

11. Sravnitel'naya effektivnost' tekhnologij vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v zvene sevooborota na svetlo-seryh lesnykh pochvah Volgo-Vyatskogo regiona / V. V. Ivenin, A. V. Ivenin, K. V. SHubina, N. A. Mineeva // Vestnik Chuvashskoy GSKHA – 2018. – № 3 (6). – S. 27-32.

12. SHahova, O. A. Vliyaniye tekhnologii obrabotki pochvy vyshchelochennogo chernozema i sredstv himizatsii na elementy plodorodiya i produktivnost' kul'tur v severnoy lesostepi Tyumenskoj oblasti: avtoreferat dissertatsii na soiskaniye stepeni kandidata sel'skohozyajstvennykh nauk / O. A. SHahova // GAUSZ. – Tyumen': pechatnyy cekh «Rizograf» Tyumenskogo Agrarnogo Akademicheskogo Soyuzha, 2007. – 18 s.

Information about authors

1. **Krasnova Elena Aleksandrovna**, Graduate student of the Department of agriculture, Northern Trans-Ural State Agricultural University, 625041, Tyumen, Roshchinskoe shosse str., 18, e-mail lelya.Elenka.Krasnova@mail.ru, tel. 89120777471.

2. **Rzaeva Valentina Vasilevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Head of Department of agriculture, Northern Trans-Ural State Agricultural University, 625041, Tyumen, Roshchinskoe shosse str., 18, e-mail Valentina.Rzaeva@yandex.ru, tel. 89058572487.

УДК 631.453 (470.55)

DOI: 10.17022/h5zd-3069

РАДИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ КАСЛИНСКОГО РАЙОНА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА СТЕПЕНЬЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТРОНЦИЕМ-90 И ЦЕЗИЕМ-137

Л. М. Медведева, Э. И. Нигаматулина

*Южно-Уральский государственный аграрный университет
454080, г. Челябинск, Российская Федерация.*

Аннотация. В Челябинской области неблагоприятная экологическая обстановка в связи с эксплуатацией производственного объединения «Маяк». В 1957 г. произошел взрыв хранилища радиоактивных отходов. Облако радиоактивных соединений перемещалось в северо-восточном направлении. Осаждение смеси радионуклидов из облака привело к образованию Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа). Он охватил Каслинский и Кунашакский районы Челябинской области. В результате радиоактивного загрязнения из производственного использования было исключено 59 тыс. га земли. Эти сельскохозяйственные земли составляли 54 % от всех площадей, которые использовались коллективными хозяйствами и населением. В смеси радионуклидов присутствовал опасный, биологически подвижный элемент – стронций-90.

В статье представлены данные радиационного контроля за степенью загрязнения сельхозугодий Каслинского района Челябинской области. Были проведены исследования почв пахотных и естественных угодий, расположенных частично на территории санитарно-охранной зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРСа). Основными загрязнителями сельхозугодий являются радионуклиды стронций-90 и стронций-137, поступившие в почвенный покров в результате аварии 1957 г. Был изучен уровень загрязнения сельхозугодий Каслинского района стронцием-90 и цезием-137. Были проведены гамма-спектральный анализ проб почв на содержание в них ¹³⁷Csu, радиохимический анализ на содержание ⁹⁰Sr. Общая площадь, на которой осуществлялся радиологический контроль, составила 14174 га, в том числе пашен – 13871 га, пастбищ и сенокосов – 303 га.

Было установлено, что на большей территории сельскохозяйственных угодий Каслинского района уровень загрязнения радионуклидами не превышает величин, требующих ограничений на ведение сельскохозяйственного производства. Ограничения на ведение сельскохозяйственного производства необходимы на территориях, находящихся в санитарно-охранной зоне ВУРСа. С течением времени степень загрязнения долгоживущими радионуклидами стронцием-90 и цезием-137 уменьшалась.

Были даны рекомендации по проведению реабилитационных мероприятий, направленных на уменьшение загрязнения сельхозугодий долгоживущими радионуклидами. Для снижения уровня загрязнения необходимо известковать почвы, вносить минеральные и органические удобрения.

Ключевые слова: почва, радиоактивное загрязнение, сельское хозяйство, радионуклиды, Челябинская область.

Радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий является одним из наиболее кардинальных экологических последствий аварии 1957 г. на производственном объединении «Маяк». 20,5 тыс. км² земель сельскохозяйственного назначения было загрязнено радионуклидами [1]. ВУРС частично охватил Каслинский район. Там произошло загрязнение в основном стронцием-90. Сброс промышленных отходов радиохимического производства производился в озеро Карачай. В 1967 г. за счет ветрового переноса радиоактивных илов с берегов озера Карачай произошло загрязнение Каслинского района цезием-137 [7]. Большой период полураспада стронция-90 и цезия-137 является причиной длительного существования ВУРС.

Поэтому проблемы, связанные с ведением сельскохозяйственного производства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, остаются актуальными.

Цель исследований – изучение уровня содержания долгоживущих радионуклидов стронция-90 и цезия-137 в пахотных и кормовых сельхозугодьях Каслинского района Челябинской области.

Материалы и методы исследований.

В соответствии с целевой программой по преодолению последствий радиационных аварий Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр химизации и сельхозрадиологии «Челябинский»» проводит через каждые 5 лет обследование почв пахотных и кормовых угодий сельхозпредприятий Каслинского района, расположенных частично на территории санитарно-охранной зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа.

На обследованных сельхозугодьях преобладают серые лесные, светло-серые лесные, темно-серые лесные почвы, выщелоченные черноземы. По гранулометрическому составу почвы относятся к средне- и тяжело суглинистым.

При проведении радиологического обследования сельхозугодий использовались планы землепользования в масштабе 1:25000 с нанесенными элементами хозяйственного землеустройства. На картографическую основу наносилась сетка элементарных участков, площадь которых на пахотных угодьях, сенокосах и пастбищах составляла 8 га. С каждого элементарного участка отбирали смешанный образец. Каждый смешанный образец составлялся из 5 точечных проб согласно маршрутному ходу с фиксацией координат с помощью GPS-навигатора.

Пробы высушивали до воздушно-сухого состояния, а затем озоляли при $t = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определение стронция-90 проводили по дочернему иттрию-90, полученный препарат в дальнейшем измеряли на гамма-бета спектрофотометре МКС-АТ1315 [4]. Содержание стронция-137 в образцах определяли на стинциляционном гамма-спектрометре [3].

Результаты исследований и их обсуждение.

В Челябинской области была разработана концепция ведения сельского хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

«Руководство по ведению агропромышленного производства на территории санитарно-охранной зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа» [6] и нормы радиационной безопасности [2] рекомендуют вводить ограничения на ведение сельскохозяйственного производства при плотности загрязнения земельных угодий стронцием-90 более 2 Ки/км² (250 Бк/кг), цезием-137 – более 5 Ки/км² (625 Бк/кг).

На следующие категории подразделяются требования к землепользованию сельскохозяйственных предприятий:

- < 2 Ки/км² по стронцию-90 – без ограничений;
- < 5 Ки/км² по цезию-137 – без ограничений;
- 2 – 4 Ки/км² по стронцию-90 (I категория) – слабые ограничения;
- 4 – 8 Ки/км² по стронцию-90 (II категория) – средние ограничения;
- > 8 Ки/км² по стронцию-90 (III категория) – жесткие ограничения.

Использование сельскохозяйственных угодий при слабых ограничениях возможно для производства пропашных и зерновых культур, трав и бобовых культур, предназначенных для кормления животных. Не допускается на этих территориях возделывание бобовых и зерновых культур, корнеплодов, картофеля, овощей, которые использовались бы для продовольственных нужд населения.

Сельскохозяйственные угодья со средними ограничениями в использовании в состав севооборотов не допускаются. Рекомендуется создавать там специализированные кормовые севообороты.

Сельскохозяйственные угодья с жесткими ограничениями не рекомендуется использовать в целях сельскохозяйственного производства и проводить ряд мероприятий, направленных на оздоровление почв.

В таблице 1 представлены статистически обработанные результаты гамма-спектрального и радиохимического анализов проб с обозначением по отделениям минимального, среднего и максимального значений с указанием стандартного отклонения от средних величин и коэффициенты вариации.

Таблица 1 – Средние уровни загрязнения цезием-137 сельхозугодий Каслинского района, Бк/кг

Отделение	Среднее значение ±	Максимальное	Минимальное	Коэффициент вариации
1	54 ± 5	171	15	19
2	32 ± 3	60	15	18
3	12 ± 1	17	6	11
4	8 ± 1	12	2	27
5	5 ± 1	9	3	16
Всего	24 ± 5	171	2	

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что средние значения уровней загрязнения во всех пяти отделениях не превышают 625 Бк/кг (5 Ки/км²). Максимальное значение загрязнения цезием-137 составляет 171 Бк/кг (1,4 Ки/км²). Коэффициент вариации не превышает 30 %.

