

УДК 619: 614.876:636.2

ВЫВЕДЕНИЕ ^{137}Cs И ^{40}K ИЗ ОРГАНИЗМА КОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ КОРМОВЫХ РАЦИОНОВ

С. Ю. Быкова,

кандидат ветеринарных наук, доцент

Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова

В результате крупнейшей техногенной катастрофы на Чернобыльской АЭС произошло радиоактивное загрязнение значимых площадей во многих агроэкосистемах Беларуси. Радиоактивные элементы из кормов поступают в организм коров, где они накапливаются, а затем выводятся через желудочно-кишечный тракт, легкие, почки, кожу и молочные железы.

Проведены исследования по уточнению путей элиминации радионуклидов из организма сельскохозяйственных животных через мочу, фекалии, молоко. Выявлена зависимость выведения ^{137}Cs от типа рациона.

Работа проводилась в Могилевской области, в хозяйствах с различным радиэкологическим статусом на поголовье коров общественного и частного сектора.

Ключевые слова: экология, чернобыль, цезий-137, калий-40, организм, коровы, корма, поступление, выведение, молоко, моча.

Введение

Биологическая роль макро- и микроэлементов для жизнедеятельности человека и животных неоспорима. Калий – важнейший биогенный элемент, причем не только для животных и человека, но и всего растительного мира. О значимости калия для организма человека можно судить по рекомендуемой суточной дозе. Она составляет от 600 до 1700 мг для детей и от 1800 до 5000 мг для взрослых. Биологическая роль цезия пока мало изучена, однако этот элемент постоянно находят в организме, хотя и не считают его биотическим [1, с 58–62]. В то же время радиоактивные изотопы этих металлов: цезий-137 и калий-40 являются основными компонентами загрязнения биосферы.

Цезий-137 принадлежит к бета- и гамма излучателям, очень летуч, по причине чего и происходит загрязнение им обширных площадей в результате чрезвычайных ситуаций. Он относится к группе основных дозообразующих радионуклидов [2, с. 73]. Активность поверхностного слоя почвы (1-2 Ки/км²) часто обуславливает К-40. Из почвы К-40, как и цезий-137 поступают в растения, а затем с кормом в организм животного [2, с. 19].

Развитие современного общества сопряжено с расширением производства энергии, в том числе технологий, использующих радиоактивное сырье. Только на территории Республике Беларусь более 1000 достаточно крупных радиаци-

онных объектов, которые необходимы для развития социально-экономической сферы [3, с. 3]. При безаварийной работе и эксплуатации в нормальном режиме этих объектов (включая атомные электростанции) облучение персонала и населения ниже допустимых, регламентированных НРБ-76/87 [4, с. 16].

В результате крупнейшей (после Уиндескейла в 1957 г.) техногенной катастрофы в истории атомной энергетики – взрыве 4 атомного энергоблока Чернобыльской АЭС произошло радиоактивное загрязнение значимых площадей, что повлияло на экологическую ситуацию во многих агроэкосистемах Беларуси. Значение загрязнения радиоактивными элементами земель сельскохозяйственного пользования в высокой вероятности поступления их в растениеводческую продукцию, затем в организм продуктивных животных. В случае загрязнения кормовых угодий радиоактивными продуктами, основной путь их поступления в организм коров – алиментарный. В кишечнике ^{137}Cs и К-40, как и стронций, фосфор, йод, активно всасываются и разносятся по всему организму, депонируясь в различных органах.

Распределение цезия-137 в организме относится к диффузному типу, то есть равномерно по всем органам и системам, аналогичное распределение и у калия (К), натрия (N), азота (N) и других [5, с. 173].

Радиоактивные вещества, попадая в организм позвоночных животных, не только накапливаются, но и выводятся через желудочно-кишечный тракт, легкие, почки, кожу и молочные железы. Причем из мягких тканей радионуклиды удаляются легче, чем из костной ткани. Так ^{137}Cs на 45% выводится из них уже через 3 суток, а через 46 дней на 55% [6, с. 125].

Исследования, позволяющие уточнить пути поступления, а также степень элиминации радионуклидов из организма сельскохозяйственных животных через биологические жидкости, представляют интерес и являются актуальными для районов, подвергшихся загрязнению.

