

При добавлении глюкозы в концентрациях от 5 мМ до 25 мМ к ММСК костного мозга не наблюдалось статистически значимых изменений жизнеспособности, морфологии и пролиферативного потенциала исследуемых клеточных культур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Зафранская, М. М.* Мезенхимальные стволовые клетки как стратегия лечения рассеянного склероза: актуальные проблемы и перспективы/М.М. Зафранская, Д.Б. Нижегородова//Медицинская иммунология, 2017. – № 6. – С. 683-704.
2. *Пыко, И. В.* Мезенхимальные стволовые клетки костного мозга: свойства, функции, возможность использования в регенеративной и восстановительной терапии/И.В. Пыко, С.В. Корень, З.Б. Квачева, А.С. Федулов// Медицинский журнал, 2007. – №4. – С.18-22.
3. *Najmaldin, Saki.* Adverse Effect of High Glucose Concentration on Stem Cell Therapy/ International Journal Hematology Oncology Stem Cell Research, 2013. – № 7. – P.34–40.
4. *Зафранская, М. М.* Морфология, кинетика роста и фенотип мезенхимальных стволовых клеток костного мозга и жировой ткани человека / М.М. Зафранская, Н.В. Ламовская, Д.Б. Нижегородова, М.Ю. Юркевич, С.С. Багатка, С.Ю. Мечковский, Г.И. Иванчик, Г.Я. Хулуп//Иммунопатология, аллергология, инфектология, 2010. – № 4 – С. 86-93.

### РАСЧЁТ ГОДОВОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ УПОТРЕБЛЕНИЕМ В ПИЩУ МЁДА, ПРОИЗВЕДЁННОГО НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

#### CALCULATION OF THE ANNUAL EFFECTIVE DOSE OF THE INTERNAL IRRADIATION OF THE POPULATION DUE TO CONSUMPTION OF HONEY PRODUCED IN THE TERRITORY OF THE POLESKI STATE RADIOECOLOGICAL RESERVE

***В. А. Кравченко<sup>1</sup>, А. Н. Батян<sup>1</sup>, В. Н. Калинин<sup>2</sup>, К. С. Нагула<sup>1</sup>, Е. Н. Хрусталёва<sup>1</sup>  
V. Kravchenko<sup>1</sup>, A. Batyan<sup>1</sup>, V. Kalinin<sup>2</sup>, K. Nagula<sup>1</sup>, E. Khrustalyova<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ  
г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Полесский государственный радиационно-экологический заповедник  
Гомельская область, Республика Беларусь  
kravchenko.v.anat@gmail.com*

*<sup>1</sup>Belarusian State University A. D. Sakharov BSU  
Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Poleski state radioecological reserve  
Gomel region, Republic of Belarus*

В 2017 и 2019 годах проведены исследования мёда, полученного на пасеке расположенной в населённом пункте Бабчин. Данный населённый пункт находится на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Белорусская часть зоны отчуждения ЧАЭС). Удельная активность почвы по Cs-137 варьировала от 780 Бк/кг до 2044 Бк/кг, а по Sr-90 от 78 до 108 Бк/кг.

Из изученных мёдов в 2017 году наиболее загрязнённым оказался акациевый – 168 Бк/кг, а наименее загрязнённый – рапсовый (46 Бк/кг). Данный факт указывает на значительную роль в миграции радиоцезия-137 в мёд. Кроме этого значение имеют видовые особенности растений-медоносов, о чём свидетельствует превышение коэффициентов накопления по Cs-137 акациевого мёда над гречишным в 1,9 раза.

Годовая эффективная доза внутреннего облучения населения мёдом, произведённым в 2017 году на территории населённого пункта Бабчин, не превышала 0,02 мЗв, а в 2019 году – 0,0016 мЗв. Указанные различия, вероятно, обусловлены неодинаковыми погодными условиями, биологическими особенностями пчелиных семей, а также различием в видовом составе растений-медоносов.

In 2017 and 2019, studies of honey obtained in an apiary located in the village of Babchin were conducted. This settlement is located on the territory of the Polesky State Radiation-Ecological Reserve (Belarusian part of the Chernobyl Exclusion Zone). The specific soil activity for Cs-137 ranged from 780 Bq/kg to 2044 Bq/kg, and for Sr-90 from 78 to 108 Bq/kg.

Of the studied honey in 2017, the most polluted was acacia - 168 Bq/kg, and the least polluted was canola (46 Bq/kg). This fact indicates a significant role in the migration of radiocaesium-137 into honey. In addition, the species-specific characteristics of honey plants are of importance, as evidenced by the 1.9-fold excess of Acacia honey accumulation coefficients for Cs-137 over buckwheat.

