

Г. І. Васенков, доцент, кандидат с.-г. наук,

М. М. Кривий, доцент, кандидат с.-г. наук

В. М. Степаненко, кандидат с.-г. наук

Д. В. Лісогурська, доцент, кандидат с.-г. наук

О. О. Діхтяр, аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

М. Ф. Коминар, завідувач відділом

Древлянський природний заповідник

У статті представлено дані досліджень вмісту ^{137}Cs у продукції бджільництва, заготовленій на забруднених територіях північного регіону Полісся. Результати досліджень показали, що мед, отриманий із стільників світлого кольору, які не використовувалися при вирощуванні розплоду, має менше цезію-137, порівняно з аналогічними показниками продукції зі стільників, в яких вирощувався розплід. Встановлено відмінності питомої активності ^{137}Cs в меду залежно від кількості поколінь бджіл вирощених в стільниках. Найменша активність радіоцезію була у відкачаного меду (146-156 Бк/кг) і не перевищувала допустимий рівень (200 Бк/кг, ДР - 2006). Розподіл радіоактивного ізотопу цезію-137 в гнізді бджіл показує найбільший вміст цього елемента в підморі й старих стільниках. Потім, за ступенем убування, розташовуються воскова кришечка, перга в стільниках, мед забрусований і трутневий гомогенат.

Ключові слова: бджільництво, мед, віск, бджоли, підмор бджіл, ^{137}Cs , питома активність.

Постановка проблеми. На Поліссі зі стародавніх часів традиційно отримували високоякісний лісовий мед, віск, прополіс, маточне молочко та інші продукти бджільництва. Природні угіддя цього регіону з ранньої весни до пізньої осені забезпечували бджіл нектаром та пилком, що сприяли активному їх розвитку.

Після катастрофи на Чорнобильській АЕС практично вся територія Полісся тією чи іншою мірою зазнала радіоактивного забруднення. Особливо сильно постраждали від радіації лісові екосистеми, зокрема значні площі різних видів верб, чорниці, крушини, вересу та інших високоякісних ме-

доносів. На цій території постійно здійснюється різноманітна господарська діяльність людини, а також розміщення пасік, заготівля товарного меду.

Вже з 90-х років минулого сторіччя була виявлена наявність радіонуклідів у зразках меду зібраних в північних районах Житомирської області. Тому сьогодні необхідним є ретельний радіоекологічний аналіз меду та інших продуктів бджільництва перед їх споживанням.

Знання закономірностей переходу радіонуклідів у продукцію бджільництва дозволяє оцінити ступінь радіаційної небезпеки населення і ведення господарської діяльності

на основі аналізу продуктів бджільництва. Тому бджільництво могло б стати одним із перспективних напрямків у стратегії сталого соціально-економічного розвитку «чорнобильських» регіонів. Екологічно чиста продукція бджільництва користується постійним попитом на внутрішньому та міжнародному ринках, що дає підстави для нарощування обсягів її виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В історичному аспекті радіоактивні речовини в меду вперше були виявлені в 1908 році французьким хіміком Агленом Кайя.

Відразу після аварії на Чорнобильській АЕС радіоцезій з'явився в продуктах бджільництва навіть на протилежному боці Земної кулі – в деяких регіонах США [2].

У 1986 році у вересовому меду з Німеччини, Східної та Північної Європи вже був виявлений цезій, показник якого значно перевищував встановлене в ЄС граничне значення для молока в 370 Бк/кг. Дустманн і фон дер Ое виявили в пробах медозбору 1987 року показники цезію від 443 до 708 Бк/кг (середній 532 Бк/кг), які були вищими, ніж в 1986 році. Причини таких високих показників пояснюються особливостями вересу, який при нестачі калію на бідних поживних речовинами ґрунтах посилено засвоює цезій.

Через три десятиліття після катастрофи зберігся незначний (в середньому 4,3 Бк/кг) рівень забруднення меду, зібраного на півночі Італії [3]. Найбільш високий рівень забруднення спостерігається у меду, який отримано з багаторічних деревних рослин. К. Bunzl і W. Kraske відзначають, що після Чорнобильської катастрофи питома активність радіоізотопів цезію в пилку була помітно вищою, ніж у меду [1]. Відповідно до цієї гіпотези, атмосферні випадання цезію перехоплювалися листям, а потім надходили в генеративні органи рослин і пилок, де накопичувалися у великих кількостях.

