

Оригинальная статья / Original article
УДК 619:616-006.446:578.42(470.67):546.79
DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-136-145

Влияние радиоактивных изотопов ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb на объекты внешней среды и их взаимосвязь с лейкозом крупного рогатого скота в экосистемах Республики Дагестан

Аркиф Р. Мустафаев¹, Энвер А. Ивашев²

¹Лаборатория инфекционной патологии сельскохозяйственных животных, Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «ФАНЦ РД», Махачкала, Россия

²Отдел радиологии Республиканской ветеринарной лаборатории ГБУ РД, Махачкала, Россия

Контактное лицо

Аркиф Р. Мустафаев, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных, Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал «ФАНЦ РД»; 367000 Россия, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 88.
Тел. +7 988 630 86 97
Email mustafaev_arkif@mail.ru
ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5142-8360>

Формат цитирования

Мустафаев А.Р., Ивашев Э.А. Влияние радиоактивных изотопов ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb на объекты внешней среды и их взаимосвязь с лейкозом крупного рогатого скота в экосистемах Республики Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2021. Т.16, N 4. С. 136-145. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-136-145

Получена 20 января 2021 г.
Прошла рецензирование 8 мая 2021 г.
Принята 21 июня 2021 г.

Резюме

Цель. Провести исследования на содержание радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb и определить общую суммарную β -активность в объектах (пробах) внешней среды, а также исследовать влияние радиоактивных изотопов на распространение лейкоза крупного рогатого скота в Республике Дагестан.

Материалы и методы. Для проведения радиологических исследований были применены пробы (сенаж, трава естественная, силос, комбикорм, молоко и т.д.), полученные из различных пунктов (точек) Республики Дагестан. Методом исследования являлся радиохимический анализ с применением универсального спектрометрического комплекса «Гамма Плюс» и др. По лейкозу крупного рогатого скота были использованы отчетные данные Республиканской ветеринарной лаборатории, дополненные собственными лабораторными исследованиями с 1988 по 2008 гг. Исследования проводились общепризнанными методами по серологии и гематологии.

Результаты. После проведенных исследований было обнаружено высокое содержание радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs в объектах внешней среды в 1986-1987 гг., а также увеличилась активность нуклида ^{210}Pb в экосистеме республики в десятки раз по сравнению с 1985 г. Немаловажный показатель такой как общая суммарная β -активность в республике также возрос в период (с 1986-1988 гг.) после происшествия (аварии) на Чернобыльской атомной электростанции. В 1988 году нами было зафиксировано максимальное количество (32,2%) инфицированных животных вирусом лейкоза крупного рогатого скота, а также в последующие годы увеличивался процент гемо-больных голов в хозяйствах республики.

Выводы. Прослеживается причинно-следственная связь между активностью радионуклидов и снижением иммунного статуса животного, что, возможно, привело к увеличению распространения лейкоза крупного рогатого скота в республике.

Ключевые слова

Радионуклиды ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb , суммарная β -активность, изотопы, вирус лейкоза крупного рогатого скота, инфицированность, экосистема республики Дагестан.

Influence of radioactive isotopes ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb on environmental objects and their relationship with bovine leukemia in ecosystems of the Republic of Dagestan

Arkif R. Mustafayev¹ and Enver A. Ivashev²

¹Laboratory of infectious pathology of farm animals, Caspian zonal research veterinary Institute-branch of FGBNU "FANC RD", Makhachkala, Russia

²Department of radiology, Republican veterinary laboratory of GBU RD, Makhachkala, Russia

Principal contact

Arkif R. Mustafayev, Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Infectious Pathology of Farm Animals, Caspian Zonal Research Veterinary Institute – branch of the Federal Agrarian Centre of the Republic of Dagestan; 88 Dakhadaeva St, Makhachkala, Russia 367000.

Tel. +79886308697

Email mustafaev_arkif@mail.ru

ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5142-8360>

How to cite this article

Mustafayev A.R., Ivashev E.A. Influence of radioactive isotopes ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb on environmental objects and their relationship with bovine leukemia in ecosystems of the Republic of Dagestan. *South of Russia: ecology, development*. 2021, vol. 16, no. 4, pp. 136-145. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-136-145

Received 20 January 2021

Revised 8 May 2021

Accepted 21 June 2021

Abstract

Aim. To conduct studies on the content of radionuclides ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb and determine the total beta-activity in objects (samples) of the external environment, as well as to investigate the effect of radioactive isotopes on the spread of bovine leukemia in the Republic of Dagestan.

Materials and Methods. Samples (haylage, natural grass, silage, compound feed, milk, etc.) that were obtained from various locations of the Republic of Dagestan were used for radiological research. The method of research was radiochemical analysis using the universal spectrometric complex "Gamma Plus", etc. For bovine leukemia the principal material was the reporting data of the Republican Veterinary Laboratory, supplemented by our own research from 1988 to 2008. The research was carried out by generally recognized methods in serology and hematology.

Results. After the studies were conducted, a high content of radionuclides ^{90}Sr and ^{137}Cs was found in environmental objects from 1986-198, and the activity of nuclide ^{210}Pb in the ecosystem of the republic increased tenfold compared to 1985. An important indicator such as the total beta-activity in the republic also increased in the period (from 1986-1988) after the accident at the Chernobyl nuclear power station. In 1988, we recorded the maximum number (32.2%) of infected animals with the bovine leukemia virus and in subsequent years the percentage of hemo-diseased heads of cattle in the farms of the republic increased.

Conclusion. Thus, there is a causal relationship between the activity of radionuclides and the decrease in the immune status of animals, which may lead to the increase in the spread of bovine leukemia in the republic.

Key Words

Radionuclides ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb , total β -activity, isotopes, bovine leukemia virus, infection rate, ecosystem of the Republic of Dagestan.

ВВЕДЕНИЕ

По данным Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) самым серьезным случившимся техногенным происшествием на атомной электростанции (АЭС) с точки зрения тяжести последствий (7 уровень) признана авария на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) в 1986 году 20 века. После происшествия на ЧАЭС на определенной территории атмосфера была загрязнена радионуклидами (^{131}I , ^{137}Cs , ^{239}Pu , ^{103}Ru , ^{132}Te и др.), некоторые из которых в начале накапливались в приземном слое воздуха, а потом попадали в легкие животных и человека. В дальнейшем из атмосферы радионуклиды, такие как ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I , ^{239}Pu , ^{103}Ru и др. оседали как на почву, так и на растения. После поедания травостоя животными радионуклиды накапливаются в их организме, т.е. происходит круговорот радиоактивных веществ. В свою очередь, эти радиоактивные изотопы влияют на различные органы животных и человека, например: ^{131}I дает дозовую нагрузку на щитовидную железу, ^{90}Sr , ^{137}Cs являются химическими аналогами кальция и калия, которые также дают дозовую нагрузку в первом случае на костную ткань, а во втором на мышечную ткань организма. Наиболее радиочувствительными клетками в организме человека и животных являются те клетки, которые интенсивно делятся, например, клетки костного мозга, гонады, лимфатические железы, эпителии слизистой тонкого отдела кишечника, и особенно клетки иммунной системы – лимфоциты [1-4]. При лейкозе крупного рогатого скота поражаются (инфицируются) вирусом лейкоза крупного рогатого скота (ВЛКРС) клетки иммунной системы, а именно В-лимфоциты и в меньшей степени моноциты [5]. В меньшей степени действию радионуклидов подвержены высокодифференцированные клетки, такие как нервная, мышечная и костная ткань и т.д.

