

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ УЛУЧШЕНИИ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЙМЕННЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ В ОТДАЛЁННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Смольский Е.В., доцент, к. с.-х. н.

ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет

E-mail: sev_84@mail.ru

Аннотация. Исследовали эффективность применения агротехнических приемов в комплексе с агрохимическими мероприятиями для получения зеленых кормов соответствующих ветеринарным требованиям по удельной активности в них ^{137}Cs . Проведен расчет миграции ^{137}Cs по пищевой цепи (из кормов в продукцию животноводства – молоко, мясо). Применение минерального удобрения при соотношении N:K равного 1:1,5 независимо от фона обработки почвы позволяет снизить удельную активность ^{137}Cs в продукции животноводства и внутреннюю дозу облучения человека до уровней соответствующих нормативу радиационной безопасности.

Ключевые слова: способы обработки почвы, минеральные удобрения, ^{137}Cs , зеленая масса, молоко, мясо, доза внутреннего облучения.

Существенным источником разнообразных кормов для сельскохозяйственных животных служат естественные кормовые угодья, обладающие большим биоразнообразием и различной степенью естественного плодородия и продуктивности. В России более 2/3 площадей естественных кормовых угодий относятся к категории низкопродуктивных. В результате глобальной катастрофы на Чернобыльской АЭС только в Брянской области более 491 тыс. га кормовых угодий подверглось радиоактивному загрязнению, значительная часть которых из-за низкого культуртехнического состояния позволяет получать в среднем не более 3-5 т/га зеленой массы, что является основным фактором дефицита зеленых кормов для общественного животноводства в последние 20 лет [1-3]. В этих условиях наиболее приоритетно производство продуктов питания с концентрацией радионуклидов соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам, поскольку в формировании доз облучения в отдаленный период после аварии преобладает внутренняя составляющая за счет потребления радиоактивно загрязненных продуктов питания [4, 5].

Широкое применение защитных мероприятий на радиоактивно загрязненных агроландшафтах значительно снижает риск производства сельскохозяйственной продукции не соответствующей нормативам по радиационной безопасности и дозу общего облучения, при этом наиболее эффективным приемом является коренное улучшение в комплексе со средствами химизации, в которых особая роль принадлежит калийным удобрениям [6-8].

Цель исследований – агроэкологическая оценка применения эффективных защитных мероприятий в условиях радиоактивного загрязнения пойменных кормовых угодий.

Исследования проведены в стационарном опыте на луговом участке центральной поймы заливного луга в Новозыбковском районе Брянской области в 2014-2016 годах. Почва опытного участка пойменная дерново-огненная, песчаная с мощностью пахотного горизонта 17-18 см. Плотность загрязнения опытного участка ^{137}Cs в период проведения исследований составляла в среднем 559-867 кБк/м². Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 3,08-3,33% (по Тюрину), рНкcl 5,2-5,6 подвижных форм фосфора и обменного калия по Кирсанову соответственно 620-840 и 133-180 мг/кг.

Агротехнические мероприятия включали поверхностную обработку дернины дисковой бороной БДФ – 2,4 и коренную обработку с проведением вспашки дернины плугом ПЯ-40. Сеяли мятликовую травосмесь многолетних трав сеялкой зернотравяной СЗТ-3,6. Состав травосмеси: овсяница луговая – 6 кг/га, лисохвост луговой – 5 кг/га, двукисточник тростниковый – 7 кг/га.

Применяли следующие формы минеральных удобрений: аммиачная селитра, суперфосфат двойной гранулированный, калий хлористый. Схема опыта: контроль; P₆₀K₉₀; P₆₀K₁₂₀; N₉₀P₆₀K₉₀; N₉₀P₆₀K₁₂₀; N₉₀P₆₀K₁₅₀; N₁₂₀P₆₀K₁₂₀; N₁₂₀P₆₀K₁₅₀; N₁₂₀P₆₀K₁₈₀.

Урожайность многолетних мятликовых трав учитывали методом сплошной поделочной уборки и отбора пробного снопа. В сезон проводили два укоса (первый укос – с 1-10 июня, второй укос – в период с 23 августа по 1 сентября).

Удельную активность ¹³⁷Cs в исследуемых растительных образцах определяли на УСК Гамма Плюс (НПП «Доза», Россия), аппаратная ошибка измерений не превышала 10%. Удельную активность молока и мяса рассчитывали как произведение суточного поступления корма (зеленая масса 50 кг), удельной активности корма и равновесного перехода радионуклида в продукцию животноводства; дозу внутреннего облучения, получаемого за счет молока и мяса, определяли руководствуясь методическими указаниями [9]. Потребление молока и молочных изделий в пересчете на молоко в год принимали равными 200,8 л, мяса – 31,4 кг (согласно закону Брянской области от 08.06.2001 № 45-3 в редакции от 12.10.2001 «О потребительской корзине в Брянской области»). Согласно нормам радиационной безопасности (НРБ 99/2009) суммарная доза внешнего и внутреннего облучения не должна превышать 1000 мкЗв в год [10].