The annual effective dose of internal exposure of the population to honey produced in 2017 in the territory of the village of Babchin did not exceed 0.02 mSv, and in 2019 - 0.0016 mSv. These differences are probably due to uneven weather conditions, biological characteristics of bee colonies, as well as differences in the species composition of honey plants.

*Ключевые слова:* пчелиный мёд, цезий-137, стронций-90, удельная активность, коэффициент накопления, годовая эффективная доза.

*Keywords:* bee honey, caesium-137, strontium-90, specific activity, accumulation coefficient, annual effective dose.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-2-93-96>

В результате Чернобыльской катастрофы радиоактивное загрязнение охватило значительные площади Беларуси: 411 тыс. га (плотность загрязнения по  $^{137}\text{Cs}$  5-15 Ки/км<sup>2</sup>), 216 тыс. га (15-40 Ки/км<sup>2</sup>), 28,3 тыс. га (40-80 Ки/км<sup>2</sup>), 4,4 тыс. га (80 Ки/км<sup>2</sup>). После аварии на Чернобыльской атомной электростанции во внешнюю среду выпало 1.0 МКи цезия-137.

Атмосферный перенос радионуклидов после Чернобыльской катастрофы привел к тому, что довольно существенные активности  $^{137}\text{Cs}$  (до 650 Бк/кг) были обнаружены в телах пчёл в Германии. Сразу после аварии на Чернобыльской атомной электростанции  $^{134}\text{Cs}$  появился в продуктах пчеловодства даже на противоположной стороне земного шара – в некоторых регионах США.

Спустя почти три десятилетия после катастрофы, сохраняется незначительный (в среднем 4,3 Бк/кг) уровень загрязнения мёда, собираемого на севере Италии. Наиболее высокий уровень загрязнения наблюдался у мёда, полученного с многолетних древесных растений. К. Bunzl и W. Kraske. Известно, что после чернобыльской катастрофы удельная активность радиоизотопов цезия в пыльце была заметно выше, чем в мёде. Аналогичная закономерность обнаружена и для калия, а поведение ионов калия и цезия во многом сходно. Согласно гипотезе данных авторов, атмосферные выпадения цезия перехватывались листьями, а затем поступали в генеративные органы растений и пыльцу, где накапливались в довольно заметных количествах.

Экологически чистая продукция пчеловодства пользуется постоянным спросом на внутреннем и международном рынках, что дает основание для наращивания объемов ее производства. Важнейшая экологическая роль пчёл состоит в том, что они выступают опылителями дикорастущих и сельскохозяйственных растений.

Пчеловодство может стать одним из перспективных направлений в стратегии устойчивого социально-экономического развития «чернобыльских» регионов. Несмотря на прошедшие 33 года после аварии на ЧАЭС основными дозобразующими элементами загрязнённых экосистем остаются цезий-137 и стронций-90. Знание закономерностей перехода радионуклидов в продукцию пчеловодства позволяет оценить степень радиационной опасности проживания и ведения хозяйственной деятельности на основании анализа продуктов пчеловодства [1-3].

Цель настоящей работы – расчёт эквивалентной дозы внутреннего облучения, которые может получить население при употреблении в пищу мёда, полученного на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (далее – ПГРЭЗ).

Измерения выполнялись на гамма-бета спектрометре МКС АТ-1315. Проанализированы результаты спектрометрических измерений цезия и стронция в пробах почвы, отобранных в местах произрастания медоносов, в цветах растений-медоносов и в мёде, полученном на пасеке в бывшем населённом пункте Бабчин на территории ПГРЭЗ.

Коэффициенты накопления (Кн) Cs-137 и Sr-90 рассчитывались как отношение удельной активности радионуклидов (УА) мёда к УА почвы, на которой произрастали растения медоносы.

Расчёт годовой эффективной дозы внутреннего облучения человека за счет потребления в пищу мёда, произведенного в заповеднике, рассчитывался по формуле:

$$E_{\text{Cs}} = C_{\text{Cs}} \times M \times e_{\text{Cs}},$$

где  $E$  – годовая эффективная доза;

$C_{\text{Cs}}$  – содержание радионуклида в используемом продукте, Бк/кг;

$M$  – годовое потребление продукта, кг;

$e_{\text{Cs}}$  – дозовые коэффициенты перехода от удельной активности радионуклида в продуктах питания к дозе внутреннего облучения при пероральном поступлении (с пищей) или ожидаемая эффективная доза на единицу перорального поступления, Зв/Бк. Для Cs-137 он равен  $1,3 \times 10^{-5}$  мЗв/Бк, а для Sr-90 –  $2,8 \times 10^{-5}$  мЗв/Бк [2].