Республика Дагестан расположена в Прикаспийской низменности в южной части Российской Федерации, которая граничит с такими государствами на суше как Азербайджан и Грузия, а через Каспийское море – с Казахстаном, Туркменией и Ираном. Территория республики по природно-климатическим условиям делится на несколько зон (высокогорная, горная, предгорная и равнинная) с лесными массивами, альпийскими лугами, пастбищами и полями для посева пшеницы, риса, кукурузы и т.д. Погода в республике резко континентальная с температурой летом доходящей до + 40°C, а зимой снижается до – 15-20°C, в сопровождении с высокой влажностью, доходящей до 100%. Все перечисленные климатические условия благоприятно повлияли на отложения радионуклидов на объектах внешней среды после техногенной аварии ЧАЭС, особенно в горной части республики. Длительное воздействие радиоактивных веществ ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb и других изотопов, а также их накопление в органах человека, возможно, привело к увеличению онкологических заболеваний в республике. В предыдущие годы в республике было отмечено увеличение количества заболевших по лейкозу человек [6]. Немаловажной проблемой остается исследование о распространенности вируса лейкоза крупного рогатого

скота в республике т.к. данный вирус в стаде животных приводит от 5% до 15% к клинико-гематологической форме лейкоза крупного рогатого скота. Не до конца изучены причины перехода животного из стадии инфицированного вируса лейкоза крупного рогатого скота в стадию больного лейкозом крупного рогатого скота. Тем не менее, это связано с неблагоприятными условиями для организма животного (плохой корм, возраст, снижение иммунного статуса и т.д.), климатические условия (резкие перепады температуры, влажность и др.), а также не исключается влияние радиоактивных веществ, которые были выше упомянуты [7-9].

Общую суммарную дозу облучения животные получают как из внешнего источника (из почвы), так и из внутреннего (через растения, воду, воздух, кожные покровы), а человек получает еще и через продукцию животного происхождения (мясо, молоко, субпродукты). По данным СанПиН-2.3.2.1078-01 в продуктах питания человека в норме должны содержаться радионуклиды цезия и стронция (^{137}Cs , ^{90}Sr) в следующем количестве: в мясе ^{137}Cs – 160 Бк/кг, ^{90}Sr – 50 Бк/кг, в молоке ^{137}Cs – 100 Бк/кг, ^{90}Sr – 25 Бк/кг, в рыбе свежей или замороженной ^{137}Cs – 130 Бк/кг, ^{90}Sr – 100 Бк/кг, в кости животных ^{137}Cs – 160 Бк/кг, а ^{90}Sr – 200 Бк/кг и т.д. В контрольном уровне содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr в кормах и кормовых добавках не должно превышать цезия – 600 Бк/кг, а стронция – 100 Бк/кг [10].

В последние годы нами также было изучено распространение вируса лейкоза крупного рогатого скота в республике с учетом природно-климатических условий, в зависимости от статуса хозяйства, породы и вида животных. Основным источником распространения вируса лейкоза крупного рогатого скота в республике является инфицированное животное во всех стадиях заболевания лейкозом крупного рогатого скота [11-13].

В свете вышеизложенного, нами была поставлена цель работы: исследование радиоактивности нуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb и общую суммарную β -активность в объектах внешней среды, а также влияние изотопов на распространение лейкоза крупного рогатого скота в Республике Дагестан.

Исходя из цели, нами поставлены следующие задачи:

1. Провести ретроспективный анализ содержания радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs) в объектах внешней среды с 1985 г. по 1990 г. в республике.
2. Изучить радиоактивность свинца ^{210}Pb и суммарную β -активность в объектах внешней среды с 1986 г. по 1988 г. в республике.
3. Исследовать в пробах содержания (активности) радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs , а также суммарной бета активности за последние 3 года (с 2017 по 2019 гг.).
4. Провести ретроспективный анализ данных по эпизоотологии лейкоза крупного рогатого скота в республике с 1988 по 2008 гг.
5. Изучить общую динамику распространения ВЛКРС в республике в пост-период происшествия (техногенная авария) на ЧАЭС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная работа выполнена в форме ретроспективного анализа данных Республиканской ветеринарной лаборатории (РВЛ) с проведенными собственными исследованиями на содержание радиоактивных элементов в объектах (пробах) внешней среды в республике за прошедшие годы. Нами были проведены собственные серологические и гематологические исследования проб крови животных к вирусу лейкоза крупного рогатого скота в лаборатории инфекционной патологии сельскохозяйственных животных ПЗНИВИ – в филиале «ФАНЦ РД».

Основным материалом для исследования на содержание радиоактивных изотопов ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb , а также на определение общей суммарной β -активности оказались пробы (сено естественное, сено сеянное, сенаж, солома, трава естественная, трава сеянная, силос, комбикорм, молоко, мясо крупного рогатого скота (крс), кость крс, килька из Каспийского моря, картофель) по 1 кг, полученные из различных пунктов республики, которые располагаются в различных климатических зонах, территориально относящихся к г. Дербенту, г. Избербашу, г. Кизляру и г. Южному Сухуму.

В лаборатории радиологии РВЛ РД пробы были исследованы на содержание радиоактивных нуклидов методом радиохимического анализа, а также применялись приборы: УМФ-1500, радиометр ДП-100, универсальный спектрометрический комплекс УСК «Гамма Плюс», спектрометр УСК прогресс – 5.

Все исследования на наличие радиоактивных нуклидов в пробах были проведены согласно «Методическим указаниям по радиохимическим методам определения радиоактивности в объектах ветнадзора» (Москва – 1984), а в пробах мясного и молочного происхождения на содержание радионуклида ^{137}Cs – по «Методике определения цезия – 137 и цезия – 134 в молоке, мясе и субпродуктах радиохимическим методом» (Москва – 1987) [14;15].

