

## БІОТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ДОБРОЯКІСНОЇ «ЧИСТОЇ» ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Шалімов М.О.

Одеський державний аграрний університет

Стаття містить інформацію щодо окремих заходів запобігання надходження й накопичення радіоактивних речовин до сільськогосподарських тварин. Заходи можуть виявитися малоефективними, у зв'язку із чим їх вміст в отриманій продукції може перевищувати припустимі норми. Але така продукція не повинна бути знищена. При спеціальних технологічних переробках здійснюється розподіл продукції на окремі компоненти. При цьому частина радіоактивних речовин може зосереджуватися в одному з компонентів продукції. Ним може виявлятися не основний, а побічний продукт переробки. Знизити концентрацію радіоактивних речовин у м'ясі можна шляхом його тривалого зберігання в засоленому виді й подальшому вимочуванні. Застосування цих технологічних прийомів (чотири обробки зі зміною розчину) дозволяє зменшити вміст  $^{137}\text{Cs}$  на 63-99 %. Забруднена радіоактивними речовинами, не придатна для згодовування ссавцям вегетативна маса рослин може бути використана для прямого одержання харчового й кормового білка. Новітня біотехнологія вже досить широко використовується в зарубіжних країнах, а в Україні ще перебуває в стадії впровадження, припускає виділення білка безпосередньо із зеленої маси рослин шляхом віджиму клітинного соку й подальшої коагуляції з нього за спеціальною технологією чистого білка, що містить менше радіоактивних речовин, ніж використовувані рослини. Такий білковий препарат являє собою найцінніший продукт для харчової промисловості й уже в цей час широко використовується при виготовленні ковбас, деяких видів консервів, сирів, хлібобулочних і кондитерських виробів, а також як добавки в корм сільськогосподарських тварин і птахів. Всі шляхи міграції радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища й сільськогосподарського виробництва сходяться на людях. Тому основним завданням фахівців, які здійснюють реалізацію широкомасштабних заходів щодо запобігання переходу радіоактивних речовин у продукцію тваринництва, що забезпечують чистоту продукції, і технологів харчової промисловості, що проводять разом із лікарями-зоогігієністами роботи з очищення обох видів продукції, є припинення цих шляхів. Дослідження свідчать, що чим на більше ранньому етапі це завдання буде вирішена, тим більше ефективною виявиться захист людини від недоброякісної продукції.

**Ключові слова:** радіонукліди, дезактивація продукту, компартменти, метаболізм, електродіалізний метод, детритний цикл, мутабельність, продуктивність тварин.

**Вступ.** Особливості дезактивації продукції тваринництва шляхом технологічної переробки. При деяких технологічних переробках, що передбачають поділ продукції на кілька компонентів, виявляється, що гнітюча

частина радіоактивних речовин зосереджує в якому-небудь одному з них. Нерідко ним виявляється не основний, а побічний продукт переробки. Головне, необхідно враховувати, що радіоактивні речовини попадають у рослини й далі в організм тварин переважно у вигляді розчинених у воді елементів. Тому й зосереджують вони в основному в компартментах, що містять воду, або при переробці переходять у воду. Тому всяка технологічна переробка, що передбачає відділення води шляхом пресування, фільтрування, центрифугування й інших способів, але не висушування, буде приводити до дезактивації продукту.

