

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Технологічний факультет

Кафедра годівлі тварин і технології кормів

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

БОНДАР ВАЛЕРІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 636.2:636.084/085:546.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВСТАНОВИТИ ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ САПОНІТУ ЗА
ВІДГОДІВЛІ БУГАЙЦІВ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО
ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ**

204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Валерій БОНДАР

Керівник роботи:
Іван САВЧУК,
доктор с.-г. наук, старший
науковий співробітник

Житомир - 2021

АНОТАЦІЯ

Бондар В.С. Встановити ефективність використання сапоніту за відгодівлі бугайців в умовах радіоактивного забруднення території. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 204. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Експериментально обґрунтовано доцільність використання природного мінералу сапоніту як сорбенту важких металів у годівлі молодняку великої рогатої худоби. Введення сапоніту до складу раціонів годівлі бугайців у зоні радіоактивного забруднення підвищує їх мінеральну забезпеченість, позитивно впливає інтенсивність росту відгодівельного молодняку великої рогатої худоби, сприяє поліпшенню якості та екологічної безпечності одержуваної продукції, що дозволяє знизити негативний вплив важких металів на організм людей. Під впливом сапоніту покращилась екологічна якість м'яса за його виробництва в III зоні радіоактивного забруднення - концентрація Pb і Cd в найдовшому м'язі спини бугайців знижувалася, порівняно з контролем, на 25,0 і 5,2% відповідно.

Ключові слова: сапоніт, бугайці, найдовший м'яз спини, важкі метали.

ANNOTATION

Bondar V.S. To establish the effectiveness of the use of saponite for fattening bulls in the conditions of radioactive contamination of the territory. - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 204. Technology of production and processing of livestock products. - Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The expediency of using the natural mineral saponite as a sorbent of heavy metals in the feeding of young cattle has been experimentally substantiated. The introduction of saponite in the diets of bulls in the area of radioactive contamination increases their mineral security, has a positive effect on the growth rate of fattening cattle, improves the quality and environmental safety of products, which reduces the negative impact of heavy metals on humans. Under the influence of saponite, the ecological quality of meat during its production in the III zone of radioactive contamination improved - the concentration of Pb and Cd in the longest muscle of the back of bulls decreased compared to control by 25.0 and 5.2%, respectively.

Key words: saponite, bulls, longest back muscle, heavy metals.

Зміст

	Стор.
Перелік умовних скорочень.....	4
Вступ.....	5
Розділ 1. Огляд літератури.....	7
1.1 Радіоцезій і важкі метали – забруднювачі довкілля зони Полісся.....	7
1.2 Шляхи надходження ¹³⁷ Cs і важких металів (Pb, Cd) до організму тварин.	9
1.3 Виробництво екологічно безпечної продукції тваринництва в умовах радіоактивного забруднення території.....	12
Розділ 2. Науково-господарські та експериментальні дослідження.....	16
2.1 Місце та умови проведення досліджень	16
2.2 Методики проведення досліджень	17
Розділ 3. Результати досліджень	18
3.1 Характеристика годівлі піддослідних бугайців.....	18
3.2 Продуктивні та забійні якості бугайців	20
3.3 Вплив природного мінералу сапоніту на вміст Pb і Cd в м'язовій тканині тварин.....	22
3.4 Економічна ефективність використання сапоніту в раціонах молодняку ВРХ.....	25
Висновки	27
Пропозиції виробництву.....	27
Список використаної літератури.....	28

Перелік умовних скорочень

ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція

ДР – допустимі рівні

ГДК – гранично допустима концентрація

^{137}Cs – Цезій-137

^{90}Sr – Стронцій-90

Pb – Плюмбум

Cd – Кадмій

M – середня арифметична

m – похибка середньої арифметичної

Бк/кг – бекерель на кілограм

мг/кг – міліграм на кілограм

Кі/км² – кюрі на кілометр квадратний

КП – коефіцієнт переходу

ВРХ – велика рогата худоба

Вступ

В умовах сучасного техногенного забруднення навколишнього середовища екологічні проблеми, підвищення якості тваринницької продукції та її харчової безпеки набувають виключної актуальності. Аварія на ЧАЕС спричинила забруднення 8,4 млн. га сільськогосподарських угідь, переважно поліського регіону України. Основна частка в забрудненні території, а значить, і продукції тваринництва належить ^{137}Cs і ^{90}Sr . У результаті аварії тваринництво виявилось найбільш уразливою галуззю в аграрній сфері і понесло величезні втрати в перші ж дні. Суттєві структурні зміни, що у подальшому відбулися в тваринництві радіоактивно забрудненої зони, призвели до майже повної ліквідації галузі вівчарства.

Окрім того, як показують дослідження вітчизняних авторів, ґрунти зони Полісся мають значний рівень забруднення важкими металами, зокрема, Pb, Cd тощо.

Незважаючи на загальну тенденцію стабілізації радіаційного стану, слід зазначити, що вміст радіонуклідів (^{137}Cs і ^{90}Sr) у сільськогосподарських культурах і тваринницькій продукції є суттєво більшим порівняно з доаварійним періодом і в деяких випадках, особливо у селянських господарствах, залишаються значно вищими порівняно з існуючими нормативами. Питома активність ^{137}Cs у продукції тваринництва в 20 населених пунктах постійно перевищує ДР- 2006 в 5-15 разів, а в 400 селах рівень радіоактивного забруднення молока в більшості особистих підсобних господарств перевищує нормативні вимоги. Це є наслідком того, що надходження токсичних сполук, особливо Цезію-137, Кадмію, Плюмбуму в організм тварин з кормами, а потім до організму людини з місцевою тваринницькою продукцією залишається на одному і тому ж рівні. Тому виробництво чистих продуктів харчування (молока, яловичини, свинини), у першу чергу, слід розглядати як об'єкт протирадіаційних контрзаходів, спрямованих на зменшення радіонуклідного навантаження на населення регіону.

Одним із прийомів зменшення доступності ^{137}Cs і важких металів у шлунково-кишковому тракті є згодовування тваринам сорбентів, що сприяють виведенню цих шкідливих речовин з калом та зниженню коефіцієнтів переходу в молоко та м'ясо. Такими добавками, насамперед, є природні мінерали: цеоліти, глауконіти, сапоніти, бентоніти та інші. Ці мінерали, завдяки своїм властивостям, знижують трансформацію радіонуклідів і важких металів з корму в організм тварин за рахунок дії двох механізмів. Дія першого механізму полягає в транзитному проходженні токсичних речовин через організм без включення в процес обміну завдяки високим іонообмінним і сорбційним властивостям мінералів. Другий механізм діє на рівні тваринного організму, на здатності мінералів нормалізувати мінеральний обмін.

Проте, на даний час проведено недостатньо досліджень по вивченню впливу сапоніту та різних добавок на його основі на продуктивні і забійні якості молодняку великої рогатої худоби на відгодівлі, накопичення радіонуклідів і важких металів у яловичині. Тому подальше вивчення використання в тваринництві нових мінералів, а саме сапоніту і комплексних мінеральних та вітамінно-мінеральних добавок, виготовлених на його основі, є актуальним.