Диагностические исследования на лейкоз крупного рогатого скота были проведены согласно «Методическим указаниям по диагностике лейкоза крупного рогатого скота» (Москва – 2000), а мониторинг распространения вируса лейкоза крупного рогатого скота по «Методическим рекомендациям по эпизоотологическому исследованию при лейкозе крупного рогатого скота» (2001) [16; 17].

Серологические исследования проб крови животных к вирусу лейкоза крупного рогатого скота проводились с применением реакции иммунодиффузии (РИД), а гематологические исследования с применением камеры Горяева.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате происшествия на ЧАЭС в 1986 году и вследствие цепной реакции осколочного деления тяжелых ядер ^{235}U или ^{239}Pu в атмосферу были выброшены радиоактивные вещества около 200 изотопов. Частью из них являются короткоживущие быстро распадающиеся изотопы ^{90}Mo (3 сут.), ^{132}Te (3,3 сут.), ^{131}I (8 сут.) и т.д., а многие являются долгоживущими радионуклидами ^{90}Sr , ^{137}Cs с периодами полураспада около 30 лет [1; 18]. Так, нами были исследованы радиохимическим методом пробы (сено естественное, сено сеянное, сенаж, солома, трава естественная, трава сеянная, силос, комбикорм,

молоко, мясо крупного рогатого скота (крс), кость (крс) на содержание радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs , полученные в определенных пунктах республики. В таблице 1, 2 приводятся данные по загрязнению радиоактивными изотопами в объектах внешней среды природными и техногенными нуклидами до и после происшествия (взрыва) ЧАЭС с 1985-1990 гг. В течение шести лет картина загрязнения территории республики радиоактивными веществами менялась по-разному. Так, в 1985 году содержание стронция ^{90}Sr в исследуемых объектах варьировалось от 2,7±0,5 пКи/кг,л в молоке до 672±146,6 пКи/кг,л в кости крупного рогатого скота, а в остальных пробах этот показатель не превышал 67,8±10,6 пКи/кг,л. В 1986 году содержание ^{90}Sr в исследуемых объектах резко возросло, высокая активность данного изотопа отмечена практически во всех исследуемых пробах. Так, в молоке увеличение составило – 2,5 раза (7,2±1,2 пКи/кг,л), в мясе крупного рогатого скота увеличилось содержание ^{90}Sr по сравнению с 1985 г. более чем в 10 раз и составило – 703±174 пКи/кг,л, также высокая активность отмечена и в других объектах среды: кость крупного рогатого скота – 718±158, Сено сеянное – 586,7±70 пКи/кг,л, Трава сеянная – 643,5±149 пКи/кг,л, Солома – 320,5±80 пКи/кг,л и т.д. Высокое содержание ^{90}Sr выявлено в пробах в 1987 году, особенно в кости крупного рогатого скота – 1226±79 пКи/кг,л, в соломе 211,0±40,5 пКи/кг,л, а также и в других исследованных объектах внешней среды. В последующие годы (с 1988 по 1990 гг.) эти показатели находились на среднем уровне, кроме кости крупного рогатого скота, где выявлено высокая активности стронция, а именно в 1989 г. – 1325,7±335,6 пКи/кг,л. Возможно, это связано круговоротом радиоактивного вещества ^{90}Sr , которое попало в начале почву, а затем перешло в растения, далее по цепочке накапливалось в костях животных.

Изучая содержание радиоактивного цезия ^{137}Cs в объектах внешней среды, нами было отмечено увеличение данного радионуклида в 1986 и в 1987 гг. по сравнению с 1985 годом. В 1985 году максимальный показатель радиоактивности ^{137}Cs в пробах составлял 27,3±2,2 пКи/кг,л (сено сеянное), а наименьшая активность выявлена в молоке 3,3±1,09 пКи/кг,л. В среднем по всем исследованным пробам, радиоактивность ^{137}Cs была на уровне 10,9±3,1 пКи/кг,л. Однако, после происшествия ЧАЭС в 1986 году показатели радиоактивности цезия ^{137}Cs в объектах (пробах) исследования резко возросли по всей территории Дагестана. Высокий уровень радиоактивного ^{137}Cs выявлен по всем показателям. Так, содержание данного вещества по сравнению с 1985 годом возросло в несколько сотен раз практически во всех объектах (пробах) исследования и составило: сено естественное – 8801±6000 пКи/кг,л, сено сеянное – 7829±3260 пКи/кг,л, трава естественная – 3920±2080 пКи/кг,л, и т.д. Высокий уровень содержания ^{137}Cs отмечен в молоке – 130,7±37,5 пКи/кг,л, в мясе крупного рогатого скота – 837±301 пКи/кг,л, а также в костях крупного рогатого скота – 180,9±26,6 пКи/кг,л. В 1987 году высокий уровень радиоактивности ^{137}Cs наблюдался во всех исследованных пробах. Особенно возросло содержание изотопа ^{137}Cs в молоке – 158±33 пКи/кг,л, в костях крупного рогатого скота – 633±137 пКи/кг,л, в силосе – 758±326 пКи/кг,л, в комбикормах – 1134±306 пКи/кг,л, а по остальным

показателям незначительно снизилось. С 1988 г. по 1990 г. ситуация по радиоактивности цезия ^{137}Cs в объектах (пробах) исследования изменилась. Так, содержания цезия ^{137}Cs резко снизилось, но тем не менее по сравнению с 1985 годом уровень активности

данного изотопа был высоким в десятки раз, особенно по молоку – $27,1 \pm 18,3$ пКи/кг,л (в 1988 г.), $6,9 \pm 0,6$ пКи/кг,л (1990 г.); в мясе крупного рогатого скота – $170,5 \pm 49,5$ пКи/кг,л (в 1989 г.); в кости крупного рогатого скота – $112,8 \pm 12,3$ пКи/кг,л (1990 г.) и т.д.

Таблица 1. Показатели содержания (активности) радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs в экосистемах (биогеоценозах) республики с 1985 по 1987 гг.

