

11.

4. Поверинова, Е. М. Применение концентратных смесей со жмыхами масличных культур при откорме бычков черно-пестрой породы / Е. М. Поверинова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2013. - № 5. - С. 17-27.

5. Цай, В. П. Скармливание комбикормов со жмыхами льна масличного и долгунца и влияние их на рубцовое пищеварение / В. П. Цай, Ж. А. Истрианина // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2020. - Т. 55, ч. 2. - С. 164-173.

6. Горлов, И. Ф. Интенсификация производства говядины: монография / И. Ф. Горлов. – Волгоград, 2007. - 365 с.

7. Новые антистрессовые препараты при выращивании и откорме бычков на мясо / И. Горлов, И. Осадченко, В. Ранделина, И. Бушуева, М. Сложенкина и др. // Молочное и мясное скотоводство. - 2008. - № 5. - С. 11-12.

8. Гайко, А. А. Мясная продуктивность крупного рогатого скота и качество говядины / А. А. Гайко. – Минск : Урожай, 1971. - 207 с.

9. Кормовые добавки из вторичных продуктов переработки сахарной свеклы в кормлении крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, С. И. Кононенко, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб, Е. О. Гливанский, В. Н. Куртина ; РУП « Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2018. – 124 с.

10. «ИПАН» – кормовая добавка биологически активных веществ, ее безвредность и влияние на качество мяса бычков / В. П. Цай, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, И. А. Петрова, Т. Л. Сапсалева // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва : зб. наук. праць. – Біла Церква, 2014. - № 2 (112). - С. 17-21.

11. Продуктивность и качество мяса бычков при разных нормах энергии в рационах / В. И. Передня, А. И. Пунько, В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, В. П. Цай, Г. В. Бесараб, О. Ф. Ганушенко, В. Н. Куртина // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 110-летию со дня рожд. Акад. М.Е. Мацегуро. – Минск, 2018. - С. 139-143.

12. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, исправл. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.

Поступила 2.03.2021 г.

УДК 636.1.084.414:[577.34+614.771]

И. В. ЯНОЧКИН¹, В.Ф.РАДЧИКОВ²

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

*¹Полесский государственный радиационно-экологический
заповедник, г. Хойники, Республика Беларусь*

*²Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Представлены данные исследований, целью которых было изучить коэффициенты перехода ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr из почвы в кормовые культуры (зеленая масса и зерна овса, кукурузы), возделываемые на полях, расположенных в экспериментально-хозяйственной зоне заповедника (ПГРЭЗ), и дать заключение использования кормовых культур (зеленая масса,

зерна овса, и кукурузы) в рационах лошадей. Установлено, что изучаемые кормовые культуры на полях экспериментально хозяйственной зоны заповедника ППРЭЗ с плотностью загрязнения почв по ^{137}Cs 15-25 кк/км² (555 кБк/м²-925 кБк/м²) и ^{90}Sr от 1,0 до 2 кк/км² (37-74 кБк/м²) могут использоваться в рационах лошадей без ограничений, как по содержанию ^{137}Cs , так и по ^{90}Sr .

Ключевые слова: кормовые культуры, плотность загрязнения, коэффициенты перехода, ^{137}Cs и ^{90}Sr .

I. V. YANOCHKIN¹, V.F.RADCHIKOV²

CULTIVATION OF FEED CROPS IN THE TERRITORY OF RADIOACTIVE POLLUTION

¹ *Polesye State Radiation and Ecological Reserve, Khoiniki, Republic of Belarus*

² *Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The data of studies are presented with the purpose to study the coefficients of transition of ^{137}Cs and ^{90}Sr from soil to feed crops (green mass, grains of oats and corn), cultivated in the fields located in the experimental economic zone of the reserve (PGREZ), and to give conclusion of using feed crops (green mass, grains of oats and corn) in diets for horses. It has been determined that the studied feed crops in the fields of the experimental economic zone of PGREZ reserve with ^{137}Cs soil contamination density of 15-25 кк/км² (555 кБк/м²-925 кБк/м²) and ^{90}Sr contamination from 1.0 to 2 кк/км² (37- 74 кБк/м²) can be used in diets for horses with no restrictions, both in terms of ^{137}Cs and ^{90}Sr level.