Основная часть

Целью данной работы являлось установление зависимости поступления и выделения цезия-137 и К-40 из организма коров частного и общественного секторов.

В задачи исследования входили экспериментальные исследования по определению радионуклидов в основных компонентах пищевой цепи (вода, сено, болтушка), а также наличие цезия-137 в моче, фекалиях, молоке коров, в продуктах молочного производства (творог), мышечной ткани и печени убитых животных.

Работа проводилась в хозяйствах Могилевской области, имевших различный радиоэкологический статус (деревня Селец, Быховского района и деревня Новоселки, Могилевского района). Молоко и молочные продукты частного и общественного секторов деревни Новоселки, Могилевского района никогда не имели отклонений по стандарту в отношении радионуклидов. На его территории отсутствуют пастбища и сенокосные угодья, не предназначенные для выпаса или кошения трав на корм скоту вследствие повышенного содержания радионуклидов.

Сельскохозяйственные угодья д. Селец, напротив, частично были запрещены как для выпаса, так для кошения трав на сено, частично использовались с ограничениями. Так, например, из 37 кормовых угодий – 19 были непригодными либо по агрономическому, либо по радиационному факторам. Отбор проб проводили в соответствии с “Методикой отбора проб для измерения активности спектрометрическим методом”.

Измерения удельной активности цезия-137 и калия-40 проводили спектрометрическим методом на приборе гамма-бета спектрометре МКС-АТ 1315 по методике МВИ. МН 1181-2007.

Были взяты 22 пробы молока и сено владельцев частных коров, 15 проб – молока общественного сектора, 4 пробы творога, 20 проб мяса (мышечная ткань и печень), сено частных подворий. Объем проб составлял 1 литр в отношении молока и биологических жидкостей и 1 килограмм твердой или сухой сельскохозяйственной продукции. Транспортировка проб производилась в стеклянной или пластиковой посуде. Согласно “Методике отбора проб для измерения активности спектрометрическим методом” хранение проб допускается не более трех дней после отбора, при температуре не выше +4°C, однако для наших исследований случаев хранения проб не было, их доставляли и исследовали в течение 3–4 часов.

Проведенные исследования показали, что содержание ^{137}Cs в сене, как частного, так и общественного сектора в 2-2,5 раза выше (рис. 1), чем его содержание в сельскохозяйственных продуктах. Это обусловлено коэффициентом перехода радионуклидов из почвы в растения, а далее из растительных кормов в органы сельскохозяйственных животных.

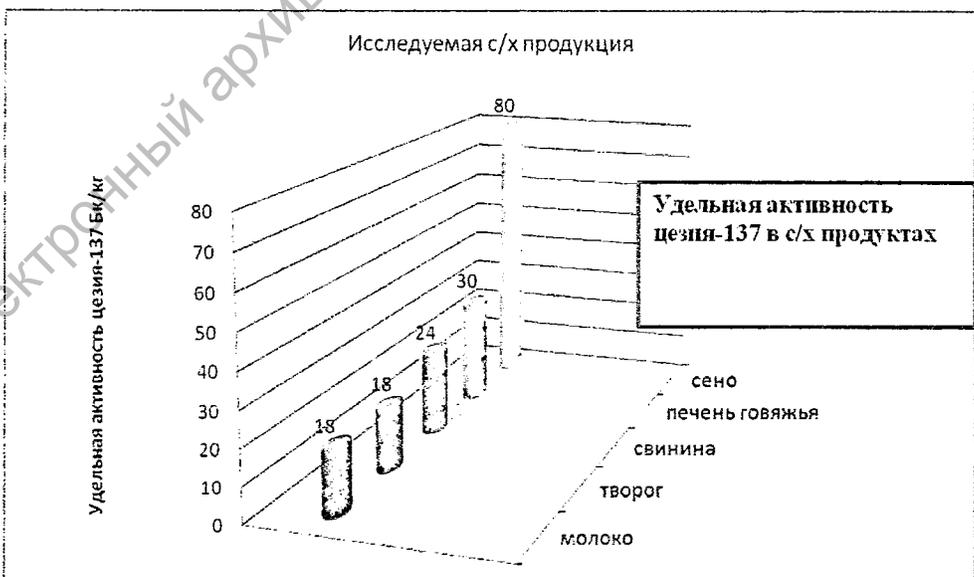


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма, отражающая удельную активность цезия-137 в сене и продуктах животноводства Быховского района в д. Селец

Полученные данные по радиоактивным элементам не превышали допустимые уровни их содержания в основных видах кормов и конечной продукции. Кроме того, в рационе коров сено составляло лишь 30% от общего кормового рациона.