Table 1. Indicators of the content (activity) of radionuclides ^{90}Sr , ^{137}Cs in ecosystems (biogeocenoses) of the republic from 1985 to 1987

Объекты исследования Research objects	Содержание ^{90}Sr пКи/кг/л Content of ^{90}Sr pKi/kg/l			Содержание ^{137}Cs пКи/кг/л Content of ^{137}Cs pKi/kg/l		
	1985	1986	1987	1985	1986	1987
Сено естеств. / Natural hay	$67,8 \pm 10,6$	$48,1 \pm 17$	$178,6 \pm 48,3$	$11,7 \pm 2,2$	8801 ± 6000	2881 ± 434
Сено сеянное / Sown hay	$54,9 \pm 5,42$	$586,7 \pm 70$	$140,5 \pm 27,5$	$27,3 \pm 2,2$	7829 ± 3260	2920 ± 856
Сенаж / Haylage	$39,4 \pm 7,7$	$38,0 \pm 9,5$	$132,3 \pm 31,3$	$11,2 \pm 3,5$	2649 ± 1037	778 ± 182
Солома / Straw	$42,2 \pm 2,3$	$320,5 \pm 80$	$211,0 \pm 40,5$	$10,6 \pm 2,9$	3868 ± 568	1322 ± 300
Трава естеств. / Natural Grass	$44,6 \pm 10,7$	$38,2 \pm 71$	$94,5 \pm 16,5$	$7,18 \pm 3,8$	3920 ± 2080	1139 ± 343
Трава сеянная / Sown grass	$37,9 \pm 5,8$	$643,5 \pm 149$	$68,0 \pm 13,7$	$6,4 \pm 2,0$	7114 ± 2108	453 ± 71
Силос / Silo	$42,6 \pm 12,0$	$26,4 \pm 13,2$	$51,2 \pm 23,5$	$25,6 \pm 7,09$	$15,3 \pm 25,2$	758 ± 326
Комбикор / Compound feed	$32,5 \pm 6,8$	$54,2 \pm 16,5$	$51,8 \pm 13,6$	$7,9 \pm 1,7$	$495,8 \pm 94$	1134 ± 306
Молоко / Milk	$2,7 \pm 0,5$	$7,2 \pm 1,2$	$3,9 \pm 0,8$	$3,3 \pm 1,09$	$130,7 \pm 37,5$	158 ± 33
Мясо крс / Cattle meat	$13,3 \pm 4,3$	703 ± 174	$25,8 \pm 7,8$	$10,9 \pm 2,3$	837 ± 301	$253 \pm 59,2$
Кость крс / Cattle bone	$672 \pm 146,6$	718 ± 158	1226 ± 79	$8,9 \pm 1,9$	$180,9 \pm 26,6$	633 ± 137

Таблица 2. Показатели содержания (активности) радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs в экосистемах (биогеоценоза) республики с 1988 по 1990 гг.

Table 2. Indicators of the content (activity) of radionuclides ^{90}Sr , ^{137}Cs in ecosystems (biogeocenoses) of the republic from 1988 to 1990

Объекты исследования Research objects	Содержание ^{90}Sr пКи/кг/л Content of ^{90}Sr pKi/kg/l			Содержание ^{137}Cs пКи/кг/л Content of ^{137}Cs pKi/kg/l		
	1988	1989	1990	1988	1989	1990
Сено естеств. Natural hay	$60,6 \pm 18,1$	$53,8 \pm 31,2$	$126,2 \pm 23,1$	$101,3 \pm 26,5$	$31,1 \pm 13,1$	$128,4 \pm 35,6$
Сено сеянное Sown hay	$57,1 \pm 15,1$	$102,3 \pm 75,3$	$172,8 \pm 42,7$	$364,2 \pm 283,1$	$158,3 \pm 59,1$	$114,6 \pm 31,6$
Сенаж Haylage	$57,3 \pm 24,2$	$58,5 \pm 25,7$	$104,9 \pm 11,9$	$170,1 \pm 139,3$	$35,6 \pm 11,4$	$172,1 \pm 18,9$
Солома Straw	$64,0 \pm 21,4$	$104,3 \pm 66,7$	$118,9 \pm 18,9$	$217,5 \pm 124,1$	$33,2 \pm 12,0$	$159,7 \pm 22,6$
Трава естеств. Natural grass	$57,7 \pm 19,6$	$92,9 \pm 48,2$	$92,4 \pm 11,8$	$535,0 \pm 169,4$	$56,5 \pm 38,1$	$77,6 \pm 9,4$
Трава сеянная Sown grass	$55,9 \pm 16,3$	$23,5 \pm 19,7$	$73,0 \pm 13,2$	$160,8 \pm 66,8$	$13,0 \pm 3,7$	$83,2 \pm 12,4$
Силос Silo	–	–	–	–	–	–
Комбикорм Compound feed	$46,0 \pm 28,0$	$44,8 \pm 33,3$	$45,2 \pm 5,7$	$84,5 \pm 64,2$	$25,5 \pm 23,4$	$85,3 \pm 10,1$
Молоко Milk	$5,9 \pm 4,3$	$3,6 \pm 1,2$	$6,1 \pm 0,6$	$27,1 \pm 18,3$	$4,8 \pm 3,0$	$6,9 \pm 0,6$
Мясо крс Cattle meat	$18,7 \pm 17,1$	$9,5 \pm 4,4$	$9,2 \pm 1,1$	$154,8 \pm 182,5$	$170,5 \pm 49,5$	$99,3 \pm 10,4$
Кость крс Cattle bone	$1003,1 \pm 459,5$	$1325,7 \pm 335,6$	$1135,7 \pm 29,4$	$43,4 \pm 30,1$	$76,5 \pm 50,4$	$112,8 \pm 12,3$

Как видно из таблиц 1 и 2, высокий уровень радиоактивности изотопов ^{90}Sr , ^{137}Cs приходится именно на 1986-1987 гг., когда радиационный фон в республике изменился вследствие техногенного происхождения (взрыва) на ЧАЭС.

В исследованиях радионуклидов и радиационного фона в экосистеме (биогеоценозе) в республике остается немаловажным изучение суммарной бета активности и содержания радиоактивного вещества

свинца ^{210}Pb в объектах (пробах) внешней среды. В 1985 году показатели содержания радиоактивного ^{210}Pb в объектах внешней среды колебались в пределах от $1,0 \pm 0,8$ пКи/кг,л (в мясе крупного рогатого скота), $4,4 \pm 2,8$ пКи/кг,л (в комбикормах) и т.д., до $41,3 \pm 5,3$ пКи/кг,л (в сене сеянном), $42,1 \pm 21,3$ пКи/кг,л (в костях крупного рогатого скота), а с 1986 по 1988 гг., эти показатели увеличились в несколько раз. Особенно высоко возросло содержание радионуклида ^{210}Pb в

пробах растительного покрова земли, а именно в сене сеянном – $147,4 \pm 38,1$ пКи/кг,л (в 1986 г.), $87,3 \pm 18,3$ пКи/кг,л (в 1987 г.), в сенаже – $92,7 \pm 9,7$ пКи/кг,л (в 1986 г.), $69,5 \pm 27,0$ пКи/кг,л (в 1987 г.). Содержание этого изотопа увеличилось и в других исследованных пробах. В тоже время наблюдалось повышение радиоактивности ^{210}Pb в пробах животного происхождения, а именно: в кости крупного рогатого скота – $136,0 \pm 19$ пКи/кг,л (в 1986 г.), $110,0 \pm 21,0$ пКи/кг,л (в 1987 г.), $129,1 \pm 53,3$ пКи/кг,л (в 1988 г.), в мясе крупного рогатого скота – $6,9 \pm 1,3$ пКи/кг,л (в 1986 г.), $4,4 \pm 1,7$ пКи/кг,л (в

1987 г.). В таблице 3 также приведена общая суммарная β -активность в объектах внешней среды, находящихся в экосистеме республики. Так, по нашим данным в различных объектах (пробах) внешней среды суммарная β -активность варьировалась по годам. Высокий уровень β -активности выявлен в соломе – $18,8 \pm 2,6$ нКи/кг,л (в 1986 г.), в костях крупного рогатого скота – $24,6 \pm 2,3$ нКи/кг,л (в 1987 г.) и в сене сеянном – $20,6 \pm 4,8$ нКи/кг,л, а в среднем общие показатели были выше по сравнению с предыдущими годами (табл. 3).

