

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-713-716>

УДК 504.054

© Алешина Н.Ю., 2020

Алешина Н.Ю.

## Содержание радионуклидов и здоровье населения в экологически неблагоприятном регионе

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», ул. Добролюбова, 160, Новосибирск, Россия, 630039

**Актуальность.** Основным источником загрязнения радионуклидами территории Казахстана является Семипалатинский испытательный ядерный полигон (СИЯП), где было произведено свыше 460 ядерных взрывов. На некоторых территориях СИЯП все еще проживают люди. Источник попадания радионуклидов в организм человека — продукты питания животного происхождения.

**Цель исследования** — изучение содержания радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в мясе крупного рогатого скота и их влияния на здоровье населения в районах, близлежащих к СИЯП.

**Материалы и методы.** Данные содержания радионуклидов были получены в Семипалатинской областной ветеринарной лаборатории Восточно-Казахстанской области (ВКО). Объектом исследования явилось мясо крупного рогатого скота (67 проб), полученное в Абайском, Бородулихинском, Жарминском, Бескарагайском районах и г. Семипалатинске ВКО, прилегающих к СИЯП. Ретроспектива анализируемых показателей составила 10 лет (1991–2000 гг.).

Источниками информации о заболеваемости всего населения по регионам ВКО явились данные, полученные из Республиканского центра электронного здравоохранения за период 2000–2015 гг.

Математико-статистическую обработку результатов осуществляли с помощью прикладной статистической программы Statistica-10.

**Результаты.** Среднее содержание  $^{137}\text{Cs}$  в мясе крупнорогатого скота составило 0,15 Бк/кг, а  $^{90}\text{Sr}$  — 0,11 Бк/кг. В динамике выявлено снижение уровня  $^{137}\text{Cs}$  в 1,9 раза и уровня  $^{90}\text{Sr}$  в 2 раза. Потребление мяса крупнорогатого скота жителями составило 14,7%. Средний уровень заболеваемости болезнями костно-мышечной системы (КМС) составил 3305 промилле. Уровень заболеваемости болезнями эндокринной системы в динамике вырос в 1,4 раза. Уровень заболеваемости болезнями органов пищеварения составил 3358,9  $^{0}/_{0000}$  и в динамике снизился на 24,6%. Выявлена корреляционная связь между потреблением мяса крупнорогатого скота и уровнем заболеваемости болезнями КМС  $r=0,78$ .

**Выводы.** Отмечена положительная тенденция снижения уровня содержания радионуклидов в мясе крупнорогатого скота среди изучаемых регионов. Отмечен рост среднего уровня заболеваемости болезнями костно-мышечной системы в 1,2 раза, эндокринной системы в 1,4 раза. Выявлена тенденция снижения уровня заболеваемости, населения изучаемых регионов болезнями органов пищеварения. Выявленная связь между потреблением мяса крупнорогатого скота и уровнем заболеваемости болезнями КМС требует дальнейшего изучения и мониторинга.

**Ключевые слова:** радионуклиды; радиоактивное загрязнение пищевых продуктов; СИЯП; здоровье населения; костно-мышечная система; эндокринная система

**Для цитирования:** Алешина Н.Ю. Содержание радионуклидов и здоровье населения в экологически неблагоприятном регионе. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(11): 713–716. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-713-716>

**Для корреспонденции:** Алешина Наталья Юрьевна, магистр экологии, аспирант 2 года обучения биолого-технологического факультета ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет». E-mail: White\_magazin@mail.ru

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 07.09.2020 / Дата принятия к печати: 19.10.2020 / Дата публикации: 03.12.2020

Natalya Yu. Aleshina

## Content of radionuclides and public health of environmentally disadvantaged region

Novosibirsk State Agrarian University, 160, Dobrolyubova str., Novosibirsk, Russia, 630039

**Relevance.** The main source of radionuclide contamination in Kazakhstan is the Semipalatinsk nuclear test site (SNTS), where more than 460 nuclear explosions were made. There are still people living in some areas of the SNTS. The source of radionuclides entering the human body is animal food.

**The aim of the study** was to study the content of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  radionuclides in cattle meat and their impact on public health in areas close to the SNTS.

**Materials and methods.** The data on the content of radionuclides were obtained at the Semipalatinsk Regional Veterinary Laboratory of the East Kazakhstan Region. The object of the study was meat of cattle (cattle) (67 samples) obtained in Abai, Borodulikhinsky, Zharminsky, Beskaragaysky districts and the city of Semipalatinsk, East Kazakhstan region, adjacent to the SNTS. The retrospective of the analyzed indicators was 10 years (1991–2000).

