи Бокової Т. І., 2011; Буцяка В.І., 2004; Дадалі В.А., 2003; Дяченка Л.С., 2000; Засекіна Д.А., 2004; Булавкіної Т. П., 2002, Поліщука А.А., 2002, Тализіної Т. А., 2004; Бессонової В. П., 2006, Харитоновна М. М., 2012, Крамарьова С. М., 2004, JugurL., 2002. Однак ця проблема залежна від багатьох факторів, недостатньо повновивчена і потребує істотних уточнень, ретельної деталізації загальних та спеціальних заходів.

Актуальність теми. Україна – розвинута індустріально-аграрна держава, в якій доля важкої промисловості складає майже 60% валового внутрішнього продукту. Саме ці підприємства створюють основний техногенний прес на природне середовище. Стационарні пересувні джерела емісії важких металів біля міст з розвинутою індустрією призводять до зростання у біосфері небезпечних речовин-забруднювачів, що підвищує ризик надходження токсикантів у харчовий ланцюг: ґрунт – рослина – тварина – людина.

Вивчення механізму впливу ксенобіотиків, пошук способів зниження їхнього вмісту у продуктах тваринництва має велике практичне значення, потребує контрзаходів, в тому числі і при виробництві свинини.

Наукову і практичну актуальність дисертаційної роботи становить вивчення доцільності використання призначеної для підвищення безпечності продукції свинарства експериментальної кормової добавки, а також вивчення окремого і сумісного впливу важких металів на ріст, розвиток, клінічний стан, обмін речовин свиней, їх антиоксидантну систему та якість свинини. Важливого значення це набуває у тих регіонах, де внаслідок потужного антропогенного впливу, неможливо запобігти забрудненню агробіогеоценозів і це призводить до високого рівня накопичення хемотоксикантів у кормах і продукції тваринництва.

Глобальний антропогенез призводить до зміни якісного і кількісного перерозподілу хімічних елементів у біосфері та їх міграції. В цьому зв'язку галузі тваринництва, що змушені використовувати корми власного виробництва із високим вмістом важких металів, в тому числі і свинарство,

потерпають як від прямого техногенного ушкодження ландшафтів (забруднення), так і від недобору (біля третини) продукції тваринництва.

Також досить небезпечними стають екскременти тварин, які споживають забрудненні ксенобіотиками корми, вони «несуть» більш рухомі форми хімічних речовин і спричиняють вторинне забруднення кормових угідь.

З огляду на вирішальну роль харчування у забезпеченні міцного здоров'я людини, якість і безпечність харчових продуктів має велике значення, в тому числі і для високих, широкомасштабних технологій виробництва, зберігання та реалізації продовольства. Виробництво і постачання населенню безпечних продуктів харчування, - головне завдання тваринництва і запорука соціального розвитку України. Для вирішення цієї проблеми необхідно вивчити шляхи міграції ксенобіотиків, зокрема Плюмбуму і Кадмію, в системі корми – організм тварин (свині) – продукція (свинина), а також інтенсивність накопичення цих контамінантів у внутрішніх органах і тканинах свиней та їх виведення.

Вивчення закономірностей поведінки Плюмбуму і Кадмію у організмі тварин, мінімізація техногенного впливу на функціонування сільськогосподарського виробництва з метою поліпшення якості продукції свинарства, шляхом розробки та використання ефективних способів запобігання негативного пресингу важких металів і окреслило завдання наукових досліджень цієї дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота є складовою частиною наукової теми «Вивчення ефективності преміксів нового покоління з препаратом «Т» для виробництва екологічно чистих продуктів молочного скотарства, свинарства, козівництва» (держреєстрація № 0102U003548), яка виконується кафедрою прикладної екології ім. О. А. Колесова Харківської державної зооветеринарної академії .

Мета і завдання дослідження.Метою досліджень було визначити особливості впливу різних доз Плюмбуму і Кадмію, а також їх зокремлену та сумісну дію на фізіологічні показники, продуктивність тварин, якість свинини,

особливості біогенної міграції важких металів в системі «корми – організм свиней – продукція (м'ясо)» в умовах штучного екоцидного впливу і в цьому зв'язку науково обґрунтувати ефективність застосування експериментальної кормової добавки в екологічно небезпечних агробіогеоценозах для зменшення негативної дії важких металів на організм свиней та отримання екологічно безпечного м'яса.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені наступні **завдання**:

- дослідити окрему і сумісну дію іонів важких металів (Cd^{2+} , Pb^{2+}) у дозах 10ГДК та 20ГДК на показники росту і розвитку молодняка свиней, ефективність експериментальної кормової добавки з метою відновлення їх продуктивності;
- визначити вплив Плюмбуму і Кадмію у різних дозах та експериментальної кормової добавки на забійні показники, хімічний склад, технологічні властивості м'яса і сала свиней на відгодівлі;
- визначити рівень накопичення важких металів у внутрішніх органах дослідних тварин;
- дослідити рівень перетравності поживних речовин раціону, обмін Нітрогену, Плюмбуму і Кадмію в організмі свиней під впливом важких металів та експериментальної кормової добавки;
- визначити вплив важких металів та експериментальної кормової добавки на гематологічні показники крові, стан природної резистентності, антиоксидантний статус дослідних тварин;
- дати економічну оцінку ефективності застосування експериментальної кормової добавки у раціонах свиней на відгодівлі з надмірним рівнем Плюмбуму і Кадмію.

Об'єкт дослідження. Процес біогенної міграції важких металів в системі «корми – організм свиней – продукція (м'ясо)» в умовах штучного екоцидного впливу та ефективність застосування експериментальної кормової добавки як заходу з відновлення функціональної стійкості організму свиней і харчової безпечності продукції.

Предмет дослідження. Біологічні і фізіологічні показники свиней на відгодівлі, хімічний склад, технологічні властивості м'яса і сала свиней за умов різного рівню в раціоні піддослідних тварин Плюмбуму і Кадмію та наявності в раціоні експериментальної кормової добавки.

Методи дослідження. Основний метод – експериментальний, шляхом постановки двох науково-господарських дослідів. Також для розв'язання поставлених у дисертаційній роботі завдань використовувались наступні методи: зоотехнічні, екологічні, фізико-хімічні, біохімічні, атомно-адсорбційні та інші сучасні методи. Результати дослідження були оброблені біометричним методом (за М. А. Плохінським, 1961) з визначенням економічної ефективності.

Наукова новизна одержаних результатів визначається тим, що:

вперше:

- здійснено штучний екоцидний вплив на піддослідних свиней небезпечними ксенобіотиками Плюмбумом і Кадмієм у дозах, що перевищують ГДК у кормах у 10 та 20 разів, тим самим змодельовано процес інтоксикації біологічного об'єкту (свині) важкими металами, що може статись в наслідок біогенної міграції у харчовому ланцюзі «рослина (корм) – тварина (свині) – людина (продукція)»;
- встановлено позитивну дію розробленої експериментальної кормової добавки на продуктивність піддослідних тварин, що знаходились під надмірним екоцидним впливом, їх фізіологічні показники, забійні якості, якість продукції;
 - досліджено біогенну міграцію важких металів з кормів в організм тварин і продукцію;
 - встановлено особливості окремої і сумісної дії важких металів у токсичних дозах (10 та 20 ГДК) на біологічні і фізіологічні показники молодняка свиней, інтенсивність накопичення токсинів у внутрішніх органах, м'ясі, фізико-хімічні якості м'яса і сала.

- вплив вивчаємих поллютантів залежав від виду самого токсину, дози, виду їх дії (сумісної чи окремої). Так, Кадмій, що надходив з кормом у дозі 10ГДК мав більший негативний вплив, ніж сумісна дія Плюмбуму і Кадмію у цій же дозі. Найгірший вплив на біологічні і фізіологічні показники тварин, якість продукції за результатами досліджень двох серій мало сумісне згодовування тваринам Плюмбуму і Кадмію у дозі 20ГДК.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі досліджень екологічної моделі ушкодження біологічних об'єктів (свиней) ксенобіотиками через забруднені корми, доведена ефективність екологічно безпечного технологічного прийому для відновлення продуктивності тварин, виробництва екологічно чистої свинини у господарствах, де використовують корми з підвищеним вмістом Плюмбуму і Кадмію.

Отримані дані дають можливість передбачати вплив ксенобіотиків, зокрема Плюмбуму і Кадмію на продуктивність свиней, їх фізіологічний стан, якість свинини, їх міграцію, перерозподіл у організмі, концентрацію у внутрішніх органах, що необхідно знати при проведенні екологічної експертизи технологій і встановленні меж стійкості екологічних систем та їх компонентів до різних техногенно-антропогенних навантажень.

Робота має велике практичне значення як у виробництві так і в навчальному процесі. Результати науково-дослідних робіт за темою дисертації впроваджено у навчальний процес Харківської державної зооветеринарної академії при викладанні навчальних курсів «Екологія агробіогеоценозів», «Основи біобезпеки, біоетики та ветеринарної екології», «Екологія», «Гігієна тварин», «Зоогігієна», «Годівля сільськогосподарських тварин», «Технологія виробництва продукції свинарства». Матеріали за темою дисертації рекомендуємо для впровадження у господарствах, де існує проблема забруднення кормів для галузі свинарства важкими металами, зокрема Плюмбумом і Кадмієм.

Результати роботи впровадженні в ТОВ «Маяк» Гадяцького району Полтавської області (акт впровадження від 14 червня 2011 року).

Особистий внесок здобувача. Здобувачем проведено основну частину роботи, включаючи підбір, узагальнення літературних джерел, організація проведення двох серій науково-господарського і балансового дослідів, відбір зразків, формування груп, проведення контрольного забою тварин, аналіз та інтерпретація отриманих результатів, біометрична обробка цифрового матеріалу, викладання матеріалів у публікаціях, написання рукопису дисертаційної роботи.

Під керівництвом наукового керівника розроблено програму досліджень, сформовано мету і завдання, висновки та запропоновано пропозиції виробництву.

В загальному обсязі виконаних робіт особиста частка здобувача становить 90%.

Лабораторні дослідження проведені в лабораторії Інституту тваринництва НААНУ, під керівництвом Шаповалова С. О., виготовлення метіонатів проводили за допомогою Мельника І. І. (викладач кафедри хімії, біохімії та мікробіології НТУ (ХП) на кафедрі годівлі Харківської державної зооветеринарної академії під керівництвом Гноєвого І. В.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертації були висвітлені та обговорені на:

- Міжнародній науковій конференції студентів та аспірантів "Екологічні проблеми сталого розвитку агросфери в умовах реформування земельних відносин та шляхи раціонального використання і охорони земель", (Харків, 2005).
- Науково-практичній і навчально-методичній конференції за результатами наукової діяльності вчених технологічного факультету ХДЗВА за 2009- 2010 роки "Новітні технології та перспективи виробництва продукції тваринництва", (Харків, 2010).

- Науково-практичній конференції з міжнародною участю "Новітні досягнення та перспективи виробництва продукції тваринництва", (Харків, 2010).
- Міжнародній науково-виробничій та навчально-методичній конференції "Життя та сільгоспвиробництво після забруднення радіонуклідами: 25 років після аварії на ЧАЕС", (Харків, 2011).
- VI-й Українській молодіжній конференції "Новітні досягнення в тваринництві та птахівництві", (с. Задінецьке, Зміївський район, Харківська область, 2012).
- Міжнародній науково-практичній конференції "Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві", (Харків, 2013).
- Науково-практичній і навчально-методичній конференції за результатами наукової діяльності вчених факультету біотехнології та природокористування за 2012-2013 н. р. з міжнародною участю, (Харків, 2013).
- XVIII международной научно-производственной конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития животноводства», (Белгород, 2013).

