

Д.Г. Матвієнко

Черкаський державний
технологічний університет

Застосування радіохемічного методу аналізу для визначення біоіндикаторів радіоактивного забруднення харчової продукції Черкаського регіону

The use of radiochemical analysis for detecting biotracers of food radioactive contamination in Cherkasy Region

Цель работы: Установить стабильные биоиндикаторы радиационного загрязнения по данным аналитического контроля продуктов питания человека, а также оценить применение радиохимического метода при установлении активности пищевой продукции и воды по стронцию-90 и цезию-137.

Материалы и методы: Исследования на активность по радионуклидам пищевой продукции проводились с помощью сцинтилляционного и радиохимического анализа с использованием компьютеризированного прибора УСК «Гамма Плюс» (Экспертцентр, Москва).

Результаты: По результатам аналитических данных установлено, что наиболее чувствительными к незначительным колебаниям радиоактивного фона в Черкасском регионе оказались по стронцию-90 — кости крупного рогатого скота и рыба, выловленная в Кременчугском водохранилище, а по цезию-137 — молоко.

Выводы: В ходе проведения работы по установлению биоиндикаторов радиационного загрязнения при контроле пищевой продукции следует уделять внимание указанным выше видам продукции. Это позволит быстро реагировать на загрязняющий фактор и обеспечит качественный мониторинг загрязнения. Применение радиохимического метода анализа позволит получить более точный результат измерения, уменьшит время подготовки пробы и даст значительную экономию энергетических ресурсов.

Ключевые слова: биоиндикаторы, стронций-90, цезий-137, радиохимический метод.

Objective: To determine stable biotracers of radioactive contamination according to the findings of analytical control of the foodstuffs as well as to evaluate the use of radiochemical analysis for determining the activity of the foodstuffs and water (Sr-90, Cs-137).

Material and Methods: The study of radionuclide activity in the foodstuffs was done with scintillation and radiochemical analysis using computed unit УСК Gamma Plus (Expertcentr, Moscow).

Results: The analytical findings proved that in Cherkasy region the most sensitive to insignificant changes in the radioactive background of Sr-90 were the cattle bones and fish caught in Kremenchug water reservoir, that of Cs-137 — milk.

Conclusion: While detecting biotracers of radioactive contamination at foodstuff control, it is necessary to pay attention to the above mentioned kinds of foodstuff. It will allow to react quickly to the contaminating factor and can assure quality of contamination monitoring. The use of radiochemical analysis allows to obtain a more accurate measurement readings, reduce the time of sample preparation and save energy resources.

Key words: biotracers, strontium-90, cesium-137, radiochemical analysis.

Метою роботи було встановити стабільні біоіндикатори радіаційного забруднення за допомогою радіохемічного аналізу на спектрометричному комп'ютеризованому комплексі УСК «Гамма Плюс». Висновки були зроблені на підставі статистичних даних аналітичного дослідження харчової продукції та води Черкаського регіону (приблизно 10950 вимірювань, зроблених упродовж 2001 р.) сцинтиляційним методом за [1–4].

Встановлення біоіндикаторів радіаційного забруднення дозволить швидше та якісніше реагувати на забруднення доквілля та харчових продуктів і питної води, зокрема, радіонуклідами.

Щоб визначити біоіндикатори радіаційного забруднення, використовують новий для України метод радіохемічного аналізу із застосуванням комп'ютерного забезпечення. Використання лише сцинтиляційного методу аналізу не дає чіткої картини щодо забруднення харчових продуктів радіонуклідами, оскільки при цьому результатом активності проби радіонукліда стронцію або цезію є сумарна активність природних та окремих штучних радіонуклідів. Застосування радіохемічного методу аналізу уможливило виділення хемічним шляхом того чи іншого радіонукліда та дослідження на активність лише його оксалату.

Методика дослідження

Після катастрофи на ЧАЕС кількість аналізів радіологічного дослідження зросла настільки, що існуюча апаратура вже не відповідає новим критеріям. З огляду на це почали використовувати комп'ютеризовані гамма- і бета-спектрометричні комплекси. Застосування спектрометрів дозволяє значною мірою спростити та зробити дешевшими процедури приготування зразків, а можливості сучасної ЕОМ, реалізовані в програмному забезпеченні, — автоматизувати обробку спектрограм, усі обчислення значень питомої активності, їх похибки тощо.