**Проблема.** Проведення заходів щодо запобігання надходження й нагромадження радіоактивних речовин у сільськогосподарських рослинах або сільськогосподарських тваринах може виявитися малоефективним, у зв'язку із чим їхній зміст в отриманій продукції може перевищувати припустимі норми. Але це аж ніяк не означає, що така продукція повинна бути знищена. Технологічна переробка є досить ефективним способом дезактивації молока [1-2]. Так, після сепарування незбираного коров'ячого молока лише 8-16 %  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$  і  $^{137}\text{Cs}$  залишається у вершках, а інша їх кількість переходить в обрат. Двох-трьохкратне промивання вершків теплою водою й знежиреним молоком знижує вміст у них  $^{90}\text{Sr}$  ще у 50-100 разів. При переробці вершків у вершкове масло значна частина зазначених ізотопів переходить у промивні води. Концентрація  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$  й  $^{137}\text{Cs}$  у вершковому маслі при цьому знижується до 36, 76 і 49 % відносно їх концентрації у вершках. Перетоплювання вершкового масла дозволяє видалити з нього практично повністю  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  і ще 10 %  $^{131}\text{I}$ . Тому не викликає сумнівів, що із забрудненого радіоактивними речовинами молока доцільно отримувати вершки й масло. Переробка молока на сир призводить до зниження вмісту  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  на 90%, а  $^{131}\text{I}$  – на 70 %.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Існують супутні способи очищення м'ясо-молочних продуктів, а також способи, за допомогою яких можна проводити очищення продуктів від речовин від забруднювачів без істотної зміни їх хімічного складу й властивостей [1,3]. Так, використання пірофосфату, що зв'язує стронцій, дозволяє протягом доби видалити з молока до 83 %  $^{90}\text{Sr}$ . За допомогою іонообмінних смол можна швидко й досить ефективно очищати молоко й від інших радіоактивних речовин. Так, один обсяг відомого аніоніту Дауекс 2 дозволяє видалити понад 95 %  $^{131}\text{I}$  з 230 обсягів молока й 50 %  $^{90}\text{Sr}$ . За допомогою одного обсягу катионіту можна видалити близько 70 %  $^{137}\text{Cs}$  з обсягів молока. Електродіалізний метод очищення молока видаляє до 90 %  $^{90}\text{Sr}$  і до 99 %  $^{137}\text{Cs}$ , а на електродіалізній установці з аніоно-обмінними мембранами може бути вилучено 70-90 %  $^{131}\text{I}$ . Внаслідок того, що окремі радіоактивні речовини розподіляються по органах і тканинах тварин нерівномірно, м'ясна продукція може істотно розрізнятися за їх концентрацією в окремих частинах тулуба [4]. Так, концентрація  $^{90}\text{Sr}$  у кістковій тканині свиней, що одержували з раціоном цей радіоактивний ізотоп, перевищує його концентрацію в різних м'яких тканинах у 600-7000 разів.  $^{137}\text{Cs}$  накопичується в основному й більш-менш рівномірно в м'язовій тканині [5].  $^{131}\text{I}$  накопичується переважно в щитовидній залозі. З

урахуванням зазначених особливостей розподілу радіонуклідів при обробленні тварин частина продукції (м'язи, субпродукти) може бути використана безпосередньо у харчових цілях, а інша (щитовидна залоза в ранні періоди надходження радіоактивних речовин до зовнішнього середовища, лімфатичних вузлів) – виведена з харчового ланцюга. Кулінарна обробка, що полягає у виваренні костей і м'яса, є досить ефективним засобом дезактивації цього типу продукції тваринництва. Варіння костей практично не впливає на вміст  $^{90}\text{Sr}$ , що увійшов, як і кальцій, до структури кістяка, – до бульйону переходить усього 0,009-0,18 %, але вміст  $^{137}\text{Cs}$  у них зменшується у 3-5 разів, тобто до бульйону переходить 67-80 %. У процесі варіння м'яса 7-місячного бичка до бульйону переходить 57 %  $^{90}\text{Sr}$ , а після додавання у воду лимонної або молочної кислоти – до 76-85 %. Приблизно стільки ж  $^{90}\text{Sr}$  переходить при варінні до бульйону з м'яса курей. При цьому 50-60 % радіонукліда, накопиченого в м'ясі, переходить до бульйону уже протягом перших 10 хв. варіння й може бути вилучено.

Знизити концентрацію радіоактивних речовин у м'ясі можна шляхом його тривалого зберігання в засоленому виді й подальшому вимочуванні. Застосування цих технологічних прийомів (чотири обробки зі зміною розчину) дозволяє зменшити вміст  $^{137}\text{Cs}$  на 63-99 %. Досить ефективно й вимочування м'яса в підкисленій лимонною, оцтової й іншою органічною кислотами воді. Ступінь дезактивації м'яса при цьому залежить від розмірів нарізаних шматочків, тривалості вимочування, кількості обробок, реакції середовища, нарешті, ступеня забруднення, хімічної природи радіонукліда. Перетоплювання сала супроводжується переходом понад 95 %  $^{137}\text{Cs}$  у шквару, у результаті чого концентрація його в пряженому жирі знижується у 20 разів.

**Мета досліджень.** Метою досліджень є модифікація кулінарної обробки, що полягає у виваренні костей і м'яса. Цей метод є досить ефективним засобом дезактивації такого типу продукції тваринництва. Варіння костей практично не впливає на вміст  $^{90}\text{Sr}$ , що увійшов, як і кальцій, до структури кістяка – до бульйону переходить усього 0,009-0,18 %, але вміст  $^{137}\text{Cs}$  у них зменшується у 3-5 разів, тобто до бульйону переходить 67-80 %. У процесі варіння м'яса 7-місячного бичка до бульйону переходить 57 %  $^{90}\text{Sr}$ , а після додавання у воду лимонної або молочної кислоти – до 76-85 %. Приблизно стільки ж  $^{90}\text{Sr}$  переходить при варінні до бульйону з м'яса курей. При цьому 50-60 % радіонукліда, накопиченого в м'ясі, переходить до бульйону уже протягом перших 10 хв. варіння й може бути вилучено.