Таким образом, уровень загрязнения цезием-137 сельхозугодий в пяти отделениях не превышает величин, требующих принятия специальных мер. По этой причине там нет необходимости вводить ограничения на занятие сельскохозяйственным производством.

Таблица 2 – Средние уровни загрязнения стронцием-90 сельхозугодий Каслинского района, Бк/кг

Отделение	Среднее значение ±	Максимальное	Минимальное	Коэффициент вариации
1	281 ± 169	2189	8	122
2	40 ± 4	128	7	22
3	17 ± 1	23	6	10
4	9 ± 1	15	3	22
5	8 ± 3	16	3	35
Всего	79 ± 43			

Анализ данных, представленных в таблице 2, свидетельствует о том, что максимальный уровень загрязнения стронцием-90 сельхозугодий Каслинского района 2, 3, 4 и 5 отделений составляет 128 Бк/кг и не превышает 250 Бк/кг (2 Ки/км²). Данные сельхозугодия могут использоваться для сельскохозяйственного производства.

В первом отделении средний уровень загрязнения стронцием-90 составляет 281 Бк/кг, что превышает 250 Бк/кг (2 Ки/км²). На отдельных территориях сельхозугодий, где максимальный уровень загрязнения элементарных участков стронцием-90 достигает 2189 Бк/кг (17,5 Ки/км²), должны быть введены жесткие ограничения на ведение сельскохозяйственного производства.

Таблица 3 – Сравнение средних уровней загрязнения стронцием-90 почв пахотных сельхозугодий Каслинского района ВУРСА 1 отделения по годам, Бк/кг

Номер поля, севооборот площадь, га	1977	2004	20018
I-3-306п	1568	1015	947
II-3п-322	1166	530	530
III-3п-302	2093	1256	549
III-2п-330	3037	1532	901
IV-3п-262	327	507	313

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют о том, что уровень загрязнения пашни с годами уменьшается. Это обусловлено миграцией радионуклидов в нижние горизонты почвы, их радиоактивным распадом, а также эффективностью применяемых агротехнических мероприятий.

Так как в Каслинском районе преобладают почвы тяжелого гранулометрического состава, они максимально удерживают радионуклиды в почвенно-поглощающем комплексе [5].

Для снижения уровня загрязнения радионуклидами сельхозугодий необходимо проводить мероприятия защитного и реабилитационного характера: применять специальные технологии обработки почвы, вносить дополнительные дозы минеральных удобрений, применять известкование. Все это коренным образом улучшит состояние сенокосно-пастбищных угодий.

Выводы.

1. Радиационная ситуация в Каслинском районе обусловлена остаточным загрязнением сельскохозяйственных угодий радионуклидами стронцием-90 и цезием-137.

2. Средние значения уровня загрязнения сельхозугодий Каслинского района цезием-137 и стронцием-90 без учёта санитарно-защитной зоны не превышает 2 Ки/км² (250 Бк/кг). Загрязнение равномерное, коэффициент вариации – около 35 %. Согласно нормам радиационной безопасности, ограничения на ведение сельскохозяйственного производства на этих угодьях не вводятся.

3. Загрязнение территорий, входящих в санитарно-охранную зону ВУРСа, очень неравномерное, коэффициент вариации колеблется от 10 до 122 %. Средняя плотность загрязнения стронцием-90 – от 2,3 до 1 Ки/км², максимальное значение величин на отдельном элементарном участке достигает 17,5 Ки/км². На данной территории необходимо вводить ограничения на ведение сельскохозяйственного производства.

4. Для реабилитации загрязнённых территорий необходимо проводить агрометеорологические мероприятия.