Забруднення медоносних угідь радіоактивними речовинами призвело до їх накопичення в стільниках і збільшення питомої активності ^{137}Cs в продуктах бджільництва, що підтверджується багатьма дослідженнями [4, 5, 7, 8, 9, 10].

Особливої актуальності набувають питання забруднення меду і апіпродуктів, одержаних на території Північного Полісся України, де відмічаються високі коефіцієнти переходу ^{137}Cs із ґрунту в медоносні рослини [6].

Нині накопичено багато відомостей про стан радіоактивного забруднення основного продукту бджільництва – меду.

Дані деяких дослідників [10] дуже суперечливі, оскільки рівень забруднення меду наводиться по 6 зразках одноразового відбору при відкачуванні зі стільників в інтервалі 10-81 Бк/кг при щільності забруднення ґрунту радіоцезієм від 5 до 15 Кі/км², а іноді і парадоксальні – забруднення меду альфа-випромінюючим ізотопом Торієм (Th-232), який визначений гамма-спектрометром на базі детектора з NaI-кристалом.

Водночас, можлива заготівля екологічно чистого меду, воску, прополісу та інших продуктів, про що свідчить попередній аналіз накопичених даних.

Об'єкти і методи дослідження. Метою наших досліджень було вивчення активності ^{137}Cs в меду та інших продуктах бджільництва з різним рівнем забруднення території медозбору.

Дослідження проводилися на частинах території Гладковичського (1268 га), Журбінського (1023 га) і Сітовецького

(533 га) лісництв підприємства «Агролісу» Овруцького району Житомирської області на медоносних угіддях, де ґрунт мав різний рівень щільності забруднення цезієм-137. Площа медозбору становила 2826 га у формі кола радіусом 3 км (відстань продуктивного льоту бджіл).

Перша пасіка, котра використовується з метою радіоекологічного моніторингу виробництва меду, була розміщена в лісі біля с. Степки, в бік Журбінського лісництва, де щільність забруднення ґрунту цезієм-137 коливалась в межах 5-15 Ку/км² (185-555 кБк/м⁻²). Друга пасіка була розміщена в лісі на відстані 5 км, у бік Сітовецького лісництва, де щільність забруднення ґрунту складала до 5 Ку/км² (185 кБк/м⁻²).

При дослідженнях використано три основних методи: польовий – відбір зразків ґрунту, меду, апіпродуктів (віск, воскова кришечка, перга, забрус, трутневий гомогенат, підмор); лабораторно-аналітичний – гамма-спектрометричне визначення питомої активності цезію-137 відібраних зразків; математико-статистичний – математична обробка й оцінка результатів отриманих експериментальних даних.

Дослідним матеріалом були забрус, воскова кришечка і стільники, в яких виведено 1-2 генерацій бджіл, перга, трутневий гомогенат, вироблений бджолами мед з головним – чорнично-крушино-малиновим – медозбором у першу половину активного сезону і в другу відкачку в кінці літа з головним медозбором – вересовим. У другу половину активного сезону відбиралася воскова сировина, в якій виведено 4-15 генерацій бджіл.

Відкачування меду проводили окремо зі свіжо відбудованих стільників та з тих, в яких було вирощено різну кількість розплуду. Із кожної одержаної партії меду відбирали зразки для визначення у ньому питомої активності радіонуклідів. Відбирали стільники з медом різного терміну використання із бджолиних гнізд, в яких бджоли вирощували розплід (1-15 генерацій). Мед із кожної партії відкачували центрифужним шляхом, після чого проводили відбір його для аналізу.

Вміст цезію-137 в зразках визначався на гамма-спектрометричному комплексі з використанням коаксіального германієвого детектора GX 2018 з розширеним енергетичним діапазоном з похибкою не більше 10 % відповідно до методик.

Результати досліджень та їх обговорення. Нами вивчено активність радіоцезію в меду й інших продуктах бджільництва в екстремальних умовах радіоактивного забруднення території медозбору зі щільністю від 40,7-185 і >259 кБк/м⁻².