Пчёлы, собирая пыльцу и нектар со значительной площади, создают усредненный по уровням загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами продукт.

Опыляя энтоморфные растения при добывании корма, пчёлы являются постоянным элементом биоценоза и находятся под действием самых разных факторов среды: газового состава атмосферы, влажности, температуры, солнечной радиации, ветра, источников нектара и пыльцы.

Контроль за содержанием поллютантов в продукции пчеловодства предоставляет исследователю уникальный инструмент для мониторинга за содержанием биологически доступных форм загрязняющих веществ в экосистемах.

В последние годы стали появляться сообщения о возможности использования в качестве одного из методов биоиндикации состояния экосистем пчёл и производимых ими продуктов. Белорусское Полесье традиционно отличается хорошо развитой отраслью пчеловодства. Как показывает предварительный анализ накопленных данных, возможна заготовка экологически чистого мёда, воска, прополиса и других продуктов даже в условиях сильного радиоактивно-загрязнения территории – в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике.

Процесс миграции радионуклидов по цепочке почва → медоносное растение → пчела → мед → организм человека определяется физико-химическими свойствами почвы, погодными условиями, видовой принадлежностью растений, биологическими свойствами пчелы, особенностями технологии процесса получения мёда.

В 2017 и 2019 годах проведены исследования мёда, полученного на пасеке, расположенной в населённом пункте Бабчин. Данный населённый пункт находится на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Белорусская часть зоны отчуждения ЧАЭС). Удельная активность почвы по Cs-137 варьировала от 780 Бк/кг до 2044 Бк/кг, а по Sr-90 от 78 до 108 Бк/кг [2].

Результаты спектрометрических измерений цезия и стронция в пробах почвы, отобранных в 2017 году в местах произрастания медоносов, в цветах растений-медоносов и в мёде, полученном на пасеке в населённом пункте Бабчин на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в почве, цветах и мёде, Бк/кг

Мед	Гречишный			Акациевый			Рапсовый	
	Почва	Цветы	Мед	Почва	Цветы	Мед	Почва	Мед
цезий	1451±290	127±40	62±13	2044±410	33±13	168±34	780±156	46±10
стронций	82±46	45±37	1,63±0,40	78±20	127±54	2,35±0,58	108,7±27,0	1,2±0,3

Как видно из данных таблицы 1, наиболее загрязнённым цезием-137 оказался акациевый мёд, удельная активность <sup>137</sup>цезия в котором составила 168 Бк/кг, а наименее загрязнённый – рапсовый мёд (удельная активность цезия-137 – 46 Бк/кг).

На основе полученных результатов были рассчитаны коэффициенты накопления цезия и стронция в мёде. Полученные значения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициент накопления (Кн) черномыльских радионуклидов различными видами мёда

Вид мёда	Коэффициент накопления	
	цезий	стронций
Рапсовый	0,059	0,11
Акациевый	0,082	0,03
Гречишный	0,043	0,02

Как видно из таблицы 2, превышение коэффициента накопления по Cs-137 в акациевом мёде над гречишным в 1,9 раза свидетельствует о том, что видовые особенности растений-медоносов играют значительную роль в миграции радиоцезия-137 в основной продукт пчеловодства.

В тоже время рапсовый мёд, который характеризовался наименьшей удельной активностью по цезию-137 и стронцию-90 имел наибольший коэффициент накопления стронция-90. Согласно проведённым расчётам, годовая эффективная доза внутреннего облучения населения мёдом, произведённым в 2017 году на территории населённого пункта Бабчин не превышала 0,02 мЗв [2].

Результаты исследования мёда, проведённые в 2019 году представлены в таблице 3.

Как видно из представленных в таблице 3 данных, содержание тяжёлых металлов, а также радиоцезия-137 не превышает установленных норм.

Годовая эффективная доза облучения населения, обусловленная потреблением в пищу мёда, произведенного в 2019 году в населённом пункте Бабчин, рассчитывалась по формуле:  $E_{Cs} = C_{Cs} \times M \times e_{Cs}$ .

Для расчётов годовое потребление мёда принималась равным 5 кг.

Согласно формуле:  $E_{Cs} = 24,2 \text{ Бк/кг} \times 5 \text{ кг} \times 1,3 \times 10^{-5} \text{ мЗв/Бк} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ мЗв}$ . Таким образом, по сравнению с 2017 годом годовая эффективная доза имеет меньшее значение примерно в 8 раз. Это можно связать с неодинаковыми погодными условиями, различным видовым составом растений-медоносов, а также биологическими особенностями пчелиных семей.