Публікації. Результати проведених досліджень за темою дисертації викладені в 13 наукових публікаціях (5 – у співавторстві), у тому числі 7 - у фахових виданнях України, з них 1 – у виданні Російської Федерації, а також у методичних рекомендаціях та отримано один патент на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, семи розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел (316 найменувань, з них 79 латиницею), додатків. Робота містить 181 сторінку тексту, ілюстрована 37-ма таблицями, 27-ма рисунками.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика важких металів, зокрема Плюмбуму і Кадмію

На Україні щорічно промисловими підприємствами викидається в атмосферу більше 10 млн. тон токсичних хімічних сполук, скидається у водойми 2,5 млрд. м³ забруднених стічних вод. У 43-х містах, у яких проживає 30% населення країни, рівень забруднення повітряного басейну різними шкідливими компонентами значно перевищує гранично допустиму концентрацію [141, 179].

Все частіше з'являються повідомлення про забруднення біосфери підвищеними концентраціями важких металів [306].

Важкі метали – це умовна назва металів, що мають щільність понад бг/см³, відносну атомну масу понад 50 а.о.м., більшість з яких токсичні (Цинк, Кадмій, Меркурій, Плюмбум та інші) [14, 19, 159, 278]. Існує також думка, що це – метали з атомним номером 20 а.о.м. і більше [260].

Необхідно зазначити, що термін «важкі метали» справедливий лише тоді, коли йдеться про небезпечні для тварин концентрації будь-якого елемента в їх організмі. В інших випадках метали вважають мікроелементами, які містяться в ґрунтах, рослинах, організмі тварин у нетоксичних концентраціях або ж застосовуються в незначних кількостях як мінеральні добавки для підвищення росту тварин. До них відносять Купрум, Цинк, Манган, Ферум та інші [144, 254, 296, 314]. Незважаючи на те, що мікроелементи займають в тканинах тварин лише 0,4 % [90], їх значущість досить велика, так як вони здатні підвищувати або знижувати біологічну активність ферментів, гормонів та вітамінів [37, 38, 257, 293].

Разом з тим, багато важких металів токсичні для організму як тварин так і людей [277, 289, 306].

Phipps D.A. [297] токсичними визначає такі метали, які є як життєво так і не життєво необхідними, але навіть у незначних дозах, призводять до порушення нормальних метаболічних функцій.

Як вважають Nriagu J.O., Расуна J. M. [296] активна циркуляція мікроелементів, що накопичуються у природних середовищах, кормах і продукції несе серйозну загрозу для здоров'я сучасної людини, і навіть майбутніх поколінь. Тому присутність металевих контамінантів у харчових продуктах у кількості, що перевищує гранично допустиму концентрацію – недопустима.

В Україні існують такі області, де викиди важких металів на 1 м² території щоденно складають 0,5кг. Так, наприклад, у Донецькому регіоні, сумарний викид у атмосферу всіх підприємств становить близько 2 млн. тон токсичних речовин на рік або 321 кг на кожного жителя. Всі міста регіону отримують воду з поверхневих джерел, якість якої не відповідає Держстандарту та утримує у собі важкі метали, які значно перевищують ГДК.

На сьогоднішній день на території Донецької області зустрічаються площі земель з утриманням Плюмбуму до 150 – 300мг/кг ґрунту (при ГДК 30 мг/кг), Кадмію 30-70мг/кг (при ГДК 3 – 5мг/кг).

В стічних водах за останні роки в 11 разів зросла концентрація Плюмбуму, в 5 разів – Купрум і Нікелю, в 4 рази - Цинку. Щорічні викиди Кадмію у воду становлять 0,01 - 0,1 мкг на 1 л.

Основним джерелом накопичення важких металів у навколишньому середовищі та організмах є – згорання палива, пестициди, деякі органічні сполуки, промислові відходи [8, 30, 153, 154, 179, 273]. Разом з ними до ґрунту надходить 1800т Плюмбуму, 2200т Цинку, 400т Кадмію, 200 т Купруму [92, 141].

За даними Воронкова Н. А. [41] за рахунок антропогенних джерел у середовище надходить 94 – 97% Плюмбуму, 84 – 89 % Кадмію, 56 – 87% Купруму, 66-75% Нікелю та до 60% Меркурію.

Дослідженнями Засекіна Д.А. [73], що проведені у 14 сільськогосподарських підприємствах 6 областей України (Київської, Житомирської, Чернігівської, Кіровоградської, Черкаської, Полтавської) було встановлено, що вміст Купруму, Цинку, Плюмбуму, Кадмію у воді досліджуваних господарств не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. Так, рівень Купруму у 80% досліджувальних зразків води перевищував ГДК у 1,5-13,5 разів, Цинку – у 2-18 разів, Плюмбуму – у 1,2-4,5 разів, Кадмію – на 53 %. Вміст рухомих форм Плюмбуму у ґрунтах різних господарств коливається в межах 3,9-10,4 мг/кг. У 80% зразків ґрунту вміст Кадмію перевищував ГДК у 1,5-3,0 рази. Встановлено значне накопичення Кадмію в орному шарі ґрунтів характерне для господарств усіх 6 областей. При дослідженні кормових культур перевищення ГДК Кадмію спостерігалось у насінні буряка кормового у 2 - 4 рази, Плюмбуму – у 2-30 разів у насінні злакових і бобових культур.

Ряд авторів [8, 51, 59, 78, 80, 83, 140, 142, 281] вказують, що для важких металів ґрунт є ємким акцептором, що займає центральне місце у кругообігу хімічних забруднювачів у біосфері. Ґрунт знаходиться у постійній взаємодії з іншими екологічними системами – атмосферою, гідросферою, рослинним світом. Серйозну проблему забруднення ґрунтів становлять техногенні викиди в зоні промислових підприємств. Обстеження показали, що забруднення території навколо багатьох металургійних комбінатів, заводів, шахт, підприємств енергетики (на відстані 3 км) відповідають небезпечному та помірно небезпечному рівням. Основними забруднювачами тут є Манган, Хром, Плюмбум, Кобальт, Нікель, Цинк, Купрум [142, 212, 220, 264].

За даними Мудрого І. В., Короленко Т. К. [141] у сучасних умовах найбільш сильно забруднене навколишнє середовище міст, у яких розміщуються промислові підприємства і зосереджено багато транспорту. Так, у ряді міст України виявляються ґрунтові «плями» з підвищеною у порівнянні із природним фоном у 2 - 5 разів концентрацією Плюмбуму, Кадмію, Цинку, Купруму та інших. У багатьох випадках виявлена концентрація, що перевищує

ГДК, при цьому не тільки навколо джерел промислового викиду металів, але й на територіях віддалених від цих міст.

Дисбаланс мікроелементів у кормах, харчових продуктах і воді призводить до виникнення хвороб тварин та людей, які у більшості випадків ускладнюються загальним зменшенням активності імунних систем [184, 185, 201, 202, 206].

Відомо, що основним джерелом (до 70 %) надходження важких металів до організму людини є харчові продукти, тому неконтрольоване їх забруднення хемотоксикантами може викликати серйозні наслідки у організмі [275, 278, 295].

Головна небезпека важких металів полягає у тому, що вони здатні до біоаккумуляції, легкого поглинання та повільно виводяться з організму, крім того накопичуються за ланками харчового ланцюгу, найбільше концентруються у кінцевій його ланці. Так, у тварин, які споживають забруднені корми, метали концентруються в окремих органах і людина, що вживає м'ясні і молочні продукти, отримує збільшену концентрацію цих елементів [20, 40, 44, 46, 63, 105, 132, 243].

Для попередження та послаблення цих наслідків були прийняті законодавчі акти, що регулюють граничне утримання токсичних елементів у продуктах харчування. Об'єднана комісія ФАО (Food and Agricultural Organization (продовольча та сільськогосподарська організація ООН)) і ВООЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я) з Харчового кодексу внесла до числа компонентів харчових продуктів, що обов'язково підлягають контролю, вісім найбільш небезпечних токсичних елементів: Меркурій, Кадмій, Плюмбум, Цинк, Ферум, Арсен та Станум [44, 48].

З усіх вище перелічених важких металів, найбільш токсичними для організму тварин є Hg, Cd, Pb. Ці елементи мають значно виражені токсикологічні якості, навіть при самих низьких концентраціях [16, 21, 136, 231, 284].

За останні 3-4 десятиліття, у зв'язку із застосуванням у атомній і ракетній техніці, автоматиці, виробництві напівпровідників та спеціальних сплавів, лужних акумуляторів виникла небезпека забруднення довкілля Кадмієм.

Кадмій був відкритий німецьким хіміком Штомейєром Ф. у 1817 році, при відновленні зразка вуглекислого Цинку. В природі Кадмій здебільшого зв'язаний із своїм аналогом - Цинком, про це свідчить і назва цього металу ("кадмейя" - грецькою мовою "цинкова руда") [19].

Кадмій – це хімічний елемент II групи періодичної системи Менделєєва, з порядковим номером 48 та атомною масою 112,4. В природі існує вісім ізотопів Кадмію з масовими числами 106,108,110-114, 116 [214]. Він широко застосовується в металургійній промисловості, входить до складу деяких фарб, здатен накопичуватись у фосфорних добривах і біогенних осадах. В природі в повітря надходить внаслідок вулканічного виверження, вивільнення його з рослин, але ж антропогенний внесок Кадмію в атмосферу в 3 рази перевищує надходження його природним шляхом [85, 285].

За даними Jarup L., Berglund M., Elinder C.G., Nordberg G., Vahter M. [272] з кожним роком концентрація цього елемента в ґрунтах, а відповідно, і в різних кормах збільшується на 0,2 % на рік.

Середній вміст Кадмію у ґрунтах лежить в межах між 0,07 та 1,1 мг/кг. Вища його концентрація свідчить про антропогенне забруднення поверхні ґрунтів [80, 135]. В прісній воді Кадмій міститься 0,08 мг/л, в морській – 0,00011 мг/л. Досить високий вміст Кадмію у повітрі міст – близько 0,062 мг/м³ [126].

Джерелом забруднення полів Кадмієм є також стічні води і мінеральні добрива. Так, суперфосфат містить 7,2 мг/кг, фосфат Кадмію – 4,7 мг/кг, селітра – 0,5-0,6 мг/кг Кадмію [42, 76].

В осадах стічних вод Кадмій міститься у кількості 22 мг/кг. При цьому, при внесенні осадів стічних вод в якості добрив на поля у кількості 220 т/га підвищується вміст Кадмію у листах салату з 1,4 мг/кг до 4,3 мг/кг, у моркві з 0,24 мг/кг до 0,85 мг/кг сухої речовини [79].

Розчинність і рухливість Кадмію у ґрунтах залежить від їх активної кислотності. Так, він найбільш рухливий у кислих ґрунтах в інтервалі рН 4,5-5,5, тоді як у лужних він не рухомий [36, 83, 95, 100].

Кадмій легко переходить у рослини: з повітря у листя і з ґрунту у кореневу систему. Особливу небезпеку становлять у цьому відношенні гриби, які можуть накопичувати Кадмій у дуже високих концентраціях (до 4 мг/кг) [1, 3, 78, 239, 276].

Необхідно також зазначити, що молюски мають значну поглинальну здатність відносно Кадмію. Його вміст у організмі молюсків перевищує у десятки тисяч разів вміст цього елемента у морській воді [85, 233].

Поряд з Кадмієм, одним з найбільш токсичних і небезпечних забруднювачів довкілля є Плюмбум. Це хімічний елемент IV групи періодичної системи Менделєєва з порядковим номером 82, атомною масою 207,2. В природі існує чотири стабільних ізотопи з масовими частками 204 та 206-208 [214].

Плюмбум поряд із Аурумом, Аргентумом, Купрумом, Станумом, Ферумом і Меркурієм належить до числа семи металів, що відомі людині з давніх часів [19].