Тому досить важливо, в умовах радіоактивного забруднення довкілля внаслідок аварії на ЧАЕС, дослідити продуктивні і забійні якості бугайців та накопичення Pb і Cd в найдовшому м'язі спини за використання в складі раціону природного мінералу сапоніту.

Розділ 1. Огляд літератури

1.1 Радіоцезій і важкі метали – забруднювачі довкілля зони Полісся

Екологічна ситуація, що склалася на території України, призвела до порушення існуючого моніторингу: через неконтрольовані викиди промислових підприємств, внаслідок аварії на ЧАЕС та інших техногенних порушень, виникла зростаюча загроза здоров'ю тварин та людей. Важлива роль у цьому процесі належить антропогенному надходженню в біосферу радіонуклідів і важких металів, які володіють високою токсичністю, здатністю нагромаджуватися в організмі тварин і людей, викликати шкідливі ефекти, навіть у низьких концентраціях, що є обґрунтованою причиною віднесення їх до пріоритетних забруднювачів виробничого та оточуючого середовища [1].

Більша частина радіонуклідів у північних областях України представлена Цезієм –137. У ґрунтах він знаходиться в міцно фіксованій формі, частка якої з 1988 по 1992 рік збільшилась з 43 до 68%. Проте кількість в ґрунті ^{137}Cs , яка знаходилася в водорозчинній і обмінній формах, знизилась за цей же період в 1,2-2,0 рази [2]. За період з 1989 по 1991 роки біологічна доступність радіоцезію в ґрунтах склала 48-96% порівняно з розчинною формою даного елемента в однотипному ґрунті. В 30-км зоні доступність Цезію-137 склала в середньому 59%, а за межами зони – 74% [3].

Надходження радіонуклідів з продуктами харчування є основним джерелом внутрішнього опромінення в організмі людини [4]. За даними В.І. Смоляра [5], в післячорнобильський період молоко і молочні продукти були основними “критичними” продуктами, які визначали вміст ^{137}Cs в раціонах харчування населення. Вміст радіоцезію в молоці особливо збільшився в північно-західних та центральних районах України – відповідно до 113,2 та 301,9 Бк/л. У 1987-1989 роках з молоком у організм людини надходило 62,1-29,0% радіонуклідів, тоді як з іншими продуктами харчування його поступало значно менше: м'ясними продуктами – 10,5-13,4%, рибою – 4-12,5, грибами – 8,4-39,7%.

За прогнозами та оцінками, в майбутньому важкі метали можуть стати більш небезпечними, ніж відходи атомних електростанцій і вийти на перше місце чи поділити його з пестицидами. Забруднення навколишнього середовища важкими металами за останні роки збільшилось у 2,5-3 рази і за прогнозами – буде зростати [6]. У біогеохімічні цикли щорічно надходить 3×10^5 тонн Pb, 2×10^3 тонн Cd. Україна у 3,0-6,5 рази переважає США та розвинуті країни Європи за техногенним хімічним навантаженням [7].

Відомо, що не всі важкі метали в однаковій мірі небезпечні для тварин і людей. Згідно з науково обґрунтованими даними щодо їх токсичності, встановлено гранично допустимі концентрації у ґрунтах, рослинах, продукції тваринництва. До елементів винятково високої токсичності віднесені Cd, Hg, Pb, As, Se, F, Zn. Помірну токсичність мають В, Со, Ni, Cu [8].

Встановлено, що навіть при малих дозах у навколишньому середовищі Cd нагромаджується в організмі людини протягом усього життя. Вчені стверджують, що в крові сучасної людини міститься у 70 разів більше Кадмію, ніж у первісної – в межах 7 мг.

Кадмій порівняно широко розповсюджений в різних екосистемах, хоча в ґрунті та руді, де він зв'язаний з Zn, і в морській воді, де цей елемент представлений хлорокомплексом, він міститься в низьких концентраціях. Кадмій міститься в мазуті та дизельному паливі, використовується як присадка до різних сплавів у гальваніці, у виробництві лаків, фарб, кераміки тощо. Найбільшими джерелами забруднення навколишнього середовища цим токсичним елементом є промислові стічні води та металургійна промисловість [9]. У навколишнє середовище викидається біля 5000 т цього токсиканту.

Підвищений вміст Cd в кормових культурах відмічається в районах рудних розробок Цинку та Плюмбуму, сланцевих залягань і в зонах цинкоплавильних заводів. У кормових рослинах у цих зонах вміст Кадмію може досягти 2,5-5,0 мг/кг. За даними Ю.І.Савченка зі співавторами [10], корми поліської зони не перевищували ГДК по Кадмію (0,3 мг/кг), але його найбільше містилося у м'ясі кормовій (0,26 мг/кг) та макусі соняшниковій (0,131 мг/кг).

Плюмбум є одним з найбільш токсичних і небезпечних важких металів, який включений до списку пріоритетних забруднювачів навколишнього середовища багатьма міжнародними організаціями. Якщо природне надходження Рb в біосферу складає $4,6 \times 10^4$ т/рік, то антропогенне перевищує 5×10^5 т/рік. Навіть у чистих районах планети, які віддалені від джерел техногенних викидів, з атмосфери на поверхню землі потрапляє за рік на 1 га 60-180 г Рb у доступній формі.

Рb є кумулятивною отрутою [11]. При надходженні в організм він з кров'ю розноситься у всі органи та тканини, депонується в кістках у вигляді триосновного фосфату Плюмбуму, звідки може знову потрапляти в кров за несприятливих для організму умов [12]. Ознаки отруєння Рb проявляються вже за концентрації в крові 200-400 мкг/л. Підвищена смертність від раку спостерігається серед гірників, що його видобувають [13].

Забрудненню їжі Рb і Cd може сприяти посуд. Зокрема, як стверджують автори [14], фарфоро-фаянсовий посуд широко використовується в побуті. Він виготовляється із матеріалу складної композиції, але Кадмій і Плюмбум являються невід'ємною складовою частиною даних виробів, присутність яких важко ліквідувати, особливо при декоративному покритті.

За останні роки, в умовах інтенсивного застосування сполук Рb в промисловості та сільському господарстві, особливо небезпечним джерелом його надходження стали стічні води металургійних, металообробних і хімічних виробництв. Одним із небезпечних джерел забруднення поверхневих вод солями Рb є спалювання вугілля, застосування тетраетил свинцю як антидетонатора в моторному паливі, а також викиди у водойми зі стічних вод рудозбагачувальних фабрик металургійних підприємств, хімічних виробництв і шахт [15].

1.2 Шляхи надходження ^{137}Cs і важких металів (Рb, Cd) до організму тварин

Токсичні речовини концентруються в ґрунті й залишаються основним джерелом надходження в рослини, м'ясо, молоко, організм людини.