Анализ молока из частного сектора 22 различных дворов (рис. 2) показал, что 88% представленных проб имели практически одинаковые показатели по содержанию цезия-137, лишь первые три и последняя пробы отличаются.

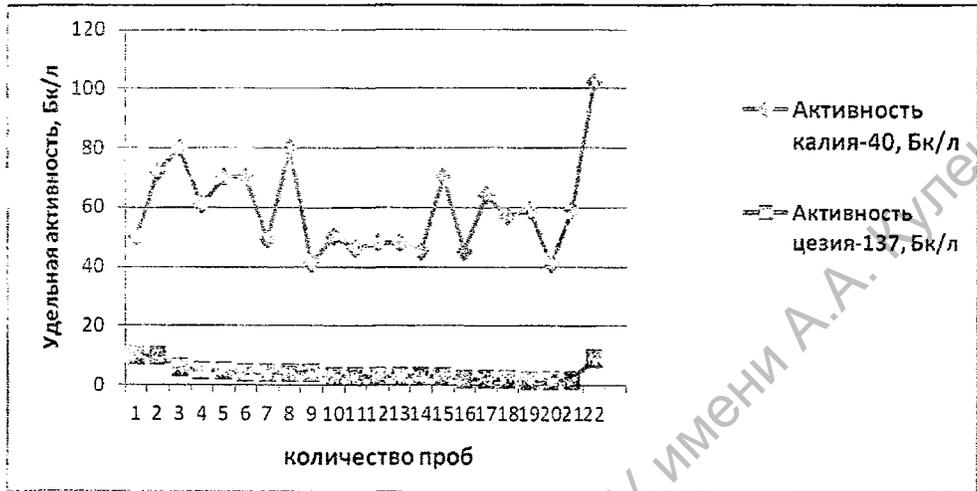


Рисунок 2 – Удельная активность цезия-137, калия-40 в пробах молока частного сектора Быховского района н.п. “Селец”

Содержание ^{40}K имеет значительный разброс в показателях, причем в пробах не обнаружено какой-либо зависимости между содержанием цезия-137 и калия-40, кроме последней, 22 пробы (рис. 2), где видна прямая зависимость между радиоцезием и радиокалием. Нужно отметить, что физико-химические свойства ^{137}Cs близки к ^{40}K , и калий является химическим аналогом цезия. Превышения ПДУ РБ по цезию-137 и калию-40 не обнаружено. На диаграммах (рис. 3, 4) показатели содержания радионуклидов в пробах общественного и частного поголовья коррелируют. Однако абсолютные значения имеют отличия.

Так содержание цезия в сене частных подворий на 45% выше, чем в сене для коров общественного стада, но содержание ^{137}Cs ниже в молоке частного хозяина.

Согласно литературным данным основные пути выведения цезия-137 через мочевыделительный тракт. Однако в наших исследованиях получены несколько другие результаты.

Количество выделяемого с фекалиями цезия-137 преобладало над таковым в моче. Удельная активность ^{137}Cs в фекалиях коров общественного сектора составляла 16,99 Бк/кг, а частного сектора 14,72 Бк/кг, по сравнению с удельной активностью ^{137}Cs в моче 12,17 Бк/л и 11,22 Бк/л соответственно обществу и частному поголовью. Такие результаты вполне объяснимы. Дело в

том, что содержание ^{137}Cs в кормовых компонентах было выше в сене и соломе, то есть грубых кормах, в которых высока доля неперевариваемой клетчатки. Она в виде неперевариваемых остатков выводится через желудочно-кишечный тракт, в то время как жидкостные компоненты: вода, болтушка, выводятся с мочой. Следовательно, путь выведения радионуклидов цезия в данном случае определялся типом кормления.