**Методика і результати досліджень.** Зниження концентрації радіоактивних речовин у м'ясі здійснюється шляхом його тривалого зберігання в засоленому виді й подальшому вимочуванні [6]. Застосування цих технологічних прийомів (чотири обробки зі зміною розчину) дозволяє зменшити вміст  $^{137}\text{Cs}$  на 63-99 %. Досить ефективно й вимочування м'яса в підкисленій лимонною, оцтової й іншою органічною кислотами воді. Ступінь дезактивації м'яса при цьому залежить від розмірів нарізаних шматочків, тривалості вимочування, кількості обробок, реакції середовища, ступеня забруднення, хімічної природи радіонукліда. Перетоплювання сала супроводжується переходом понад 95 %

$^{137}\text{Cs}$  у шкварки, у результаті чого концентрація його в пряженому жирі знижується у 20 разів.

Слід підкреслити, що забруднені рослини – головне джерело надходження радіоактивних речовин в організм сільськогосподарських тварин разом з кормом. Постачальником їх є й вода відкритих водойм. З рослинною й тваринною їжею, з водою радіоактивні речовини можуть надходити в організм людини. Вважається, що основним їхнім джерелом є тваринна їжа й особливо молоко та молочні продукти. По оцінках деяких дослідників до 50 % радіоактивних речовин може надходити з рослинною їжею. Частка інгаляційного шляху надходження невелика. Однак, більша частина радіоактивних речовин не попадає в продукти тваринного походження, а з екскрементами вертається назад у ґрунт і може знову включатися в детритний цикл.

Аналогічно разом з компостами, золою й іншими залишками можуть повертатися в ґрунт радіоактивні речовини, які накопичені рослинами. Подібні зворотні зв'язки можуть виникати й між іншими ланками харчового ланцюга, наприклад від рослин, тварин і людину до води, від людини до ґрунту. Але внесок міграції радіоактивних речовин у цих напрямках порівняно невеликий.

**Шляхи надходження радіонуклідів в організм.** Радіонукліди можуть надходити в організм різними шляхами: через органи дихання, шлунково-кишковий тракт та поверхню шкіри. Проте значення шкірного із зазначених шляхів далеко не ідентичне. Так, якщо тварини під час випадання радіоактивних залишків знаходяться на пасовищі, то надходження радіонуклідів може становити (у відносних одиницях): через шлунково-кишковий тракт – 1000, органи дихання – 1, шкіру – 0,0001.

Отже, за умов випадання радіоактивних залишків особливу увагу слід звертати на максимально можливе зниження їх надходження через шлунково-кишковий тракт, бо в пасовищний період тварина протягом доби з'їдає траву на площі 100-300 м<sup>2</sup> [7]. При цьому разом з травою (частково з дерниною) вона споживає велику кількість радіонуклідів, що випали на пасовище, виконуючи роль акумулятора і передавача їх людині по харчовому ланцюгу. Особливо велика небезпека споживання радіоактивних часток із поверхні землі тоді, коли вони випали на початку пасовищного періоду, а також при випасанні тварин на низькопродуктивних пасовищах. З практичної точки зору важливо знати, що корми, вирощені на території з однаковою щільністю забруднення, з розрахунку на 1 кормову одиницю нагромаджують різну кількість радіонуклідів. Радіонукліди, які надійшли в шлунково-кишковий тракт, всмоктуються з різною швидкістю, що залежить від їх фізико-хімічних властивостей [7].

Незважаючи на те, що слизова оболонка всіх відділів шлунково-кишкового тракту здатна всмоктувати радіонукліди, роль їх у цьому процесі різна. Так, у ротовій порожнині і стравоході в результаті короточасного перебування корму радіонукліди практично не засвоюються. Досить слабо вони всмоктуються і в передшлунках (в основному йод, натрій і молібден). Головним місцем

всмоктування радіонуклідів є кишечник. Доведено, що в передшлунках всмоктується близько 18 %  $^{89}\text{Sr}$ , у товстому відділі кишечника 17 % і у тонкому – 4,7%. На інтенсивність всмоктування впливає вік, характер годівлі і склад раціону тварин.

