

ВПЛИВ КОМПЛЕКСОНАТІВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ПИТОМУ АКТИВНІСТЬ ^{137}Cs У МОЛОЦІ КОРІВ

В.М. Біденко, В.П. Славов

Житомирський національний агроекологічний університет

Упродовж 2008–2011 рр. проведено чотири науково-виробничі дослідження, під час яких вивчено вплив різних комплексонатів мікроелементів на перехід ^{137}Cs із раціону в молоко корів. Встановлено, що введення у раціони корів комплексонатів мікроелементів кобальту, міді, марганцю та цинку сприяло зниженню питомої активності ^{137}Cs у молоці у 1,4 рази, а введення комплексонатів мікроелементів цинку, марганцю, міді та йоду у 1,3–2,0 рази.

Ключові слова: комплексонати мікроелементів, питома активність, ^{137}Cs .

Аварія на ЧАЕС, що сталася 26 квітня 1986 р., призвела до значного забруднення сільськогосподарських угідь продуктами радіоактивного розпаду – радіонуклідами плутонію, америцію, цезію, стронцію тощо. Ще тривалий період радіаційна ситуація у зоні радіоактивного забруднення визначатиметься біологічно значущими радіонуклідами, такими як ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{238,239,240}\text{Pu}$ та ^{241}Am [1]. Радіонукліди плутоній і америцій спричиняють незначну дозу опромінення, переважно у 30-кілометровій зоні, хоча їх присутність спостерігається і на 5% території України поза межами цієї зони. Чинниками радіаційної небезпеки населення на території радіоактивного забруднення є внутрішнє β - та γ -опромінення, яке надходить до організму внаслідок споживання продуктів, переважно тваринного походження, забруднених радіоактивними ізотопами цезію та стронцію. За межами 30-кілометрової зони основна роль у формуванні внутрішньої дози опромінення і на сьогодні належить ^{137}Cs . Цей радіонуклід, як відомо, випав у вигляді парагазової фракції, і тому, в основному, формує внутрішню дозу опромінення населення, яке приживає на радіоактивно забруднених територіях, хоча з плином часу дедалі більше відбувається його фіксація ґрунтово-вбирним комплексом, а також радіоактивний напіврозпад [2].

Доза опромінення від ^{90}Sr може перевищувати дозу, отриману від ^{137}Cs , лише у місцях біля зони відчуження або на територіях зі значною щільністю забруднення цим радіонуклідом. Відомо, що ^{90}Sr випав у вигляді частинок (переважно у складі палива), будівельних матеріалів та графіту. Тому його доступність для живих організмів на початковому післяаварійному етапі була незначною, а згодом почала збільшуватися внаслідок дії на частинки вологи та кислого середовища ґрунтів. Так, на сьогодні внаслідок розчинення частинок кислих ґрунтів ^{90}Sr перейшов у доступну форму і, відповідно, значною мірою формує внутрішню дозу опромінення людини. Щодо слабокислих ґрунтів, очікується зростання розчинності цього радіонукліда і, відповідно, формування ним дози опромінення населення. Як наголошує академік І.М. Гудков [3], забруднення цим радіонуклідом кормів, продукції тваринництва може збільшитися на цих ґрунтах ще на 20–30%.

Отже, доза опромінення населення, яке мешкає у зоні радіоактивного забруднення, буде формуватися внаслідок внутрішнього опромінення радіонуклідами ^{137}Cs і ^{90}Sr . Проте, як відомо, забруднення продукції рослинництва і тваринництва визначається і рівнем радіоактивного забруднення угідь, адже основна частка продукції виробляється фермерами та власниками присадибних ділянок. Значна кількість такої продукції,