Таблица 3. Показатели содержания (активности) радионуклида ^{210}Pb и суммарной β -активности в экосистеме (биогеоценоза) республики с 1986 по 1988 гг.

Table 3. Indicators of the content (activity) of radionuclide ^{210}Pb and total beta activity in the ecosystem (biogeocenosis) of the republic from 1986 to 1988

Объекты исследования Research objects	Содержание ^{210}Pb пКи/кг/л Content of ^{210}Pb pKi/kg /l			Суммарная β -активность пКи/кг/л Total β -activity pKi/kg /l		
	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.
Сено естеств. / Natural hay	$41,2 \pm 18,1$	$106,2 \pm 15,0$	$107,0 \pm 17,5$	$14,5 \pm 6,6$	$17,3 \pm 2,8$	$12,5 \pm 4,1$
Сено сеянное / Sown hay	$147,4 \pm 38,1$	$87,3 \pm 18,3$	$47,5 \pm 14,5$	–	$17,2 \pm 2,9$	$20,6 \pm 4,8$
Сенаж / Haylage	$92,7 \pm 9,7$	$69,5 \pm 27,0$	$54,5 \pm 43,5$	$7,5 \pm 1,3$	$7,6 \pm 2,2$	$12,8 \pm 5,7$
Солома / Straw	$71,3 \pm 19,6$	$52,3 \pm 8,2$	$56,6 \pm 19,4$	$18,8 \pm 2,6$	$12,1 \pm 1,1$	$16,9 \pm 4,0$
Трава естеств. / Natural Grass	$54,4 \pm 14,7$	$54,6 \pm 9,3$	$50,2 \pm 13,2$	$8,2 \pm 2,6$	–	$14,1 \pm 4,8$
Трава сеянная / Sown grass	$62,1 \pm 11,7$	$52,7 \pm 8,4$	$58,8 \pm 12,2$	–	$6,9 \pm 0,7$	$12,6 \pm 4,9$
Силос / Silo	$24,2 \pm 2,6$	$79,7 \pm 32,5$	–	$5,6 \pm 4,0$	–	–
Комбикор / Compound feed	$14,2 \pm 3,4$	$14,4 \pm 2,9$	$10,2 \pm 5,1$	$3,1 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	$7,7 \pm 5,1$
Молоко / Milk	$3,9 \pm 1,2$	$3,9 \pm 1,1$	$1,4 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,7$
Мясо крс / Cattle meat	$6,9 \pm 1,3$	$4,4 \pm 1,7$	$3,0 \pm 2,2$	$2,1 \pm 0,3$	$3,4 \pm 2,6$	$2,4 \pm 1,0$
Кость крс / Cattle bone	$136,0 \pm 19$	$110,0 \pm 21,0$	$129,1 \pm 53,3$	–	$24,6 \pm 2,3$	$14,6 \pm 5,1$

За последние годы (2017–2019 гг.) активность радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs объектах (пробах) внешней среды в республике находилась на уровне в 1990 года. Однако наблюдается накопление радиоактивных веществ в пробах животного происхождения, а именно стронция ^{90}Sr в молоке. Так, высокий уровень отмечен в 2017 г. ($8,1 \pm 0,6$ пКи/кг,л), в 2018 г. ($6,3 \pm 0,5$ пКи/кг,л), костях крупного рогатого скота – $1156 \pm 67,0$ пКи/кг,л (в 2017 г.), $1141 \pm 44,6$ пКи/кг,л (в 2018 г.) и чуть в меньшей степени обнаружена в 2019 году ($981 \pm 36,3$ пКи/кг,л) в кильке (Каспийского моря) в 2017 г. ($28,4 \pm 4,96$ пКи/кг,л). В пробах растительного происхождения максимальное содержания ^{90}Sr было выявлено в сене естественном в 2018 г. ($186,3 \pm 20,8$ пКи/кг,л), чуть меньше в 2017 г. ($185,5 \pm 21,9$ пКи/кг,л), а в остальных объектах (пробах) внешней среды активность составила в среднем – $70,5 \pm 15,9$ пКи/кг,л с колебаниями от $8,0 \pm 1,7$ пКи/кг,л в комбикормах в 2018 г. до $141,5 \pm 12,8$ пКи/кг,л в сене сеянном в 2017 г.

За эти годы (с 2017 по 2019 гг.) выявлена радиоактивность ^{137}Cs в пробах растительного происхождения. Так, больше всего выявлено в 2017 г. в сене естественном – $148,5 \pm 16,7$ пКи/кг,л, в соломе – $106,7 \pm 12,4$ пКи/кг,л, в 2018 г. $103,1 \pm 11,7$ пКи/кг,л, а в пробах животного происхождения больше всего активность ^{137}Cs максимально отмечена в кильке (Каспийского моря) в 2017 г. ($47,7 \pm 9,3$ пКи/кг,л). Исходя из таблицы 4 можно увидеть, что общая суммарная β -активность в 2019 году пошел на спад практически во

всех исследованных объектах в экосистеме республики по сравнению с предыдущими годами. Возможно, это связано с тем, что частично произошел распад основных радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs в объектах внешней среды или пошел на снижение активность этих веществ по истечении определенного времени (более 30 лет) после техногенной аварии ЧАЭС.

Лейкоз крупного рогатого скота имеет широкое распространение во всех природно-климатических зонах республики, особенно на равнинной ее плоскости [12]. Как видно из таблицы 5, в проведенных диагностических исследованиях по лейкозу крупного рогатого скота, высокий процент инфицированности вирусом лейкоза крупного рогатого скота отмечен с 1988 по 1993 годы, за это время увеличилось число гематологически больных животных. В 1988 году процент инфицированности ВЛКРС был наибольшим и составил 32,2% (2977), а в 1989 г. 21,3% (6783), в 1990 г. 19,8% (3678), в 1991 г. 23,3% (2006), в 1992 г. 13,2% (1161), а в 1993 г. 23,0% (1186). В тоже время, процент гемо-больных животных в республике колебался в пределах от 2,0% (в 1993 г.) до 13,2% (в 1991 г.), а в 1988 г. этот показатель составил 9,4%. В среднем процент инфицированности вирусом лейкоза крупного рогатого скота в республике с 1988 по 2008 гг. составил – 14,9%, а гемо-больных выявлено всего – 9,5%. Методом серологии в РИД была подвергнута 163961 проба крови крупного рогатого скота, а по гематологии исследовано 28801 голов.