Литература

1. Денисов, Ю. Н. Состояние радиационного загрязнения в Челябинской области / Ю. Н. Денисов // *Агрохимический вестник*. – 2016. – № 2. – С. 36-39.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
3. ОСТ 10071-95. Почвы. Методика определения ^{137}Cs в почвах сельхозугодий. – Москва: Минсельхозпрод России, 1995. – 12 с.
4. ОСТ 10070-95. Почвы. Методика определения ^{90}Sr в почвах сельхозугодий. – Москва: Минсельхозпрод России, 1995. – 11 с.
5. Романцова, Н. А. Естественные и техногенные радионуклиды в почвах Плавского радиоактивного пятна Тульской области / Н. А. Романцова // *Агрохимический вестник*. – 2012. – № 6. – С. 34-37.
6. Руководство по ведению агропромышленного производства и лесного хозяйства на территории санитарно-защитной зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа. – Челябинск: МИР, 1999. – 25 с.
7. Экологические и медицинские последствия радиационной аварии 1957 года на ПО «Маяк». – Москва: Медбиоэкстрем, 2002. – 534 с.

Сведения об авторах

1. **Медведева Людмила Михайловна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры тракторов, сельскохозяйственных машин и земледелия, Южно-Уральский государственный аграрный университет, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 75; e-mail: medvedeva.lm@mail.ru, тел. 89507333750;
2. **Нигаматулина Эльмира Ильдаровна**, радиолог «Центра химизации и сельхозрадиологии «Челябинский»», 454080, г. Челябинск, ул. СониКривой, 73; e-mail: rico84008@mail.ru, тел. 89000866319.

RADIOLOGICAL CONTROL OF AGRICULTURAL AREAS IN THE KASLINSKY DISTRICT OF THE CHELYABINSK REGION FOR THE DEGREE OF CONTAMINATION WITH STRONTIUM-90 AND CESIUM-137

L. M. Medvedeva, E. I. Nigamatulina
South Ural State Agrarian University
 454080, Chelyabinsk, Russian Federation.

Abstracts. *In the Chelyabinsk region is an unfavorable environmental situation in connection with the operation of the production association "Mayak". In 1957, the radioactive waste storage facility exploded. The cloud of radioactive compounds moved in a northeast direction. The deposition of a mixture of radionuclides from the cloud led to the formation of the East Ural radioactive trace (EURT). It covered the Kaslinsky and Kunashaksky districts of the Chelyabinsk region. As a result of radioactive contamination, 59 thousand hectares of land were excluded from industrial use. These agricultural lands accounted for 54% of all areas that were used by collective farms and the population. The mixture of radionuclides contained a dangerous, biologically mobile element - strontium-90.*

The article presents the data of radiation monitoring of the degree of contamination of farmland in the Kaslinsky district of the Chelyabinsk region. Studies of soils of arable and natural lands were carried out, located partly on the territory of the sanitary protection zone of the East Ural radioactive trace (EURT). The main contaminants of farmland are radionuclides strontium-90 and strontium-137, which entered the soil cover as a result of the 1957 accident. The level of contamination of farmland in the Kaslinsky region with strontium-90 and cesium-137 was studied. The gamma-spectral analysis of soil samples for the content of ^{137}Cs and radiochemical analysis for the content of ^{90}Sr were carried out. The total area on which radiological control was carried out was 14,174 hectares, including arable land - 13,871 hectares, pastures and hayfields - 303 hectares.

It was found that the level of contamination with radionuclides on most of the agricultural lands of the Kaslinsky region does not exceed the values requiring restrictions on agricultural production. Restrictions on the conduct of agricultural production are necessary in the territories located in the sanitary protection zone of the EURT. Over time, the degree of contamination with long-lived radionuclides strontium-90 and cesium-137 decreased.

Recommendations were given on the implementation of rehabilitation measures aimed at reducing the contamination of farmland with long-lived radionuclides. To reduce the level of pollution, it is necessary to lime the soil, apply mineral and organic fertilizers.

Key words: *soil, radioactive contamination, agriculture, radionuclides, Chelyabinsk region.*

References

1. Denisov, YU. N. Sostoyanie radiacionnogo zagryazneniya v Chelyabinskoj oblasti / YU. N. Denisov // *Агрохимический вестник*. – 2016. – № 2. – С. 36-39.
2. Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009). – Moskva: Federal'nyj centr gigeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2009. – 100 s.