The sources of information on the incidence of the entire population in the regions of East Kazakhstan region were data obtained from the Republican Center for Electronic Health for the period 2000–2015.

Mathematical and statistical processing of the results was carried out using the applied statistical program Statistica-10.

**Results.** The average content of  $^{137}\text{Cs}$  in cattle meat was 0.15 Bq/kg, and  $^{90}\text{Sr}$  — 0.11 Bq/kg. The dynamics revealed a 1.9-fold decrease in the level of  $^{137}\text{Cs}$  and a 2-fold decrease in the level of  $^{90}\text{Sr}$ . The consumption of cattle meat by residents was 14.7%. The average morbidity level of diseases of the musculoskeletal system was 3305 ppm. The morbidity of endocrine system diseases increased 1.4 times in dynamics. The morbidity level of diseases of the digestive system was 3358.9 ppm and decreased by 24.6% in dynamics. A correlation was found between the consumption of cattle meat and the morbidity level of diseases of the musculoskeletal system  $r=0.78$ .

**Conclusions.** The study showed a positive trend of reducing the level of radionuclides in cattle meat among the studied regions. There was an increase in the average morbidity level of diseases of the musculoskeletal system by 1.2 times, and the endocrine system

by 1.4 times. There is a trend to reduce the morbidity of diseases of the digestive system in the population of the studied regions. The revealed relationship between the consumption of cattle meat and the incidence of the musculoskeletal system diseases requires further study and monitoring.

**Keywords:** radionuclides; radioactive contamination of food products; Semipalatinsk testing site; population health; musculoskeletal system; endocrine system

**For citation:** Aleshina N.Yu. Content of radionuclides and public health of environmentally disadvantaged region. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(11): 713–716. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-11-713-716>

**For correspondence:** Natalia Yu. Aleshina, Master of Ecology, 2-year postgraduate student of the Faculty of Biology and Technology, Novosibirsk State Agrarian University. E-mail: White\_magazin@mail.ru

**Information about author:** Aleshina N.Yu. <https://orcid.org/0000-0003-4883-5894>

**Funding.** The study has no funding.

**Conflict of interests.** The author declares no conflict of interests.

Received: 07.09.2020 / Accepted: 19.10.2020 / Published: 03.12.2020

**Актуальность.** В результате испытаний ядерного оружия во внешнюю среду поступило огромное количество радионуклидов. Образовался длительно действующий источник внешнего и внутреннего облучения всех живых организмов. Основным источником антропогенного загрязнения радионуклидами территории Казахстана является Семипалатинский полигон (СИЯП), на некоторых территориях которого все еще проживают люди. За 40 лет на территории Семипалатинского полигона было произведено свыше 460 взрывов ядерного, термоядерного и водородного оружия. Поскольку Семипалатинский полигон расположен в густонаселенном районе, территории прилегающих к нему поселков подвергались загрязнениям продуктами деления, а жители и животные — воздействию ионизирующей радиации [1]. Ионизирующие излучения вызывают разрушительные эффекты в живом организме. Физический и химический факторы воздействия ионизирующего излучения включают многочисленные патологические процессы.

Наиболее опасными загрязнителями биологических объектов, являются  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  с периодом полураспада 28 и 30 лет. Стронций накапливается преимущественно в костном скелете. Поступление радионуклида цезия в равной степени может быть связано с загрязнением мяса животных, а также с накоплением цезия в растительной пище, благодаря эффекту замещения калия при слабом калиевом насыщении возделываемых процессов [2].

Основным начальным звеном многих пищевых цепей является загрязнение поверхности почвы и растений. Один из основных источников попадания радионуклидов в организм человека — продукты питания животного происхождения. Радиационный эффект воздействия на организм со временем усиливается, так как радиоактивные вещества имеют свойство накапливаться именно в определенных внутренних органах и создается кумулятивный эффект. Это происходит благодаря кровеносной системе, которая посредством крови создает локальные высокие очаги радиации.

Наиболее интенсивно облучаются органы, через которые поступили радионуклиды в организм (органы дыхания и пищеварения), а также щитовидная железа и печень. Дозы, поглощенные в них, на 1–3 порядка выше, чем в других органах и тканях. По способности концентрировать всосавшиеся продукты деления основные органы можно расположить в следующий ряд: щитовидная железа > печень > скелет > мышцы [3].

**Цель исследования** — изучение содержания радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продуктах животноводства и их влияния на здоровье населения в районах, близлежащих к СИЯП.