Keywords: feed crops, pollution density, transition coefficients, ^{137}Cs and ^{90}Sr

Введение. За последние тридцать лет радиационная обстановка на землях входящих в экспериментально-хозяйственную зону Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, значительно улучшилось. Произошел распад короткоживущих радиоизотопов. Концентрация долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве снизилась в пределах 40% вследствие естественного распада радионуклидов. В настоящее время преобладающая часть ^{137}Cs и ^{90}Sr выпавших на почву, находится в ее верхних слоях, а миграция этих радионуклидов вглубь происходит очень медленно. Средняя скорость такой миграции составляет 0,3-0,5 см/год, поэтому угрозы водоносным горизонтам практически нет. Скорость миграции ^{90}Sr несколько выше, чем ^{137}Cs . Темпы миграции увеличиваются с возрастанием степени увлажнения почв. На необрабатываемых землях основное количество ^{137}Cs (70-85% от его валового содержания) и ^{90}Sr (58-61%) сконцентрировано в верхней части 0 – 5 см корнеобитаемого слоя. В обрабатываемых дерново-подзолистых супесчаных почвах, экспериментально-хозяйственной зоны заповедника (ППРЭЗ), около 90% валового запаса ^{137}Cs и 75% ^{90}Sr находится в пахотном 0-25 см слое [1, 2, 3].

На территории экспериментально хозяйственной зоны заповедника (ПГРЭЗ), при выращивании племенных лошадей проблема обеспечения животных нормативно чистыми и высококачественными кормами стоит наиболее остро. Ежегодно здесь для заготовки кормов с овса и кукурузы используется до 62% пашни. Необходимо значительно увеличить производства кормов, отвечающих нормативным требованиям по содержанию ^{137}Cs и ^{90}Sr , а также обеспечить их дифференцированное использование животными в летне-пастбищный и зимне-стойловый периоды. Особое первостепенное внимание будет уделено повышению качества кормов, сбалансированности рационов молодняка лошадей, с учетом предельно допустимых уровней содержания в рационе ^{137}Cs и ^{90}Sr . Для этого необходимо поднять общий уровень кормления животных, оптимизировать рационы по энергии и протеину. На одну среднегодовую лошадь заготавливать не менее 34,3 ц. к. ед. [4, 5, 6].

В летне-пастбищный период использовать загонную систему выпаса лошадей на культурных пастбищах. Внедрить комплекс мероприятий, направленных на повышение сенокосно-пастбищных угодий позволяющих обеспечить продуктивность на уровне 40-50 ц к. ед. с 1 га, получать корма отвечающих нормативным требованиям по содержанию ^{137}Cs и ^{90}Sr [7, 8].

Экономическая оценка использованных кормов лошадьми показала, что себестоимость 1 ц. к. ед. зерновых в 3 раза выше, чем многолетних трав [2]. Поэтому повышение эффективности выращивания племенных лошадей, будет осуществляться за счет использования кормов из травостоев сенокосов и пастбищ. Наряду с увеличением производства и снижением себестоимости травянистых кормов, необходимо повысить их качество. Для этого потребуется техническое обновление парка кормозаготовительных машин и переход на прогрессивные технологии заготовки и хранения кормов [9, 10].

При улучшении сенокосно-пастбищных угодий на полях, расположенных в (ЭХЗ-ПГРЭЗ), будет предложена система применения известковых, калийных, фосфорных и органических удобрений. С учетом загрязнения кормовых угодий ^{137}Cs и ^{90}Sr в (ЭХЗ-ПГРЭЗ), будут предложены агротехнические приемы: система применения известковых, калийных, фосфорных и органических удобрений, обеспечивающих снижения ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостоях и при возделывании зерновых культур на пашне (овес, ячмень, тритикале).

Периодически проведением радиационного контроля содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr , в заготавливаемых кормах и системы производственного радиационного контроля прижизненного определение содержания ^{137}Cs в мышечной ткани лошадей, продаваемых крестьянско-фермерским хозяйствам [11, 12].

С учетом этого было поставлена цель изучить коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr из почвы в кормовые культуры (зеленая масса и зерна овса, кукурузы), возделываемые на полях расположенных в экспериментально-хозяйственной зоне заповедника (ПГРЭЗ). Дать заключение использования кормовых культур (зеленая масса, зерна овса, и кукурузы) в рационах лошадей.