як молоко та м'ясо, також виробляється селянами в приватному секторі, забруднення яких часто перевищує ДР-2006. Спричинено це використанням угідь з аномально високими коефіцієнтами переходу ^{137}Cs із ґрунту у рослини. На таких угіддях, крім того, що відбувається випасання тварин, також заготовляються корми, зокрема сіно. Для істотного зменшення забруднення продукції тваринництва радіонуклідами ^{137}Cs і ^{90}Sr державним органам, сільським радам разом із санітарно-епідеміологічними службами (СЕС) необхідно провести паспортизацію земель, виділяти для людей придатні для використання ділянки, вживати комплексні заходи з метою зменшення міграції радіоактивних речовин. Випасати корів слід на угіддях, щільність забруднення яких щодо ^{137}Cs не перевищує 10 Ки/км^2 . Висота травостою на цих угіддях повинна бути не меншою ніж 10 см. Крім того, необхідно звертати увагу на тип ґрунту, адже на деяких із них (кислих торфовищах) може бути високий перехід радіонуклідів у корми, відповідно — у продукцію тваринництва. Слід наголосити, що у разі перезволоження, а також впливу неконтрольованих природних чинників, забруднення продукції тваринництва може залишатися з плином часу на постійному небажаному рівні і навіть підвищуватись [4].

Важливим заходом зі зниження радіоактивного забруднення продукції тваринництва є введення до складу раціону худоби мікроелементів, що здатні протидіяти радіонуклідам і тим самим протистояти їх засвоєнню [5]. Мікроелементи як синергісти макроелементів, кальцію та калію також можуть створювати умови кращого їх засвоєння, а останні, своєю чергою, конкурувати з радіонуклідами, витісняючи їх із ланки живлення, тобто зменшувати їх накопичення в організмі та переходу в продукцію.

З огляду на вищевикладене можна зробити висновок, що ситуація у зоні радіоактивного забруднення лишатиметься складною ще тривалий період. У деяких населених пунктах уміст ^{137}Cs у молоці буде у

2–3 рази вищим від допустимих рівнів, а у м'ясі забійних тварин — у 5–7 разів.

Після аварії на ЧАЕС значна кількість досліджень була присвячена вивченню впливу солей мікроелементів міді, марганцю, цинку, кобальту та йоду на перехід ^{137}Cs із раціону корів у молоко, і майже лишилося поза увагою вивчення впливу на перехід у продукцію тваринництва ^{137}Cs і ^{90}Sr хелатних сполук мікроелементів. Вивчення цих процесів і стало метою наших досліджень.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2008–2011 рр. на молочно-товарній фермі у с. Селець (господарства СТОВ «Полісся» Народицького р-ну Житомирської обл.). Були відібрані дійні корови за принципом пар-аналогів — 5–6 голів у кожній групі. Радіоактивність молока дослідних корів за ^{137}Cs у стійловий період була невисокою, у межах 5–30 Бк/л. У період випасання тварин активність молока різко зростала і становила 70–205 Бк/л. Підвищення питомої активності ^{137}Cs у молоці корів пояснюється використанням угідь із щільністю забруднення цим радіонуклідом понад 10 Ки/км^2 та вищою його біологічною доступністю із трави. Слід наголосити, що у молоці корів спостерігалось два піки зростання активності за ^{137}Cs . Перший пік зафіксовано за випасання тварин у періоди значного перезволоження пасовищ (весна, початок літа, в середньому до 15–20 червня), тобто за випадіння значної кількості опадів, і другий — восени, коли висота травостою пасовища значно зменшується. Унаслідок цього тварини більше захоплювали дернину, що спричиняло зростання активності ^{137}Cs у їх раціоні і, відповідно, більший перехід радіонукліда в молоко [6]. Слід зауважити, що на цьому пасовищі випасалися і два стада корів приватного сектора — 70 голів у одному і 35 — у іншому стаді, молоко яких, відповідно, було продуктом споживання місцевого населення, у т.ч. і дітей. Молоко, вироблене у колективному господарстві, відправлялося на переробне підприємство. Для визначення

вмісту ^{137}Cs у траві проводили відбір проб на полі за діагоналлю пасовища з різних місць випасання тварин. Молоко для радіометрії відбирали під час проведення контрольних удоїв — зранку, в обід та ввечері, пропорційно добовому надою корів. Контрольні удої проводили один раз на місяць. Добовий надій молока корів складався із суми удоїв вранці, в полудень та увечері. Проби молока, відібрані під час проведення дослідів, консервували 10% розчином хромпіку. Питому активність ^{137}Cs у раціоні та молоці корів визначали на приладах СЕГ-0,5 та СЕБ-100.

