

водорастворимых и обменных форм ^{137}Cs в почве произошло снижение доступности и интенсивности миграции его из почвы в растения. В связи с этим в настоящее время практически вся производимая на территории радиоактивного загрязнения растениеводческая и животноводческая продукция соответствует республиканским гигиеническим нормативам и международным стандартам по содержанию ^{137}Cs .

Вследствие высокой подвижности ^{90}Sr в почве (более 50 % находится в обменной форме) коэффициенты перехода его в сельскохозяйственные культуры существенно выше, чем ^{137}Cs . Поэтому, в сельскохозяйственных организациях, где имеются земли, загрязненные этим радионуклидом с плотностью 11 кБк/м² и выше, службой радиационного контроля постоянно или периодически регистрируется зерно, непригодное на пищевые цели по содержанию ^{90}Sr (>11 Бк/кг). Также отмечаются случаи превышения (>3,7 Бк/л) концентрации ^{90}Sr в молоке в отдельных сельскохозяйственных организациях Брагинского и Хойникского районов.

Ограничение потребления пищевых продуктов со сверхнормативным содержанием радионуклидов способствовало существенному снижению доз внутреннего облучения населения и сокращению количества населенных пунктов республики, в которых СГЭД превышает законодательно установленный предел – 1 мЗв в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексахин, Р.М.* Роль защитных мероприятий в реабилитации загрязненных территорий / Р.М. Алексахин [и др.] // Чернобыль 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пострадавших регионов. Часть I. 20 years after Chernobyl. Strategy for recovery and sustainable Development of the Affected regions. Part I: матер. междунар. конф., 19–21 апр., 2006 г., Минск / Ком. по проблемам последствий катастрофы на Чернобыль. АЭС при Совете Министров Республики Беларусь. – Минск: Беларусь, 2006. – С. 101–106.
2. Стратегии реабилитации сельских населенных пунктов, пострадавших после аварии на Чернобыльской АЭС // Рабочий документ: ТС проект RER/9/074 «Стратегии долгосрочных защитных мероприятий и мониторинг облучения населения сельских территорий, пострадавших после чернобыльской аварии. – Вена, 2007. – 75 с.
3. Проблемы радиационной реабилитации загрязненных территорий. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2004. – 121 с.
4. 30 лет чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий. Национальный доклад Республики Беларусь. – Минск: Ин-т радиологии, 2016. – 116 с.
5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29 ноября 2022 г. № 829 «Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 07.12.2022, 5/51037.
6. 35 лет после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления ее последствий: национальный доклад Республики Беларусь / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 152 с.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90 В МЕДЕ, ПРОИЗВЕДЕННОМ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИДАМИ ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО ВЫБРОСА ANALYSIS OF CAESIUM-137 AND STRONTIUM-90 CONTENT IN HONEY FROM THE TERRITORY CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES AS RESULT OF THE CHERNOBYL ACCIDENT

V. Kravchenko^{1,2}, A. Batyan^{1,2}, S. Belugin^{1,2}
В. А. Кравченко^{1,2}, А. Н. Батян^{1,2}, С. Н. Белугин^{1,2}

¹Belarusian State University, BSU

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU

Minsk, Republic of Belarus

giv.iseu.by, kravchenko.v.anat@gmail.com

¹Белорусский государственный университет, БГУ

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
г. Минск, Республика Беларусь

We made a study of Cs-137 and Sr-90 content in honey produced in contaminated with these radionuclides areas after the Chernobyl nuclear power plant accident. Acacia honey was the most contaminated with Cs-137 – 168 Bq/kg, and rape honey was the least contaminated – 46 Bq/kg. This fact indicates a significant role in the migration of radiocaesium-137 in the main beekeeping product. In the process of radionuclide accumulation, the specific features

of honey plants play an important role, which is proved by different values of accumulation coefficients for both Cs-137 and Sr-90 in the studied honeys. According to paragraph 2.3 of the National Hygienic Standard GN 10-117-99 Republican allowable levels of caesium-137 and strontium-90 radionuclides content in food and drinking water (RDU-99) Cs-137 content should not exceed 3700 Bq/kg, Sr-90 content is not regulated by this legislative act.