Таблица 4. Показатели содержания (активности) радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs , а также суммарной бета активности в экосистемах (биогеоценоза) республики с 2017 по 2019 гг.
Table 4. Indicators of the content (activity) of radionuclides ^{90}Sr , ^{137}Cs , as well as the total beta activity in the ecosystems (biogeocenosis) of the republic from 2017 to 2019

Объекты исследования Research objects	Содержание ^{90}Sr пКи/кг/л Content of ^{90}Sr pKi/kg/l		Содержание ^{137}Cs пКи/кг/л Content of ^{137}Cs pKi/kg/l		Суммарная β -активность нКи/кг/л Total β -activity nKi/kg/l	
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Сено естеств. Natural hay	185,5±21,9	186,3±20,8	121,1±11,7	148,5±16,7	91,2±7,0	82,9±8,0
Сено сеянное Sown hay	141,5±12,8	140,2±13,0	106,8±12,6	101,1±8,8	103,2±8,5	61,5±8,0
Сенаж / Haylage	99,7±11,7	56,1±6,8	59,2±6,1	71,1±20,7	28,1±2,8	34,4±4,0
Солома / Straw	114,2±10,5	117,4±11,3	78,7±7,6	106,7±12,4	103,1±11,7	42,5±7,0
Трава естественная Natural grass	76,9±9,2	55,9±10,9	62,1±7,8	69,6±8,6	36,9±6,4	42,7±6,2
Трава сеянная Sown grass	46,0±8,2	35,3±2,9	35,6±4,1	33,5±5,9	30,3±4,1	42,2±3,7
Рыба (килька) Каспийского моря Fish (sprats) from Caspian Sea	28,4±4,9	12,9±1,1	6,0±0,7	47,7±9,3	26,8±3,4	41,6±4,0
Картофель / Potatoes	9,2±1,1	8,0±1,7	9,0±1,2	14,2±1,7	12,9±1,9	14,2±1,9
Комбикорм Compound feed	–	32,3±4,1	33,4±3,1	–	30,1±3,3	36,7±3,7
Молоко / Milk	8,1±0,6	6,3±0,5	5,3±0,3	8,5±0,7	6,0±0,4	5,2±0,4
Мясо крс / Cattle meat	7,9±1,0	6,1±0,8	–	15,2±1,5	18,3±1,9	18,4±2,2
Кость крс / Cattle bone	1156±67,0	1141±44,6	981±36,3	–	–	–

Таблица 5. Результаты серологических и гематологических исследований на лейкоз крупного рогатого скота в хозяйствах республики Дагестан с 1988 по 2008 гг.**Table 5.** Results of serological and hematological studies on bovine leukemia in farms of the Republic of Dagestan from 1988 to 2008

Годы Years	Исследовано серологическим методом Investigated by serological method			Исследовано гематологическим методом Investigated by hematological method		
	Всего голов Total goals	(+) в РИД (+) in RID	% инфицированности скота % of livestock infection rate	Пробы крови Blood samples	Выявлен высокий персистентный лейкоцитоз High persistent leukocytosis detected	%
1988	9248	2977	32,2	9451	888	9,4
1989	31823	6783	21,3	9127	1031	11,3
1990	18592	3678	19,8	4657	512	11,0
1991	8613	2006	23,3	1277	168	13,2
1992	8777	1161	13,2	755	26	3,4
1993	5157	1186	23,0	1039	21	2,0
1994	11413	1538	13,5	401	16	4,0
1995	9575	1219	12,7	733	8	1,1
1996	6773	979	14,5	145	—	0
1997	6041	462	7,6	18	—	0
1998	5162	384	7,4	128	—	0
1999	4112	151	3,7	72	—	0
2000	2553	48	1,9	511	—	0
2001	2300	68	3,0	49	—	0
2002	2610	197	7,5	60	13	21,7
2003	2133	23	1,1	20	—	0
2004	3287	60	1,8	72	—	0
2005	3127	758	24,2	286	53	18,5
2006	2658	335	12,6	—	—	—
2007	—	—	—	—	—	—
2008	20007	581	2,9	—	—	—
Всего / Total	163961	24594	14,9	28801	2736	9,5

Как видно из таблицы, исследования проводились выборочно и не в полной мере отражают общую ситуацию по лейкозу на данный период времени (с 1988 по 2008 гг.). Тем не менее, высокий уровень гемобольных и инфицированных вирусом лейкоза крупного рогатого скота животных отмечен и в 2005 г. (24,2%), в 1996 г. (14,5%) и т.д.

Для сравнительного аспекта мы сопоставили данные по радиоактивности ^{90}Sr , ^{137}Cs в республике до техногенной аварии на ЧАЭС (в 1985 г.) и после происшествия (в 1986 г.) с уровнем распространения вируса лейкоза крупного рогатого скота с 1988 годом. Полученные результаты нами отображены на рисунке 1.

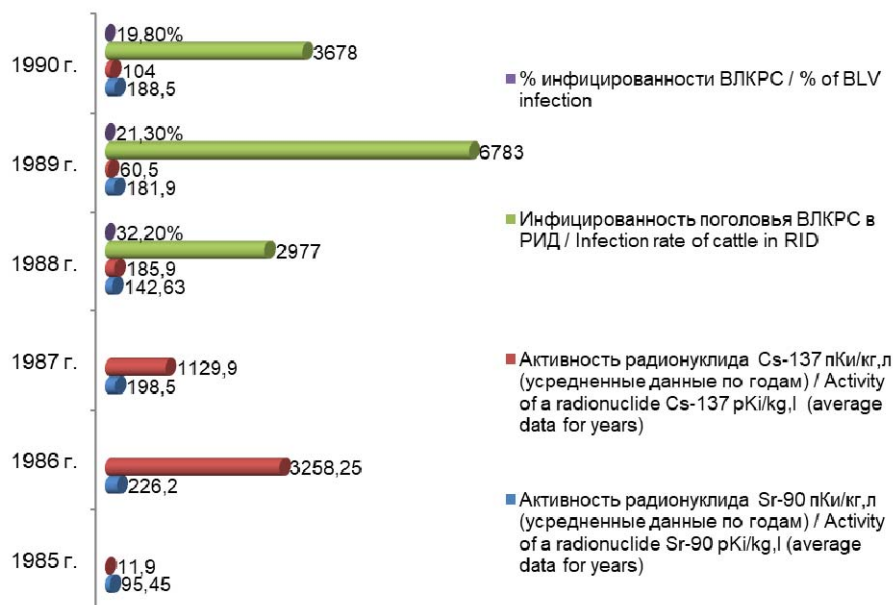


Рисунок 1. Графическое изображение повышенной активности радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs по годам, а также колебание инфицированности вирусом лейкоза крупного рогатого скота (ВЛКРС) в республике