Варіаційно-статистична оцінка результатів досліджень зразків меду (табл.1) свідчить про значні відмінності щодо накопичення у них радіоцезію. Отримані коефіцієнти варіації – середні величини і мають значення від 47 до 130 %.

Оцінка забруднення меду дозволила встановити, що найменша активність радіоцезію була у відкачаного (146-156 Бк/кг) і вона не перевищувала допустимий рівень (200 Бк/кг, ДР - 2006).

Вміст радіоцезію в меду змінюється залежно від терміну його відкачування і виду (відкачаний і стільниковий). Забруднення меду ^{137}Cs першої відкачки в 4,2 рази менше в порівнянні з другою, відкачаного в 3,6 рази менше стільникового при достовірності відмінності середнього значення (Критерій Стьюдента дорівнює відповідно 4,75 і 4,29).

Таблиця 1

Варіаційно-статистична оцінка питомої активності в меду (Бк/кг⁻¹)

Показники	За весь період			Відкачка	
	Середня проба	Відкачаний	Стільниковий	Перша	Друга
Середнє значення (M)	604,3	146,8	535,3	156,4	665,3
Похибка(± m)	81,26	44,09	101,16	18,21	109,85
Медіана	297	229	194	125	394
Середнє квадратичне відхилення (σ)	787,87	268,18	615,34	75,07	526,82
Дисперсія (S* 10 ⁴)	6,2	7,1	3,7	0,5	2,7
Коефіцієнт асиметрії	2,190	0,865	1,275	0,925	1,196
Мінімум	22	22	56	46	121
Максимум	3600	838	1980	315	1810
Об'єм вибірки	94	37	37	17	23
Рівень надійності(95,0%)	161,3	89,4	205,1	38,5	227,8
Коефіцієнт варіації (Cv) ,%	130,3	86,8	114,9	47,9	79,2
Точність (P) ,%	13,4	14,3	18,9	11,6	16,5
Критерій Стьюдента t = (M ₁ -M ₂) / [(m ₁ ² - m ₂ ²) ^{0,5}	4,29			4,75	

Відомо, що радіоактивність меду також залежить від його ботанічного походження. Причиною високих показників забруднення меду другого відкачування ¹³⁷Cs є те, що він вироблений бджолами із нектару вересу (*Calluna vulgaris*), який при нестачі калію на бідних поживними речовинами ґрунтах посилено засвоює цезій.

Залежно від рівня забрудненості території медозбору цезієм-137 питома активність забрусу свіжо відбудованих стільників становила 70 Бк/кг. Водночас, у забрусі зі стільників 1-5 генерації вона була в межах 143 Бк /кг. Забрусний

мед, отриманий зі стільників 5-10 генерацій бджіл у 4,37 рази перевищував допустимий рівень забруднення. Вміст радіоцезію у перзі складав 2780 Бк/кг. Питома активність ¹³⁷Cs трутневого розпліду та гомогенату відповідно складала 134, 101 Бк/кг.

При щільності забруднення ґрунту 40-185 кБк/м⁻² вміст ¹³⁷Cs в меду зі свіжо відбудованих стільників, стільників 1-5 генерації, 5-10 генерації відповідав допустимому рівню (табл.2).

Таблиця 2

Радіаційна активність продуктів бджільництва при різному рівні забруднення території медозбору

Продукти	Питома активність, ¹³⁷ Cs Бк/кг	Відносна похибка вимірювання, %
Щільність забруднення (Ки/км ⁻² / кБк/м ⁻²), >7 / > 259		
Воскова кришечка	3830	6,8
Забрус зі свіжо відбудованих стільників	70	10,0
Забрус зі стільників 1-5 генерації	143	4,5
Забрус зі стільників 5 – 10 генерації	874	6,8
Трутневий розплід в стільниках	134	8,5
Трутневий гомогенат	101	15
Перга в стільниках	2780	4,1
Щільність забруднення (Ки/км ⁻² / кБк/м ⁻²), 1,1 - 5,0 / 40,7-185		
Воскова кришечка	288	5,4
Забрус зі свіжо відбудованих стільників	73	9,9
Забрус зі стільників 1 – 5 генерації	101	15
Забрус зі стільників 5 – 10 генерації	166	9,1
Забрус із магазинної надставки	29	15
Трутневий розплід в стільниках	44	10
Трутневий гомогенат	95	15
Перга в стільниках	384	9,7