Можливі різні варіанти надходження радіонуклідів в організм: одноразово та постійно. Важливо знати, як поведуться при цьому найбільш поширені із них. Радіоактивні ізотопи йоду спочатку найбільше концентруються (до 30 %) у щитовидній залозі. З часом відбувається його перерозподіл в організмі і 60 - 70 % йоду зосереджується в м'яких тканинах, а частина переходить в щитовидну залозу і виводиться. В кінцевому результаті на 14-й день у щитовидній залозі залишається приблизно 18 % від кількості, що надійшла, а в решті органів - близько 14% радіойоду. З практичної точки зору важливо знати розподілення в організмі радіостронцію та радіоцезію. Звідси за умов неконтрольованого надходження радіонуклідів в організм (випасання на пасовищах, забруднених радіонуклідами) до визначення всіх обставин виключають забій тварин. В умовах тривалого (хронічного) надходження радіонуклідів в організм (що спостерігається після Чорнобильської аварії) їх нагромадження коливається у досить широких межах. Найбільш інтенсивно радіонукліди нагромаджуються в тих випадках, коли вони починають надходити в молодому віці. Так, якщо стан рівноваги у дорослої тварини відмічають вже через 3-4 міс. після початку надходження нукліду в організм, то у молодняку він настає приблизно через рік після початку надходження стронцію [3]. Відкладання радіостронцію в організмі залежить також від рівня забезпечення тварин кальцієм. Насичення раціону кальцієм дає можливість зменшити нагромадження радіостронцію у кістках приблизно в 2-4 рази. Закономірності нагромадження  $^{137}\text{Cs}$  мають багато спільного із закономірностями відкладання  $^{90}\text{Sr}$ , але для нього характерне більш швидке (1-2 міс) встановлення стану рівноваги. Виводяться радіоактивні продукти розпаду в основному через шлунково-кишковий тракт. Винятком є лише радіоактивні ізотопи йоду, які виводяться із організму, в основному, через нирки. Це пояснюється насамперед досить низьким їх засвоєнням у шлунково-кишковому тракті, або великими обсягами виділення нукліду  $^{137}\text{Cs}$  у порожнину шлунково-кишкового тракту після всмоктування.

При споживанні радіонуклідів певна частина їх у результаті метаболізму переходить в продукцію – молоко та м'ясо. У перші дні після випадання радіоактивних речовин у молоці знаходять переважно радіонукліди з малим періодом розпаду (йод, молібден, барій та ін.). Найбільшу частку серед зазначених речовин становить радіоактивний йод. При хронічному надходженні радіонуклідів в організм тварин вже через кілька днів встановлюється постійний рівень їх концентрації в молоці. Проте слід пам'ятати, що концентрація радіонуклідів у молоці може змінюватися в дуже широких межах. Це зумовлено індивідуальними особливостями тварин, рівнем мінерального живлення, типом годівлі тощо. Тому що окремі радіоактивні речовини розподіляються по органах і тканинам тварин нерівномірно, те м'ясна продукція може істотно розрізнятися по їхній концентрації в окремих частинах гаси. Так, концентрація

$^{90}\text{Sr}$  у кістковій тканині свиней, що одержували з раціоном цей радіоактивний ізотоп, перевищує його концентрацію в різних м'яких тканинах в 600—7000 разів.  $^{137}\text{Cs}$  накопичується в основному й більш-менш рівномірно в м'язовій тканині.  $^{131}\text{I}$  накопичується переважно в щитовидній залозі. З урахуванням зазначених особливостей розподілу радіонуклідів при обробленні тварин частина продукції (м'яза, субпродукти) може бути використана безпосередньо для харчових цілей, а інша (щитовидна залоза в ранні періоди надходження радіоактивних речовин у зовнішнє середовище, лімфатичні вузли) - виведена з харчового ланцюга. Всі шляхи міграції радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища й сільськогосподарського виробництва сходяться на людях [7-8]. Тому основним завданням фахівців, які здійснюють реалізацію широкомасштабних заходів щодо запобігання переходу радіоактивних речовин у продукцію тваринництва, що забезпечують чистоту продукції, і технологів харчової промисловості, що проводять разом із лікарями-зоогігієністами роботи з очищення обох видів продукції, є припинення цих шляхів. Чим на більше ранньому етапі це завдання буде вирішена, тим більше ефективною виявиться захист людини від недоброякісної продукції.

**Шляхи зменшення надходження радіонуклідів.** Основний внесок у рівень радіоактивного забруднення у перші дні і тижні після випадання радіоактивних залишків (у зв'язку з високою міграційною здатністю) мають радіоізотопи йоду з коротким періодом розпаду. При цьому важливе значення для обсягів його переходу в організм має пора року і стан сільськогосподарських угідь. Особливо це небезпечно, коли радіоактивні залишки випадають у період вегетації рослин, а тварини знаходяться на пасовищах. За цих умов необхідно організувати раціональну годівлю особин і вилучити можливості надходження радіонуклідів з коротким періодом розпаду в організм. Якщо рівні радіації дозволяють людям знаходитися на такій території, тварин терміново переводять на стійлове утримання і перестають випасати. Годують кормами із минулорічних запасів, які не забруднені радіонуклідами, завезеними із території, що не постраждала від радіоактивного забруднення, або навіть тимчасово переводять на підтримуючу годівлю концентрованими кормами при забезпеченні чистою водою. Як варіант можна використати пасовища, що мають рівень забруднення більш низький. Це забезпечує одержання продукції, яка відповідає вимогам ТДР.