Забруднення рослин радіонуклідами в перші періоди після аварії на ЧАЕС відбувалося двома шляхами – некореневим і кореневим. Було встановлено, що карбонатні радіоактивні частинки, що випадають на поверхню рослин, не тільки забруднюють надземні їх органи, але й проникають у внутрішні тканини, переміщуються, перерозподіляються і накопичуються в господарсько-цінній частині врожаю.

У процесі росту і розвитку рослин підвищується вміст радіонуклідів в урожаї, досягаючи максимуму в кінці вегетації. Розміри їх накопичення в значній мірі залежать від біологічних особливостей культур. Спостерігається відома аналогія в надходженні в рослини ^{90}Sr і ^{137}Cs з їх хімічними аналогами кальцієм і калієм. Рослини, які містять більше кальцію, накопичують радіостронцій в підвищених кількостях, а культури калієлюбиві в переважній більшості випадків накопичують радіоцезій. Крім того, надходження радіонуклідів у рослину залежить від розподілу кореневої системи в ґрунті, продуктивності рослин, тривалості вегетаційного періоду та ряду інших їх біологічних особливостей [16].

За даними Дідуха М.І. та ін. [17], бобові культури нагромаджують значно більше радіоактивного цезію і стронцію, ніж злакові. Сільськогосподарські культури, залежно від видових, сортових та інших біологічних особливостей, за збільшенням накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr в урожаї зерна на одному і тому ж ґрунті можна розмістити в ряд: кукурудза, тритікале, просо, ячмінь, пшениця, жито, овес, горох, квасоля, боби, соя, гречка.

Відмінність між накопиченням радіоцезію в зерні кукурудзи і гречки складає 18 разів, а між зерном пшениці та люпину в 100 і більше разів. Кормові культури в міру збільшення забруднення зеленої маси розміщують в такому порядку: кукурудза, стоколос безостий, тимофіївка, конюшина, соняшник, вика, капуста кормова, люпин кормовий. Овочеві культури в цілому характеризуються невисоким рівнем забруднення урожаю, за винятком капусти білокачанної, петрушки, салату, редьки білої, капусти кольорової, столових буряків.

Доведено, що в перерахунку на кормову одиницю найбільш забруднюються пасовищні та бобові трави, значно менше сіяні злакові трави, кукурудзяний силос, далі йде буряк, морква, картопля, і найменше накопичують радіонуклідів зернові корми. В перерахунку на 1 кг кормових одиниць у злакових культур радіоактивного цезію міститься в 55 раз менше, ніж у зеленій масі злаково-бобових трав і приготовленому із них сінажі, в 13 раз менше, ніж у силосі кукурудзяному та в 7,6 рази, ніж в коренеплодах [18].

Таким чином, планування оптимального видового складу кормових культур має важливе значення для зменшення надходження радіоцезію в продукцію тваринництва.

Дослідженнями численних авторів [19] встановлено різні рівні нагромадження важких металів. Проте всі рослини певною мірою здатні блокувати надходження металів-забруднювачів до надземних органів. Перше, на що звертається увага, це те, що не в усіх культурах спостерігається різниця за вмістом важких металів у вегетативній масі й зерні. Вміст Cd та Pb в зерні гречки, гороху й вівса значно нижче, ніж у соломі.

Рівень накопичення металів у рослинах залежить від багатьох параметрів. Це, перш за все, обумовлено властивостями та концентрацією самих металів, біологічними особливостями рослин, фізико-хімічними показниками ґрунтів, серед яких головними є такі, як гранулометричний склад, реакція середовища, величина вмісту гумусу [20].

Упродовж вегетації може істотно змінюватися концентрація важких металів у рослинах: у більшості кормових культур з ростом рослин вміст важких металів зменшується [21].

За рівнем накопичення важких металів у сільськогосподарських культурах (ячмінь, люпин, злакові трави, конюшина, картопля), Н.О.Кимаковська [22] розмістила їх у наступний ряд: $Zn > Cd > Cu > Pb$.

За даними ряду авторів [23], кормові рослини завдяки своїй вибірковій здатності поглинають важкі метали по-різному. За ступенем до накопичення Cd їх можна розділити на 3 групи: до першої групи належать рослини з низькими

концентраціями елементу – багаторічні трави, вико-вівсяна сумішка, озиме жито на зерно та зелений корм; другої – з середніми (кукурудза на силос, солома озимого жита, кормові буряки); до третьої групи – з високими концентраціями (гичка кормових буряків, редька олійна, люпин кормовий).

По мірі зменшення нагромадження Рb вони склали такий ряд:

– кормові культури (зелена маса, сіно) – грястиця збірна, вико-вівсяна сумішка > костриця, редька олійна, кукурудза > конюшина біла > райграс, тимофіївка > ярий ріпак, конюшина лучна;

– зернові культури (зерно) – овес > ячмінь > горох > озиме жито, гречка > ярий ріпак.

Отже, з метою профілактики захворювання сільськогосподарських тварин токсикозами, першочерговим завданням має стати контроль за вмістом токсичних сполук у кормах. Постійне надходження з кормами підвищеної кількості радіонуклідів, важких металів неминуче призведе до нагромадження їх в органах і тканинах тварин.

1.3 Виробництво екологічно безпечної продукції тваринництва в умовах радіоактивного забруднення території

Корми є основним джерелом надходження радіонуклідів і важких металів до організму тварин, які в подальшому надходять до організму людини. Перехід шкідливих речовин із кормів у продукцію залежить від екологічних та технологічних умов виробництва, виду і ступеня перетравності корму, віку і фізіологічного стану тварин, а також в значній мірі від рівня і повноцінності годівлі, збалансованості раціонів за речовинами, які володіють радіопротекторними (захисними) властивостями. Дані речовини підвищують стійкість організму до радіації, пришвидшують виведення радіонуклідів, понижують їх уміст у продукції. До таких речовин відносяться багато амінокислот (особливо сірковмісні), клітковина, мінеральні речовини, вітаміни (особливо А, Е, групи В, С) [24, 25].

Особливу увагу потрібно приділяти балансуванню раціонів тварин за мінеральним речовинами та мікроелементами. Недостатнє споживання мікроелементів, пов'язане з їх дефіцитом у кормах, воді, призводить до порушення обміну речовин у тварин, розвитку патологічних явищ, а також спричиняє структурні зміни в організмі. Це призводить до зниження продуктивності тварин і сприяє збільшенню переходу радіоцезію та важких металів у продукцію тваринництва [26].

Дослідженнями як вітчизняних, так і зарубіжних авторів встановлено, що мікроелементи Co, J, Cu, Zn в організмі тварин виконують важливу фізіологічну роль. Вони приймають участь в синтезі гормонів і вітамінів, входять до складу ферментів, виконують роль каталізаторів обмінних процесів. Існують докази, що мікроелементи зменшують накопичення радіонуклідів у організмі тварин та людини. Так, у дослідженнях Славова В.П. зі співавт. [27] встановлено, що підвищення вмісту в раціоні лактуючих корів мікроелементів, а саме Купруму і Кобальту на 30 %, а Йоду на 70% вище норми, призводить до збільшення виділення ^{137}Cs і K із сечею та зменшення концентрації радіоцезію в молоці. В інших дослідженнях підтверджено, що підвищення рівнів Купруму та Цинку в раціонах бугайців на 20% більше від норми, збалансованих за мікроелементами (Cu, Zn, Co, I), сприяло зниженню накопичення у найдовшому м'язі спини ^{137}Cs і Hg на 9,5–14,2 і 20,9–22,4% відповідно, проте підвищувало концентрацію Pb і Cd в яловичині у 1,08–2,72 рази [28].