Для дослідження впливу різних сполук мікроелементів на рівень питомої активності ^{137}Cs у молоці дослідних корів у їх раціони вводили комплексонати мікроелементів міді, марганцю, цинку, кобальту і солі йоду.

Так, корови 1-ї (контрольної) групи отримували господарський — основний раціон (ОР), до складу якого входили корми, трава пасовищна і концентрати. Дослідним тваринам 2-ї групи до ОР вводили комплексонати міді, марганцю, цинку, кобальту та комплексонати цинку, міді з додаванням йоду; 3-ї — комплексонати міді, марганцю, цинку. Дози мікроелементів, які вводилися у раціони корів, були різними, що відповідало цілям та завданням наших досліджень. Вводили комплексонати вищевказаних мікроелементів у концентровані корми під час їх роздачі.

Результати досліджень обробляли статистично із визначенням середнього арифметичного, похибки середнього арифметичного та достовірності різниці.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами проведених досліджень нами були отримані позитивні дані щодо зниження питомої активності ^{137}Cs у молоці корів (таблиця).

Радіоактивність ^{137}Cs у молоці корів у досліді № 1 контрольної групи становила 100 Бк/л, що не перевищує ДР-2006 [7]. Введення у раціони тварин 2-ї дослідної групи комплексонатів мікроелементів кобальту, міді, цинку та марганцю сприяло

зниженню рівня радіоактивності ^{137}Cs у молоці на 29 Бк, тобто в 1,4 раза. У цьому експерименті мідь, ймовірно, стала радіоблокувальним елементом щодо ^{137}Cs . Поряд із тим мідь, марганець і цинк як елементи, що проявляють синергізм стосовно калію, сприяли кращому його засвоєнню і, зрештою, зменшенню переходу радіонукліда в молоко.

У досліді № 2 рівень радіоактивності ^{137}Cs у молоці корів 1-ї контрольної групи був високим — 175,3 Бк/л, при допустимому значенні — 100 Бк/л за ДР-2006. Введення комплексонатів мікроелементів цинку та марганцю у раціони корів 2-ї групи сприяло зменшенню радіоактивності ^{137}Cs у молоці на 70,4 Бк ($P < 0,05$), або в 1,7 раза. Істотніше зниження цього показника було досягнуто завдяки введенню у раціони тварин 3-ї дослідної групи комплексонатів цинку, міді та марганцю — питома активність ^{137}Cs у молоці корів цієї групи становила 87 Бк/л, а зменшення переходу ^{137}Cs — 88,3 Бк, тобто знизилося вдвічі. Порівняно із дослідом № 1, спостерігалось істотніше зменшення питомої активності ^{137}Cs у молоці корів 2-ї та 3-ї груп, хоча цей показник молока корів 1-ї контрольної групи був вищим. На нашу думку, введення кобальту (дослід № 1) могло сприяти кращому засвоєнню поживних речовин корму, а отже, більшому вивільненню радіонуклідів із кормів. Відомо, що кобальт у рубці жуйних тварин позитивно впливає на зростання мікрорифлори, що, як відомо, відіграє значну роль у розщепленні кормів та засвоєнні поживних речовин.