У випадках, коли неможливо припинити випасання, тварин слід перевести на більш високоврожайні пасовища з дуже розвиненим травостоєм. У цьому випадку вміст йоду-131 у молоці буде на 50 % меншим порівняно із випасанням на неудобрених, низьковрожайних угіддях. Зменшити надходження  $^{131}\text{I}$  у молоко можна і шляхом введення в мінеральну підгодівлю йодовмісних солей. Щоденна добавка від 2,5 до 10 г йодистого калію до раціону сприяє зниженню надходження радіойоду у молоко на 50%.

Сприятливо впливає на зниження переходу  $^{131}\text{I}$  із кормів раціону у молоко згодовування капусти, ріпаку та інших кормових культур із родини капустяних, які характеризуються підвищеним вмістом тіоурацилу. Важливим завданням у цей період є забезпечення виробництва доброякісного молока, придатного в

натуральному вигляді для харчування людей, особливо дітей. Для одержання молока із низьким вмістом радіонуклідів слід групу високопродуктивних особин годувати чистими кормами (наприклад, силос і концентровані корми), а при їх відсутності організувати зелений конвеєр із посівів озимих, багаторічних чи однорічних культур із угідь, які характеризуються найменшими рівнями забруднення [7].

У районах, де дозволено проживання людей, допускається молоко, при рівнях радіонуклідів у ньому, вищих ТДР, переробляють на олію. Відвійки можна використовувати для виробництва кормового білка, а сироватку, у якій зосереджується основна кількість радіонуклідів, слід знищувати. Особливо добре переробляти молоко в перетоплене вершкове масло, у якому практично повністю відсутні радіонукліди. Якщо випадання радіоактивних продуктів розпаду відбулося у зимовий період, то можливість забруднення радіонуклідами раніше заготовлених кормів (грубих, соковитих та концентрованих) малоймовірна, оскільки вони надійно захищені.

У випадку, коли корма зберігають не в сховищах, а під відкритим небом, то забрудниться тільки верхній (5-10 см) шар, який легко видалити перед початком використання корму. У цьому випадку проблеми радіоактивного забруднення молока і яловичини не виникне. Організуючи виробництво молока та яловичини в таких умовах, слід пам'ятати, що радіоактивне забруднення має, як правило, нерівномірний, «плямистий» характер. Це зумовлено великою різноманітністю при їх випадінні метеорологічних умов, рельєфом тощо. Такий нерівномірний характер забруднення території з господарської точки зору має важливе значення, оскільки дає можливість маневрувати розміщенням сівозмін і окремих культур.

**Прогнозування надходження радіоактивних речовин в організм тварин.** Важливим завданням сільськогосподарської радіобіології є прогнозування надходження й нагромадження радіоактивних речовин у сільськогосподарських тваринах з метою розробки мер, що запобігають їхнє подальше просування по шляхах міграції. Для цього необхідно реально представити ступінь і характер радіоактивного забруднення на тій або іншій території, а також мати довідкові відомості про закономірності переходу окремих радіоактивних елементів у рослини, що визначають їхньою специфікою, типом ґрунту, забезпеченістю її елементами харчування, видом культури. Існує ще безліч інших важковизначених факторів, які не піддаються контролю, вплив яких на надходження радіоактивних речовин у рослини може бути дуже значним (рис. 1). До них у першу чергу відносяться метеорологічні особливості року, від яких залежать стан і рухливість нуклідів у ґрунті (опади), швидкість їхнього надходження в рослини (опади, вітер, температура), інтенсивність нагромадження рослинами біомаси (опади, температура, інсоляція).

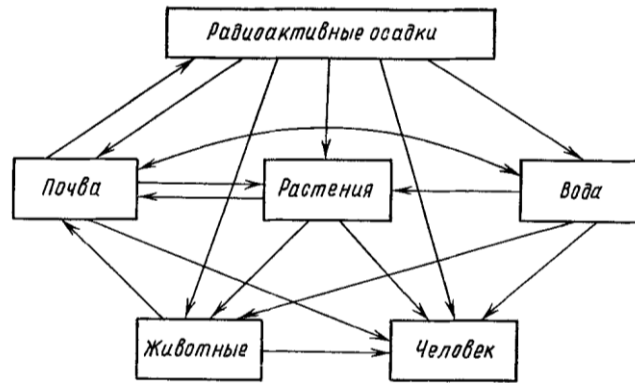


Рис. 1. Схема шляхів міграції радіоактивних речовин в об'єктах середовища й сільськогосподарського виробництва.