Джерелом мікро– та макроелементів можуть бути природні кремнеземи (бентоніти, цеоліти, глауконіти, сапоніти тощо). Ці мінерали мають здатність адсорбувати на своїй поверхні важкі метали і радіонукліди з наступним виведенням їх з організму. Так, за даними авторів [29], включення відгодівельним свинням, які утримувались у III зоні радіоактивного забруднення, природного мінералу сапоніту в кількості 3–7 % за масою концентрованих кормів у раціоні, сприяло зниженню в найдовшому м'язі спини концентрації Pb і Cd на 7,2-52,4% і 21,8-37,9% відповідно, при цьому вміст металів у печінці

підвищувався на 0 – 41,7%. Кращими за показниками сорбційної ефективності для виведення Рb виявилася доза сапоніту 3%, а для Cd – 7%.

За даними Савчука І.М. зі співавторами [30] встановлено, що за нестачі сирого і перетравного протеїну в раціонах вміст ^{137}Cs , Рb, Cd у тваринницькій продукції значно збільшується, ніж за збалансованої годівлі тварин. Оптимізоване і повноцінне білкове живлення послаблює токсичну дію шкідливих речовин, зменшує всмоктування ^{137}Cs і важких металів із шлунково-кишкового тракту та збільшує їх виведення із організму.

Значним резервом білкового корму в раціонах тварин у зоні Полісся України може бути пелюшка (горох польовий). Дослідами науковців Інституту сільського господарства Полісся НААН доведено, що забезпечення оптимального рівня перетравного протеїну в раціонах молодняку ВРХ за рахунок екструдованого зерна пелюшки порівняно із завізною макухою соняшnikовою, сприяло зниженню накопичення Cd у найдовшому м'язі спини на 77,9%, а в печінці – на 57,3%. Уміст Кадмію у продуктах забою молодняку свиней знаходився в межах нормативних вимог (печінка – 0,167–0,190 мг/кг, нирки – 0,371–0,452 мг/кг), за винятком його концентрації в найдовшому м'язі спини (0,053–0,097 мг/кг).

Існують ефективні шляхи зменшення вмісту радіонуклідів і важких металів у молоці та м'язах тварин. За даними Б.М. Анєнкова і Є.В. Юдінцевої [31], двохкратне зниження концентрації ^{137}Cs в молоці відмічається при переведенні лактуючих корів з висококонцентратного типу годівлі (1,4 кг/добу сирого клітковини) на низькоконцентратний (вміст сирого клітковини 3,3 кг/добу).

У дослідженнях зарубіжних авторів встановлено, що при використанні пасовищної трави в годівлі корів коефіцієнт переходу цезію-137 в молоко змінювався від 0,39 до 1,77% день/літр. При включенні в раціон з пасовищною травою силосу та сіна цей показник становив лише 0,18 і 0,81%. А на думку [32], більш висока перетравність кормів раціону в літній період, ніж у зимовий, призводить до більш високої адсорбції радіоцезію в шлунково-кишковому тракті і, як наслідок, до вищої концентрації його в м'язах овець.

Способом зменшення вмісту радіоактивних речовин в молоці та м'язах тварин є переведення радіонуклідів в рубці із іонного стану в зв'язаний до надходження в тонкий кишечник, попереджуючи, таким чином, його всмоктування в кров. Для цього до корму додають добавки фероцину, який створює в шлунково–кишковому тракті нерозчинні зв'язки з ^{137}Cs . Фероцин знижує перехід ^{137}Cs в молоко та м'ясо в 3–10 разів [33]. Ефективність фероціанідних препаратів залежить від рівня забруднення раціону радіонуклідами цезію: чим вища радіоактивність раціону, тим більша кратність зниження ^{137}Cs у молоці і м'ясі сільськогосподарських тварин. Фероцин вводять тваринам у вигляді порошку з кормом, з різними наповнювачами, в складі кормосумішей, брикетів-лизунців із мінеральними елементами. Широко застосовують у скотарстві спеціальні великі воскові пілюлі з фероцином – болюси, які сприяють значному зниженню надходження цезію-137 в продукцію тваринництва, ефект зберігається протягом 2-2,5 місяців.

Добре зв'язують і виводять із організму радіонукліди такі зв'язки, як пектини, яких багато в коренеплодах, флаваноїди – фарбуючі речовини рослин. Авторами [34] доведено, що заміна кукурудзяного силосу коренеплодами у силосно-концентратних раціонах при відгодівлі бугайців сприяла зниженню в яловичині ^{137}Cs на 20,1%, Pb – 36,2 і Cd – на 34,1%.

Отже, зміна складу раціону і його оптимізація за поживними та біологічно активними речовинами, використання кормових добавок з радіопротекторними властивостями і умовно «чистих» кормів для годівлі тварин є важливими способами зниження вмісту радіонуклідів і важких металів у продукції тваринництва за її виробництва в зоні радіоактивного забруднення.

Розділ 2. Науково-господарські та експериментальні дослідження

2.1 Місце та умови проведення досліджень

Науково-дослідну роботи виконували на фізіологічному дворі Інституту сільського господарства Полісся НААН, який розміщений в III зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС (с. Грозине Коростенського району Житомирської області). Об'єктом досліджень були бугайці української чорно-рябої молочної породи.

Для проведення досліджень за принципом пар-аналогів підбирали групи клінічно здорового молодняку великої рогатої худоби (бугайців) з урахуванням походження, віку, живої маси, інтенсивності росту в порівняльній період [35]. Середні показники, за якими характеризували тварин, були практично рівнозначними в обох групах. Піддослідних тварин утримували в одному приміщенні згідно з прийнятою технологією - у стійлах прив'язно. Режим годівлі та напування, параметри мікроклімату в усіх групах були однаковими. Схема проведення досліджень наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 - Схема проведення досліджень

Групи	Кількість тварин у групі, гол.	Періоди досліджу	
		порівняльний (49 діб)	дослідний (208 діб)
I – контрольна	5	ОР (основний раціон) – сіно злакове, силос кукурудзяний, буряк кормовий, концкорми, зелена маса, сіль кухонна	ОР (основний раціон) – сіно злакове, силос кукурудзяний, буряк кормовий, концкорми, зелена маса, сіль кухонна
II – дослідна	5	ОР	ОР + сапоніт (15 г на 1 к.од. раціону)

Раціони тварин за складом основних кормів суттєво не різнилися між групами, водночас вони були збалансовані за основними поживними речовинами, їх коригували щомісяця відповідно до живої маси і середньодобових приростів згідно «Довідника з повноцінної годівлі

сільськогосподарських тварин» (за наук. ред. І.І. Ібатулліна і О.М. Жукорського) [36].