**Материалы и методы.** Данные содержания радио-

нуклидов были получены в Семипалатинской областной ветеринарной лаборатории Восточно-Казахстанской области (ВКО). Объектом исследования явилось мясо крупного рогатого скота (67 проб), полученное в Абайском, Бородуаихинском, Жарминском, Бескарагайском районах и г. Семипалатинске ВКО, прилегающих к СИЯП. Ретроспектива анализируемых показателей составила 10 лет (1991–2000 гг.).

Источниками информации о заболеваемости всего населения по регионам ВКО явились данные, полученные из Республиканского центра электронного здравоохранения за период 2000–2015 гг.

Математико-статистическую обработку результатов осуществляли с помощью прикладной статистической программы *Statistica-10*.

**Результаты и обсуждение.** Проведен анализ содержания  $^{137}\text{Cs}$  в мясе крупного рогатого скота в районах, прилегающих к СИЯП за 1991–2000 гг. Общее содержание  $^{137}\text{Cs}$  составило 0,15 Бк/кг, минимальный уровень был отмечен в 2000 году (0,08 Бк/кг), максимальный уровень в 1992 г. (0,34 Бк/кг) (**таблица**).

Коэффициент вариации составил 59%, что говорит о значительном разбросе данных и неоднородности изучаемой выборки.

Также было изучено содержание  $^{90}\text{Sr}$  в мясе крупного рогатого скота в районах, прилегающих к СИЯП за 1991–2000 гг. Общее содержание  $^{90}\text{Sr}$  составило 0,11 Бк/кг за изучаемый период, минимальный уровень был отмечен в 2000 году — 0,07 Бк/кг, максимальный — 0,21 Бк/кг в 1992 году. Коэффициент вариации составил около 65%.

В динамике за десятилетний период выявлено снижение уровня  $^{137}\text{Cs}$  в мясе крупного рогатого скота в 1,9 раза. Что интересно, спад происходил скачкообразно, с пиками в 1992, 1996 и 1999 гг., что может быть связано со снижением миграции радионуклидов в трофических цепях, либо с недостаточным объемом выборки. В динамике выявлено снижение уровня  $^{90}\text{Sr}$  в мясе крупного рогатого скота в 2 раза.

Таким образом, наблюдается схожая тенденция к снижению содержания радионуклидов (1,9 и 2 раза).

Было изучено потребление мяса и мясных продуктов в Восточно-Казахстанской области. Потребление мяса крупного рогатого скота жителями ВКО выросло на 4,6% и составило в среднем 14,7% от всего потребления пищевых продуктов (34,9 кг/год на душу населения).

Чаще всего радионуклиды попадают в организм человека с пищей. Поскольку стронций-90, в основном, аккумулируется в минеральной части скелета, а цезий-137 в мышечной ткани и печени были изучены средние показатели заболеваемости всего населения по классу болезней эндокринной системы (ЭС), костно-мышечной системы

**Средние показатели содержания радионуклидов в мясе крупнорогатого скота на территории, прилегающей к СИЯП, за период 1991–2000 гг. (Бк/кг)****Average radionuclide content in bovine meat in the territory adjacent to the Semipalatinsk testing site for the period 1991–2000 (Bq/kg)**

Год	n	<sup>137</sup> Cs			<sup>90</sup> Sr		
		Ср. содержание (M±m)	ДИ	σ	Ср. содержание (M±m)	ДИ	σ
1991	3	0,15±0,003	0,13:0,16	0,006	0,14±0,001	0,08:0,18	0,02
1992	6	0,34±0,04	0,22:0,46	0,11	0,21±0,003	0,12:0,29	0,08
1993	7	0,19±0,05	0,05:0,33	0,15	0,2±0,003	0,11:0,27	0,09
1996	3	0,24±0,04	0,05:0,41	0,07	0,11±0,04	0,04:0,25	0,06
1998	21	0,11±0,007	0,09:0,12	0,03	0,08±0,006	0,07:0,09	0,03
1999	19	0,14±0,01	0,1:0,18	0,08	0,1±0,008	0,07:0,11	0,04
2000	8	0,08±0,003	0,07:0,09	0,009	0,07±0,004	0,05:0,08	0,01

(КМС) и органов пищеварения (в ‰) за 2000–2015 гг.