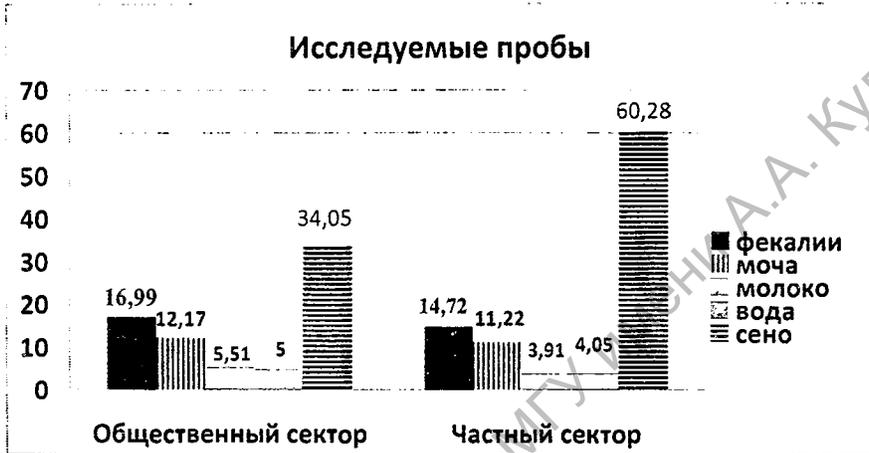


Рисунок 3 – Удельная активность цезия-137 (Бк/л, Бк/кг) в сельскохозяйственной продукции, биологических жидкостях, кормах Могилевского района н.п. “Новоселки”. хотя превышения ПДН не обнаружено ни в том, ни в другом случае

Относительно радионуклидов калия-40 из рисунка 4 видно, что основные пути выведения его – мочевыделительный тракт, причем у частника, при концентратном кормлении интенсивность выше.

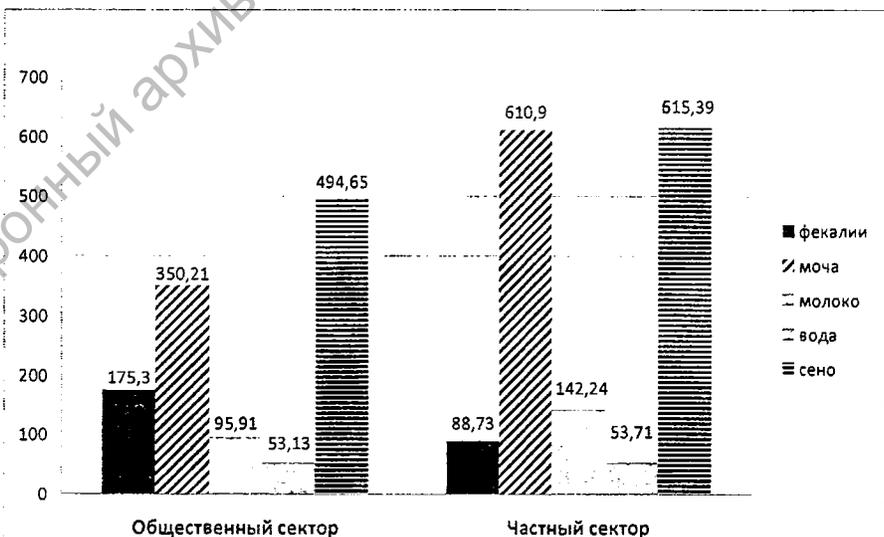


Рисунок 4 – Удельная активность калия-40 в сельскохозяйственной продукции, биологических жидкостях, кормах Могилевского района н.п. “Новоселки”

Удельная активность ^{40}K в моче коров общественного сектора составляла 350,21 Бк/л, а частного сектора 610,9 Бк/л, по сравнению с удельной активностью в фекалиях 175,3 Бк/кг и 88,73 Бк/кг соответственно общественному и частному поголовью. В молоке частника радиоактивного калия-40 было 142,24 Бк/л, а в молоке общественного стада 95,91 Бк/л.