2.2 Методики проведення досліджень

Для встановлення динаміки зміни живої маси за період досліду проводилось індивідуальне зважування тварин до годівлі на початку і в кінці кожного з періодів та щомісячно. Використовуючи дані зважування та облік спожитих кормів, визначали середньодобові прирости бугайців та витрати кормів на 1 кг приросту живої маси.

У кінці досліду був проведений забій 6 голів бугайців по 3 голови з кожної групи. Після забою були відібрані зразки найдовшого м'язу спини від тварин кожної з груп для проведення лабораторних досліджень. За результатами забою була визначена передзабійна і забійна маса, маса туші, внутрішнього жиру та забійний вихід.

Підготовка зразків рослинного та тваринного походження для визначення важких металів здійснювалась методом сухої мінералізації згідно ГОСТ 26929 – 94, аналіз – згідно ГОСТ 30178 на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Квант – 2А».

Коефіцієнти переходу важких металів в ланцюгу „раціон – продукція тварин” розраховували за формулою:

$$КП = A_{\text{прод.}}/A_{\text{рац.}} \times 100,$$

де КП – коефіцієнт переходу, %;

$A_{\text{прод.}}$ – вміст токсичних речовин в продукції тварин, мг/кг;

$A_{\text{рац.}}$ – вміст токсичних речовин у добовому раціоні, мг.

Економічна ефективність розраховувалась за загальноприйнятими методиками аналізу, виходячи із продуктивності тварин, затрат кормів.

Цифровий матеріал оброблений біометрично [37]. При цьому використовувалися значення критерію вірогідності за Стьюдентом-Фішером при трьох рівнях ймовірності – $P = 0,95$, $P = 0,99$, $P = 0,999$, що показують вірогідну величину середньої арифметичної та вірогідність різниці досліджуваних показників при великому та малому числі спотережень.

Розділ 3. Результати досліджень

3.1 Характеристика годівлі піддослідних бугайців

Зниження надходження радіонуклідів у організм тварин та продукти тваринництва можна домогтися шляхом включення до складу раціонів як традиційних, так і спеціальних кормових добавок, які не застосовуються в практиці годівлі і єдиною метою включення їх є зміна метаболічних реакцій за участю токсичних речовин. Це, перш за все, введення у мінеральну добавку таких елементів як кальцій, калій, стабільний йод, а також застосування природних адсорбентів: цеолітів, сапонітів, хумолітів, глауконітів, трепелу, КМД та інших.

Метою наших досліджень було визначення впливу мінералу-сорбенту сапоніту на інтенсивність росту молодняка ВРХ на відгодівлі та накопичення важких металів у яловичині.

До складу раціонів бугайців у зимовий період входили кукурудзяний силос, злакове сіно, кормовий буряк, пшенична дерть і дерть вики, кухонна сіль. Відмінністю в годівлі молодняка великої рогатої худоби влітку було те, що їх раціони в основному складалися із зелених кормів, суміші концентратів та солі. За весь період досліджень у раціонах тварин найбільша частка (за поживністю) припадає на концентровані (36,19%) і зелені (33,05%) корми, а найменша - на соковиті (25,33%) і грубі (5,43%) корми (табл. 2).

Забезпечення населення високоякісною, екологічно безпечною тваринницькою продукцією можливе лише за умов повноцінної годівлі тварин високоякісними кормами [38, 39]. Незадовільний стан кормової бази став однією з причин зниження продуктивності тварин та збільшення рівня збитковості галузі. Вченими науково обґрунтовано фізіологічні, зоотехнічні, технологічні, екологічні, економічні переваги стабільної системи сталого забезпечення і цілорічної однотипної годівлі великої рогатої худоби високоякісними, пріоритетними кормами із кормосховищ в екстремальних і звичайних умовах ведення молочного скотарства в більшості регіонів України

над традиційною сезонною системою годівлі з використанням зелених кормів [40].

Таблиця 2 – Склад раціону годівлі піддослідних бугайців

Корми та поживні речовини	Групи			
	I – контрольна		II – дослідна	
	кг	% за поживністю	кг	% за поживністю
Силос кукурудзяний	11,23	21,71	11,23	21,71
Сіно злакове	1,12	5,43	1,12	5,43
Буряк кормовий	2,34	3,62	2,34	3,62
Дерть пшенична	1,92	26,18	1,92	26,18
Дерть вики	0,78	10,01	0,78	10,01
Зелена маса: конюшини	4,93	10,13	4,93	10,13
різнотрав'я	3,53	7,24	3,53	7,24
кукурудзи	5,55	12,06	5,55	12,06
пелюшко-вівса	1,88	3,62	1,88	3,62
Сіль кухонна	0,050	-	0,050	-
Сапоніт	-	-	0,125	-
У раціоні міститься:				
кормових одиниць	8,29		8,29	
ЕКО	9,42		9,42	
обмінної енергії, МДж	94,2		94,2	
сухої речовини, кг	9,24		9,24	
сирого протеїну, г	1218		1218	
перетравного протеїну, г	789		789	
сирого жиру, г	349		349	
сирої клітковини, г	2638		2638	
цукру, г	672		672	
Кальцію, г	67,8		69,5	
Фосфору, г	27,6		27,8	
Калію, г	140,1		140,1	
Купруму, мг	65,6		68,0	
Цинку, мг	588,1		592,4	
Кобальту, мг	2,37		2,37	
Мангану, мг	666		666	
Феруму, мг	2500		2500	
Магнію, мг	23,1		23,1	

Поживність кормів під час проведення науково-господарського експерименту у розрахунку на 1 кг сухої речовини корму становила 1,02 ЕКО, концентрація обмінної енергії – 10,2 МДж, а кількість сирого і перетравного

протеїну знаходилась на рівні 132 г та 85 г відповідно. На кожну енергетичну кормову одиницю припадало 84 г перетравного протеїну. Уміст сирової клітковини в 1 кг СР раціонів знаходився на рівні 285 г, а сирого жиру – 37,7 г. Співвідношення цукру до перетравного протеїну в аналізованих раціонах коливалось в межах 0,85:1, Кальцію до Фосфору – 2,46:1. Концентрація мікроелементів в 1 кг СР кормів основного раціону молодняку ВРХ становила: для Купруму – 7,1-7,4 мг, Цинку – 63,6-64,1, Кобальту – 0,26, Мангану – 72,1 мг.

Розроблені раціони годівлі бугайців за енергетичною, протеїновою і мінеральною забезпеченістю між групами суттєво не різнилися, вони були збалансовані за основними поживними речовинами. Водночас за використання разом з концентрованими кормами сапоніту дещо збільшилась мінеральна забезпеченість раціону молодняку великої рогатої худоби II (дослідної) групи.