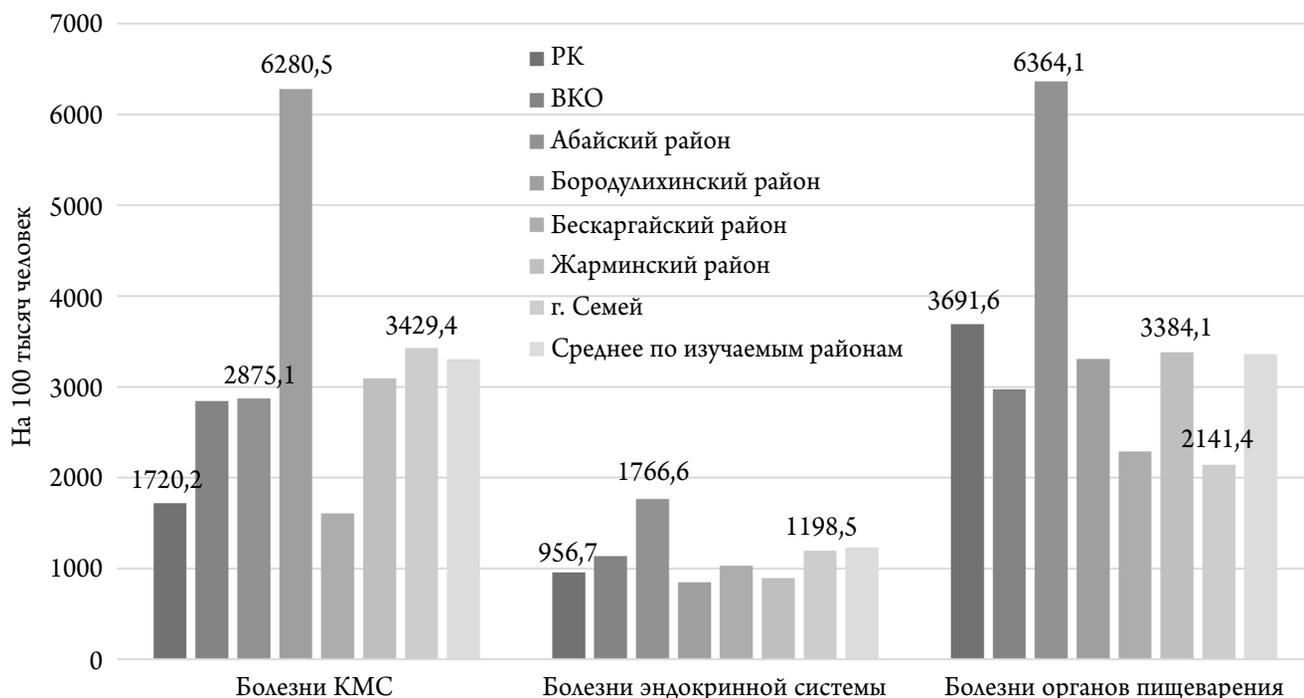
Согласно данным **рисунка**, наиболее высокий уровень заболеваемости по классу болезней костно-мышечной системы выявлен в Бородулихинском районе. Он составил 6280,5 промилле, что достоверно выше уровня РК и области по t-критерию Стьюдента ( $p \leq 0,0005$ ).

Средний многолетний уровень заболеваемости болезнями КМС составил 3305 промилле, что достоверно выше уровня по республике в 1,9 раза, по ВКО в 1,2 раза.

В динамике наибольший рост заболеваемости болезнями КМС отмечен в Жарминском районе (2,8 раза), средняя многолетняя заболеваемость по всем изучаемым регионам выросла в 1,2 раза (с 2833,3 до 3487,1 к 2017 г.). Также отмечено снижение на 37% заболеваемости болезнями КМС в Абайском районе.

Наиболее высокий уровень заболеваемости по клас-

су болезней эндокринной системы выявлен в Абайском районе (1766,6 промилле). Немного ниже уровень заболеваемости в г. Семей — 1198,5 промилле, что статистически достоверно выше уровня РК. Средний многолетний уровень заболеваемости болезнями ЭС составил 1233,5 промилле, что достоверно выше уровня по республике в 1,3 раза. В 4 раза вырос уровень заболеваемости населения болезнями ЭС Бескарагайского района (с 380 до 1506,4 ‰), в 1,9 раза г. Семей, в 1,4 раза жителей Жарминского района. Средняя многолетняя заболеваемость по всем изучаемым регионам также выросла в 1,4 раза (до 1079,6 промилле к 2017 году). Также отмечено значительное снижение на 70,2% заболеваемости болезнями эндокринной системы в Абайском районе. По остальным регионам уровень болезней костно-мышечной системы колебался незначительно на протяжении изучаемого пе-



**Рисунок. Средний многолетний уровень заболеваемости населения районов, прилегающих к СИЯП (2000–2016 гг.)**

**Figure. Average long-term morbidity rate of the population of the areas adjacent to the Semipalatinsk testing site (2000–2016)**

риода времени.