Figure 1. Graphic representation of increased activity of ^{90}Sr and ^{137}Cs radionuclides by years, as well as fluctuation of bovine leukemia virus (BLV) infection in the republic

Из рисунка 1 видно, что содержание радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs в объектах (пробах) внешней среды в республике резко возросло в 1986 и 1987 гг., а в 1988 году уровень радиоактивности снизился. Возможно, влияние радиоизотопов (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{131}I и др.) стало причиной снижения иммунного статуса животных, что могло дать толчок к большему распространению вируса лейкоза крупного рогатого скота и увеличению количества гемо-больных среди крупного рогатого скота в последующие годы.

ВЫВОДЫ

В свете вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Высокий уровень радиоактивности изотопов ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb в республике выявлен в исследованных объектах (пробах) после происшествия на ЧАЭС с 1986 и 1987 гг.
2. При кругообороте радионуклидов в экосистеме (биогеоценозе) республики, в начале радиоактивные вещества аккумулировались в почве, а затем через корневую систему попадали в растения и по цепочке переходили и накапливались в организме животных.
3. Сопоставление статистических данных по лейкозу крупного рогатого скота и содержание радиоактивных изотопов в объектах внешней среды в республике выявили причинно-следственную связь с увеличением содержанием радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb и др.) в биогеоценозе в 1986–1987 гг. и высоким процентом (32,2%) распространения ВЛКРС среди животных в 1988 году.
4. По сравнению с 1985 годом суммарная β -активность радионуклидов в объектах внешней среды резко возросла, особенно в пробах животного происхождения.

Таким образом, активность радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb и др.) в объектах внешней среды после происшествия на ЧАЭС в 1986 г. превышала предельно допустимые нормы, что повлияло на экологическую ситуацию в республике.

БИБЛИГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. Москва: Дрофа, 2005. 367 с.
2. Михайловская Л.Н., Гусева В.П., Рукавишников О.В., Михайловская З.Б. Техногенные радионуклиды в почвах и растениях наземных экосистем в зоне воздействия атомных предприятий // Экология. 2020. N2. С. 110-118. DOI: 10.31857/S0367059720020092
3. Фокин А.Д., Торшин С.П., Бебнева Ю.М., Гаджагаева Р.А., Толдыкина Л.А. Роль растений в пространственной дифференциации состояния ^{137}Cs и ^{90}Sr на агрегатном уровне // Почвоведение. 2016. N4. С. 448-458. DOI: 10.7868/S0032180X16020039
4. Крячюнас В.В., Кузнецова И.А., Котова Е.И., Игловский С.А., Мироненко К.А., Суханов С.Г. Содержание и особенности распределения естественных и техногенных радионуклидов в почвах малого арктического города // Экология человека. 2020. N 5. С. 11-20. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-5-11-20
5. Gillet N., Florins A., Boxus M. Mechanisms of leukemogenesis induced by bovine leukemia virus: prospects for novel anti-retroviral therapies in human // Retrovirology. 2007. V. 4. N18. P. 1-3.

6. Мустафаев А.Р., Салихов Ю.С. К вопросу о распространении лейкоза крупного рогатого скота и злокачественных новообразований человека в республике Дагестан // Горное сельское хозяйство. 2019. N3. С. 149-153. DOI: 10.25691/GSH.2019.3.031
7. Мирзоев Э.Б., Кобялко В.О., Исамов Н.Н., Губина О.А., Фролова Н.А. Клинико-гематологические показатели и общее состояние крыс, получавших гексацианоферрат (II), калия железа (III) в качестве сорбента радионуклидов // Сельскохозяйственная биология. 2015. N2. С. 237-244. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.2.237rus
8. Mirsky M.L., Olmstead C.A., Da Y., Lewin H.A. The prevalence of proviral bovine leukemia virus in peripheral blood mononuclear cells at two subclinical stages of infection // J. Virol. 1996. V. 70. Iss. 4. P. 2178-2183. DOI: 10.1128/JVI.70.4.2178-2183.1996
9. Мустафаев А.Р., Гулюкин М. И., Гайдарбекова Х.М. Анализ эпизоотической обстановки вируса лейкоза крупного рогатого скота в республике Дагестан // Ветеринария и кормление. 2017. N5. С. 25-27.
10. Данные по СанПиН-2.3.2.1078-01. URL: <https://files.stroyinf.ru/> (дата обращения: 25.12.2020)
11. Мустафаев А.Р., Джамбулатов З.М., Гаджиев Б.М. Изменение степени распространения лейкоза крупного рогатого скота за последние годы в республике Дагестан // Проблемы развития АПК региона. 2020. N3(43). С. 144-149. DOI: 10.15217/issn2079-0996.2020.3.144
12. Мустафаев А.Р., Гулюкин М.И., Салихов Ю.С. Мониторинг по распространению вируса лейкоза крупного рогатого скота в республике Дагестан за 2018 год // Ветеринария и кормление. 2019. N4. С. 18-21. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-4-5
13. Мустафаев А.Р. Сравнительный анализ распространения лейкоза крупного рогатого скота в республике Дагестан // Ветеринарный врач. 2019. N2. С. 25-29. DOI: 10.33632/1998-698X.2019-2-25-30
14. Михайлов Ю.Я. Инструктивно-методические указания по радиохимическим методам определения радиоактивности в объектах ветнадзора. М.: ВИАВ им. Я.Р. Коваленко, 1984. 48 с.
15. Михайлов Ю.Я. Методика определения цезия – 137 и цезия – 134 в молоке, мясе и субпродуктах радиохимическим методом. М.: ВИАВ им. Я.Р. Коваленко, 1987. 30 с.
16. Гулюкин М.И., Симонян Г.А., Замараева Н.В. Методические указания по диагностике лейкоза крупного рогатого скота. М.: ВНИИЭВ, 2000. 22 с.
17. Гулюкин М.И., Смирнов П.Н., Разумовская В.В. Методические рекомендации по эпизоотологическому исследованию при лейкозе крупного рогатого скота. М.: РАСХН. Отд. вет. медицины, 2001. 28 с.
18. Лукина Л.И., Моисеев Д.В., Фролова М.А. Радиоэкологический мониторинг радиационного состояния почв черноморской зоны отчуждения // Электрические установки и технологии. 2016. N1. С. 88-92.