Результати та їх обговорення

Результати досліджень проб на відповідність критеріям безпеки виявляють за показниками відповідності V та його похибки ΔV , значення яких розраховують за результатами виявленої питомої активності $Cs-137$ та $Sr-90$ у пробі:

$$V = \left(\frac{Q_{вим}}{H} \right)_{цезій-137} + \left(\frac{Q_{вим}}{H} \right)_{стронцій-90}; \quad (1)$$

$$\Delta V = \sqrt{\left(\frac{\Delta Q}{H} \right)_{цезій-137}^2 + \left(\frac{\Delta Q}{H} \right)_{стронцій-90}^2}. \quad (2)$$

Продукція відповідає вимогам радіаційної безпеки в СанПіН, якщо

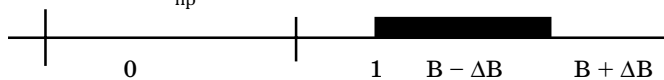
$$V + \Delta V \leq 1.$$

Тобто

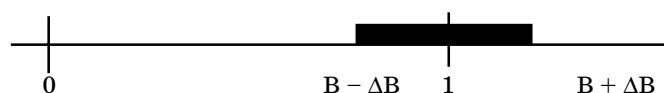


Продукція не відповідає вимогам, якщо

$$V - \Delta V_{пр} > 1$$



Продукцію неможливо признати відповідною вимогам безпеки, якщо $V - \Delta V \leq 1 < V + \Delta V$



Однак у цьому випадку слід мати на увазі, що при проведенні точніших вимірювань може виявитися, що $V + \Delta V \leq 1$.

Застосування лише спектрометричного методу не дозволяє оцінити забруднення з до-

статньою точністю, незважаючи на те, що дослідження проводять за допомогою комп'ютеризованих спектрометричних комплексів, оскільки проводиться вимірювання активності не конкретного радіонукліда, а радіонуклідів, які дають практично однакові вклади в альфа-, бета- та гамма-випромінення ($Sr-90$ з дочірнім $Y-90$, $Cs-137$, $Cs-134$, природні радіонукліди $K-40$, $C-14$, дочірні продукти розпаду природних радіонуклідів $U-238$, $U-235$, $Th-232$, $Ra-226$, $Pb-210$). Тобто неприпустимо оцінювати активність щодо даного радіонукліда, незважаючи на активність цілого ряду радіонуклідів. Це особливо важливо, коли активність проби щодо $Sr-90$ або $Cs-137$ складає кілька десятків Бк/кг. Результатом таких вимірювань буде не активність щодо даного радіонукліда, а сумарна активність радіонуклідів у пробі. Тому завданням радіохемічного методу є виділення окремого радіонукліда з проби за допомогою низки хемічних реакцій, в результаті яких ми отримуємо наважку оксалату стронцію або цезію. Далі спектрометричний аналіз проводять із зазначеною наважкою, що підвищує точність результату. При застосуванні радіохемічного методу зникає потреба в озоленні проби, що, в свою чергу, дає значну економію часу та енергоресурсів.

Дослідження з метою встановлення активності щодо даного радіонукліда неможливе без хемічного виділення того чи іншого радіонукліда з проби у чистому вигляді. Цей метод дослідження дозволить отримати конкретне числове значення активності проби [5–6].

Протягом 2001 р. проводили контроль за вмістом радіоактивних речовин у продуктах харчування. Особливо це стосувалося вмісту в продукції радіонуклідів $Cs-137$ та $Sr-90$.

Досліджували молоко і молочні продукти, м'ясо, рибу, а також раціон годівлі великої рогатої худоби (ВРХ).