При изучении заболеваемости болезнями органов пищеварения наиболее высокий уровень отмечен в Абайском районе — 6364,1 промилле, что в 1,7 раза достоверно выше уровня РК и в 2,1 раза в области. Средний многолетний уровень заболеваемости болезнями органов пищеварения составил 3358,9 промилле, что примерно равно уровню по области и немного ниже уровня РК. В динамике наибольший рост заболеваемости болезнями органов пищеварения отмечен в Бескарагайском районе (1,4 раза). Средняя многолетняя заболеваемость по всем изучаемым регионам снизилась на 24,6%. Также отмечено снижение на 36% заболеваемости болезнями органов пищеварения в Абайском районе.

Для выявления зависимости уровня заболеваемости болезнями КМС, ЭС и органов пищеварения от содержания радионуклидов и уровня потребления мяса крупнорогатого скота был проведен корреляционный анализ. Для выявления отсроченного эффекта влияния радионуклидов на основные системы нашего организма использован временной лаг в 6 и 10 лет.

Выявлена прямая слабой степени корреляционная связь между содержанием стронция-90 и уровнем заболеваемости органов пищеварения  $r=0,3$  ( $p \leq 0,05$ ) и прямая значительной степени корреляционная связь между потреблением мяса КРС (%) к уровню заболеваемости болезнями КМС  $r=0,78$  ( $p \leq 0,05$ ) (временной лаг 6 лет). Через 6-летний период при увеличении потребления мяса крупнорогатого скота наблюдается рост заболеваемости КМС, среди населения исследуемых регионов ВКО, так как это главная система-мишень для накопления радионуклидов цезия-137 и стронция-90.

В дальнейшем вызывает интерес комплексное изучение содержания, аккумуляции и влияния радионуклидов в почве, растениях, животных и организме человека на тер-

риториях, прилегающих к СИЯП, поскольку в текущие годы заканчивается период полураспада вышеуказанных радионуклидов.

**Выводы.** Выявлено снижение в 1,9 раза уровня содержания  $^{137}\text{Cs}$ , в 2 раза  $^{90}\text{Sr}$  в мясе крупнорогатого скота среди изучаемых регионов, возможно связанного с миграцией радионуклидов, периодом полураспада, что требует дальнейшего изучения и мониторинга, направленных на оздоровление экологической среды и сохранение качества получаемых пищевых продуктов в изучаемом экологически неблагоприятном регионе.

По классу болезней костно-мышечной системы средний многолетний уровень заболеваемости болезнями КМС вырос в 1,2 раза. Наиболее высокий уровень заболеваемости отмечен в Бородулихинском районе. В динамике значительно вырос уровень заболеваемости болезнями КМС в Жарминском районе (2,8 раза). На 37% снизился уровень заболеваемости болезнями КМС в Абайском районе.

Наиболее высокий уровень заболеваемости по классу болезней эндокринной системы выявлен в Абайском районе, при этом в динамике отмечено снижение на 70,2%. Средняя многолетняя заболеваемость по всем изучаемым регионам выросла в 1,4 раза. В динамике рост заболеваемости болезнями эндокринной системы в 4 раза отмечен в Бескарагайском районе.

При изучении заболеваемости болезнями органов пищеварения наиболее высокий уровень был отмечен в Абайском районе, в динамике отмечено снижение на 36%. В динамике наибольший рост заболеваемости болезнями органов пищеварения отмечен в Бескарагайском районе (1,4 раза). Средняя многолетняя заболеваемость по всем изучаемым регионам снизилась на 24,6%.

Выявлена прямая значительной степени корреляционная связь между потреблением мяса крупнорогатого скота к уровню заболеваемости болезнями КМС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стамбеков С.Ж., Петухов В.А. <i>Радиобиология</i>. Павлодар: Типография Сытина; 2011.</li> <li>2. Sebezshko O.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S. etc. Comparative assessment of radioactive strontium and cesium</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>contents in the feedstuffs and dairy products of western Siberia. <i>Indian Journal of Ecology</i>. 2017; 44(3): 662–666.</li> <li>3. Рихванов Л.П. <i>Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиэкологии</i>. Томск: STI; 2009.</li> </ol> |
|--|---|

#### REFERENCES

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stambekov S.Zh., Petukhov V.L. <i>Radiobiology</i>. Pavlodar: Tipografiya Sytina; 2011 (in Russian).</li> <li>2. Sebezshko O.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S. etc. Comparative assessment of radioactive strontium and cesium</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>contents in the feedstuffs and dairy products of western Siberia. <i>Indian Journal of Ecology</i>. 2017; 44(3): 662–666.</li> <li>3. Rikhvanov L.P. <i>Radioactive elements in the environment and problems of radioecology</i>. Tomsk: STI; 2009 (in Russian).</li> </ol> |
|---|--|