Цей елемент був відомий ще 2000 років до н.е. В давні часи в деяких країнах з нього виготовляли статуї богів, різні предмети побуту, а пізніше римляни виготовляли з нього водогінні труби [213]. Зараз Плюмбум також широко використовується людиною для виготовлення електродів акумуляторів, оболонок кабелів, компонентів типографських сплавів, для захисту від іонізуючого випромінювання. Значна кількість металу використовується для виготовлення важливого продукту тетраетил свинцю – антидетонаційного компонента пального [181, 285].

Основними джерелами забруднення Плюмбумом навколишнього середовища є металообробна промисловість, транспорт, стічні води. Його щорічні промислові і транспортні викиди становлять майже 400000 т [8, 98, 141, 182].

Середній вміст Плюмбуму в орному шарі досягає 10мг/кг. Однак, природний фон Плюмбуму може коливатись у досить широких межах від 3 до 189 мг/кг [135]. Особливо забруднені Плюмбумом поверхневі шари ґрунту, це пояснюється тим, що 57-74% цього елемента при антропогенному забрудненні залишається у шарі 0-10см і тільки 3 – 8% надходить на глибину 30-40см у вигляді хелату [3, 181].

Значна частина Плюмбуму потрапляє в ґрунт разом з мінеральними добривами. Так, у наслідок недосконалості їх виготовлення у фосфорних добривах Плюмбуму міститься 7-92мг/кг, в азотних – 41-116мг/кг, а в змішаних – 216-443мг/кг. Тобто до ґрунту щороку надходить близько 250 г/га Плюмбуму [141]. В прісній і морській водах середній вміст Плюмбуму складає 0,004 мг/л.

Плюмбум присутній в усіх рослинах, організмі тварин і людей [48, 218]. Однак, значні дози Плюмбуму порушують клітинний метаболізм, дію ферментів, впливають на біосинтез гемоглобіну, протеїнів, різних гормонів, що в свою чергу, негативно діє на ріст, продуктивність як рослин, так і тварин [7, 64, 66, 127, 138, 143]

Тутельян В. А. [206] відмічає, що щоденне надходження 2,0 мг Плюмбуму до організму людини може призвести до розвитку інтоксикації через кілька місяців, а доза у 10 мг – через кілька тижнів.

За даними Зигеля Х. [143] послідовність токсичної дії металів для ссавців має вигляд:

$$\text{Ag, Hg, Cd} > \text{Cu, Pb, Co, Sn, Be} > \text{Mn, Zn, Ni, Fe, Cr} > \text{Sr} > \text{Cs, Al}$$

Необхідно зазначити, що для ссавців, у тому числі й людини, токсичність Кадмію максимальна і порівнюється із токсичністю Меркурію. В той же час, період напіввиведення для Кадмію становить більше 10 років [258, 267], а Меркурій виводиться з організму впродовж декількох місяців [134, 175, 204]. Це свідчить про те, що при тривалому впливі незначної дози Кадмію, він може бути більш небезпечним для людини, ніж Меркурій. Токсичність Плюмбуму, також посідає одне з провідних місць, але ж поступається Меркурію і Кадмію.

Таким чином, Плюмбум і Кадмій належать до найбільш токсичних важких металів, що мають високу кумулятивну здатність, легко ланцюгом живлення, передаються рослинам та тваринам і через продукти харчування здійснюють максимальну токсичну дію на організм людини.

1.2. Рух Плюмбуму і Кадмію в трофічному ланцюгу: «корми – тварина – людина»

В наслідок активної діяльності людини відбувається перерозподіл хімічних елементів на поверхні землі і в біосфері, з'являються території з підвищеними концентраціями цих елементів в ґрунтах, рослинах [36, 59, 271].

Деякі автори вказують [8, 30, 193, 256], що метали добре абсорбуються ґрунтом, особливо при високому вмісті гумусу, тому порівняно швидко накопичуються в ньому, проте повільно видаляються. Про це свідчать дані про періоди напіввиведення з ґрунту металів [14]: Цинку – до 500 років; Кадмію – до 1100 років; Купруму – до 1500 років, Плюмбуму – до кількох тисяч років.

Важкі метали, які випадають на поверхню ґрунтів концентруються у шарі 2-5 см і розділяються на фіксуючу та мігруючу частини. Міграційні форми частково трансформуються. Значний вміст в ґрунтовому розчині водорозчинних органічних сполук призводить до підвищення міграційної здатності металів, завдяки утворенню стійких органо-мінеральних комплексів. В їх складі метали можуть транспортуватись за межі ґрунтового профілю [237].

В 15-ти кілометровій зоні від джерела емісій важких металів, в атмосферу надходить значна їх кількість в основному в нерозчинній формі. Із збільшенням відстані частка розчинних форм важких металів у викидах збільшується [180].

Сполуки важких металів добре розчиняються у воді, тому вони здатні акумулюватись в рослинах, що призводить до забруднення продукції рослинництва [9, 79, 80, 179, 189, 195, 230, 235, 252, 296].

Кадмій легко переходить з ґрунту в рослини: останні поглинають до 70 % Кадмію з ґрунту і лише 30 % з повітря [234, 259, 312].

Плюмбум, навпаки, є найменш рухливим серед важких металів, тому рослинами акумулюється, в основному з повітря (95%) і лише незначна його частка (5%) з ґрунту [183, 203, 274]. Рослини більш стійкі відносно до Плюмбуму ніж тварини і людина, тому необхідно уважно стежити за вмістом Плюмбуму у продуктах харчування і кормах [209].

Важливим напрямом в охороні довкілля і здоров'я людини є контроль за надлишковим вмістом мікроелементів в атмосфері, воді, ґрунтах, кормах тварин, в продуктах харчування людини. Для того, щоб оцінити небезпеку токсичних речовин, що містяться у продуктах, визначені рівні токсинів порівнюють із допустимими. Гранично допустимі рівні токсичних речовин розробляються для атмосфери, ґрунту, тварин і рослин [9, 201, 228].

Так, ГДК Кадмію у комбікормах для великої рогатої худоби, свиней і птиці становить 0,4 мг/кг, Плюмбуму відповідно – 5 мг/кг, Меркурію – 0,1 мг/кг. Гранично допустима концентрація Кадмію і Плюмбуму у зернових та зернобобових становить для харчових потреб, відповідно 0,1 мг/кг і 0,5 мг/кг, для згодовування тваринам – 0,3 мг/кг і 5,0 мг/кг.

Встановлені допустимі рівні і для продукції тваринництва. Так, у м'ясі сільськогосподарських тварин допустимий вміст Кадмію і Плюмбуму становить відповідно 0,05 мг/кг і 0,5 мг/кг, у субпродуктах - 0,3 мг/кг і 0,6 мг/кг, нирках – 1 мг/кг, молоці – 0,03 мг/кг і 0,1 мг/кг [147].

За даними Цемко В. П. та інших [220] важкі метали, що забруднюють ґрунти негативно діють на їх якість, пригнічують утворення рухливих органічних сполук, їх мінералізацію, накопичення у ґрунтах елементів ефективної родючості.

Дослідження Стрнада В., Золотарьова Б.Н., Демшина Т.С. [193] довели, що внесення у ґрунт значної кількості токсичних металів (Pb, Cu-100, Ca – 2мг/кг) призводить до інгібування активності мікробної біомаси і знижує її кількість на 20 – 39% у порівнянні з контролем. Стрімко знизилась

врожайність сільськогосподарських культур у порівнянні з контролем: люцерни – на 47%, ячменю – на 30%, картоплі – на 40%, зеленої маси кукурудзи – на 71%. При цьому, зросло утримання металів в усіх частинах рослин, однак значення ГДК не перевищувало норми.

Поглинання важких металів рослинами залежить не тільки від рН ґрунту, виду ґрунту (вміст глини, гумусу, добрив), а також від виду рослин [207, 261]. Одні види рослин здатні поглинати значні дози важких металів, а інші, навпаки, не мають цієї здатності. Але це також залежить і від самого металу [80, 83].

За даними Ягодіна Б. А. [237] рослини різних родів мають різну здатність накопичувати Кадмій. До першої групи відносять рослини, що накопичують низькі концентрації цього елемента в природних умовах – бобові; до другої – рослини з помірним вмістом – злакові, лілейні, зонтичні, гарбузові; до третьої – рослини здатні накопичувати значну кількість Кадмію – мареві, пасльонові, хрестоцвіті, складноцвіті.

Кабата-Пендіаса А. і Пендіаса Х. [83] вказують, що до Кадмію чутливі такі культури: бобові (боби, квасоля), шпинат, редис, морква, овес.

Стійкі до Кадмію томат, капуста (до 170 мг Кадмію на 1 кг ґрунту). Однак, найбільш стійкою культурою є рис, який нормально розвивається при концентрації Кадмію 640 мг/кг. Чутливі до надлишку Кадмію у ґрунті (при 4-13 мг/кг ґрунту) соя, салат, шпинат [3, 312].

За даними Рудакова Є. В., Каракаса К. Д. [176] при наявності в ґрунті 20 мг Плюмбуму на 1 кг піску в листах моркви його накопичується у 6 разів менше ніж у салаті.

На думку Олексійова-Попова Н.В. [4] за фітотоксичністю важкі метали розташовуються у такій послідовності:



За даними багатьох досліджень [12, 135, 191, 193, 197, 207, 226, 229, 237, 244, 274] було виявлено, що під дією важких металів (Pb, Cd та ін.) спостерігається зниження вмісту хлорофілів у рослинах, відбуваються зміни у

процесах дихання, хромосомні порушення, пригнічується утворення АТФ, порушується дія фітогормонів. За даними Довгалока А. І. [60] важкі метали інгібують кореневий ріст рослин, знижують мітотичну активність клітин.

Терек К. В. [197] повідомляє, що Плюмбум з водного розчину інтенсивно надходить через корені і нагромаджується, в основному в кореневій системі, при цьому гальмується ріст пагонів і коренів.

Кадмій швидше надходить в наземні органи рослин, ніж Плюмбум. Така, підвищена рухливість Кадмію, або іншими словами, менша захищеність рослинного організму від надлишкових іонів цього елемента є однією з причин значної його токсичності [85, 237, 258, 280].

Ознаками кадмієвого токсикозу є почервоніння листя, стебла, живців. У пшениці в процесі накопичення важких металів спостерігається хлороз, низькорослість, слабе куціння. Встановлено, що Кадмій не тільки накопичується у рослинах, а й пригнічує поглинання коренями Калію, затримує рух Феруму в надземні частини, викликає хлороз [12, 79, 237].

Найбільше важкі метали накопичуються у коренях рослин, менше – в стеблах, а найменше – в репродуктивних органах. При збільшенні вмісту важких металів у ґрунті ця закономірність зберігається [4, 72, 83, 188].

Це підтверджує Ільїн В. Б. [79], який вказує, що специфічність важких металів полягає у тому, що за ступенем насичення ними тканин рослин їх вегетативні органи розташовуються у такій послідовності:

корінь > стебло > листя > насіння > плоди

В умовах забруднення атмосфери промисловими викидами з високим вмістом важких металів значна їх кількість може надходити до рослин некореневим шляхом. Таке поглинання здійснюється за безбар'єрним типом та пропорційно кількості важких металів, що надійшли. Більша частина аерозольних часток фіксується на листах.

Легкість засвоєння і накопичення важких металів рослинами сприяє у подальшому підвищенню їх концентрацій в організмі тварин та людей. Важкі метали, що поступають з їжею накопичуються в різних органах і тканинах, що

у подальшому призводить до різних захворювань у тварин та людей [10, 15, 23, 31, 87, 286, 302, 309].

Основним шляхом надходження Кадмію і Плюмбуму у організм людини та тварин є шлунково-кишковий тракт [250]. При аеральному шляху надходження до організму людини їх поглинання проходить більш інтенсивно, ніж при надходженні іншим шляхом. Так, курці отримують додатково 1 мкг Плюмбуму і 1 - 2 мкг Кадмію від кожної цигарки, при цьому цигаркові фільтри не здатні затримувати Кадмій [15, 202, 282].