Протягом року досліджували молоко переважно з господарств районів, що зазнали забруднення внаслідок катастрофи на ЧАЕС, та молоко і молочні продукти, які перероблюються і виробляються молочними підприємствами області. За результатами досліджень минулих років можна зробити висновок про те, що на території області як у громадському, так і в при-

ватному секторі не виробляється молоко із вмістом Cs-137 та Sr-90 із перевищенням допустимих рівнів за ДР-97. Виняток становлять населені пункти Яснозір'я, Байбузи та Кумейки Черкаського району, де в приватному секторі у весняний період при випасі корів у лісі на забрудненій території можливе накопичення цезію в молоці, близьке або вище допустимих рівнів ДР-97.

Результати досліджень показують, що рівні забрудненості м'ясної продукції залишаються без змін порівняно з показниками 2000 р. На території області вміст Cs-137 у м'ясних продуктах не перевищував ДР-97. На жаль, цього не можна сказати про вміст Sr-90. У пробах м'яса Канівського, Черкаського, Жашківського та Катеринопільського районів було зареєстровано вміст Sr-90 на рівнях 21,8–27,41 Бк/кг.

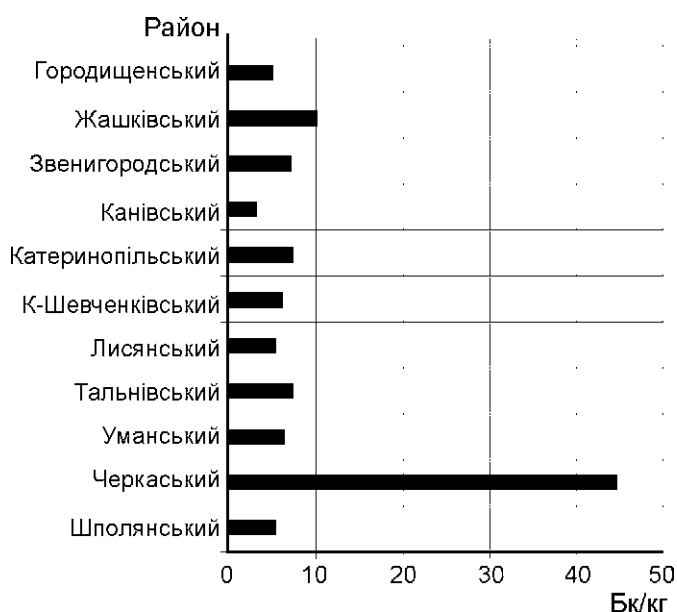


Рис. 1 — Середній вміст Cs-137 у молоці приватного сектора забруднених районів

Fig. 1 — Mean Cs-137 amount in the milk from the private farms of the contaminated area

Найбільшу і небезпідставну тривогу викликали результати аналізу вмісту Sr-90 в кістках великої рогатої худоби: від 200 до 388 Бк/кг виявлено в Черкаському, Катеринопільському та Канівському районах, тому що даний продукт є одним з основних для приготування перших страв у населення. Особливу увагу потрібно приділити вмісту Sr-90 в кістках дичини, який складав від 541 до 803 Бк/кг.

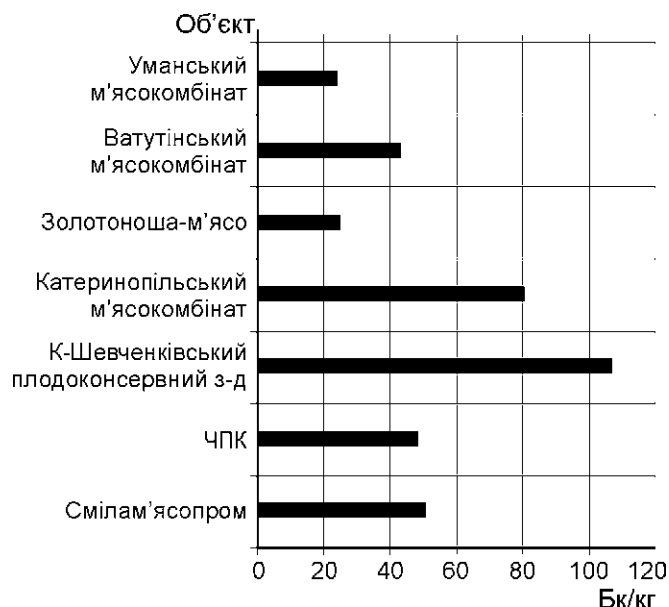


Рис. 2 — Середні показники вмісту Sr-90 у пробах кісток ВРХ

Fig. 2 — Mean Sr-90 amount in the bones of the cattle

Рибу досліджували при її надходженні з місцевих водойм, а також морську, яка йшла для переробки. В результаті роботи було встановлено забруднення риби лише з Кременчуцького водосховища, що в деяких випадках перевищувало ДР-97.