Надзвичайно високе забруднення радіоцезієм підмору отриманого з різних типів вуликів було в межах від 7040 до 12300 Бк/кг. Водночас, залежно від щільності забруднен-

ня ґрунту в підморі з диких роїв, вміст радіоцезію коливався від 14400 до 9400 Бк/кг (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст радіоцезію в підморі бджіл при різному забрудненні території медозбору

Назва проби	Питома активність ¹³⁷ Cs Бк/кг	Відносна похибка, %
Щільність забруднення , 115-185 кБк/м ⁻²		
Підмор з вуликів (Дадана-Блатта)	7040	3,8%
Підмор з вуликів (Український тип)	7841	4,0%
Підмор з диких роїв	9400	4,1%
Щільність забруднення , > 259 кБк/м ⁻²		
Підмор із вуликів (Дадана-Блатта)	8950	5,7
Підмор з вуликів (Український тип)	12300	4,7
Підмор з диких роїв	14400	4,1

Забруднення медоносних угідь радіоактивними речовинами призвело до накопичення радіонуклідів у стільни-

Вісник Сумського національного аграрного університету

ках, що підтверджується багатьма дослідженнями.

Результати досліджень показали, що мед, одержаний із одного і того самого бджолиного гнізда, але із стільників з різним терміном використання, відрізнявся за активністю радіонуклідів.

Накопичення цезію-137 у стільниках і при малих щільностях забруднення (від 37 кБк/м²), і при великих > 259 кБк/м², збільшувалася залежно від кількості виведених поколінь бджіл і достовірно апроксимується лінійною функцією з великими коефіцієнтами детермінації 0,92–0,95 (Рис.1).

За умовами наших досліджень забруднення свіжо ви-

дбудованих стільників з одним виведеним поколінням бджіл досягає активності радіоцезію меду.

Стільники терміну використання 15 поколінь мали в 10 раз більшу активність, ніж стільники, в яких було виведено одне покоління бджіл.

Подібна закономірність характерна і для стільників які використовували протягом двох-трьох років для виведення бджіл і мали майже в 10 разів більше цезію-137, ніж стільники, в яких знаходився корм.

Таким чином, нашими дослідженнями показано, що основна частина ¹³⁷Cs накопичується в тих бджолиних стільниках, де було виведено більше п'яти генерацій бджіл.

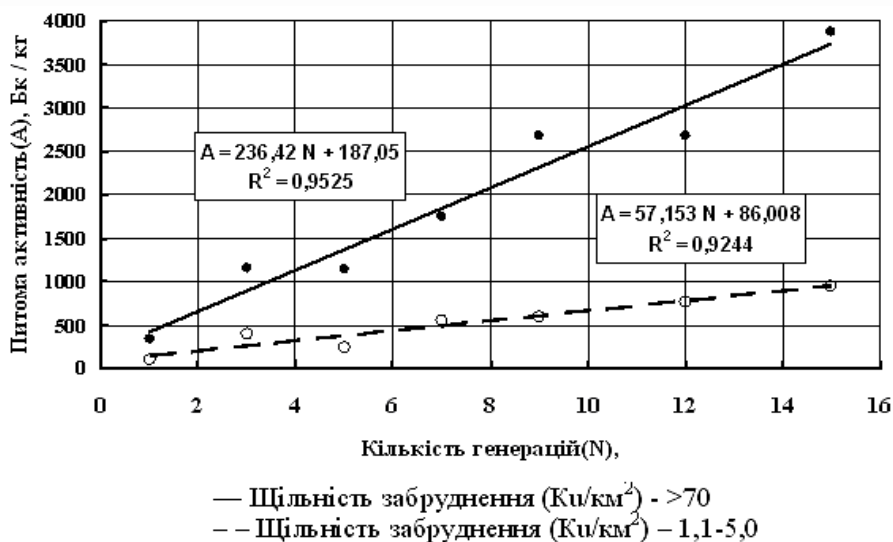


Рис. 1. Залежність активності стільників від кількості виведених поколінь бджіл

Висновки. Найменша активність радіоцезію була у відкачаного меду (146-156 Бк/кг) і не перевищувала допустимий рівень (200 Бк/кг, ДР - 2006).