Материал и методика исследований. Определялось содержание ^{137}Cs и ^{90}S в зеленой массе и зерне овса и кукурузы), возделываемых на полях экспериментально-хозяйственной зоны заповедника (ПГРЭЗ). Отбор зеленой массы и зерна овса и кукурузы, проводили согласно ГОСТ 27262 «Корма растительного происхождения». Плотность загрязнения почв при возделывании кормовых культур овса и кукурузы составляла по ^{137}Cs 15–25 Ки/км² (555 кБк/м² – 925 кБк/м²), по ^{90}Sr от 1,0 до 2 Ки/км² (37–74 кБк/км²). В августе месяца во время уборки зерновых, отбирали пробоотборником с буртов на зерноскладе, в разных точках, по 10 объединенные пробы с каждой культуры зерна овса и кукурузы. Масса объединенной пробы зерна овса и кукурузы составляла – 3 кг. На производственных посевах проведён отбор сопряжённых проб почвы и растений. Для отбора проб почвы (на участках с овсом и кукурузой) методом «конверта» выбраны пять площадок размером 5×5 м каждая. Почва с площадки отбиралась буром несколькими уколами и затем формировалась одна смешанная проба по площадке. Над местами уколов отбирались пробы растений таким образом, чтобы их вес составил не менее 3 кг. Перед проведением измерений пробы измельчались и перемешивались.

В лаборатории спектрометрии и радиохимии определяли содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в зеленой массе и зерне овса и кукурузы. Измерение проводили аппаратным способом на бета- и гамма-радиометре «Атомтех» МКС АТ13 –15 с погрешностью не более 30 % [4].

Данные обрабатывались методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения Excel 7.0. В процессе исследований использованы общенаучные методы и приемы (анализ, метод группировки, обобщения, сравнения).

Результаты эксперимента и их обсуждение. В 2018 году на производственных посевах на территории экспериментально-хозяйственной зоны заповедника (ПГРЭЗ), отобрано и проанализировано по 50 проб почвы, зеленой массы, зерна кукурузы и овса. Плотность загрязнения почв по ^{137}Cs варьировала от 15 до 25 ки/км² (555 кБк/м²-925 кБк/м²) и ^{90}Sr от 1,0 до 2 ки/км² (37-74 кБк/м²).

Рассчитаны коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr из почвы в растения кукурузы и овса для последующего прогноза уровней загрязнения

кормов, получаемых из этих культур и используемых в рационах лошадей. Для оценки коэффициентов перехода удельная активность культур была приведена на стандартную влажность (82% для зелёной массы, 15% для зерна). Вес проб зелёной массы при сушке в лаборатории уменьшился в среднем 3,7 раза, зерна кукурузы – в 1,5 раза, надземной части овса – в 2 раза. Оценка рисков проведена на основе анализа данных об уровнях загрязнения и погрешностях измерений содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в кормовых культурах кукурузы и овса и плотности загрязнения земель при возделывании данных культур в экспериментально-хозяйственной зоне заповедника (ПГРЭЗ).

Установлено, что содержание ^{137}Cs в зерне овса ниже установленного допустимого уровня 90 Бк/кг⁻¹ для зерновых культур, а содержание ^{90}Sr 11 Бк/кг⁻¹. Удельная активность ^{137}Cs в зерне кукурузы не превышало 90 Бк/кг⁻¹, содержание ^{90}Sr 11 Бк/кг⁻¹. В таблице 1 представлены коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в кормовые культуры.

Контрольный уровень по ^{137}Cs зерна на кормовые цели при Бк/кг⁻¹. Среднее значение коэффициента перехода ^{137}Cs из почвы в зелёную массу кукурузы составило $(0,057 \pm 0,021) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$, ^{90}Sr – $(1,17 \pm 0,63) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$. Среднее значение коэффициента перехода ^{137}Cs из почвы в зерно кукурузы составило $(0,052 \pm 0,016) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$

Переход ^{137}Cs в зелёную массу и зерно кукурузы соответствует справочным данным для дерново-подзолистых супесчаных почв с содержанием обменного калия 141÷200 мг·кг⁻¹ почвы (коэффициент перехода ^{137}Cs в зелёную массу и зерно кукурузы в рекомендациях - $0,057 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$). Переход ^{90}Sr в зелёную массу кукурузы соответствует дерново-подзолистым супесчаным почвам при уровне кислотности почвы, рН(КCl), равном 5,6÷6,0 (коэффициент перехода ^{90}Sr в зелёную массу кукурузы в рекомендациях - $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$).