REFERENCES

1. Fokin A.D., Lurie A.A., Torshin S.P. *Sel'skokhozyaistvennaya radiologiya* [Agricultural radiology]. Moscow, Drofa Publ., 2005, 367 p. (In Russian)
2. Mikhailovskaya L.N., Guseva V.P., Rukavishnikova O.V., Mikhailovskaya Z.B. Technogenic radionuclides in soils and plants of terrestrial ecosystems in the zone of impact of

- nuclear enterprises. *Ecology*, 2020, no. 2, pp. 110-118. (In Russian) DOI: 10.31857/S0367059720020092
3. Fokin A.D., Torshin S.P., Bebnova Yu.M., Gadzhiagaeva R.A., Taldykina L.A. The role of plants in the spatial differentiation of the ^{137}Cs and ^{90}Sr state at the aggregate level. *Eurasian Soil Science*, 2016, no. 4, pp. 448-458. (In Russian) DOI: 10.7868/S0032180X16020039
 4. Kryauchinas V.V., Kuznetsova I.A., Kotova E.I., Iglovsky S.A., Mironenko K.A., Sukhanov S.G. Natural and technogenic radionuclide in soils in a small Russian arctic town. *Human ecology*, 2020, no. 5, pp. 11-20. (In Russian) DOI: 10.33396/1728-0869-2020-5-11-20
 5. Gillet N., Florins A., Boxus M. Mechanisms of leukemogenesis induced by bovine leukemia virus: prospects for novel anti-retroviral therapies in human. *Retrovirology*. 2007, vol. 4, no.18, pp. 1-3.
 6. Mustafaev A.R., Salikhov Yu.S. To the question of the spread of the leucosis of cattle and human malignant neoplasm in the Republic of Dagestan. *Mountain agriculture*, 2019, no. 3, pp. 149-153. (In Russian) DOI: 10.25691/GSH. 2019.3.031
 7. Mirzoev E.B., Kobayko V.O., Isamov N.N., Gubina O.A., Frolova N.A. The influence of hexacyanoferrate (II) potassium ferric (III) as a radionuclide sorbent fed at different doses on clinical, hematological and physiological parameters in rats. *Agricultural Biology*, 2015, no. 2, pp. 237-244. (In Russian) DOI: 10.15389/agrobiology.2015.2.237rus
 8. Mirsky M.L., Olmstead C.A., Da Y., Lewin H.A. The prevalence of proviral bovine leukemia virus in peripheral blood mononuclear cells at two subclinical stages of infection. *J. Virol.*, 1996, vol. 70, iss. 4, pp. 2178-2183. DOI: 10.1128/JVI.70.4.2178-2183.1996
 9. Mustafayev A.R., Gulyukin M.I., Gaydarbekova H.M. The analysis of an epizootic situation of a virus of a leukosis of cattle in the Republic of Dagestan. *Veterinariya i kormlenie* [Veterinary science and feeding]. 2017, no. 5, pp. 25-27. (In Russian)
 10. *Dannye po SanPiN-2.3.2.1078-01* [Data on SanPiN-2.3.2.1078-01]. Available at: <https://files.stroyinf.ru/> (accessed 25.12.2020)
 11. Mustafaev A.R., Dzhambulatov Z.M., Gadzhiev B.M. Changes in the degree of spread of bovine leukemia in recent years in the Republic of Dagestan. *Problems of development of the agro-industrial complex of the region*, 2020, no. 3(43), pp. 144-149. (In Russian) DOI: 10.15217/issn 2079-0996.2020.3.144
 12. Mustafayev A.R., Gulyukin M.I., Salikhov Yu.S. Monitoring of the spread of the bovine leukemia virus in the republic of Dagestan in 2018. *Veterinary science and feeding*, 2019, no. 4, pp. 18-20. (In Russian) DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-4-5
 13. Mustafayev A.R. Comparative analysis of the spread of bovine leukemia in the Republic of Dagestan. *Veterinarian*, 2019, no. 2, pp. 25-29. (In Russian) DOI: 10.33632/1998-698X.2019-2-25-30
 14. Mikhailov Yu.Ya. *Instruktivno-metodicheskie ukazaniya po radiokhimicheskim metodam opredeleniya radioaktivnosti v ob"ektakh vetnadzora* [Instructive and methodical instructions on radiochemical methods for determining radioactivity in the objects of veterinary supervision]. Moscow, I.R. Kovalenko RES Publ., 1984, 48 p. (In Russian)
 15. Mikhailov Yu.Ya. *Metodika opredeleniya tseziya – 137 i tseziya – 134 v moloche, myase i subproduktakh radiokhimicheskim metodom* [Method of determination of caesium-137 and caesium-134 in milk, meat and offal by radiochemical method]. Moscow, I.R. Kovalenko RES Publ., 1987, 30 p. (In Russian)
 16. Gulyukin M.I., Simonyan G.A., Zamaraeva N.V. *Metodicheskie ukazaniya po diagnostike leikoza krupnogo rogatogo skota* [Methodical instructions on diagnosis of a leukosis of cattle]. Moscow, VNIIEF Publ., 2000, 22 p. (In Russian)
 17. Gulyukin M.I., Smirnov P.N., Razumovskaya V.V. *Metodicheskie rekomendatsii po epizootologicheskomu issledovaniyu pri leikoze krupnogo rogatogo skota* [Methodical recommendations about an epizootologicheskoy research at a leukosis of cattle]. Moscow, Russian Academy of Agrarian Publ., 2001, 28 p. (In Russian)
 18. Lukina L.I., Moiseev D.V., Frolova M.A. Radioecological monitoring of the radiation state of soils of the Chernobyl exclusion zone. *Elektricheskie ustanovki i tekhnologii* [Electrical installations and technologies]. 2016, no. 1, pp. 88-92. (In Russian)

КРИТЕРИЯ АВТОРСТВА

Аркиф Р. Мустафеев внес вклад в проведение исследований проб крови животных методами серологии и гематологии на лейкоз крупного рогатого скота, а также подготовил и оформил статью.
Энвер А. Ивашев проводил исследования в лаборатории радиологии РВЛ РД с применением метода радиохимического анализа на содержание радиоактивных элементов в исследуемых пробах. Оба автора в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Arkif R. Mustafayev contributed to the research of animal blood samples by serology and hematology methods for bovine leukemia, and also prepared the article. Enver A. Ivashev conducted research in the laboratory of radiology of the RT RVL using the method of radiochemical analysis for the content of radioactive elements in research samples. Both authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Аркиф Р. Мустафеев / Arkif R. Mustafayev <http://orcid.org/0000-0002-5142-8360>

Энвер А. Ивашев / Enver A. Ivashev <https://orcid.org/0000-0002-8146-5533>