Проведены исследования на содержание Cs-137 и Sr-90 мёда, полученного на территориях, загрязнённых радионуклидами Чернобыльского выброса. Наиболее загрязнённым по Cs-137 оказался акациевый – 168 Бк/кг, а наименее – рапсовый – 46 Бк/кг. Этот факт свидетельствует о значительной роли в миграции радиоактивного цезия-137 в основном продукте пчеловодства. В процессе накопления радионуклидов важную роль играют особенности медоносных растений, что подтверждается различными значениями коэффициентов накопления как для Cs-137, так и для Sr-90 в исследованных мёдах. Согласно пункту 2.3 Национального гигиенического норматива ГН 10-117-99 Республиканского допустимого уровня содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания и питьевой воде (РДУ-99) содержание Cs-137 не должно превышать 3700 Бк/кг, содержание Sr-90 данным законодательным актом не регламентируется.

Keywords: bee honey, cesium-137, strontium-90, specific activity.

Ключевые слова: пчелиный мёд, цезий-137, стронций-90, удельная активность.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-1-113-116>

The International Commission on Radiation Protection (ICRP) has identified 12 reference plant and animal species typical for different critical ecosystems to assess the radioresistance of biota. Among these species are herbaceous plants and bees. The most studied of these 12 species are pine, rat, trout and cereals. Therefore, the study of the processes of migration of dose-forming radionuclides in the honeybee-plants system is an urgent scientific task.

Previous studies [1] demonstrated that honey plants doses and bees doses did not exceed the differentiated limits of chronic exposure for terrestrial plants (4 Gy/year) and animals (0.4 Gy/year).

The ICRP recommends a generalized time level of 100 µGy/h (respectively for 8760 hours, 0.8Gy/year) of chronic exposure for all fauna and flora species.

In recent years there have been reports of the possibility of using bees and their products as one of the methods of biological indication of the state of ecosystems. The Belarusian Polesie is traditionally distinguished by a well-developed beekeeping industry. However, the Chernobyl nuclear power plant disaster dealt a heavy blow to it.

Bee products are used in medicine and a number of sectors of the economy. The clinical material is accumulated by mankind, supported by scientific experiments, allows to use bee products effectively to treat diseases of all body systems. Deteriorating ecological situation on the European continent and other parts of the world cannot but affect the biosphere. In recent years, reports have begun to appear on the possibility of using bees and its products as one of the methods of biological indication of the state of ecosystems.

A preliminary analysis of the accumulated data showed the possibility to procure ecologically clean honey, wax, propolis and other products even in conditions of severe radioactive contamination of the territory - in the Polesky State Radiation and Ecological Reserve (PGRES). Therefore, beekeeping could become one of the perspective directions in the strategy of sustainable socio-economic development of the «Chernobyl» regions.

Ecologically friendly bee products are in constant demand on domestic and international markets, which makes it possible to increase their production. Bees are of great importance as pollinators of wild crops and agricultural plants.

Knowledge of the regularities of radionuclide transfer into beekeeping products makes it possible to assess the degree of radiation hazard of residence and economic activity on the basis of analysis of beekeeping products. [2-5].

Purpose of the study: to analyze cesium-137 or strontium-90 content in honey produced on the territory contaminated with radionuclides of Chernobyl release.

Objects and methods of research. The results of spectrometric measurements of caesium and strontium in soil samples taken in the locations of honey-bearing plants, in flowers of honey-bearing plants and in honey obtained in an apiary in the former settlement of Babchin in the territory of PGRES were analyzed. Accumulation coefficients were calculated as the ratio of specific activity of the soil (Bq/kg) to specific activity of the honey (Bq/kg).

Research results and discussion. Bees, collecting pollen and nectar from a large area, create a product averaged over levels of radionuclide and heavy metal contamination.

Pollinating endomorphic plants while foraging and bees are a permanent element of the biocenosis and are influenced by a variety of environmental factors: atmospheric gas composition, humidity, temperature, solar radiation, wind, nectar and pollen sources.

The control of pollutants in bee products provides the researcher with a unique tool for monitoring the content of bioavailable forms of pollutants in ecosystems.

The process of radionuclide migration along the chain soil → plant → honey plant → bee → honey → human organism is determined by physical and chemical properties of soil, weather conditions, plant species, biological properties of the bee, peculiarities of the honey production process.