В пробах зерна кукурузы установлено содержание ^{90}Sr 11Бк/кг. По данному значению оценён переход ^{90}Sr из почвы в зерно кукурузы - $(1,53 \pm 1,03) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$, который с учетом погрешностей оценки наших и справочных данных также совпадает с приведёнными для дерново-подзолистых супесчаных почв (коэффициент перехода ^{90}Sr в зерно кукурузы в рекомендациях - $(0,17 \div 0,64) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$). Низкий переход ^{137}Cs в зелёную массу и зерно овса объясняется обильным внесением минеральных удобрений и доломитовой муки.

Заключение. Возделываемые кормовые культуры (зеленая масса и зерна овса и кукурузы) на полях экспериментально хозяйственной зоны заповедника (ПГРЭЗ), с плотностью загрязнения почв по ^{137}Cs 15-25 ки/км² (555 кБк/м^2 - 925 кБк/м^2) и ^{90}Sr от 1,0 до 2 ки/км² (37 - 74 кБк/м^2), могут использоваться в рационах лошадей без ограничений, как по содержанию ^{137}Cs , так и по ^{90}Sr .

Таблица 1 - Коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr из почвы в кормовые культуры

| Культура | Удельное содержание в культуре | | | | Плотность загрязнения почвы | | | | Коэффициент перехода, | | | | Справочные значение k, | |
|------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|------------------------|--|
| | тура А, Бк·кг ⁻¹ | | тура С, Бк·кг ⁻² | | σ, Бк·м ⁻² | | Δσ _{Sr} | | ·10 ⁻³ м ² ·кг ⁻¹ | | ·10 ⁻³ м ² ·кг ⁻¹ | | к _{Sr} | |
| | ΔA _{Cs} | A _{Sr} | ΔA _{Sr} | σ _{Cs} | Δσ _{Cs} | σ _{Sr} | Δσ _{Sr} | k _{Cs} | Δk _{Cs} | k _{Sr} | Δk _{Sr} | k _{Cs} | k _{Sr} | |
| Зелёная масса кукурузы | 99 | 28 | 102 | 43 | 323 | 64 | 34 | 10 | 0,083 | 0,029 | 0,82 | 0,42 | | |
| | 58 | 19 | 138 | 52 | 393 | 79 | 37 | 12 | 0,040 | 0,015 | 1,01 | 0,50 | | |
| | 79 | 25 | 162 | 61 | 400 | 80 | 16 | 7 | 0,053 | 0,020 | 2,78 | 1,65 | | |
| | 76 | 24 | 180 | 60 | 271 | 54 | 50 | 13 | 0,076 | 0,028 | 0,97 | 0,42 | | |
| | 97 | 28 | 92 | 51 | 753 | 151 | 87 | 19 | 0,035 | 0,012 | 0,28 | 0,17 | | |
| | 31 | 7 | - | - | 323 | 64 | 34 | 10 | 0,064 | 0,019 | - | - | | |
| Зерно кукурузы | 22 | 6 | - | - | 393 | 79 | 37 | 12 | 0,037 | 0,013 | - | - | | |
| | 29 | 6 | 36 | 18 | 400 | 80 | 16 | 7 | 0,048 | 0,014 | 1,52 | 1,03 | | |
| | 35 | 8 | - | - | 271 | 54 | 50 | 13 | 0,086 | 0,026 | - | - | | |
| | 26 | 6 | - | - | 753 | 151 | 87 | 19 | 0,023 | 0,007 | - | - | | |
| | - | - | 95 | 42 | 407 | 81 | - | - | 0,000 | - | - | - | | |
| | 35 | 14 | 137 | 54 | 462 | 92 | - | - | 0,038 | 0,017 | - | - | | |
| Зелёная масса овса | 24 | 12 | 164 | 57 | 588 | 118 | 26 | 10 | 0,020 | 0,011 | 3,21 | 1,70 | | |
| | 25 | 8 | 209 | 52 | 411 | 82 | - | - | 0,030 | 0,011 | - | - | | |
| | 27 | 12 | 171 | 58 | 559 | 126 | 51 | 16 | 0,024 | 0,012 | 1,67 | 0,76 | | |
| | 13 | 5 | 86 | 38 | 588 | 118 | 26 | 10 | 0,015 | 0,006 | 2,24 | 1,34 | | |
| | 10 | 7 | 88 | 38 | 588 | 118 | 26 | 10 | 0,018 | 0,007 | 2,24 | 1,35 | | |
| | 12 | 8 | 85 | 38 | 588 | 118 | 26 | 10 | 0,019 | 0,006 | 2,24 | 1,36 | | |
| Зерно овса | 16 | 9 | 89 | 38 | 588 | 118 | 26 | 10 | 0,017 | 0,008 | 2,24 | 1,37 | | |
| | | | | | | | | | | | | 0,031±0,057 | 0,52±2,0 | |
| | | | | | | | | | | | | 0,026±0,057 | 0,17±0,64 | |
| | | | | | | | | | | | | 0,099±0,43 | 1,2±2,6 | |
| | | | | | | | | | | | | 0,032±0,22 | 1,0±1,4 | |