У досліді № 3 вміст ^{137}Cs у молоці корів 1-ї контрольної групи був також високим — 196,3 Бк/л, що перевищує ДР-2006. Введення комплексонатів мікроелементів у раціони корів сприяло зменшенню питомої активності ^{137}Cs у молоці тварин 2-ї групи на 86,3 Бк, 3-ї групи — на 48,3 Бк, або в 1,8 і 1,3 раза відповідно. Більшого зниження питомої активності ^{137}Cs у молоці корів було досягнуто за нормування раціонів корів марганцем і збагачення цинком на 30%. За результатами дослідів можна зробити

Уміст ^{137}Cs у молоці дослідних корів за впливу комплексонатів мікроелементів

Групи корів	Уміст ^{137}Cs , Бк/л	Зниження активності ^{137}Cs у молоці, Бк	% до контролю	Кратність зниження, рази
<i>Дослід № 1, з використанням комплексонатів мікроелементів Co, Cu, Zn, Mn (доведення раціонів корів за мікроелементами до норми)</i>				
1 (контроль)	100,0±9,5	–	100	–
2	70,9±15,9	29	71	1,4
<i>Дослід № 2, з використанням комплексонатів мікроелементів Zn, Mn (100% від норми – група 2) і Zn, Mn, Cu (100% від норми – група 3)</i>				
1 (контроль)	175,3±10,1	–	100	–
2	104,9±12,9*	70,4	60	1,7
3	87,0±0,73*	88,3	49	2,0
<i>Дослід № 3, з використанням комплексонатів мікроелементів: група 2 – Mn (100% від норми), Zn (на 30% вище від норми); група 3 – Mn, Zn, Cu (100% від норми)</i>				
1 (контроль)	196,3±7,8	–	100	–
2	110,0±14,9	86,3	56	1,8
3	148,0±6,0	48,3	75	1,3
<i>Дослід № 4, з використанням комплексонатів міді, цинку та йоду (100% від норми)</i>				
1 (контроль)	205,3±33,5	–	100	–
2	103,6±24,7	101,7	49	1,9

висновок, що ефективним мікроелементом стосовно зниження питомої активності ^{137}Cs у молоці є цинк, введений у раціони корів у формі комплексонату, що проявляє синергізм до калію, який своєю чергою є антагоністом до ^{137}Cs .

Результати дослідів № 4, проведеного у 2011 р., засвідчили про значну питому активність ^{137}Cs у молоці корів 1-ї контрольної групи за їх випасання восени на пасовищі – 205,3 Бк/л, що вдвічі перевищує ДР-2006. Використання комплексонатів мікроелементів цинку і міді разом із йодом сприяло зниженню рівня забруднення радіоактивності молока на 101,7 Бк (49%), або в 1,9 раза. Наведені у таблиці дані щодо дослідів № 4 свідчать про позитивний вплив комплексонатів міді та цинку і введеного йоду на зниження питомої активності ^{137}Cs у молоці корів. На нашу думку, у цьому експерименті мідь та цинк проявили антагонізм до ^{137}Cs , механізм дії яких описано вище, а йод, сприяючи підви-

щенню молочної продуктивності корів, до ефекту розбавлення радіонукліда в молоці дослідних тварин.

ВИСНОВКИ

Нормування раціонів корів за такими мікроелементами, як мідь, марганець, цинк, кобальт у складі комплексонатів сприяло зниженню питомої активності ^{137}Cs у молоці тварин на 29%, або в 1,4 раза. Зменшення рівня радіоактивного забруднення молока корів удвічі було досягнуто завдяки введенню у раціони тварин цинку, марганцю та міді у формі комплексонатів; у 1,8 раза – внаслідок доведення комплексонату марганцю до норми та збагачення раціонів тварин цинком у межах 30% вище від норми. Введення у раціони дійних корів комплексонатів міді та цинку з додаванням йоду сприяло зменшенню питомої активності ^{137}Cs у молоці корів 2-ї дослідної групи порівняно з 1-ю (контрольною) на 49%, або в 1,9 раза. В подальшому нами будуть