Проте, в меду середніх проб, стільниковому та осінньої відкачки ¹³⁷Cs містилось, відповідно, у 3,02, 2,65, 3,32 рази більше допустимого рівня.

Розподіл радіоактивного ізотопу цезію-137 в гнізді бджіл показує найбільший вміст цього елемента в підморі й старих стільниках. Потім, за ступенем убунання, розташовуються воскова кришечка, перга в стільниках, мед забрусований і трутневий гомогенат.

Список використаної літератури:

1. Bunzl, K. Transfer of Chernobyl-derived ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ¹³¹I and ¹⁰³Ru from flowers to honey and pollen [Text] / K. Bunzl, W. Kracke // Journal of Environmental Radioactivity. – Volume 6, Issue 3. – 1988. – P. 261–269.
2. Cesium-134 and cesium-137 in honey bees and cheese samples collected in the U.S. after TUE Chernobyl accident [Text] / B. C. Ford [at al.]. – 1988. – Chemosphere, 17(9). – P. 1153–1157.
3. Long-term decline of ¹³⁷Cs concentration in honey in the second decade after the Chernobyl accident [Text] / D. Panatto [at al.] // Sci Total Environ. – 2007. – Aug. 15 ; 382(1):147-52 ; Epub 2007 ; May 21.
4. Алексєніцер М. Л. Забруднення продуктів бджільництва радіонуклідами і вимоги до їх радіометричного контролю / М. Л. Алексєніцер, Л. І. Боднарчук, В. П. Кубайчук // Вісн. агр. науки, - 1996. - № 4. - С.32-36.
5. Алексєніцер М. Л. Радіонукліди у воску та восковій сировині / М. Л. Алексєніцер, Л. І. Боднарчук, В. П. Кубайчук //Пасіка.– 1998.– № 6.– С. 27.
6. Васєнков Г. І., Кривий М. М., Вєрбельчук С. П.. Радіоекологічні аспекти бджільництва на Поліці // Biodiversity after Chernobyl accident. Part I. Slovak University of Agriculture in Nitra. 2016 – С.261-267.
7. Разанов С. Ф. Вміст радіонуклідів і важких металів у продукції бджільництва. //Агроекологічний журнал. – 2009. – № 1. – С.9-11.
8. Разанов С. Ф. Вплив якості бджолиного гнізда на питому активність радіонуклідів та концентрацію важких металів у меді. // Безпека продуктів харчування та технологія переробки. – 2013. – № 3(73). – С. 219-222.
9. Разанов С. Ф. Радиоактивное загрязнение сотов //Пчеловодство, – 2014. – № 9 Источник: <http://beejournal@gmail.com>
10. Славов В. П, Фурман С. В. Особливості накопичення деяких радіонуклідів у бджолиному меді // Вісник ДААУ . – 1999. – № 1-2. – С. 183-187.

REFERENCES:

1. Bunzl, K. Transfer of Chernobyl-derived ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ¹³¹I and ¹⁰³Ru from flowers to honey and pollen [Text] / K. Bunzl, W. Kracke // Journal of Environmental Radioactivity. – Volume 6, Issue 3. – 1988. – P. 261–269.
2. Cesium-134 and cesium-137 in honey bees and cheese samples collected in the U.S. after TUE Chernobyl accident [Text] / B. C. Ford [at al.]. – 1988. – Chemosphere, 17(9). – P. 1153–1157.
3. Long-term decline of ¹³⁷Cs concentration in honey in the second decade after the Chernobyl accident [Text] / D. Panatto [at al.] // Sci

Total Environ. – 2007. – Aug. 15 ; 382(1):147-52 ; Epub 2007 ; May 21.

4. Aleksenitser, M. L., L. I. Bondarchuk and V. P. Kubaichuk. 1996. Zabrudnennia produktiv bdzhilnystva radionuklidamy i vymohy do yikh radiometrychnoho kontroliu - *Contamination of radionuclide bee products and requirements for their radiometric control*. Visnyk ahraryoi nauky - *Bulletin of Agrarian Science*. № 4: 32-36 (in Ukrainian).

5. Aleksenitser, M. L., L. I. Bodnarchuk, and V. P. Kubaichuk. 1998. Radionuklidy u vosku ta voskovii syrovyni - *Radionuclides in wax and wax raw materials*. Pasika – Pasika. № 6: 27 (in Ukrainian).