Литература

1. Богдевич, И. М. Контрмеры, направленные на снижение перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениеводческую продукцию / И. М. Богдевич, Ю. В. Пулянин, И. Д. Шмилевская // Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Жодино, 2000. – С. 53.
2. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 годы. – Минск : Институт радиологии, 2012. – 121 с.
3. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях загрязнения земель Республики Беларусь на 2012-2016 годы / Н. Н. Цыбулька [и др.]. – Минск, 2012. – 121 с.
4. Кормопроизводство : учебник для студентов высших учебных заведений по агрономических специальности / А. А. Шелотто [и др.]. – Минск, 2009. – 472 с.
5. Агеец, В. Ю. Рекомендации по оптимизации лугового кормопроизводства на естественных и улучшенных угодьях в условиях радиоактивного загрязнения / В. Ю. Агеец, А. Г. Подоляк, С. Ф. Тимофеев. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2008. – 45 с.
6. Аверин, В. С. Технология производства экологически чистой и конкурентно способной товарной конины, в условиях сельскохозяйственного предприятия, расположенного на загрязненной радионуклидами территории : технол. регламент / В. С. Аверин, А. А. Царенок, И. В. Яночкин. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2010. – 50 с.
7. Рекомендации по созданию и эффективному использованию сенокосов и пастбищ на загрязненных радионуклидами территории Могилевской области / В. Ю. Агеец, В. С. Аверин, В. В. Барашенка, Н. Н. Цыбулька. – Могилев, 2003. – 58 с.
8. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии, 2012. – 48 с.
9. Сельскохозяйственная радиэкология / под ред. Р. М. Алексахина, Н. А. Корнеева. – Москва : Экология, 1991. – 396 с.
10. Асташева Н.П., Романов Л.М., Костюк Д.М., Хомутинин Ю.В. Динамика накопления и выведения радионуклидов из организма сельскохозяйственных животных / Н. П. Асташова [и др.] // Проблемы сельскохозяйственной радиологии : сб. науч. тр. – Киев, 1991. – С. 160-170.
11. Поступление ^{90}Sr и ^{137}Cs глобального происхождения населению БССР в 1984-1985 гг. / Р. М. Бархударов [и др.] // Актуальные вопросы радиационной гигиены : тез. докл. Всесоюз. конф., Обнинск 15-16 октября 1987 г. – Москва, 1987. – С. 31-32.
12. Комар, С. Радиоактивные вещества в организме сельскохозяйственных животных – поступление и метаболизм / С. Комар // Радиоактивность и пища человека. – Москва : Атомиздат, 1971. – С. 100.
13. Корнеев, Н. А. Миграция ^{90}Sr и ^{137}Cs по цепи почва – корм – крупный рогатый скот / Н. А. Корнеев, А. Н. Сироткин // Докл. ВАСХНИЛ. – 1982. - № 4. – С. 26-28.

Поступила 16.03.2021 г.