Mahaffey K. [288] встановив, що 39% Кадмію надходить в організм людини з м'ясних, рибних продуктів, птиці, 22,8% - зернових, 20,2% - картоплі та овочів, 7,7% - молокопродуктів і 10,3% - фруктів.

При надходженні Кадмію до організму людини чи тварини тільки 4 – 5 % від його вмісту у кормах засвоюється, а інша частина виводиться з калом, при цьому найбільше накопичення цього елемента відбувається у печінці і нирках. За даними Тіртон Н., Соок М. [309] вміст Кадмію у нирках становить 30- 40 мг/кг, в печінці - 2 - 3 мг/кг. Кадмій у нирках в основному накопичується у корковому прошарі, а мозкова речовина бідніша цим мікроелементом в 2-5 разів. Найбільша кількість Кадмію у нирках і печінці коня та курки, а нирки і печінка великої рогатої худоби, овець, свиней містять меншу кількість цього елемента [134, 195]. Незначна частина цього токсиканту міститься у м'ясі, тонкому кишковику, підшлунковій залозі, яєчниках [313].

На всмоктування Кадмію суттєво впливає наявність інших біоелементів і харчових речовин, таких як Кальцій, Цинк, Купрум, харчові волокна та інші [133, 186, 270, 283]. Варто зазначити, що при вагітності і лактації збільшується кількість Кадмію у нирках, молочних залозах, дванадцятипалій кишці [134].

Основним шляхом виведення Кадмію з організму є екскреція з калом. Так, VanBruwaene R. et al. [312] визначили у своїх дослідях, що після одноразового введення через ротову порожнину Кадмію козам, близько 80 – 90 % введеного мікроелементу виділяється з калом впродовж 14 діб після закінчення згодовування.

Кадмій може виводиться з організму також з сечею і жовчю. Для людського організму період напіввиведення Кадмію в цілому становить за різними оцінками від 10 до 38 років [134, 138, 248]

Всмоктування сполук Плюмбуму залежить від їх розчинності і становить 5 - 15 % від його вмісту в раціоні, а молодим організмом він засвоюється до 30 – 40 % [48]. На процеси всмоктування Плюмбуму впливає безліч різноманітних чинників. Добре засвоюється Плюмбум у вигляді ацетату, хлориду, а аскорбінова кислота і цистин підвищують розчинність та всмоктування Плюмбуму. Кальцій, Ферум, Магній, фосфати і жири зменшують всмоктування Плюмбуму в слизовій оболонці тонкої кишки, конкуруючи за ділянки зв'язування і переносу його в епітелій слизової оболонки [119, 123, 139]. За даними Бертрама Г. Катцунг [11] дефіцит Феруму збільшує ризик отруєння, а Цинк послаблює токсичну дію Плюмбуму, знижує утримання його у тканинах тварин.

Луговський С.П. зазначає [119], що рівень всмоктування Плюмбуму слизовою оболонкою різних відділів тонкої кишки неоднаковий. Найбільше всмоктування металу спостерігається у порожній і дванадцятипалій кишках, що ймовірно пов'язано з існуванням у цих відділах особливих механізмів його всмоктування. Кадмій же, за даними Ноздрюхіної Л. Р. [145] всмоктується у дванадцятипалій, порожній і клубовій кишках, причому найменше всмоктування спостерігається у порожній кишці.

За даними Розпутнього О. І. [174] концентрація Кадмію у стінках харчового каналу знижується від шлунку до товстого кишкового, а вміст Плюмбуму, навпаки, в стінці тонкого кишкового виявився вищим ніж у стінках шлунку.

За даними Васильонок В. В. [29], Пазинич І. Л. [152], Келлера А. І. [92], Войнара А. О. [37], Златарова А. [76] Кадмій і Плюмбум негативно впливає на перетравність та всмоктування поживних речовин у шлунково-кишковому тракті і цей ефект пов'язаний з негативним впливом даних хемотоксикантів на

моторну, секреторну функції, активність травних ферментів – трипсину і пепсину [17, 262, 272].

Найбільше Плюмбум накопичується у кістковій тканині, нирках, печінці, селезінці, головному мозку, лімфовузлах [17, 93, 134, 135, 238, 253, 300]. За даними Лазарева Н. В. [42] 41% загальної кількості Плюмбуму утримується у кістках, 22% - у печінці, 11% - у нирках.

Ряд авторів [7, 105, 123, 134] зазначає, що засвоєний Плюмбум з організму в основному виводиться з сечею (75 – 80%), калом (15%), а також з грудним молоком (0,1-0,15мг/л). Біологічний період напіввиведення Плюмбуму біля 20 діб, а з кісток – 20 років.

Так, дослідями Мирося В.В., Василюк В. Г., Ізвекова М. Е. [137] було встановлено, що при згодовуванні бичкам кормів, в яких рівень Кадмію був 0,492 мг/кг (при нормі 0,3), Плюмбуму 5,09 мг/кг (при нормі 5,0) найбільша кількість Плюмбуму накопичувалась у кістках (4,130-4,80мг/кг), потім у печінці (0,522-0,678мг/кг) і нирках (0,512-0,676 мг/кг). В м'ясі його кількість виявилася у межах норми – 0,471-0,484мг/кг. Найбільший вміст Кадмію спостерігався у кістках – 0,667 мг/кг, нирках – 0,140 мг/кг, печінці – 0,076мг/кг. Концентрація Кадмію у м'ясі бичків була у межах норми – 0,05 мг/кг. На підставі цього дослідження було встановлено, що в м'ясо бичків трансформується 1,49% Кадмію, 1,24 % Плюмбуму, в печінку – 0,061% Кадмію, 0,041% Плюмбуму, а в нирки 0,022% Кадмію, 0,00084% Плюмбуму.

Гострі отруєння важкими металами, насамперед Кадмієм і Плюмбумом, серед тварин та людей зустрічаються рідко, але навіть при низьких концентраціях можуть спричинити шкідливий вплив на їх здоров'я.

Кадмій і Плюмбум мають кумулятивні якості, вони поступово невеликими дозами накопичуються в організмі тварини і дуже повільно виводяться. Тому негативна дія деяких важких металів на функції органів тварин і людей проявляються з часом [16, 105, 261, 262, 287].

Дослідженнями проведеними Булавкіною Т. П., Семеновим С. О. [23], Дяченко Л. С., Ніколенко І. Л. [62], Пазинич І. Л. [152], Поліщук А. А. [163],

Лисуною Л. І. [84], Веронян О. А. [33], Боковою Т. І. [17] встановлено негативний вплив важких металів на продуктивність свиней та інших видів тварин. Так, підгострий і хронічний ефект Кадмію і Плюмбуму виявляється у зниженні живої маси, довжини тулуба, зменшенні споживання кормів, анемії, артеріальній гіпертензії, протеїнурії, погіршенні мінералізації кісток, некрозу яєчок, появи молодняку з вродженою вродливістю [85, 93, 98, 144, 151, 210, 216, 251].

Основними мішенями дії Плюмбуму є системи: кровотворна, нервова, травлення і нирки [190, 217, 242, 263, 268]. Симптомами отруєння Плюмбумом можуть бути: підвищення артеріального тиску, біль у кінцівках, череві, запори, порушення репродуктивної системи організму, зниження імунітету, недокрів'я. Плюмбум призводить до виведення з організму життєво-необхідних мінеральних елементів: Кальцію, Магнію, Фосфору [98, 110, 134].

Таким чином, Кадмій і Плюмбум з навколишнього середовища легко потрапляють харчовим ланцюгом до рослин, з кормами до організму тварин, негативно впливаючи на роботу органів, систем, трансформуються в продукцію та можуть викликати хронічні токсикози у людини. І ця дія тим сильніша, чим більша концентрація важких металів у кормах та продукції. Виробництво екологічно чистих продуктів тваринництва стає невід'ємною часткою безпеки харчування людини.

1.3. Біологічна роль Плюмбуму і Кадмію

До групи важких металів відносяться елементи, які необхідні для життя людини, тварин, рослин. Це перш за все, такі метали, як Цинк, Купрум, Манган, Ферум та інші. Ці елементи, в певних дозах, грають велику біологічну роль, але їх нестача або надлишок призводять до збою у фізіологічних процесах, що і викликає різні захворювання.

Біологічні функції Плюмбуму і Кадмію, особливості їх накопичення, токсичність вивчалась такими вченими як Войнар А. І. [37, 38], Авцин А. П. [134], Беренштейн Ф. Я. [10], Шпаковський А. У. [231], Трахтенберг І. М. [203], Засекін Д. А. [72, 73], Ільїн В. Е [79], Кабата-Пендіас А. [83], Ершов Ю. А. [64], Алексеев Ю. В. [3] та іншими. Однак залишається відкритим питання про місце депонування цих металів-токсинів у органах і тканинах тварин, особливості їх сумісної та окремої дії, механізм виведення їх з організму.

Якщо класифікувати Плюмбум і Кадмій за їх біологічною значимістю, то згідно за Георгієвським В. І. та іншими [47] Кадмій відноситься до умовно необхідних мікроелементів, а Плюмбум - до ультрамікроелементів з невстановленим впливом.

Про есенціальність Плюмбуму і Кадмію відомо дуже мало, в більшості випадків ці елементи розглядаються в аспекті їх токсичності [40, 44, 64, 272, 285]. Але слід відмітити, що ці контамінанти містяться в тканинах організму тварин і людини, як нормальна їх складова частина. Так за даними Крамаренко В. П. [99] Кадмій утримується у печінці у межах 0,64 - 6,68 мг%, у нирках - 1,32 - 8,48 мг%, Плюмбум відповідно у печінці в кількості 0,13 мг%, нирках - 0,027 мг%, селезінці - 0,03 мг%, легенях - 0,028 мг%, серцевому м'язі - 0,038 мг%, скелетному м'язі - 0,01 мг%, головному мозку - 0,013 мг%.

У кінці минулого століття було встановлено, що Кадмій є необхідним елементом, який відіграє важливу роль у фізіологічних процесах, а його нестача може призвести до зниження росту і порушення відтворення у тварин [85, 258].

У свої дослідках Schwarz K. [306] встановив, що цейксенобіотик у нетоксичних концентраціях стимулює ріст пацюків. Життєва необхідність Кадмію була підтверджена дослідями, що були проведені у Німеччині на козах. Так, дефіцит Кадмію у раціоні (20 мкг/кг) викликав затримку росту і статевого дозрівання у цих тварин. За даними Хухрянського В.Г., Циганенко

А. Л., Павленко Н. В. [218] Кадмій позитивно впливає на захисні реакції організму, а його солі знижують рівень холестерину в крові.

Дослідженнями Лисунової Л. [84] було встановлено, що введення в організм м'ясних курчат хлориду Кадмію, з розрахунку 0,4 мкг на 1 кг корму, супроводжувалось збільшенням живої маси птиці. Відома також стимулююча дія Кадмію на ріст аспергилів і деяких водоростей [37].

За даними Скального А. В. [186] фізіологічна роль Кадмію вивчена недостатньо. Кадмій виявляється у складі так званого "металотіонеїна"—білку, для якого характерний високий вміст сульфгідрильних груп і важких металів. Функція тіонеїна полягає у зв'язуванні, транспортуванні важких металів і їх детоксикації. Цей білок активує декілька цинкзалежних ферментів, однак ферментів, які б активізувались тільки Кадмієм не виявлено.

У своїх дослідах на кролях і собаках Шпаковський А. І. [231] встановив, що Кадмій впливає на вуглеводний обмін, збільшує вміст цукру в крові, підсилює розпад глікогену в організмі.

Що стосується есенціальності Плюмбуму, то за даними Авцина А. П. [134] при дефіциті Плюмбуму у тварин спостерігається значне зниження рівня Феруму у крові. Також відомо, що Плюмбум приймає участь у обмінних процесах кісткової тканини.