Studies of honey from the apiary located in Babchin settlement were carried out. This settlement is located on the territory of the Polesie State Radiation and Ecological Reserve (the Belarusian part of the Chernobyl Exclusion Zone). Cs-137 specific activity of soil varied from 780 Bq/kg to 2044 Bq/kg and for Sr-90 - from 78 to 108 Bq/kg (Table 1)

Table 1

Caesium-137 or strontium-90 specific activity of soil, flowers and honey, Bq/kg

Radionuclides	Buckwheat			Acacia			Rapeseed	
	Soil	Flowers	Honey	Soil	Flowers	Honey	Soil	Honey
Cesium-137	1451±290	127±40	62±13	2044±410	33±13	168±34	780± 156	46±10
Strontium-90	82±46	45±37	1,63±0,40	78±20	127±54	2,35±0,58	108,7±27,0	1,2±0,3

The most contaminated with cesium-137 was acacia honey with specific activity of cesium-137 of 168 Bq/kg, and the least contaminated was rapeseed honey with specific activity of cesium-137 of 46 Bq/kg.

According to paragraph 2.3 of the National Hygienic Standard GN 10-117-99 Republican allowable levels of caesium-137 and strontium-90 radionuclides content in food and drinking water (RDU-99) Cs-137 content should not exceed 3700 Bq/kg, Sr-90 content is not regulated by this legislative act.

If we trace the accumulation of Cs-137 and Strontium -90 in flowers, we can see that Cs-137 is lower in acacia flowers than in buckwheat flowers, and Sr-90 content prevails in acacia flowers (Fig.1).

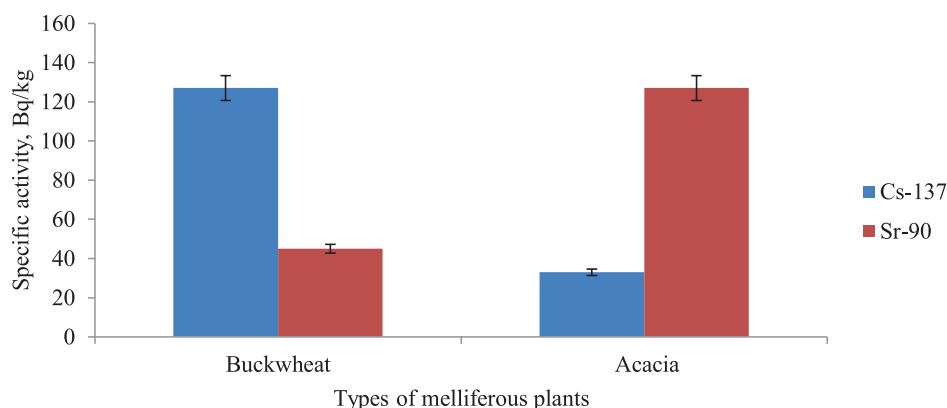


Figure 1 – Caesium-137 or strontium-90 specific activity of flowers of melliferous plants

Strontium was found most strongly in acacia honey and least strongly in rapeseed honey (Fig. 2).

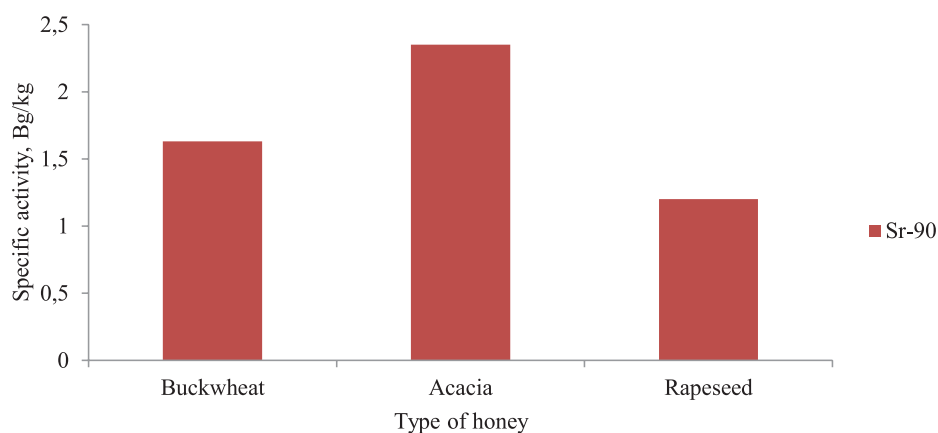


Figure 2 – Strontium-90 specific activity of honey

Cesium -137 and Sr-90 accumulation coefficients by different honey species are shown in Figure 3.

The highest accumulation coefficient of Cs-137 was observed in acacia honey, and of Sr-90 in rapeseed honey. The lowest accumulation coefficient values were observed in buckwheat honey.

The results of a study of honey (mixed herbs) from Babchin for heavy metal content are shown in table 3.