Також встановлено, що на заливних піщано-болотних пасовищах із щільністю забруднення ґрунту  $10 \text{ Ки/км}^2$  і пасовищного корму 425-525 Бк/кг, застосування цеоліту і хумоліту з розрахунку 0,5 кг на добу зменшувало вміст радіоцезію в молоці в 1,4 рази. На луках із більш високим рівнем забруднення (близько 1000 Бк/кг маси раціону), згодовування хумоліту з розрахунку 0,5 кг на добу зменшувало вміст Cs-137 у молоці в середньому в 1,2 рази і поряд з тим на вміст Sr-90 практично не впливало.

**Використання «чистих кормів».** Важливим заходом по зниженню радіонуклідів у молоці, і особливо у м'ясі, є використання «чистих кормів» (жом, барда, силос, сінаж), які завезені із незабруднених районів України. Завдяки цьому із організму може бути виведена значна частина радіонуклідів, що нагромадилися. Такий захід дає ефект для виведення нуклідів із м'яких тканин, але не із кістяка. У зв'язку з тим, що стронцій-90 не може бути виведений із кістяка за короткий час, при використанні яловичини для харчових потреб кістки видаляють, а м'ясо використовують для виготовлення фаршу і ковбасних виробів. Аналогічно разом з компостами, золою й іншими залишками можуть повертатися в ґрунт радіоактивні речовини, які накопичені рослинами. Подібні зворотні зв'язки можуть виникати й між іншими ланками харчового ланцюга, наприклад від рослин, тварин і людину до води, від людини до ґрунту. Але внесок міграції радіоактивних речовин у цих напрямках порівняно невеликий, і вони не позначені на схемі.

Існують і інші способи прогнозування надходження радіоактивних речовин у сільськогосподарські рослини, але вони вимагають попередньої спеціальної роботи з оцінки різних коефіцієнтів і показників, проведення лабораторних досліджень із забрудненим ґрунтом. На аналогічних розрахунках базуються й методи прогнозування надходження й нагромадження радіоактивних речовин в організм сільськогосподарських тварин. Існують спеціальні коефіцієнти переходу й нагромадження радіоактивних речовин у різних тканинах тварин (коефіцієнти усмоктування, коефіцієнти відкладення), які, з огляду на їхній зміст у кормах, дозволяють розрахувати їхнє депонування в різних органах.



**Етапи організації виробництва доброякісної продукції.** На першому етапі організації виробництва доцільно умовно територію району поділити, залежно від щільності радіоактивного забруднення, на окремі (наприклад, три) зони. До першої зони відносять ту частину угідь, де можна одержувати продукцію, яка відповідає рівням вмісту нуклідів без проведення будь-яких додаткових заходів і зміни технології [2]. Підвищення врожайності луків і пасовищ, використання травостоїв лише після досягнення пасовищної зрілості є факторами, які дозволяють "розбавити", радіонукліди в кормах, тобто зменшити їх вміст в одиниці рослинної маси. У цій зоні роботи проводяться без обмеження відповідно до існуючих технологій, і одержувана продукція використовується за прямим призначенням. До другої зони відносять угіддя, розміщені на території із середніми рівнями радіоактивного забруднення (орієнтовно щільність забруднення радіонуклідами в 3-4 рази вища, ніж у першій зоні). В зоні проводять весь комплекс агротехнічних і агроекологічних заходів щодо зменшення вмісту радіонуклідів в продукції. Землю використовують в основному під кормові і технічні культури або для насінневих ділянок. Можна вирощувати й зернові культури, але лише для згодовування худобі і птиці, або на технічні і насінневі потреби. При цьому проводять обов'язковий радіологічний контроль продукції.

До третьої зони відносять сільськогосподарські угіддя з порівняно високими рівнями радіоактивного забруднення (щільність його в 8-10 разів вища, ніж у першій зоні). Тут обов'язкове проведення всього комплексу агротехнічних заходів, хоча і вони не завжди гарантують одержання продукції, яка відповідає вимогам ТДР. Як правило, землю тут треба використовувати для вирощування кормових та технічних культур, галузь – краще всього м'ясна, а якщо виробляти молоко, то лише для переробки на масло. При цьому слід пам'ятати, що при однаковій щільності забруднення ґрунтів радіаційна небезпека від  $^{90}\text{Sr}$  приблизно в 6 разів більша, ніж від  $^{137}\text{Cs}$ .