За даними Власюка П. А. [213] внесення у ґрунт солей Плюмбуму, з розрахунку 3кг/га вихідної речовини, значно підвищувало врожай деяких овочевих культур, покращувало якість продукції. Внесений у ґрунт оцтовокислий Плюмбум підвищував на 2,44% вміст крохмалю у бульбах картоплі, крім того стимулював проростання насіння, сприяв підвищенню врожайності деяких овочевих культур і надходженню до вегетативних органів Калію, Хрому, Барію, Купруму, Бору і Феруму.

Випадків дефіциту Плюмбуму і Кадмію для живих організмів в природі не існує, а надмірне надходження цих елементів, яке спостерігається все частіше внаслідок погіршення екологічної ситуації, призводить до прояву їх токсичної дії, завдає значної загрози їх здоров'ю.

Як вказують Авцин А. П. [134], Білявський Г. О. [14], Венчіков А. І. [32] механізм токсичної дії катіонів важких металів різний і зумовлює:

- Зниження активності ферментів.
- Утворення хелатів і порушення обміну речовин.
- Взаємодію з клітинними мембранами і зміну їх проникності та інших властивостей.
- Конкуренцію з хімічними елементами, які є життєво необхідними для організму.

Особливість дії важких металів полягає у здатності акумулюватися в організмі, негативно впливати на імунологічний статус, ферментні системи, репродуктивні та інші функції [24, 31, 36, 45, 66, 216, 255], відмічають також негативний вплив цих елементів на реакцію паличок сітківки, що призводить до погіршення сутінкового зору [234]. Koller L. та інші [284, 266] у своїх працях вказує на мутагенну і канцерогенну дію Кадмію і Плюмбуму на людину та тварин.

У молодих тварин під дією важких металів відбувається посилення перекісного окиснення ліпідів, порушується кальцієвий гомеостаз та окисний метаболізм клітини [203, 218, 227, 243].

Як Кадмій так і Плюмбум при надходженні до організму добре зв'язуються з білками, бікарбонатами, при чому метал – бікарбонатний комплекс здатний до дифузії [64, 134, 201, 216, 226], що пояснює високу нефротоксичність цих металів.

Кадмій блокує роботу важливих для життєдіяльності організму ферментів. Крім того, він пошкоджує печінку, нирки, підшлункову залозу, здатен визвати емфізему або навіть рак легень. Сполуки Кадмію знижують резистентність організму до хвороб, негативно впливають на спадковість, руйнують еритроцити крові, сприяють виникненню захворювань нирок і сім'яних залоз, гастрит, анемію [66, 85, 164, 268, 294].

Кадмій відіграє негативну роль у розвитку серцево-судинних захворювань, підвищує кров'яний тиск [21, 145, 304], здатний викликати

нефропатію, остеодистрофію. Крім того, надлишок Кадмію в організмі підсилює процеси катаболізму колагену у кістковій тканині, інгібує синтез білку в печінці, впливає на фосфорно-кальцієвий обмін в організмі, сприяє збільшенню концентрації Купруму, Цинку і Молібдену у нирках і зниженню рівня Цинку в печінці і м'язах, Феруму в печінці, нирках, крові та аскорбінової кислоти в багатьох органах. Іони Кадмію здатні витіснити іони Кальцію із сполук, що входять до складу кісток, накопичуються в них, призводять до збільшення ламкості кісток [2, 44, 153].

Значних пошкоджень завдає Кадмій ниркам, що виявляється порушенням їх метаболізму, процесів клубкової фільтрації, каналцієвої реабсорбції, підвищенням виділення білку, при цьому порушуються процеси поглинання амінокислот, Фосфору, Кальцію у нирках. Після припинення дії Кадмію пошкодження, викликані його дією в нирках, залишаються незворотними [187, 268, 269, 310] .

За даними Перелигіної В. С. [156], Одинець Р. Н. [148] згодовування оцтовокислого Плюмбуму вівцям в дозі 60 мг негативно впливає на депонування Сульфуру, призводить до дефіциту Йоду, збільшує виведення Кальцію і Фосфору із запасів організму, знижує міцність кісток.

Найбільш чутливі до Кадмію і Плюмбуму кури, вівці і відносно стійкі качки, велика рогата худоба, свині [114]. За даними Одинець Р. Н. [148], Плюмбум має високу здатність депонуватись у організмі овець: при надходженні з кормом 0,64 мг Плюмбуму в їх тілі затримувалось 15 % від прийнятого, при збільшенні дози до 33,3 мг в організмі відкладалось 34,2 % Плюмбуму від прийнятого. Тобто, при збільшенні дози цього металу-токсиканту відбувалось надмірне насичення органів і тканин тварин Плюмбумом.

У лабораторних і сільськогосподарських тварин при гострому отруєнні Кадмієм відмічається пригнічення, слинотеча, блювання, спазми кишкового, діарея. Смертельна доза Кадмію для людини становить 150 мг/кг, для мишей – 50-100мг/кг, для собаки – 150-600мг/кг.

Клінічні ознаки хронічного отруєння тварин Кадмієм нечіткі, в основному, в них знижується жива маса, настає виснаження. При цьому, у крові відмічається зниження кількості еритроцитів, гемоглобіну, загального білку, альбумінів і сульфгідрильних груп [44, 49, 50, 97, 138, 222, 223].

Дослідами Дяченко Л. С., Ніколенко І. Л. [62] встановлено, що підвищення вмісту Кадмію в раціоні відгодівельних підсвинків, порівняно з ГДК у 2 рази зумовлює зниження їх середньодобового приросту за період відгодівлі на 14,43% і забійних якостей.

Булавкіна Т.Б., Семенова С. О. [23] підтвердили у своїх дослідах, що додавання до раціону свиней надмірних доз важких металів (Кадмію, Плюмбуму, Нікелю) в дозі, що перевищує максимально допустимий рівень у 10 разів, призвело до зниження продуктивності свиней на відгодівлі, а також вплинуло на підвищення концентрації цих елементів у продуктах забою і незначною мірою у м'ясі свиней.

Нещодавні дослідження показали, що механізм комбінованого впливу металів на організм неоднозначний і не обмежується як простим підсумовуванням ефектів, так і більш складними відносинами антагонізма-синергізма. На різноманітні системи організму комбінація елементів має різний вплив [134, 241].

Хронічний вплив Кадмію на людину спостерігався в Японії – це захворювання «ітай-ітай» [262]. Люди, які захворіли, були, в основному, жінки у віці 40 років і більше, що пояснюється найбільшим дефіцитом у них Кальцію. Середньодобове надходження Кадмію з їжею у хворих складало 180-391 мкг. Першими симптомами захворювання були: біль у кінцівках, попереку, остеомалаяція, остеопороз, дисфункція нирок. Пізніше спостерігалось зменшення маси тіла, зниження рівня фосфатази у крові, деформація скелету. Наприкінцевій стадії захворювання виникали чисельні кісткові переломи, внаслідок порушення фосфорно-кальцієвого обміну [134, 240].

Як вказує WuX.[310] збільшення виведення Кальцію із сечею може бути першою ознакою враження нирок під дією Кадмію.

Кадмій має канцерогенні якості і на відміну від інших важких металів, які "спеціалізуються" в тому чи іншому виді рака, Кадмій збуджує усі його форми [21, 247].

Відомі дані про вплив Кадмію на репродуктивні функції тварин [40, 190, 212]. Ще у 1956 році було встановлено, що ін'єкція 0,02-0,04 мл хлористого Кадмію на 1 кг живої маси викликала ураження сім'яних каналців та інтерстеціальної тканини, що призводило до стерильності пацюків. Такі ж результати були отриманні і у аналогічних дослідженнях на птиці [85], при цьому введення Кадмію затримувало розвиток сперматозоїдів, зупиняло утворення сперматид.

За даними Вероняна О.А., Волкова М. І., Каплюка І. А. [33] додавання до раціону пацюків впродовж 6 місяців щоденно 100 мкг Кадмію на 1 кг маси тіла на добу у вигляді хлориду Кадмію призвело до зниження резистентності і часу рухливості сперматозоїдів. У сім'яниках тварин спостерігалось розростання сполучної тканини, виражені дистрофічні зміни з розпадом клітин, зниження кількості сперматозоїдів і перевага клітин на стадії сперматогоній і сперматид.

Токсична дія Кадмію відмічена і у самиць. Так, введення вагітним самицям пацюків солей Кадмію призводило до повного порушення плідної частини плаценти, в деяких випадках вагітність зривалась з послідовним розсмоктуванням плоду або викиднем. Слід відмітити, що при введенні Кадмію самицям на 17-ту добу вагітності або раніше, вони переносили навіть більш високі дози цього елемента [258].

За даним літератури [247] Кадмій є тератогеним та ембріотоксичним агентом. Так, максимальна токсичність Кадмію для плоду відмічається при введенні його самицям в останні дні вагітності.

Плюмбум поряд з Кадмієм також впливає на гонади, викликає розлади оваріально-менструального циклу, порушення запліднення. За наявності Плюмбуму у крові під час вагітності відбувається його інтенсивне надходження до організму плода, що може викликати викидні або народження мертвого плоду [16, 44, 219, 230].

Дослідження, що проведені Буцяком В. [24] на коровах свідчать, що при введенні важких металів, зокрема Плюмбуму, Меркурію, у раціон тільних корів у дозах, що перевищували ГДК у 1,5-2,6 рази негативно впливало на формування, ріст та розвиток плоду, призводило до порушення репродуктивних функцій корів. Так, серед тварин дослідної групи, які знаходились під дією хемотоксикантів було виявлено на 89% більше ялових корів ніж у контролі, до того ж на 112% та 300% збільшувалась відповідно кількість викиднів і мертворождалих телят.

Плюмбум має вплив не тільки на репродуктивну функцію організму, а й взагалі є високотоксичною політропною отрутою, яка пошкоджує кровотворну, нервову, травну, сечовивідну, серцево-судинну та ендокринну системи і викликає порушення багатьох обмінних процесів [48, 165, 171, 181, 182, 183].

Дослідженнями багатьох авторів підтверджується, що під впливом важких металів кількість загального білку, альбумінів, гемоглобіну та інших біохімічних показників крові знижується [5, 13, 50, 67, 115, 128, 157, 223], що може вказувати на враження печінки, кровотворних органів.

Кузубова Л. І. [105] відмічає, що Плюмбум впливає на біосинтез гемоглобіну, нуклеїнових кислот, протеїнів, різних гормонів. Майже 90 - 95 % накопиченого у організмі людини Плюмбуму "депоновано" у кістках, що створює значну небезпеку хронічної інтоксикації.

Характерним клінічним проявом токсичної дії Плюмбуму є анемія, яка пов'язана з порушенням обміну порфірину, біосинтезу гема, що прискорює руйнування гемоглобіну і зменшує його кількість у крові [7, 16, 157, 217]. Плюмбум знижує резистентність еритроцитів, збільшує проникливість оболонки клітин, що веде до втрати Калію, гемолізу еритроцитів [216].

За даними ряду авторів [110, 242, 306] Плюмбум викликає патологічні зміни у нервових волокнах, що зумовлено як сегментною демієлінізацією так і дегенерацією аксонів. Встановлена залежність між рівнем Плюмбуму у крові і сповільненням швидкості проведення збудження у нервових волокнах.

Існує кореляція між високою концентрацією Плюмбуму у крові і числом хромосомних аберацій у працівників, що контактують із Плюмбумом. Виявляють аномалії хромосом. В іонізованій формі Плюмбум утворює комплекси з РНК і ДНК [110, 126].

Гострі отруєння Плюмбумом виникають при прийомі внутрішньо від 2 до 3 г їх солей. Потрапляючи до організму цей метал-токсикант швидко надходить майже в усі органи і тканини, в більшій мірі фіксуючись в еритроцитах, кістках. В найбільшому ступені Плюмбум вражає нервову систему, кровотворення, шлунково-кишковий тракт і печінку. Особливо характерним є свинцеві поліневрити, паралічі, анемія, спазм кровоносних судин, біль у шлунку [7, 148].