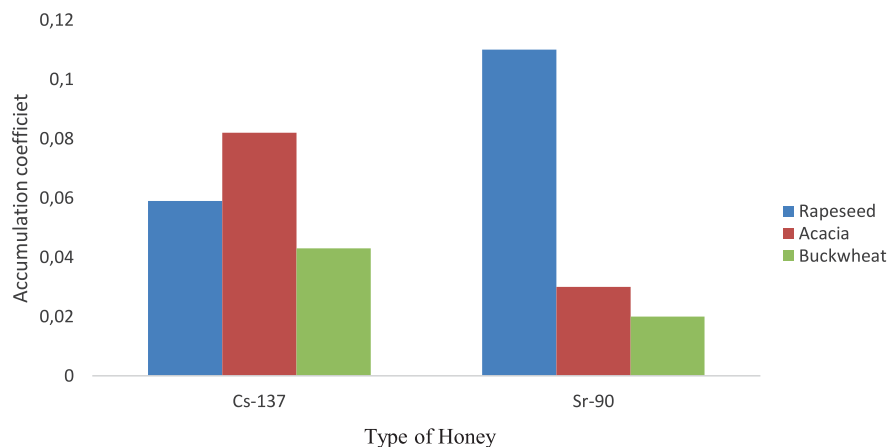


Figure 3 – Cesium -137 and Sr-90 accumulation coefficients by different honey species

Table 3

Content of heavy metals and radionuclides in bee honey (mixed herbs)

Name of the indicator to be defined	Indicator values according to national regulations governing product requirements	Value
Lead (Pb)	<1,0	<0,01
Cadmium (Cd)	<0,05	<0,01
Arsenic (As)	<0,5	<0,05

As can be seen from the data presented in Table 3, the content of heavy metals does not exceed the established norms.

It is necessary to note, that the highest content of caesium was observed in samples of wax, featherbed and propolis. It was found in the same study of pollen and honey samples that caesium content in pollen was about 2,4 times higher than in honey samples.

Conclusion. The carried out researches show the presence of caesium-137 and strontium-90 migration along the chain: soil → plant → honey plant → bee → honey → human organism in years in Babchin settlement located on the territory of Polesky State Radiation-Ecological Reserve. Analysis of the data allowed us to conclude that the most contaminated honey was acacia honey (168 Bq/kg) and the least contaminated was rape honey (46 Bq/kg). This fact indicates a significant role in the migration of radiocaesium-137 in the main beekeeping product. In the process of radionuclide accumulation, the specific features of honey plants play an important role, which is proved by different values of accumulation coefficients for both Cs-137 and Sr-90 in the studied honeys.

REFERENCES

1. Актуальная радиобиология: курс лекций /Л.И. Ильин и [др.]. Изд. 2-е. М: Издательский дом МЭИ, 2022. – 238 с.
2. Кравченко, В. А. Получение экологически ценного мёда, обладающего радиопротекторными свойствами / В. А. Кравченко, А. Н. Батын, В. В. Литвяк // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2018: environmental problems of the XXI century : материалы 18-й междунар. науч. конф., Минск, 17–18 мая 2018 г. : в 3 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Междунар. гос. эколог. ин-т им. А. Д. Сахарова ; [редкол.: А. Н. Батын и др. ; под общ. ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка]. – Минск, 2018. – Ч. 1. – С. 280–281.
3. В. Н. Калинин, В. Н. Забродский, В. И. Садчиков Содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ в меде, произведённом в Белорусской части зоны отчуждения ЧАЭС // «Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на чернойбыльской АЭС, на современном этапе» (г. Хойники, 26–27 июля 2018 г.) Материалы Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. заместителя директора по научной работе ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», к.с.х. Кудина М.В. – Хойники, ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». – Хойники: ГПНИУ «ПГРЭЗ», 2018. – 256 с.
4. А.Н. Батын, В.А. Кравченко, А.В. Якименко, В.В. Литвяк, Л.Б. Кузина. К вопросу о радиационной безопасности: исследование удельных активностей стронция-90 и цезия-137 в отдельных продуктах детского питания // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, Vol. 13, №6, 2021.-Р. 362-390.
5. Молекулярная и клеточная радиационная биология: учебное пособие/А.Н. Батын, И.Э. Бученков, Н.Г. Власова, Н.В. Герасимович, В.А. Кравченко, С.Б. Мельнов, И.В. Пухтеева.-Минск: Вышэйшая школа, 2021. – 238 с.