**Захисна роль деяких елементів.** Захисна роль кальцію, яка полягає в обмеженні надходження із кормів раціону в молоко  $^{90}\text{Sr}$ , різко зменшується з наближенням до нормальної фізіологічної норми у ньому організму. Нормальним рівнем вважається добове надходження в кількості 40-80г, оскільки при нормі менше 40 г спостерігається збільшення переходу  $^{90}\text{Sr}$  із кормів раціону в молоко. Щодо вмісту від 40 до 80 г на голову за добу, то його слід вважати нормальною концентрацією, при якій із раціону в 1 кг молока переходить 0,11-0,23%  $^{90}\text{Sr}$ , що надходить щоденно в організм. Рівні кальцію в раціоні, що знаходяться в межах 80- 240 г за добу, оцінюються як високі і супроводжуються мінімальним переходом  $^{90}\text{Sr}$  із кормів раціону в 1 кг молока, що становить 0,08-0,11% від щоденного його надходження. Максимальні коефіцієнти переходу  $^{90}\text{Sr}$  із раціону в молоко в зв'язку із рівнем кальцієвого живлення відрізняються від мінімальних у 8-11 разів. Отже, для мінімального його надходження в молоко найбільш сприятливими є раціони з нормальним і підвищеним вмістом кальцію. На рівень радіостронцію впливає не лише рівень, а й джерело кальцію в раціоні. Так, збільшення кальцію в дефіцитному за цим елементом раціоні до 2-2,5 норми

за рахунок трикальційфосфату в 4 рази зменшує виведення  $^{90}\text{Sr}$  з молоком, проте величина цього виведення залишається в 1,7 рази більшою, ніж у особин, що одержували раціон з нормальним вмістом кальцію в кормі. Найбільш чітко роль кальцію в зниженні переходу стронцію в молоко спостерігають при використанні кормів з високим вмістом кальцію (120 г), синтезованим за рахунок сіна бобових культур порівняно з його дефіцитом. При цьому в 1 л молока переходить в 3-4 рази менше  $^{90}\text{Sr}$ , ніж у особин, яких утримують на раціонах із нормальним його вмістом. Отже, збагачення раціонів кормами з високим вмістом кальцію (але не за рахунок мінеральних добавок) на фоні нормального і дефіцитного його вмісту дає змогу відповідно від 3 до 23 разів зменшити надходження  $^{90}\text{Sr}$  у молоко.

**Особливості використання ентеросорбентів.** Іншим важливим напрямом зменшення забрудненості молока і м'яса є використання ентеросорбентів, тобто зв'язування радіонуклідів у шлунково-кишковому тракті. Так, доведено, що одним із препаратів, який зменшує резорбцію радіоактивного цезію, є фероціанід, хоча тривале його використання небажане. Особливе місце серед ентеросорбентів належить природним цеолітам і препаратам, виготовленим на їх основі (хумоліт). Так, за даними Українського науково-дослідного інституту радіології, забрудненість молока у особин, які одержували цеоліти, зменшувалася в 1,7 рази порівняно з контролем. Застосування хумоліту було ще ефективнішим. Через 11 діб після початку його згодовування концентрація цезію в молоці зменшувалася в 3,2 рази. Після того, як хумоліт перестали згодовувати, вміст радіоцезію наблизився до вихідних показників.

**Висновки.** Встановлено, що розробка системи спеціальних заходів запобігають надходження радіоактивних речовин із ґрунту до тварин, дозволяють здійснювати прийомів дезактивації продуктів тваринництва. 1. Ведення тваринництва із безвигульним утриманням ссавців підвищує щільність розміщення голів; призводить до зниження надходження й виведення радіоактивних речовин з організму сільськогосподарських тварин; оптимізує дезактивацію продукції сільського господарства шляхом технологічної переробки, а також використання ентеросорбентів. 2. Особливу увагу при виробництві молока і яловичини в умовах радіоактивного забруднення слід приділяти гігієні. При порушенні правил гігієни можливе різке підвищення у приміщеннях радіаційного фону. Він підвищується також і в місцях зберігання грубих кормів, якщо вони зібрані із забруднених угідь. Усе це слід обов'язково враховувати при організації виробництва молока та яловичини на територіях, забруднених радіонуклідами. 3. Одержання «чистої» продукції щодо харчування тварин дозволяє уникнути надходження радіоактивних речовин в організм тварин й людини. Для цього використовують «чисті корми» (жом, барда, силос, сінаж), які завезені із незабруднених районів України.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Безбородов А.М., Попов В.О., Загустина Н.А. Ферментативные процессы в биотехнологии. М.: Наука, 2008. 336 с.