3. OST 10071-95. Pochvy. Metodika opredeleniya 137Cs v pochvah sel'hozugodij. – Moskva: Minsel'hozprod Rossii, 1995. – 12 s.
4. OST 10070-95. Pochvy. Metodika opredeleniya 90Sr v pochvah sel'hozugodij. – Moskva: Minsel'hozprod Rossii, 1995. – 11 s.
5. Romancova, N. A. Estestvennye i tekhnogennye radionuklidy v pochvah Plavskogo radioaktivnogo pyatna Tul'skoj oblasti / N. A. Romancova // Agrohimičeskij vestnik. – 2012. – № 6. – S. 34-37.
6. Rukovodstvo po vedeniyu agropromyshlennogo proizvodstva i lesnogo hozyajstva na territorii sanitarno-zashchitnoj zony Vostochno-Ural'skogo radioaktivnogo sleda. – Chelyabinsk: MIR, 1999. – 25 s.
7. Ekologičeskie i medicinskie posledstviya radiacionnoj avarii 1957 goda na PO «Mayak». – Moskva: Medbioekstrem, 2002. – 534 s.

Information about authors

1. **Medvedeva Lyudmila Mikhailovna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Tractors, Agricultural Machines and Agriculture, South Ural State Agrarian University, 454080, Chelyabinsk, Lenin Ave., 75; e-mail: medvedeva.lm@mail.ru, tel. 89507333750;

2. **Nigamatulina Elmira Ildarovna**, radiologist of the Chelyabinsk Center for Chemicalization and Agricultural Radiology, 454080, Chelyabinsk, Sonya Krivoy str., 73; e-mail: rico84008@mail.ru, tel. 89000866319.

УДК 637.1

DOI: 10.17022/6hya-9f97

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСТАТКОВ МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

И. Н. Нурсов, О. А. Васильев, А. О. Васильев

*Чувашский государственный аграрный университет
428003, г. Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. В статье изложены результаты научных исследований по применению отходов молочной промышленности – кека – в качестве удобрения сельскохозяйственных культур: яровой пшеницы и картофеля. Кек образуется в результате очистки молокопроводящих труб; он имеет серовато-белый цвет, пастообразную слаболипучую плотную консистенцию и резкий неприятный кисломолочный запах. Содержание сухого вещества в кекке составляет около 25 – 26 %, а органического вещества в натуральном веществе кека – 13,8 %. Содержание общего азота в натуральном веществе кека равно 2,5 %, что примерно соответствует процентам его содержания в курином помете. Валовое содержание зольных элементов питания растений в кекке близко к подобным показателям содержания их в твороге: 2260 мг/кг оксида фосфора, 1320 мг/кг оксида калия, 2320 мг/кг оксида кальция, 36 мг/кг оксида магния, 840 мг/кг оксида натрия. При высушивании кек приобретает желтовато-сероватую окраску, растрескивается и рассыпается на комочки разной величины. Содержание тяжелых металлов в кекке находится в пределах тех показателей, которые соответствуют требованиям, предъявляемым к органическим удобрениям; следы пестицидов в нем отсутствуют. Результаты полевых опытов 2017 г., во время которых использовались остатки молочного производства (кек) ОАО «Ядринмолоко» в качестве удобрения яровой пшеницы, показали, что урожайность зерна после его применения повысилась на 40,7 % – 90,7 %. Применение кека в качестве удобрения повысило содержание сырого протеина в зерне на 0,9 % – 2,5 %. В результате использования кека в качестве удобрения биологическая активность почвы, по сравнению с контрольным вариантом, возросла на 20-30 %, агрохимические свойства почв резко улучшились. Применение кека во всех вариантах опыта способствовало повышению содержания в почве органического вещества, подвижного фосфора и обменного калия. Например, в варианте с применением кека в размере 90 т/га наблюдалось максимальное повышение агрохимических показателей – содержание органического вещества в пахотном слое увеличилось на 0,69 %, легкогидролизуемого азота – на 36,4 мг/кг, подвижного фосфора и обменного калия – на 48 и 78 мг/кг, соответственно.

Ключевые слова: картофель, кек, молочнокислая промышленность, светло-серая лесная почва, сырой протеин, урожайность, химический состав, яровая пшеница.

Введение. В России активно развивается молочнокислая промышленность; при этом накапливаются остатки после производства творога, сыров, кефира и других продуктов питания, которые содержат повышенное количество многих элементов питания растений. Химический состав кека похож на другие нетрадиционные органические удобрения: осадки городских сточных вод, твердые продукты биогазовой установки и др. [1], [2], [3], [5], [7], [8], [9]. Остатки могут храниться в буртах на территории птицефабрик, загрязняя окружающий атмосферный воздух и грунтовые воды. Законодательством Российской Федерации к