Проведённые исследования показывают наличие миграции цезия-137 и стронция-90 по цепочке почва → растение → медоносное растение → пчела → мед → организм человека в 2017 и 2019 годах в населённом пункте Бабчин, расположенном на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Анализ данных позволяет сделать вывод о том, что в 2017 году наиболее загрязнённым оказался акациевый мёд (168 Бк/кг), а наименее – рапсовый мёд (46 Бк/кг). Данный факт указывает на значительную роль в миграции радиоцезия-137 в основной продукт пчеловодства. Имеют значение видовые особенности растений-медоносов, о чём свидетельствует превышение коэффициента накопления по Cs-137 акациевого мёда над гречишным 1,9 раза.

Таблица 3 – Содержание в пчелином мёде (разнотравье),  
полученном в населённом пункте Бабчин, тяжёлых металлов и радионуклидов

Наименование определяемого показателя	ТНПА, регламентирующие требования к продукту	ТНПА, регламентирующие методику проведения испытаний	Значения показателя по ТНПА, регламентирующее требования к продукту	Значение	Вывод о соответствии требованиям ТНПА
1. Токсичные элементы, мг/кг					
Свинец (Pb)	ТР ТС 021/2011 СанПиН ГН от 21.06.13 №52	МУК 4.1.986-00	не более 1,0	<0,01	Соответствует требованиям ТНПА
Кадмий (Cd)			не более 0,05	<0,01	
Мышьяк (As)		ГОСТ 31707-2012	не более 0,5	<0,05	
2. Радионуклиды, Бк/кг					
Цезий-137 ( <sup>137</sup> Cs)	ГН 10-117-99	ГОСТ 32161-2013	не более 3700	24,2±8,2	Соответствует требованиям ТНПА
Стронций-90 ( <sup>90</sup> Sr)	–	ГОСТ 32163-2013	–	<20	–

Рапсовый мёд, который характеризовался наименьшей удельной активностью по цезию-137 и стронцию-90 имел наибольший коэффициент накопления стронция-90. Данный факт указывает на определённую роль физико-химических свойств и форм нахождения нуклидов в почве на процесс их миграции по биологическим цепочкам.

Согласно проведённым расчётам, годовая эффективная доза внутреннего облучения населения мёдом, произведённым в 2017 году на территории населённого пункта Бабчин, не превышала 0,02 мЗв, а в 2019 году – 0,0016 мЗв. Указанные различия, вероятно, обусловлены неодинаковыми погодными условиями, биологическими особенностями пчелиных семей, а также различием в видовом составе растений-медоносов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гродзинский, Д. М. Радиобиология растений. – Киев: Наукова думка, 1989. – 370 с.
2. Ливенский, В. М., Судас, А. С. Программно-целевое управление природно-антропогенными системами загрязнённых радионуклидами территорий. — Брест, 2002. — С. 466–468.
3. Кулебакина, Л. Г. Миграция радионуклидов из Чернобыльской зоны в мелиоративные системы юга Украины. — Материалы научной конференции. Киев, 1991. – ч.2. – С.179-183.
4. Калинин, В. Н., Забродский, В. Н., Садчиков, В. И. Содержание <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>241</sup>Am и <sup>239+240</sup>Pu в мёде, произведённом в Белорусской части зоны отчуждения ЧАЭС // «Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской 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 «ПГРЭЗ», 2018. – 256 с.
5. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and fresh-water environments. IAEA Technical Reports Series №472. Vienna. IAEA, 2010.

## АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ЛИМФОПРОЛИФЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА МИНСКА

### ANALYSIS OF THE PREVALENCE OF LYMPHO-PROLIFERATIVE DISEASES OF THE POPULATION OF THE CITY OF MINSK

**А. Е. Крупицкая<sup>1</sup>, Е. Ю. Жук<sup>1</sup>, Н. А. Жердецкая<sup>2</sup>**  
**А. Krupitskaya<sup>1</sup>, А. Zhuk<sup>1</sup>, N. Zhardzetskaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УЗ «Городское клиническое патологоанатомическое бюро», г. Минск, Республика Беларусь  
tonyblue@tut.by

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Public Health Institution "City Clinical Pathological Bureau", Minsk, Republic of Belarus

Лимфопролиферативные заболевания составляют около 5% в структуре онкологической заболеваемости. Опухоли лимфатической системы включают две большие группы: лимфому Ходжкина (далее – ЛХ) и неходжкинские лимфомы (далее – НХЛ). Дана оценка распространения заболеваемости лимфомами