2. Глазко Т.Т., Власов В.І., Глазко В.І. Введення у нанобіотехнологію – К. Знання, 2008. 108 с.
3. Шалімов М.О. Засновник імунології та геронтології. К 175-річчю І.І. Мечникова. «...в Одесі, Ви запалили... науковий вогник» або «Етюди оптимізму» життя. Одеса: Бондаренко М.О., 2020. 82 с.
4. Карпов О.В., Демидов С.В., Кириченко С.С. Клітинна та генна інженерія: підручник. К.: Фітосоціоцентр, 2010. 208 с.
5. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія. К.: НУХТ, 2009. 336 с.
6. Огурцов А.Н. Основы молекулярной биологии. Ч. 2. Молекулярные генетические механизмы. Х.: ХПИ, 2011. 240 с.
7. Шалімов М.О. Біоіндикація: навч. посібник. Одеса: Наука и техника, 2011. 124 с.
8. Шалімов М.О. Мала екологічна енциклопедія. Одеса: СЖУ, 2014. 179 с.

## **БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ «ЧИСТОЙ» ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Шалимов Н.

*Статья содержит информацию относительно отдельных способов предотвращения поступления и накопления радиоактивных веществ в организм сельскохозяйственных животных. Меры могут оказаться малоэффективными, в связи с чем вещества в полученной продукции могут превышать допустимые нормы. Однако такая продукция не должна быть утилизирована. При специальных технологических переработках происходит распределение продукции на отдельные компоненты. При этом часть радиоактивных веществ может находиться в одном из компонентов продукции. Продуктом может выявиться не основной, а побочный продукт переработки. Снизить концентрацию радиоактивных веществ в мяке можно путём его длительного сохранения в засоленном виде с дальнейшим вымачиванием. Применение четырёх технологических примов обработки со сменой раствора позволяет уменьшить содержание <sup>137</sup>Cs на 63-99 %. Загрязнённая радиоактивными веществами, не пригодная для скармливания млекопитающим вегетативная масса растений может быть использована для прямого получения пищевого и кормового белка. Новейшая биотехнология достаточно широко используется в зарубежных странах, а в Украине внедряется, допуская выделение белка непосредственно из зелёной массы растений путём отжима клеточного сока с дальнейшей коагуляцией из него специальной технологии чистого белка, который содержит меньше радиоактивных веществ, чем используемые растения. Такой белковый препарат представляет собой ценный продукт для пищевой промышленности и широко используется при изготовлении колбас, некоторых видов консервов, сыров, хлебобулочных и кондитерских изделий, а также как добавки в корм сельскохозяйственных животных и птиц. Все пути миграции радиоактивных веществ в объектах окружающей среды и сельскохозяйственного производства образуются на людях. Поэтому основным заданием специалистов, которые осуществляют реализацию*

*широкомасштабных мероприятий относительно перехода радиоактивных веществ в продукцию животноводства, которое обеспечивает чистоту продукции, и технологов пищевой промышленности, которые проводят вместе с врачами-зооигиенистами работы по очистке этих видов продукции, является приостановление этих путей. Исследования свидетельствуют, что чем на более раннем этапе это задание будет решено, тем более эффективной выявится защита человека от недоброкачественной продукции.*

**Ключевые слова:** *радионуклиды, дезактивация продукта, компартменты, метаболизм, электродиализный метод, детритный цикл, мутабельность, продуктивность животных.*

## **BIOTECHNOLOGY FROM THE WORLD «GREEN» PRODUCTION OF THE ANIMAL**

Shalimov N.

*Article contains information on individual ways to prevent the inflow and accumulation of radioactive substances into the body of farm animals. Measures may be ineffective, so the substances in the products obtained may exceed acceptable standards. However, such products should not be stywed. In special technological processing, products are distributed to individual components. . At the same time, some of the radioactive substances may be in one of the components of the product. The product can be revealed not the main, but a by-product of processing. The use of four technological priyoms of processing with a change of solution allows to reduce the content of I37Cs by 63-99 %. Contaminated with radioactive substances, not suitable for feeding mammals vegetative mass of plants can be used for direct receipt of food and feed protein. The latest biotechnology is widely used in foreign countries, and in Ukraine is being introduced, allowing the release of protein directly from the green mass of stenums by pressing the cell juice with further coagulation from the non-agility of a special technology of pure protein, which contains less radioactive substances than the plants used. This protein is a valuable product for the food industry and is widely used in the manufacture of sausages, certain types of canned food, cheeses, bakery and confectionery products, as well as additives in the feed of farm animals and birds. All the migration routes of radioactive substances in the objects of the environment and agricultural production are affected by people. Therefore, the main task of specialists who carry out large-scale measures on the transfer of radioactive substances into livestock products, which ensures the purity of products, and food industry technologists, who conduct robots together with zoohygieneers to clean these types of products, is to suspend these pathways. Studies show that the earlier this task is decided, the more effective will be the protection of a person from substandard products.*

**Key words:** *radonukly, deactivating product, parts, metabolics, electrodealz method, detritus cycle, mutability, production of the animals.*