Узагальнюючи результати годівлі піддослідних тварин, можна відмітити, що молодняк ВРХ за період проведення досліджень споживав однакову кількість грубих, соковитих і концентрованих кормів, а їх раціони були оптимізовані за енергією, сухою речовиною, протеїном, клітковиною і жиром, за виключенням дефіциту мікроелементів Cu, Zn, Co і Mn.

3.2 Продуктивні та забійні якості бугайців

Для підвищення рівня продуктивності сільськогосподарських тварин найважливішою передумовою є організація збалансованої повноцінної нормованої годівлі. Ефективність використання поживних речовин корму тваринами залежить, насамперед, від структури раціону, його збалансованості за енергетичним, білковим, мікроелементним складом та іншими біологічно-активними речовинами.

На початок проведення досліджень жива маса піддослідних тварин коливалася в розрізі груп від 256,8 кг до 258,0 кг (табл. 3). Міжгрупова різниця за цим показником була незначною і склала 0,5% на користь бугайців I (контрольної) групи. Водночас по закінченню експерименту молодняк великої рогатої худоби II групи за живою масою переважав аналогів I групи на 19,8 кг

забійному виході, масі туші, внутрішнього жиру-сирцю та його виході (табл. 4).

Таблиця 4 - Забійні якості піддослідних бугайців ($n = 3$; $M \pm m$)

Показники	Групи	
	I – контрольна	II – дослідна
Передзабійна жива маса, кг	425,7±26,2	434,3±17,2
Маса парної туші, кг	207,3±18,2	211,5±10,9
Вихід туші, %	48,7	48,7
Маса внутрішнього жиру-сирцю, кг	3,7±0,4	4,5±0,4
Вихід жиру-сирцю, %	0,87	1,04
Забійна маса, кг	211,0±17,8	216,0±11,3
Забійний вихід, %	49,56±1,09	49,74±0,70

Передзабійна жива маса молодняка великої рогатої худоби коливалася в розрізі груп від 425,7 кг (I група) до 434,3 кг (II група). За цим показником тварини II (дослідної) групи переважали аналогів із I (контрольної) групи на 8,6 кг, або на 2,0% за недостовірної різниці ($P < 0,95$). На фоні дещо більшої передзабійної живої маси бугайців дослідної групи порівняно з контролем вихід туші у них виявився на одному рівні – 48,7%.

В організмі молодняка ВРХ як контрольної, так і дослідної груп відкладання внутрішнього жиру-сирцю виявилось високим і склало 3,7-4,5 кг. Маса внутрішнього жиру-сирцю і його вихід були найменші у тварин I групи – міжгрупова різниця порівняно з II групою склала 0,8 кг і 0,17% абс. відповідно.

Забійний вихід об'єктивно характеризує стан м'ясної продуктивності бугайців. По піддослідних групах цей показник варіював у межах від 49,56 до 49,74% і є характерним для молодняка ВРХ даного віку і живої маси. У тварин II (дослідної) групи забійний вихід виявився на 0,18% абс. більшим, ніж у контролі.

3.3 Вплив природного мінералу сапоніту на вміст Pb і Cd в м'язовій тканині тварин

Для вирішення проблеми забезпечення населення повноцінними і екологічно безпечними продуктами харчування необхідні дослідження, направлені на вивчення шляхів міграції важких металів (Кадмію, Плюмбуму,

Купруму та Цинку) в ланцюгу корми → організм тварин → продукція (молоко та м'ясо), а також шляхів їх виведення з організму тварин. Тому, подальше вивчення впливу природного мінералу-сорбенту сапоніту на накопичення шкідливих речовин у тваринницькій продукції є актуальним.

Важкі метали та їх сполуки є найбільш токсичні, оскільки вони не розкладаються у ґрунті та воді, а мігрують трофічним ланцюгом і, зрештою, спричиняють приховані негативні зміни загального обміну речовин в організмі людини, тварин [41]. У таблиці 5 наведені дані про концентрацію Pb і Cd у кормах і сапоніті, які входили до складу раціонів піддослідних бугайців.

Таблиця 5 – Вміст Pb і Cd у кормах, мг/кг натурального корму

Корми	Важкі метали	
	Pb	Cd
Силос кукурудзяний	1,21	0,047
Сіно злакове	4,89	0,254
Буряк кормовий	0,08	0,028
Дерть пшенична	0,37	0,139
Дерть вики	0,09	0,240
Зелена маса: конюшини	2,02	0,760
різнотрав'я	1,41	0,380
кукурудзи	0,83	0,104
пелюшко-вівса	1,23	0,035
Сапоніт	7,17	0,280
Гранично допустима концентрація	5,0	0,3

У результаті проведених досліджень встановлено, що обстежені корми забруднені в значній мірі важкими металами.

Рослинна продукція та корми, які вирощувалися навіть на відносно чистих чи мало забруднених ґрунтах, можуть стати джерелом надходження важких металів у організм в надмірній кількості і негативно впливати на обмін речовин. Встановлено, що найбільше нагромаджують Cd зелена маса конюшини (0,760 мг/кг) та різнотрав'я (0,380 мг/кг), які перевищують гранично допустиму концентрацію по цьому металу в 2,5 та 1,3 рази відповідно. Значна кількість Cd міститься також у природному мінералі сапоніті (0,280 мг/кг), сіні злаковому (0,254 мг/кг) та дерті вики (0,240 мг/кг) без перевищення нормативних вимог.

Найвища концентрація Рb виявлена у сапоніті – 7,17 мг/кг (перевищення ГДК в 1,4 рази) та сіні злаковому – 4,89 мг/кг (97,8% до ГДК). В інших досліджених кормах вміст Рb коливався в межах 0,08-2,02 мг/кг і був значно нижчим нормативних вимог.

Відповідно до чинних медико-біохімічних та санітарних вимог продовольчої сировини і харчових продуктів, вміст у м'ясі та печінці Рb і Cd не повинен перевищувати ГДК (0,50 і 0,05 мг/кг та 0,60 і 0,30 мг/кг відповідно). Продукцію, в якій концентрація важких металів є вищою за дані показники, без додаткової обробки не можна використовувати за призначенням.

Експериментальні дослідження показали, що до організму молодняка великої рогатої худоби із кормами, яких використовували для годівлі тварин, поступала велика кількість токсичних речовин. По-перше, це стосується важкого металу Рb, добове споживання якого тваринами варіювало в межах 41,90-42,80 мг (табл. 6).

Таблиця 6 - Уміст Рb у кормах і м'язовій тканині бугайців

Групи бугайців	Уміст Рb				Коефіцієнт переходу, %
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контрольної групи		
			мг/кг	%	
Найдовший м'яз спини					
I – контрольна	41,90	0,28±0,10	-	-	0,67
II – дослідна	42,80	0,21±0,02	-0,07	-25,0	0,49
ГДК	-	0,5	-	-	-

За таких умов велика кількість Плюмбуму акумулюється в м'язовій тканині (0,21-0,28 мг/кг), водночас цей показник не перевищує ГДК (0,5 мг/кг). За даними проведеного експерименту встановлено, що згодовування бугайцям на відгодівлі в складі раціонів 0,125 кг/гол./добу природного мінералу сапоніту сприяло зменшенню, порівняно з контролем, забрудненню найдовшого м'язу спини Рb на 0,07 мг/кг, або на 25,0% без вірогідної міжгрупової різниці .