Різні види тварин виявляють неоднакову чутливість до Плюмбуму. Найбільш уразливими до інтоксикації Плюмбумом є велика рогата худоба, собаки, особливо птиця. Летальна доза ацетату Плюмбуму для жуйних тварин складає 50 - 60 г. У коней введення цього препарату в дозі 500г викликає лише гостре отруєння. Для свиней летальною дозою є 10 - 25 г [126, 216].

При гострому отруєнні у тварин відмічаються розлади функції нервової системи (занепокоєння, яке змінюється пригніченням, м'язовий тік, важке дихання, судоми), порушення травлення (слинотеча, метеоризм), відсутність апетиту, блідість слизових оболонок, іноді опухання суглобів, кульгавість, параліч тазових кінцівок.

За даними Судакова М. О. [138] отруєння Плюмбумом у свиней супроводжується втратою апетиту, пригніченням, проносом, сліпотою і сильним збудженням, яке призводить до загибелі тварин.

Хронічне отруєння Плюмбумом називають сатурнізмом. Характерний симптом його є анемія, яка обумовлена пригніченням синтезу гемоглобіну, зниженням його вмісту. При цьому, знижується резистентність еритроцитів, настає їх гемоліз. Ранні ознаки свинцевої інтоксикації – виникнення базофільної зернистості еритроцитів і підвищення у сечі рівня порфіринів [144]. Плюмбум в незначних кількостях відкладається в кістковій тканині,

потім у волосяному покриві, печінці, нирках. У м'язовій тканині відкладається лише незначна кількість елемента [64, 159]. Вміст Плюмбуму у м'ясі у концентрації 0,5 мг/кг і вище дає підставу не використовувати туші для харчових цілей, а при наближенні до рівня 0,5мг/кг – м'ясо реалізується як умовно придатне після знезараження проваркою або використовується на виробництво м'ясних хлібів [216].

Хімічне забруднення довкілля через харчові ланцюги може суттєво впливати на продуктивність тварин, що в свою чергу діє на валову продукцію виробництва, хімічний склад продуктів, на найбільш важливі показники їх біологічної цінності і санітарної якості. Встановлено, що м'ясо-молочні продукти, які отримуються при ендемічних захворюваннях тварин мають низькі товарні, санітарні якості. У таких випадках м'ясо частіше за все буває забруднено мікрофлорою, в зв'язку з чим швидше піддається псуванню у порівнянні з м'ясом, що одержано від здорових тварин. Зниження імунних властивостей організму внаслідок порушення обміну речовин призводить до прижиттєвого обсіменіння тканин органів тварин різною мікрофлорою, яка швидко розмножується у м'ясі. Від хворих тварин отримують м'ясо з низьким рівнем антибактеріальних речовин, при його дозріванні змінюються біохімічні процеси, що уповільнює перехід нейтральної реакції на кислу, сприяє підвищенню його бакобсіменіння [35, 56, 96, 208, 221].

За даними Осікіна Р. В., Тезієва Т. К. [150] у маслі і сирі, які були вироблені у небезпечній екологічній зоні у літній пасовищний період вміст Цинку, Кадмію був вище рівня гранично допустимої концентрації.

За даними Кособрюхова А.Н. [95, 96] при гепатитах, цирозах печінки, що виникають внаслідок ендемічного захворювання, сальмонели виявлені у 5,4% з 73 досліджених туш м'яса, гнилісні та інші види мікроорганізмів при цирозах печінки у 17%, а при жировій дегенерації у 23 %. Поряд із зниженням санітарних якостей м'яса, встановлені зміни у їх хімічному складі – зменшення білків м'язової тканини, збільшення сполучнотканинних колагену та еластину [35].

Плюмбум і Кадмій у невеликих кількостях відіграють певну біологічну роль в організмі, механізми якої на сьогоднішній день ще до кінця не встановлені. Однак, у сучасних умовах урбанізації, розвитку промисловості ці ксенобіотики грають роль токсикантів, що здатні знижувати продуктивність тварин, погіршувати якість їх продукції, впливати на здоров'я як тварин так і людей.

1.4. Механізми токсичної дії важких металів

Важкі метали належать до так званих тіолових отрут. Вони характеризуються тим, що вступають у взаємодію з сульфгідрильними або тіоловими групами різних макромолекул організму: ферменти, білкові структури, амінокислоти. З речовинами, які містять сульфгідрильні групи, пов'язано проведення нервового імпульсу, тканинне дихання, м'язове скорочення, проникливість клітинних мембран та інші важливі функції організму [245, 274, 298].

Поруч з блокуванням тіолових груп, які забезпечують біологічну активність більш ніж 50% ферментів, ці сполуки блокують також амінні, карбоксильні та інші групи. В результаті втрат протеїнами багатьох реакційних і біологічних якостей порушується білковий, вуглеводний, жировий обміни, руйнуються структури кліткових мембран[49].

Важкі метали, що надходять у кров зв'язуються там з альбумінами, які роблять їх загальнодоступними для всіх клітин, тканин, систем організму, де вони міцно фіксуються в тканинах та накопичуються до токсичнонебезпечних концентрацій.

В результаті реакції іонів металів з сульфгідрильними групами утворюються слабодисоціюючі, і як правило, нерозчинні сполучення – меркаптиди. Якщо металевий іон є двовалентним, то він блокує одночасно дві сульфідні групи.

Спорідненість важких металів до сульфгідрильних груп альбуміну зменшується в наступній послідовності: $\text{Hg}^{2+} > \text{Ag}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ [226].

При довготривалому надходженні сполук важких металів до організму відбувається пригнічення дії кровотворних органів, що викликає в наступному стійке зниження гемопоезу [17, 40, 50, 66, 67, 105, 153, 157, 166], утворення вільних радикалів у клітинах та міжклітковому просторі, яке призводить до погіршення роботи антиоксидантної системи організму, її резистентності [126, 128].

При отруєнні Кадмієм блокуються карбоксильні групи амінокислот, що призводить до порушення синтезу білків і ферментативних процесів. Токсична дія виявляється також у зменшенні фагоцитуючої здатності макрофагів, інгібуванні секреції інсуліну, збільшенні синтезу глюкози [134]. Токсична дія металу пояснюється не тільки його високою біологічною активністю, але й здатністю знижувати засвоєння у шлунково-кишковому тракті таких елементів, як Кальцій, Цинк, Ферум [66].

У крові іони Кадмію входять у еритроцити, приєднується до плазмових білків, особливо σ -глобулінів, і легко надходить до інших тканин [64]. Кадмій транспортується кров'ю у печінку, нирки, слизову оболонку кишковика, інші м'які тканини [249, 250].

Плюмбум і Кадмій мають високу нефротоксичність, яка обумовлена їх здатністю депонуватись у корковій речовині нирок [249, 262, 285], діяти на різні частини нефрону, пошкоджувати ниркові канальця, викликаючи при цьому нефрити, імунозапальні захворювання нирок [267, 268].

Необхідно відмітити, що Кадмій має значну спорідненість до нуклеїнових кислот, викликає порушення їх метаболізму, інгібує ДНК-полімеразу, порушує синтез ДНК, заважаючи приєднанню тимідину до неї. Одноразово введений Кадмій інгібує трансформацію ряду ксенобіотиків, включаючи анілін, бензопірен, етілморфін та інші [64, 206].

За даними Schnider P., Korolenko T.A., Busch U.Nakagawa K., Asami M. [303] гостре отруєння сполуками Плюмбуму і Кадмію викликає зміни у мембранах мітохондрій, збільшення числа лізосом.

Головними центрами накопичення Кадмію у організмі, як вже відмічалось, є печінка, нирки [7, 40, 164, 126, 134, 213, 216, 289]. В цих органах 80% Кадмію пов'язано з металотіонеїном [134, 248, 280, 288, 298, 311]. Як вважають Панас Н. С., Антоняк Г. Л. та інші [2] ще одним органом-мішенню за дії важких металів є селезінка, яка є місцем депонування, переробки пошкоджених еритроцитів, кількість яких збільшується за дії важких металів [142, 212].

Авцин А.П. [134], Ершов Ю.А. [64], Дубіни Т. Л. [61] відмічають, що синтез металотіонеїну у нирках, печінці, інших органах індукується Кадмієм і є захисною реакцією організму. У вигляді металотіонеїна Кадмій не токсичний і цим пояснюється толерантність організму до частого його введення у невеликих дозах. Утворення комплексів Кадмію з металотіонеїнами значно знижує його надходження у плазму. Металотіонеїни приймають активну участь у транспортуванні Кадмію в крові (перенесення з одного органу до іншого), через клітинну мембрану (трансмембранне перенесення), через епітелій. Плюмбум також міцно зв'язується з металотіонеїном [311].

В той же час, металотіонеїн підсилює токсичну дію важких металів на нирки. Комплекс металотіонеїну з важкими металами потрапляє через кров до нирок, де він вільно надходить в проксимальні каналці за рахунок незначного розміру білку. Там він всмоктується ендцитозом, де звільняє зв'язані іони металів, що руйнують клітини. Це призводить до порушення процесів клубкової фільтрації, каналцевої реабсорбції, підвищення виділення білку [134, 203, 258, 261, 280, 286, 294]. Внаслідок цього значно зменшується концентрація загального білку в крові, виникає гіпопротеїнемія [126]. Крім того, в середині ядер клітин утворюються щільні включення, які складаються

з метал-протеїнового комплексу. Все це призводить до прогресуючого руйнування клітин каналців та їх заміни фіброзною тканиною.

Металотіонеїни приймають участь у гомеостазі Цинку, Купруму, тому Кадмій і Плюмбум, при взаємодії з цим білком, можуть порушувати гомеостаз цих біогенних елементів [61].

При всмоктуванні Плюмбуму в слизовій оболонці тонкої кишки задіяно декілька механізмів. Особливе місце серед них займають механізми пасивної і полегшеної дифузії. Остання проходить за участі специфічного кальційзв'язаного білка, високі концентрації якого виявлено в проксимальних відділах тонкої кишки [109, 148, 265, 285]. Цей білок має властивість зв'язувати деякі двовалентні катіони, в тому числі Ферум, Цинк, тим самим зменшуючи частку Плюмбуму в процесі всмоктування. У процесі всмоктування Плюмбуму у шлунково-кишковому тракті не виключається роль металотіонеїну. Конкурентне зв'язування його можливо порушує (зменшує) всмоктування Плюмбуму [248].

Надійшовши у кров Плюмбум проникає у еритроцити, де довгий час циркулює у вигляді колоїдного фосфату, зв'язаного з білками і закріпленого на стромі. Деяка частина Плюмбуму циркулює у плазмі крові у вигляді альбумін атів, акумулюється у печінці, нирках, але в основному у кістковій тканині у вигляді нерозчинного трифосфату, що повільно мобілізується і не шкідливий для органів та систем. Органічні сполуки Плюмбуму (тетраетил Плюмбуму), що надходить через шкіру, дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт, в першу чергу накопичуються у жировій тканині, потім перетворюється на неорганічний Плюмбум [216, 217].

Плюмбум перенесений кров'ю в органи поділяється на дві фракції: обмінну і стабільну. До обмінної належить Плюмбум крові, 90 – 95% якого зв'язується з еритроцитами, а також Плюмбум який міститься в паренхіматозних органах і м'яких тканинах – печінці, нирках, селезінці. До стабільної фракції належить Плюмбум твердих тканин – кісток, волосся, нігтів, зубів. У дітей його депонується більше, особливо у головному мозку.