Мы не ставили своей целью выявлять в сельскохозяйственной продукции и продуктах жизнедеятельности коров повышенное содержание цезия-137 (или других радионуклидов). Однако выявили, что радиоактивный калий, поступивший с грубыми кормами, выводится в основном с мочой (80%), фекалиями (15%), молоком (5%).

Заключение

Таким образом, на основании проделанной работы можно сделать следующие **выводы**:

– Основной путь выведения ^{137}Cs из организма коров, где преобладал рацион с грубыми кормами, является желудочно-кишечный тракт (фекалии).

– Содержание цезия-137 в молоке исследуемых проб не превышал республиканского допустимого уровня, и не зависел от его содержания в сене.

– ^{40}K , поступивший с грубыми кормами, выводится в основном с мочой (80%), с фекалиями (15%), молоком (5%).

Для обеспечения населения Республики Беларусь продуктами животного происхождения, в которых содержание радионуклидов ниже допустимого уровня в Республике придерживаются стратегии уменьшения загрязненности продуктов животноводства. Данная стратегия предусматривает:

а) получение чистых кормов, что обеспечивается предупреждением попадания радионуклидов в растения с обогащением почвы фосфорными и калийными удобрениями. Такой технологический прием позволяет уменьшить вдвое переход радионуклидов в растения. Это обусловлено тем, что в процессе перехода некоторых радионуклидов из почвы в растения, их изотопы, близкие по своим химическим свойствам к стабильным элементам, усваиваются растениями хуже. Сложнее дело обстоит с загрязнением кормовых угодий через надземную поверхность растений. В этом случае цезий-137, будучи подвижным элементом, быстро оказывается во всех частях растений;

б) технологию откорма крупного рогатого скота;

в) переработку молока на продукты, лишенные молочной сыворотки, что резко уменьшает содержание цезия-137 и его соединений вследствие свойств переходить в водную фазу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коваленко, Л. И. Радиометрический ветеринарно-санитарный контроль кормов, животных и продуктов животноводства / Л. И. Коваленко. – Киев : Ураджай, 1987. – 192 с.
2. Радиационная медицина : учебное пособие / А. Н. Стожаров, Л. А. Квиткевич, А. Р. Аветисов [и др.] ; под общ. ред. А. Н. Стожарова. – 2 изд., перераб. и доп. – Минск : БГМУ, 2002. – 143 с.

3. Радиационная безопасность : пособие для студентов гуманитар. фак. / В. И. Дунай [и др.]. – Минск : БГУ, 2011. – 63 с.
4. **Василенко, И. Я.** Токсикология продуктов ядерного деления / И. Я. Василенко. – Москва : Медицина, 1999. – 200 с.
5. **Маврищев, В. В.** Радиоэкология и радиационная безопасность: пособие для студентов вузов / В. В. Маврищев, А. Э. Высоцкий, Н. Г. Соловьева. – Минск : ТетраСистемс, 2010. – 208 с.
6. **Макаревич, Т. А.** Радиоэкология : пособие / Т. А. Макаревич. – Минск : БГУ, 2013. – 136 с.

Поступила в редакцию 05.2016 г.

Контакты: S_bukova@mail.ru (Быкова Светлана Юрьевна)

Bykova S. Y. ^{137}Cs AND ^{40}K EXCRETION IN COWS WITH DIFFERENT FEED ALLOWANCE.

As a result of the largest technogenic catastrophe at the Chernobyl power plant radioactive contamination has affected significant acreage in many agro-ecosystems of Belarus. Radioactive elements in food penetrate the body of cows, where they accumulate, and then excrete through the gastrointestinal tract, lungs, kidneys, skin and mammary glands. The research on the elimination of radionuclides from the body of farm animals through urine, feces, milk has been carried out. The dependence of ^{137}Cs excretion on the type of diet has been revealed. The research has been done in the Mogilev region, at the farms with different radioecological status of public and private sector.

Key words: ecology, Chernobyl, cesium-137, potassium-40, organism, cows, feed, accumulation, excretion, milk, urine.