Коефіцієнт переходу Pb у продукцію тварин дослідної групи виявився нижчим порівняно з контрольними аналогами на 0,18% абс. (0,49% проти 0,67%).

Кількість Кадмію, що містилася в спожитих тваринами кормах упродовж проведення експерименту, виявилася меншою в 5,6-5,9 рази порівняно з Плюмбумом і становила 7,08-7,12 мг/добу (табл. 7).

Таблиця 7 - Концентрація Cd у кормових раціонах і найдовшому м'язі спини бугайців

Групи бугайців	Концентрація Cd				Коефіцієнт переходу, %
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контрольної групи		
			мг/кг	%	
Найдовший м'яз спини					
I – контрольна	7,08	0,134±0,054	-	-	1,89
II – дослідна	7,12	0,127±0,029	-0,007	-5,2	1,78
ГДК	-	0,05	-	-	-

Рівень забруднення найдовшого м'язу спини бугайців Кадмієм значно перевищував гранично допустиму концентрацію. Так, цей показник у яловичині піддослідних тварин I та II груп був більшим за нормативні вимоги в 2,54-2,68 рази. Установлена неістотна різниця між групами за концентрацією у продукції Кадмію залежно від згодовування відгодівельному молодняку в складі раціонів мінералу-сорбенту сапоніту – у найдовшому м'язі спини бугайців II групи цей показник був меншим на 5,2%, ніж у контролі.

Коефіцієнти переходу Cd із кормових раціонів у м'ясо коливалися в межах 1,78-1,89% і були меншими на 0,11% абс. в дослідній групі, ніж у контролі.

Як свідчать отримані дані, дача бугайцям на відгодівлі сапоніту, як адсорбенту, позитивно вплинула на екологічну якість м'яса, знижуючи в ньому концентрацію Pb і Cd.

3.4 Економічна ефективність використання сапоніту в раціонах молодняку ВРХ

Оцінка економічної ефективності використання в скотарстві різних добавок закінчується витратами корму і перетравного протеїну на одиницю приросту живої маси, а також прибутку на вкладену гривню білково-вітамінно-мінеральної добавки, преміксу чи інших добавок і препаратів.

У таблиці 8 наведені дані економічної ефективності використання природного мінералу сапоніту при виробництві яловичини в зоні Полісся України.

Таблиця 8 - Економічна ефективність використання сапоніту для відгодівлі бугайців (у розрахунку на одну голову)

Показники	Групи	
	I - контрольна	II - дослідна
Загальний приріст живої маси за дослід, кг	180,6	201,6
Вартість приросту живої маси, грн.	6321,00	7056,00
Одержано додаткового приросту живої маси порівняно з контролем, грн.	-	735,00
Вартість витрачених кормів за період досліду, грн.	5862,00	5976,00
Витрачено кормів на 1 кг приросту живої маси, грн.	32,46	29,64

За період проведення досліджень загальний приріст живої маси бугайців I (контрольної) групи у грошовому виразі становив 6321,00 грн., або був меншим порівняно з аналогічним показником тварин II (дослідної) групи на 10,4%. До того ж молодняк ВРХ дослідної групи витрачав кормів (у грошовому вимірі) на 1 кг приросту живої маси менше за аналогів з контрольної групи на 8,7%.

Висновки

1. Згодовування бугайцям II (дослідної) групи у складі раціону адсорбенту сапоніту в кількості 125 г/гол/добу дозволило отримати 969 г середньодобового прирости живої маси, що на 11,6% більше за контрольні показники за менших витрат обмінної енергії на 1 кг приросту на 10,5%. У молодняку великої рогатої худоби II (дослідної) групи, якому згодовували природний мінерал, порівняно з аналогами I (контрольної) групи, спостерігається незначне зростання виходу внутрішнього жиру (на 0,17% абс.) та забійного виходу (на 0,18% абс.).

2. Введення у раціони молодняку ВРХ сапоніту, як адсорбенту, сприяло зв'язуванню важких металів у шлунково-кишковому тракті та виведенню їх з організму. Під впливом сапоніту покращилась екологічна якість м'яса за його виробництва в III зоні радіоактивного забруднення - концентрація Рb і Сd в найдовшому м'язі спини бугайців знижувалася, порівняно з контролем, на 25,0 і 5,2% відповідно.

3. Загальний приріст живої маси бугайців I (контрольної) групи у грошовому виразі становив 6321,00 грн., або був меншим порівняно з аналогічним показником тварин II (дослідної) групи на 10,4%. Водночас витрати кормів на 1 кг приросту живої маси молодняку ВРХ дослідної групи виявилися найнижчими – 29,64 грн., що менше за аналогів з контрольної групи на 8,7%.

Пропозиції виробництву

1. Для зменшення переходу важких металів Рb і Сd із кормів у м'язову тканину, підвищення продуктивності тварин, поліпшення якості яловичини у господарствах зони радіоактивного забруднення рекомендується для відгодівлі бугайців включати до складу раціону природний мінерал сапоніт із розрахунку 15 г на 1 кормову одиницю.

Список використаної літератури

1. *Трахтенберг И.М.* Тяжелые металлы как химические загрязнители производственной и окружающей среды. *Довкілля та здоров'я*. 1997. № 2. С. 48 – 51.
2. *Бондарь П.Ф.* Оценка влияния некоторых природных факторов на поступление стронция-90 и цезия-137 в растения и прогнозирование накопления этих радионуклидов в урожае. *Вторая Всесоюзная конференция по с.-х. радиологии* : тезисы докл. Обнинск, 1991. С. 100.
3. *Бондарь П.Ф., Лоцилов Н.А., Дубов А.И.* Общие закономерности загрязнения продукции растениеводства на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС. *Проблемы сельскохозяйственной радиологии* : сб. науч. тр. Киев, 1991. С. 88 – 105.
4. *Прістер Б.С., Лященко С.О., Иванов Ю.О.* [та ін.]. Рекомендації по веденню сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України в результаті аварії на Чорнобильській АЕС на період 1996 – 1998 рр. Київ, 1996. 56 с.
5. *Смоляр В.И.* Ионизирующая радиация и питание Киев: Здоровье, 1992. 176 с.
6. *Огір Л.Б.* Важкі метали в об'єктах навколишнього середовища та їх вплив на здоров'я населення. *Медичні перспективи*. 1998. Т. III. № 4. С. 70 – 72.
7. *Трахтенберг И.М.* Книга о ядах и отравлениях. Очерки токсикологии Київ: Наукова думка, 2000. 366 с.
8. *Славов В.П., Високос М.П.* Зооекологія. Київ: Аграрна наука, 1997. 375 с.
9. *Shtrlocr G.C.* Experientia (Basel) 1984. Vol. 40. P. 152 – 156.
10. *Савченко Ю.І., Савчук І.М., Савченко М.Г.*[та ін.]. Екологічна якість молока і м'яса, вироблених в господарствах зони радіоактивного забруднення. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2010. №3. С. 78-81.