В механізмі токсичної дії Плюмбуму головну роль відіграє лактат Плюмбуму, який утворюється у м'язах, при його взаємодії з молочною кислотою. Лактат Плюмбуму легко проникає в нервові і м'язові клітини, реагує з фосфатами [306]. Погано розчинні фосфати Плюмбуму утворюють на оболонці клітин бар'єр, який перешкоджає нормальному надходженню в них іонів Кальцію. Результатом подібної блокади є нейром'язові ефекти (парези, паралічі та інші), що спостерігаються при свинцевій інтоксикації. Найбільш чутливі до Плюмбуму тканини, що швидко ростуть та ембріональні клітини. До осіб підвищеного ризику належать новонароджені, діти, вагітні жінки, хворі на анемію, нирки [210, 213].

Досліди довели, що за дії Плюмбуму і Кадмію спостерігаються зміни у вмісті глюкози, холестерину у крові та активності ферментів переамінування АсАТ, АлАТ, що може вказувати про вплив цих токсинів на функції печінки, вуглеводний обмін [34, 50, 153]. Ці токсиканти руйнують структурні утворення гепатоцитів, порушують екскреторні функції і метаболічні процеси печінки [68, 72, 134, 243, 300].

На обмін Плюмбуму впливає багато чинників та перш за все елементи близькі до нього за своїми фізико-хімічними властивостями. До них належать Кальцій, Ферум, Цинк, Купрум, Магній, Кадмій.

Встановлений антагонізм між Плюмбумом і Кальцієм, вітаміном D, Ферумом, Цинком [134, 238, 257, 270].

За даними Авцина А. П., Ершова Ю. А., Barton J.C. [64, 134, 257] в малих дозах Кадмій і Цинк знижують токсичність Плюмбуму. Про можливість такої взаємодії між Кадмієм і Плюмбумом свідчать декілька вчених. На думку одних, детоксикація пов'язана із здатністю Кадмію індукувати синтез металотіонеїна, який пов'язує надлишок Плюмбуму чим сприяє його детоксикації [40, 44]. Також було встановлено, що в малих кількостях Кадмій призводить до порушення гідроксилірування вітаміну D, знижує активність 1,25-дигідрохолекальциферола, призводить до дефіциту активної форми

даного вітаміну [241], і як слідство, процеси транспорту Кальцію і Плюмбуму порушуються.

Сталтс В. Дж. [191] відмічає, що при надходженні в організм токсикантів включаються певні механізми регулювання їх впливу: зниження їх всмоктування, підвищення виділення, фіксація та акумуляування токсичного елемента у малоактивній тканині, детоксикація з наступним виділенням нетоксичного комплексу.

Як відмічається в роботі NriagyJ.O. [296] ці регулюючі механізми та виникаюча токсичність залежать від фізичної, хімічної будови токсину, довготривалості дії, віку, статі, якості харчування, імунного статусу.

У тварин, які отримували передчасно сполуки важких металів з`являється толерантність до летальних доз. Наприклад, пацюки, яким одноразово підшкірно вводили Кадмій (2,0 мг/кг) за добу до введення летальної дози (3,9 мг/кг, внутрішньовенно) залишались живі.

Це можна пояснити тим, що передчасно введена доза індукувала синтез металотіонеїна, при цьому більша частина летальної дози стає зв`язаною з цим білком, а менша проникає до органів мішеней: нирки, селезінку, легені, серце, статеві органи [40, 105].

Механізм токсичної дії Кадмію та Плюмбуму обумовлений їх здатністю знижувати активність ферментів, порушувати обмін речовин, змінювати властивості клітинних мембран, конкурувати з життєво необхідними елементами. Основними мішенями впливу цих хемотоксикантів є кровотворна система, нирки, печінка. Все це знижує імунологічний статус тварин, репродуктивні та інші функції, погіршує продуктивність тварин, біологічну цінність, хімічний склад, санітарні якості продукції тваринництва.

1.5. Шляхи зменшення негативного впливу важких металів на організм тварин

Здоров'я сільськогосподарських тварин, їх відтворні функції, продуктивність, біологічна цінність продукції отриманої від них значною мірою залежать від санітарної якості води та кормів. Продукція сільськогосподарського виробництва, що виробляється у локальних зонах техногенного навантаження є джерелом інтоксикації населення, яке вживає цю продукцію. Шкідливий вплив поллютантів на здоров'я тварин, людей можливо зменшити виконуючи гігієнічний контроль за їх вмістом у довкіллі, воді, продуктах харчування, розробкою та впровадженням ефективних засобів щодо запобігання накопичення важких металів у кормах і продукції тваринництва [25, 169, 170].

Зараз використовують безліч лікарських та інших препаратів, що забезпечують виведення токсичних сполук з організму. Це різні антидоти, комплекси, адсорбенти, що мають здатність утворювати нерозчинні сполуки з важкими металами і швидко виводитися з організму [22, 25, 26, 54, 65, 66, 71, 74, 88, 90, 104, 118, 126, 149, 194, 196, 211].

Як вказує Бокова Т.І. [17] комплекси належать до детоксикантів синтетичного походження. Це циклічні сполуки, що мають у своїй структурі різні функціональні групи, завдяки наявності в них Нітрогену з іонами металів утворюються добре розчинні, малотоксичні комплекси, які втрачають токсичність і швидко виводяться з організму.

В якості антидотів використовують такі сполуки: ЕДТА, ЕГТА, тетацін, пентацін, імуран, фітин, БАЛ, унітіол та інші [126].

Однак, слід відмітити, що комплекси мають побічну дію, порушують обмін мікроелементів у організмі, можуть викликати посилення симптомів інтоксикації в період високої елімінації металів з організму, появу нефротоксичного синдрому, спричиняють алергічні реакції. Все це обмежує використання комплексонів, свідчить про неефективність їх застосування в якості профілактичного засобу.

Крім того, всі антидоти поряд із виведенням важких металів активно виводять Ферум, внаслідок чого вміст його в печінці, кістковому мозку зменшується і підвищується анемічний синдром [25].

Таким чином, використання речовин природного походження і препаратів, що створені на їх основі в якості детоксикантів набуває широкого застосування. Вони не мають істотних недоліків синтетичних препаратів, а саме токсичних властивостей останніх та зв'язаного з цим обмеженого часу їх використання, тому їх можна використовувати впродовж тривалого часу [90, 112, 113, 178].

Одним з таких природних препаратів є комплексоутворюючі сполуки рослинного походження, серед яких важливе місце займають пектини. При додаванні до розчину пектину солей важких металів утворюються нерозчинні, стійкі сполуки – пектани металів, що не адсорбуються в кишківнику.

Доведено, що для профілактики та лікування металоінтоксикацій з успіхом можна використовувати практично будь-які пектинові речовини. Вони не є токсичними, позитивно впливають на рівень холестерину у крові, стимулюють синтез вітамінів [18, 120, 124, 125].

Дослідженнями КупчикаЛ., КартельМ., Вейсова Б. [107] встановлена комплексоутворююча здатність трьох видів пектинів – цитрусового, яблучного і бурякового. За їх даними найбільшу комплексоутворюючу здатність до Кадмію мають яблучний і буряковий пектини, до Плюмбуму – яблучний і цитрусовий пектини.

На основі проведених дослідів [124] встановлено, що додавання до основного раціону пектинових препаратів сприяє нормалізації обмінних процесів, виведенню сполук Меркурію, покращенню морфологічного стану крові, інтенсифікація росту овець та отриманню екологічної продукції.

Кормові добавки, до складу яких входили пектинові речовини і вітамін С в дозах 0,15-0,30мг/кг покращують гематологічні показники, обмінні процеси, загальну резистентність організму свиней, сприяють ефективному виведенню сполук Меркурію[124].

Застосування природних мінералів є одним з ефективних і дешевих способів запобігання негативної дії важких металів на організм тварин, якість продукції тваринництва. Вони адсорбують і гальмують всмоктування важких металів із шлунково-кишкового тракту в кров. До таких добавок належать сапоніти, глауконіти, трапели, хумоліти, складні комплексні добавки [118].

За даними Буцяка В. І. [25] використання цеоліту, як адсорбенту, сприяло підвищенню зв'язування важких металів у шлунково-кишковому тракті, виведенню їх з організму тварин, що позитивно відбивалося на фізіологічному стані тварин, показниках приросту, білково-якісному показнику середньої проби м'яса. Під впливом цеоліту коефіцієнт акумуляції іонів Плюмбуму, Кадмію і Меркурію знизився відповідно на 40,9 %, 33,2 % та 44,5 %.

Кроль М. Ю., Сахарова І. С. [103] вказують, що застосування Селену, Сульфур у і цеоліту при кадмієвій інтоксикації кур - несучок дало значний ефект (до 50 %) зниження кумуляції елемента в усіх їх органах і тканинах. Сульфур і цеоліт призводять до 100 % виведення Кадмію з м'язової тканини.

Дослідженнями Засєкіна Д.А., Калініна І.В., Захаренко М.О. [70, 71, 74] встановлено, що застосування сорбентів у годівлі пацюків таких як цеоліт, сапоніт, хумоліт, фітосорбент та інші, після навантаження організму сумішшю солей важких металів, сприяло їх елімінації з тканин і органів отруєних тварин. Разом з тим, використання сорбентів впродовж тривалого часу знизило не тільки надлишок важких металів у тканинах, а й вплинуло на гомеостаз в організмі тварин: застосовані сорбенти суттєво змінюють кількісний та якісний склад амінокислот, при цьому особливих змін зазнають незамінні амінокислоти. Серед замінних амінокислот найбільш вразливими виявились глютамінова та аспарагінова. Водночас треба врахувати, що при використанні цеолітів відбувається поглинання Оксигену з крові та лімфи, порушення мінерального балансу в організмі, до того ж при хронічних отруєннях цеоліти не діють [168].

Варто також зазначити, що для лікування і профілактики інтоксикацій важкими металами необхідно враховувати і використовувати на користь

біологічний антагонізм між різними макро- і мікроелементами, вітамінами, іншими біологічно-активними речовинами [58, 86, 90, 97, 106, 119, 172, 177, 194, 213, 257]. Так, Власюк П. А. [135] вказує на те, що в організмі є антагонізм між Кобальтом, вітаміном В₁₂, фолієвою кислотою з одного боку і Плюмбумом - з іншого.

Відомо, що Цинк і Селен запобігає ембріотоксичній дії, яку викликає Кадмій, а одночасне надходження Цинку і Кадмію не знімає цього порушення [177, 315, 316]. При введенні хом'якам Меркурію і Кадмію ембріотоксичний ефект підсилювався, а Меркурію і Цинку, навпаки, знижувався [85, 134, 254].

Кабата-Пендіас А. та Пендіас Х. [83] вказали на аналогічні взаємозв'язки Плюмбуму і Кадмію з іншими елементами: Кадмій проявляє синергізм з Плюмбумом, Цинком, антагонізм - з Алюмінієм і Селеном. Автори зазначають також антагоністичну дію Кальцію і Фосфору з Кадмієм і Плюмбумом.

З інших джерел літератури [145, 262] відомо, що Цинк і Кадмій конкурують між собою за утворення комплексів з білками. Припускають, що з віком у людини накопичується Кадмій, який витісняє Цинк з цинкутримуючих ферментів, що у подальшому призводить до захворювань, характерних для похилого віку, в тому числі гіпертонії. Рядом авторів Jacquillet G., Barbier O., Magimo F. встановлено, що Цинк відіграє захисну роль, запобігаючи руйнуванню сім'яних каналців від токсичного впливу Кадмію [289, 316].

За даними Лисунова Л.І., Токарева В.С., Лисунова А.В. [115] додавання до кормової суміш (вміст Кадмію 2 мг/кг) 500 мг Цинку на один кг корму в раціон курчат-бройлерів зменшує токсичну дію Кадмію, нормалізує біохімічні показники крові, сприяє збільшенню живої маси бройлерів, покращує якість м'яса.