проведені дослідження із вивчення впливу комплексонатів мікроелементів на пере- хід трансуранових елементів із раціону у молоко корів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період / Методичні рекомендації; за заг. ред. акад. УААН Б.С. Прістера. — К.: Атіка-Н, 2007. — 196 с.
2. Сельскохозяйственная радиоэкология / Р.М. Алексахин, А.В. Васильев, В.Г. Дикарев и др. — М.: Экология, 1991. — 384 с.
3. Гудков І.М. Сільськогосподарська радіобіологія: посібник / І.М. Гудков, М.М. Віннічук. — Житомир, 2003. — 461 с.
4. Ведення сільськогосподарського виробництва в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999–2002 рр. / Методичні рекомендації; за ред. Б.С. Прістера, В.О. Кашпарова. — К., 1998. — 103 с.
5. Звіт про науково-дослідну роботу: «Вивчити механізми взаємодії стронцію-90 та цезію-137 і мікроелементів з метою розробки прийомів мінімізації надходження цих радіонуклідів у кормові рослини і організм сільськогосподарських тварин» / І.М. Гудков та ін. — 2004. — 117 с.
6. Аненков Б.Н. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б.Н. Аненков, Е.В. Юденцева. — М.: Агропромиздат, 1991. — 287 с.
7. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах та питній воді: ДР-2006. — [Чинний від 2006-07-17]. — К.: Держстандарт України, 2006. — 45 с. — (Національні стандарти України).

REFERENCES

1. Prister B.S. (2007). *Vedennya sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva na terytoriyakh, zabrudnennykh vnaslidok Chornobyl's'koyi katastrofy, u viddalenyi period. Metodychni rekomendatsiyi* [Agricultural production in areas contaminated by the Chernobyl disaster in the remote period. Guidelines]. Kyiv: Atika-N Publ., 196 p. (in Ukrainian).
2. Aleksakhyn R.M., Vasylyev A.V., Dykarev V.H. (1991). *Sel'skokhozyaystvennaya radyoekologiya* [Agricultural radioecology]. Moskva: Ekologiya Publ., 384 p. (in Russian).
3. Hudkov I.M. Vinnichuk M.M. (2003). *Sil's'kohospodars'ka radiobiologiya* [Used radiobiology]. Zhytomyr, 461 p. (in Ukrainian).
4. Prister B.S., Kashparov V.O. (1998). *Vedennya sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennya terytoriyi Ukrayiny vnaslidok avariyi na Chornobyl's'kiy AES na period 1999–2002 rr. Metodychni rekomendatsiyi* [Of agricultural production in the radioactive contamination in Ukraine as a result of the Chernobyl accident for the period 1999–2002. Guidelines]. Kyiv, 103 p. (in Ukrainian).
5. Hudkov I.M. (2004). *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu: «Vychyty mekhanizmy vzayemodiyi strontsiyu-90 ta tseziyu-137 i mikroelementiv z metoyu rozrobky pryymiv minimizatsiyi nadkhodzhennya tsykh radionuklidiv u kormovi roslyny i orhanizm sil's'kohospodars'kykh tvaryn»* [The report on the research work: «Study the mechanisms of interaction of strontium-90 and cesium-137 and trace elements to develop methods to minimize flow of radionuclides in feed plants and livestock body»]. 117 p. (in Ukrainian).
6. Anenkov B.N., Yudentseva E.V. (1991). *Osnovy sel'skokhozyaystvennoy radyologiyi* [Fundamentals of Agricultural Radiology]. Moskva: Ahropromyzdat Publ., 287 p. (in Russian).
7. *Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv ^{137}Cs ta ^{90}Sr u kharchovykh produktakh ta pytniy vodi, DR-2006 (2006)*. [Acceptable levels of radionuclide ^{137}Cs and ^{90}Sr in food and drinking water, DR-2006.]. Kyiv, p. 19 (in Ukrainian).