11. *Smith D.R., Flegal A.R.* Lead in the biosphere : Recent trends *AMBIO. J. Human Environ.* 1995. Vol. 24. № 1. P. 21 – 23.
12. *Обмен микро- и макроэлементов при хронической свинцовой интоксикации / К.Л. Ерзинкян, О.В. Протасова, И.А. Максимова [и др.]. Экспериментальная и клиническая медицина.* 1987. Т. 27. С. 501 – 504.
13. *Axelsson O. Sundele H. J. Work. Environ. Health.* 1978. № 1. P. 46 – 52.
14. *Мороз И.И, Комская М.С., Сивчикова М.Г.* Справочник по фарфоро-фаянсовой промышленности. Москва, 1976. Т. 1. С. 57 – 65.
15. *Линник П.Н.* Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины : содержание и формы миграции. *Гидробиологический журнал.* 1999. № 1. С. 30 – 33.
16. *Лощилов Н.А.* Проблемы радиации после Чернобыльской аварии Проблемы сельскохозяйственной радиологии : сб. науч. тр. Киев, 1991. С. 1 – 8.
17. *Ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях Житомирської області та їх комплексна реабілітація на 2004 – 2010 роки : метод. рекомендації / [М.І. Дідух, А.С. Малиновський, В.В. Мойсієнко та ін.].* Житомир, 2004. 95 с.
18. *Вяйзенен Г., Токарь А., Петрова Л.* Контроль концентрации радионуклидов в кормах и говядине. *Молочно-мясное скотоводство.* 1996. № 2. С. 30 – 33.
19. *Засєкін Д.* Чи є зв'язок між вмістом важких металів у насінні та здоров'ям тварин. *Ветеринарна медицина України.* 2000. № 1. С. 14 – 15.
20. *Рижук С.М.* Нагромадження важких металів і радіонуклідів в органогенних ґрунтах та сільськогосподарських культурах. *Вісник Державної агроекологічної академії України.* 2000. Спецвипуск, жовтень. С. 120.
21. *Мойсієнко В.В., Надточій П.П.* Важкі метали в ґрунтах та кормових фітоценозах Полісся. *Екологія.* 2004. № 12. С. 10 – 12.
22. *Кимаковська Н.О.* Міграція важких металів в ланці ґрунт-рослина. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в сільському та

лісовому господарстві – 20 років після аварії на ЧАЕС : п'ята міжн. наук. конф., 18–20 травня 2006 р.: збірник доп. Житомир: ДАУ, 2006. С. 127 – 130.

23. *Головатый С.Е, Жигарев П.Ф., Волкова Н.Д.* Влияние загрязнения почв тяжелыми металлами на поступление их в сельскохозяйственные культуры. *Вісник Державної агроекологічної академії України.* 2000. Спецвипуск, жовтень. С. 89 – 90.

24. *Зубец М.В., Пристер Б.С., Алексахин И.М., Кашипаров В.А.* Актуальные проблемы и задачи научного сопровождения производства сельскохозяйственной продукции в зоне радиоактивного загрязнения Чернобыльской АЭС. *Агроекологічний журнал.* 2011. №1. С. 5–10.

25. *Радіоекологічна оцінка раціонів при виробництві яловичини/ [Монографія] за ред. Савченка Ю.І., Савчука І.М., Савченко М.Г., Карпюк Н.А.* Житомир : ПП «Рута», 2017. 160 с.

26. *Чала І.В.* Вплив міді, кобальту і йоду на накопичення та виведення цезію-137 і деякі біохімічні показники у корів при тривалій дії низьких доз радіації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біолог. наук: спец. 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин». Харків, 1995. 24 с.

27. *Славов В. П., Чала І.В., Біденко В.М., Абукаров А.З.* Вплив різних доз міді, кобальту і йоду на обмін ^{137}Cs у лактуючих корів при хронічному споживанні з кормом. *Молочне і м'ясне скотарство.* 1998. №88. С. 107–112.

28. *Савченко Ю.І., Савчук І.М., Савченко М.Г. [та ін.]*. Концентрація ^{137}Cs та важких металів у яловичині за різного рівня Cu і Zn у раціонах. *Агропромислове виробництво Полісся.* 2009. №2. С. 65–68.

29. *Савченко Ю.І., Савчук І.М., Савченко М.Г.* Сапоніт знижує концентрацію важких металів у продукції свинарства. *Агропромислове виробництво Полісся.* 2013. Вип. 6. С. 114–118.

30. *Савчук І.М., Савченко Ю.І., Савченко М.Г.* Виробництво тваринницької продукції в зоні техногенного навантаження. Житомир : Рута, 2014. 372 с.

31. *Анненков Б.Н., Юдинцева Е.В.* Основы сельскохозяйственной радиобиологии. Москва: Агропромиздат, 1991. 287 с.
32. *Howard B.J., Mayes R.W., Beresford N.A.* Transfer of radiocesium from different environment sources to ewes and suckling lambs. *Health Physics*. 1989. Vol. 57. № 4. P. 579 – 586.
33. *Богданов Г.А., Пристер Б.С.* Применение сорбентов в производстве молока и мяса на территориях, загрязненных Cs-137. *Третий съезд по радиационным исследованиям : тезисы докл.* Пущино, 1997. Т. 2. С. 433 – 434.
34. *Використання силосів зі злаково-бобових культур при виробництві яловичини в зоні Полісся України: метод. реком. / А.А. Гетья, Р.І. Рудик, Ю.І. Савченко [та ін.].* Житомир: Рута, 2015. 40 с.
35. *Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського.* Київ : Аграр. наука, 2017. 328 с.
36. *Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин/ за наук. ред. І.І. Ібатулліна і О.М. Жукорського.* Київ: Аграр. наука, 2016. 336 с.
37. *Плохинский Н. А.* Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 352 с.
38. *Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби: [Монографія] за ред. В.М. Кандиби, І.І. Ібатулліна, В.І. Костенка.* Житомир: ПП «Рута», 2012. 860 с.
39. *Проваторов Г.В., Проваторова В.О.* Годівля сільськогосподарських тварин: підручник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2014. 501 с.
40. *Гноєвий В. І., Трішин О. К., Гноєвий І. В.* Розробка і впровадження у виробництво цілорічно однотипної годівлі молочної худоби в Україні. Етапи наукових досліджень : 1. Використання в годівлі молочної худоби малокомпонентних раціонів і кормових сумішок на основі пріоритетних кормів у Західному регіоні України. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини : збірник наукових праць.* 2015. Вип. 31. Ч. 1. Сільськогосподарські науки. С. 154–165.

41. Peng, L., Huang, Y., Zhang, J., Peng, Y., Lin, X., Wu, K., Huo, X. Cadmium exposure and the risk of breast cancer in Chaoshan population of southeast China. *Environ. Sci. Pollut. R.* 2015. Vol. 22(24). P. 19870–19878. . <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5212-1>