Quarterman I. [299] відмічає, що при зниженому рівні Кальцію і Фосфору у раціоні асиміляція Плюмбуму в організмі збільшується. В дослідях Андрушайте Р. Е., Гайліте Б.Є. [6] проведених на півниках місячного віку було встановлено, що при введенні в раціон птиці вітаміну D₂ дози доведеної до

фізіологічної норми (500МО/кг корму) асиміляція Плюмбуму в організмі також як і Кальцію підвищувалась, а при збільшених дозах вітаміну D (5000 та 15000 МО) засвоєння Плюмбуму знижувалось.

За даними Дмитрієва Н., Кряжева В. [58] додаткове згодовування лактуючим коровам з основним раціоном Сульфур, синтетичного метіоніну сприяло збільшенню екскреція Плюмбуму, зменшенню його відкладання у організмі тварин, покращувало якість молочної продукції.

Відомо, що за дії біологічно активних речовин, у тому числі вітамінів, підвищується кишкове травлення, що може служити певним буфером при всмоктуванні важких металів. Так, підвищений вміст вітаміну А у раціонах поросят у 15 разів до норми, знижує негативну дію Кадмію на організм, сприяє підвищенню кількості Кальцію і ретинолу у крові, покращенню мінералізації і міцності кісткової тканини. При цьому вміст Кадмію у найдовшому м'язі спини був нижче ГДК [86].

Для лікування і профілактики хронічних отруєнь токсичними елементами, ефективним є введення до раціону тварин сполук Сульфур та мікроелементів. Так, при отруєнні Кадмієм використовують Цинк, а надлишок Купруму в раціоні знижує токсичну дію Меркурію [101, 158]. Під впливом елементарного Сульфур сполуки Плюмбуму інтенсивно виводяться шлунково-кишковим трактом, а за дії сірковмісної амінокислоти метіоніну – через нирки [58]. Вважають, що сірковмісні сполуки сприяють зниженню інтоксикації організму свиней і підвищують якість їх продукції.

За даними Тализіна Т., Гамко Л., Старовойтова Н. [196] введення до раціону свиней біологічної активної кормової добавки мідіум, складовою частиною якої були азотутримуючі компоненти, макро- і мікроелементи сприяло підвищенню продуктивності тварин, зумовило зниження концентрації важких металів у органах і тканинах.

В своїх дослідях на токсикованих важкими металами пацюках Калінін І.В.[88] встановив, що введення їх в стан метаболічного ацидозу і алкалозу впливає на елімінацію важких металів, обмін речовин. Так, в стані

експериментального метаболічного ацидозу прискорюється інтенсивність виведення Цинку, Плюмбуму, Кадмію – з тканин від 10 % до 50%, гальмується елімінація Купруму з тканин печінки, селезінки, нирок і Стронцію з усіх тканин, а стан метаболічного алкалозу прискорював елімінацію Цинку, Плюмбуму, Кадмію від 20 % до 70% і залишався не ефективним відносно Стронцію.

Ступінь негативного впливу важких металів на організм тварин залежить від рівня годівлі і біологічної цінності раціонів. Вони повинні бути збалансованими за основними поживним речовинами, збагачені білками, сіркоутримуючими амінокислотами, макро-, мікроелементами і вітамінами [138, 163].

За даними Булавкіної Т. П. та інших [22, 163] встановлено, що Плюмбум проявляє свою токсичність у меншій мірі при відгодівлі свиней раціонами збалансованими за протеїном, макро- і мікроелементами, вітамінами згідно норм годівлі. Кращою добавкою виявився мінеральний адсорбент опока. Введення її в кількості 3 % знижує накопичення Плюмбуму в тілі на 7,14 %.

Балансування оптимального мінерального живлення кролям, яким згодували рослини, що виростили на забруднених важкими металами ґрунтах, сприяло запобіганню накопичення токсичних елементів у м'язовій тканині. Однак вміст Плюмбуму і Кадмію у внутрішніх органах перевищував ГДК [102].

На думку Fityhugh O. G., Muto G., Suzuki S. [262, 292, 307] токсичність Кадмію, що надійшов до організму перорально залежить від рівня білку в раціоні. При низькому вмісті білку в раціоні токсичність Кадмію збільшується, а при високому – знижується. Крім того, при недостатньому вмісті білку в раціоні (11%) виявлено більш високе накопичення цього токсину у печінці і нирках. Таким чином, вміст білку в раціоні впливає на всмоктування, розподілі накопичення Кадмію в організмі.

Веронян О.А., Волкова Н.А., Карлюк І.А. [33] встановили, що як підвищений так і знижений вміст білку в раціоні негативно впливає на перебіг

кадмієвої інтоксикації. Найбільш корисним у відношенні зниження ступеня токсичного впливу Кадмію на організм став раціон, збалансований за білком.

За даними ДадаліВ.А., Макарова В.Г. [55] комбінація вітамінів Е, С, РР, фолієвої кислоти, а також їх поєднання з метіоніном, забезпечує підвищення детоксикуючої функції печінки, сприяє елімінації поллютантів. Зниженню канцерогенної дії сприяють вітаміни А, Е, Р, окремі вітаміни групи В[16].

До природних антиоксидантів належать флавоноїди, антоціаніди, катехіни, вітамін С, Е, деякі вітаміни групи В, сірковмісні сполуки (глутатіон, метіонін, цистеїн), терпеноїди, рослинні індоли. Флавоноїди входять до складу трави шавлії, розторопші, плодів аронії, квіток ромашки, календули, коренів солодки і звіробою. Вітаміни С, Е і групи В знаходяться у плодах шипшини, горобини, аронії, обліпихи, листах кропиви, кульбаби, катехіни - у винограді, плодах гранату, горобини, траві звіробою, екстрактах кори і гілок берези, терпеноїди - у коренях женьшеню, солодки, березових бруньках, м'яті, шавлії [77, 108, 112, 113, 117, 155, 205, 215]. Розмарин і різні види шавлії містять карнозол, розмаринову кислоту, таншинони, що виявляють високу антиоксидантну активність, навіть при додаванні не більше 0,001 % до медичних препаратів [167]. Серед метаболічних антиоксидантів можна виділити амінокислоти взагалі, і зокрема сірковмісні, такі як цистеїн, цистин, метіонін. Сірковмісні сполуки входять до складу білків, активних центрів ферментів, гормонів, є попередниками глутатіону, коензиму А [201].

Токсичний мутагенний ефект знижується під дією м'яти у 11 разів, зеленого перця – у 10 разів, яблук – у 8 раз, винограду – у 4 рази. Протиотрутний ефект має відвар кори дубу [16, 17]. Хвощ польовий ефективний при отруєнні Плюмбумом, нормалізує склад крові, аронія або горобина чорноплідна використовується при отруєнні Арсеном [115].

За даними Чекмана І.С. [225] антиоксидантну активність мають дубильні речовини, що мають здатність зв'язуватись в комплекси з біметалами(Алюмінієм, Ферумом, Манганом), а також впливають на функцію

ферментів. Антиоксидантна властивість дубильних речовин вивчається і доведена багатьма науковцями [75, 172, 225].

За даними Васерука Н. Я., Кравців Р. Й. [27, 28, 97] встановлено, що цистеїнати і метіонати мікроелементів інтенсивніше ніж їх неорганічні солі забезпечували нормалізацію системи антиоксидантного захисту в організмі тварин, підвищували біологічну активність білкових тіолів і життєздатність клітини в цілому.

Застосування лікарських рослин з метою виведення токсинів з організму, підвищення продуктивності тварин, покращення якості продукції є одним з нових та ефективних методів [81, 112, 113, 122, 166, 168, 172, 198, 205, 215, 225].

Так, за даними Ликасова Л.А., Рабіновича М.І. [122] згодовування коровам щоденно впродовж 45 діб по 500 мл відвару кореню солодки, значно посилювало імунітет, антитоксичну, ферментну активність, зменшувало проникнення капілярів, що сприяло підвищеній елімінації Плюмбу, Цинку, Нікелю, Купруму і Феруму.

Випробування іншими дослідниками [198] хвойного екстракту з метою прискорення виведення важких металів з організму корів показало підвищення рівня переходу контамінантів у сечу, покращення якості молока. Позитивні зміни сталися і з пташиною продукцією після застосування хвойного екстракту у годівлі птиці. Так, у білку і жовтку яєць не спостерігалось Цезію, а також знизилась концентрація радіоцезію у тушках, субпродуктах.

Вяйзенін Г. Н. та інші [81] досліджуючи вплив різних лікарських рослин на виведення важких металів з організму відгодівельних свиней, встановили ефективність їх використання в якості детоксикантів. Введення до раціону свиней зародків пророслого зерна, солоду, сушеної кропиви, лопухів, цеолітів позитивно вплинуло на вміст важких металів у внутрішніх органах, при цьому найбільш ефективною, в цілому, була кропива [43].

Відомо також, що настій ехінацеї пурпурової у розведенні 1:10 практично повністю захищає клітини від токсичного впливу нітрату Кадмію [57].

За даними Маменко О. М., Портянника С.В., Хруцького С. С. [127, 166] застосування спеціального преміксу та біологічно активної добавки «Т», що містить вісім рослинних компонентів дозволило покращити якість молока, м'яса тварин, підвищило їх продуктивність, зміцнило імунітет.

Таким чином, використовуючи детоксикаційні, загальнозміцнюючі, імуностимулюючі та антиоксидантні якості деяких лікарських рослин разом із комплексом біологічно активних речовин (комбінації вітамінів, есенціальних мікроелементів) можна досягти нормалізації внутрішнього середовища організму, підвищення його адаптивних механізмів, що може бути ефективним при інтоксикації тварин важкими металами.

Висновки до розділу I

Негативний вплив антропогенних факторів на довкілля з кожним роком зростає. В наслідок цього відбувається перерозподіл хімічних елементів в біосфері, забруднення ними основних компонентів довкілля, що порушує екологічну рівновагу агробіогеоценозу.

Основними забруднювачами навколишнього середовища є важкі метали, серед яких найнебезпечніші Плюмбум і Кадмій. Небезпека цих ксенобіотиків полягає у їх високій кумулятивній здатності, легкій міграції ланцюгом живлення та повільному виведенні. Накопичуючись у природних середовищах, кормах, продукції вони призводять до виникнення хвороб тварин і людей. Механізм токсичної дії Плюмбуму і Кадмію обумовлений їх здатністю знижувати активність ферментів, порушувати обмін речовин, змінювати властивості клітинних мембран, конкурувати з життєво необхідними елементами. Основними мішенями впливу цих хемотоксикантів є кровотворна система, нирки, печінка. Все це знижує імунологічний статус тварин, репродуктивні та інші функції, погіршує продуктивність тварин, біологічну цінність, хімічний склад, санітарні якості продукції тваринництва.

Основним джерелом надходження важких металів до організму людини є харчові продукти, тому виробництво екологічно чистих продуктів тваринництва стає невід'ємною часткою безпеки харчування людини.

Для зменшення токсичного впливу важких металів, виробництва екологічно чистої продукції тваринництва застосовують різні лікарські та інші препарати, що мають здатність утворювати нерозчинні сполуки з важкими металами і швидко виводитися з організму. Це різні антидоти, комплексони, адсорбенти. Але всі ці синтетичні препарати мають вплив на обмін мікроелементів і довготривале їх використання призводить до негативних наслідків. Тому найбільш ефективним і перспективним на сьогоднішній день є застосування в раціонах тварин речовин природного походження і препаратів, що створені на їх основі (природні мінерали, вітамінно-мінеральні комплекси, пектини, лікарські рослини та інші). Вони забезпечують виведення токсичних речовин з організму, сприяють збільшенню продуктивності, покращують стан здоров'я тварин, якість їх продукції.

Комбінація вітамінів, мінералів і біологічно-активних речовин лікарських рослин, активізує обмін речовин, імунологічний та антиоксидантний статус, дозволяє нормалізувати внутрішнє середовище організму, покращити адаптаційні якості, що може бути ефективним при інтоксикації тварин важкими металами.