Таблиця 1 — Середні показники активності радіонуклідів у пробах риби
Table 1 — Mean values of radionuclide activity in the fish samples

Об'єкт дослідження	Середній показник активності, Бк/кг	
	Cs-137	Sr-90
Риба свіжа та свіжоморожена	8,4	27,5
Риба в'ялена	7,7	31,8
Риба солоня	3,7	8,5
Риба холодного копчення	10,4	24,7

Комплексні дослідження раціонів годівлі та води для великої рогатої худоби проводились двічі на рік при зміні раціонів. Вміст Cs-137 та Sr-90 в кормах та зеленій масі, силосі та коренеплодах не перевищував нормативних рівнів. Зокрема, в Шполянському районі найвищий показник вмісту Cs-137 у сніні складав 511,6 Бк/кг, у солоні — 478,4 Бк/кг.

ВИСНОВКИ

1. Зіставлення даних сцинтиляційного методу із загальноприйнятою підготовкою проби

та сцинтиляційного методу з радіохемічною підготовкою проби дозволило встановити певні переваги радіохемічного методу:

час підготовки проби скоротився з кількох діб до кількох годин;

зникла потреба у спалюванні та озолуванні проби, що зумовило значну економію енергетичних ресурсів і, в свою чергу, зменшило ціну аналізу;

точність аналізу зросла в кілька разів (похибка вимірювань зменшилася з 30 до 10 %);

завдяки радіохемічному методу стало можливим проводити аналізи активності проб щодо стронцію, що було неможливо за допомогою лише сцинтиляційного методу (підготовка органічної проби, спалювання в муфельній печі).

2. З результатів аналізу показників 2000 та 2001 рр. можна зробити висновок, що основними видами продукції, яким слід приділити увагу, є риба Кременчуцького водосховища та кістки великої рогатої худоби. Саме ці продукти мають середню активність за Sr-90, близьку до допустимого рівня, а в деяких випадках і перевищують його.

3. З'ясовано, що основними біоіндикаторами забруднення Sr-90 є кістки великої рогатої худоби та риба Кременчуцького водосховища, а основним біоіндикатором забруднення Cs-137 є молоко, зважаючи на випасання великої рогатої худоби на відкритих пасовищах та специфіку процесу її харчування.

Література

1. Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения ПРОГРЕСС. — ГНМЦ «ВНИИФТРИ». — К., 1996.
2. Методика измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения ПРОГРЕСС. — ГНМЦ «ВНИИФТРИ». — М., 1995.
3. Методика экспресного визначення об'ємної і питомої активності бета-випромінюючих нуклідів в воді, продуктах харчування, продукції тваринництва і рослинництва методом «прямого» вимірювання «товстих» проб (перероблена та доповнена). — Укр. НИИСХР. — К., 1990.
4. Тимчасовий порядок відбору зразків сировини, матеріалів, продуктів (продукції), що виробляються чи реалізуються, а також експортуються чи імпортуються, для проведення ветеринарно-санітарної експертизи. — Укр. НИИСХР. — К., 1990.

5. Методика ускоренного приготовления образцов проб продуктов питания для определения активности радионуклидов Sr-90 и Cs-137 на гамма-, бета-спектрометрах комплекса «Прогресс». — ГНМЦ «ВНИИФТРИ». — М., 1999.

6. Методика ускоренного приготовления образцов проб продуктов питания для определения активности радионуклидов Sr-90 и Cs-137 на гамма-, бета-спектрометрах комплекса «Прогресс». — ГНМЦ «ВНИИФТРИ». — М., 1999.

Дата надходження: 02.10.2002.

Адреса для листування:
Матвієнко Дмитро Георгійович,
б-р Шевченка, 460, Черкаси, 18000, Україна