6. Vasenkov, G. I. and M.M. Kryviy, S.P. Verbelchuk. 2016. Radioekolohichni aspekty bdzhilnystva na Polisi - *Radioecological aspects of beekeeping in the Police*. Biodiversity after Chernobyl accident. Slovak University of Agriculture in Nitra. Part I.:261-267.

7. Razanov, S. F. 2009. Vmist radionuklidiv i vazhkykh metaliv u produktii bdzhilnystva - *The content of radionuclide and heavy metals in beekeeping products*. Ahroekolohichni zhurnal - *Agroecological journal*. № 1: 9-11 (in Ukrainian).

8. Razanov, S. F. 2013. Vplyv yakosti bdzholynoho hnizda na pytomu aktyvnist radionuklidiv ta kontsentratsiiu vazhkykh metaliv u medi - *Effect of the quality of the bee nest on the specific activity of radionuclides and the concentration of heavy metals in honey*. Bezpeka produktiv kharchuvannia ta tekhnolohiia pererobky - *Food safety and processing technology*. № 3(73): 219-222 (in Ukrainian).

9. Razanov, S. F. 2014. Radyoaktyvnoe zahriznnye sotov - *Radioactive contamination of cells*. Pchelovodstvo – *Habitat*. № 9: Source: <http://beejournal@gmail.com>.

10. Slavov, V. P. and S.V. Furman. 1999. Osoblyvosti nakopychennia deiakykh radionuklidiv u bdzholynomu medi - *Features of the accumulation of some radionuclides in bee honey*. Visnyk ahraryoi nauky - *Bulletin of Agrarian Science*. № 1-2: 183-187 (in Ukrainian).

Васенков, Г.И., Кривый, М.Н., Степаненко, В.Н., Лисогурская, Д.В., Дихтяр, Е.А., Коминар, Н.Ф. РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА НА ЛЕСНЫХ МЕДОСБОРАХ ПОЛЕСЬЯ

В статье представлены данные исследований содержания ^{137}Cs в продукции пчеловодства, заготовленной на загрязненных территориях северного региона Полесья. Результаты исследований показали, что мед, полученный из сот светлого цвета, которые не использовались при выращивании расплода, имел меньше цезия-137 по сравнению с аналогичной продукцией из сот, в которых выращивался расплод. Установлены различия удельной активности ^{137}Cs в меде в зависимости от количества поколений пчел выращенных в сотах. Наименьшая активность радиационного цезия была в откаченном меде (146-156 Бк/кг) и не превышала допустимый уровень (200 Бк/кг, ДР - 2006). Распределение радиоактивного изотопа цезия-137 в гнезде пчел показывает наибольшее содержание этого элемента в подморе и старых сотах. Затем, по степени убывания располагаются восковая крышечка, перга в сотах, мед брусочный и трутневой гомогенат.

Ключевые слова: пчеловодство, мед, воск, пчелы, подмор пчел, ^{137}Cs , удельная активность.

Vasenkov, G. I., Kryviy, M. M., Stepanenko, V. N., Lisogurska, D.V., Dikhtiar, O.O., Kominar, N. F. RADIOACTIVE POLLUTION OF BEE PRODUCTS HARVESTED FROM POLISSIA FORESTS

The article presents research data on ^{137}Cs content in bee products harvested from the polluted territories of the northern area of Polissia. The results of the research showed that honey gotten from light-colored, which were not used for brood growth, had less cesium-137 compared to similar criteria of products from honeycomb in which brood was grown. Differences in specific activity of ^{137}Cs were established depending on the number of bee generations grown in honeycombs. The least activity of radiocaesium was in pumped honey (146-156 Bq/kg) and did not exceed the permissible level (200 Bq/kg, PL: 2006). Distribution of the radioactive isotope, such as caesium-137, in the nest of bees shows the largest content of this element in dead bees and old honeycombs. Then, in decreasing order, go wax capping, bee pollen in honeycombs, comb honey and drone homogenate.

Key words: beekeeping, honey, wax, bees, dead bees, ^{137}Cs , specific activity.

Дата надходження до редакції: 28.03.2018 р.

Рецензенти: доктор с.-г. наук, професор В.П. Славов

доктор вет. наук, професор О.Є. Галатюк