Повторность вариантов опыта 3-кратная. Полученные данные подвергали дисперсионному Statistica 7.0 («StatSoft, Inc.», США).

Минимальная урожайность зеленой массы 6,0 т/га первого укоса с наибольшей удельной активностью ¹³⁷Cs в нем была получена в контрольном варианте (без удобрений) по фону поверхностного улучшения луга. По фону коренного улучшения урожайность зеленой массы в контрольном варианте составила 7,0 т/га. Максимальная урожайность зеленой массы многолетних трав первого укоса независимо от способа обработки почвы была отмечена при применении полного минерального удобрения (NPK) в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ (соотношение N:K=1:1,5) (табл. 1).

Урожайность зеленой массы второго укоса в контрольном варианте как на фоне поверхностного улучшения так и на фоне коренного улучшения оказалось на одном уровне и составила в среднем 0,2 и 0,51 т/га соответственно. Урожайность зеленой массы в этом варианте по фону поверхностного улучшения достигла уровня 15,6 и 3,77 т/га по фону коренного улучшения 16,0 и 3,85 т/га соответственно.

В результате проведенных лабораторно-аналитических исследований по определению удельной активности зеленой массы многолетних трав установлено, что удельная активность ¹³⁷Cs в зеленой массе в среднем за годы исследований в контрольном варианте первого укоса при поверхностном улучшении лугов по сравнению с коренным улучшением на 510 была выше. Эффект от применяемых контрамер всегда возрастает при комплексном их применении. Внесение фосфорно-калийного удобрения P₆₀K₄₅ и P₆₀K₆₀ снижало удельную активность ¹³⁷Cs в зеленой массе многолетних трав первого укоса при обработке дернины дисками в 7,2-13,5 раза, по фону двухъярусной вспашки в зеленой массе от 9,3-12,8 раз по сравнению с контрольным вариантом. По уровню удельной активности полученный корм соответствовал нормативу (100 Бк/кг) [11], однако уровень урожайности зеленой массы в этих вариантах был относительно невысоким и в зависимости от агротехнических мероприятий был порядка 13,6-15,0 т/га при поверхностном улучшении, зеленой массы 13,7-15,1 т/га при коренном улучшении соответственно.

Применение азотных удобрений в дозе N₄₅ по фону фосфорно-калийных P₆₀K₄₅ способствовало повышению не только урожайности зеленой массы, но одновременно удельной его активности по фонам изучаемых способов обработки почвы более, чем в 2 раза относительно РК фона. Применение калийного удобрения K₆₀ и K₇₅ в добавление к N₄₅P₆₀ снижало удельную активность ¹³⁷Cs как по фону поверхностной обработки почвы, так и по фону коренной в сравнении с вариантом N₄₅P₆₀K₄₅ в зеленой массе в 1,06-1,6, и 1,03-1,6 раза соответственно. Полученный корм в варианте N₄₅P₆₀K₇₅ по удельной активности ¹³⁷Cs соответствовал нормативу.

Таблица 1. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации радиоактивно загрязненных естественных пойменных лугах при возделывании мятликовых трав на зеленую массу (среднее за 2014-2016 гг.)

| Вариант | Поверхностное улучшение | | | | | Коренное улучшение | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------------|--------|------|---|----------------------|-------------------------------|--------|------|---|
| | урожайность, т/га | удельная активность, Бк/кг | | | доза внут- реннего об- лучения, мкЗв | урожайность, т/га | удельная активность, Бк/кг | | | доза внут- реннего об- лучения, мкЗв |
| | | корма | молока | мяса | | | корма | молока | мяса | |
| первый укос | | | | | | | | | | |
| Контроль | 6,0 | 1575 | 787 | 3150 | 3332 | 7,0 | 1065 | 533 | 2130 | 2255 |
| P ₆₀ K ₄₅ | 13,6 | 218 | 109 | 436 | 461 | 13,7 | 115 | 57 | 230 | 243 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅ | 21,7 | 225 | 113 | 450 | 478 | 23,0 | 215 | 107 | 430 | 453 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ | 23,4 | 213 | 105 | 418 | 443 | 24,4 | 209 | 106 | 426 | 450 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅ | 24,4 | 137 | 69 | 274 | 291 | 27,8 | 135 | 67 | 270 | 284 |
| P ₆₀ K ₆₀ | 15,0 | 117 | 59 | 234 | 248 | 15,1 | 83 | 41 | 166 | 175 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 25,6 | 173 | 87 | 346 | 367 | 27,1 | 162 | 81 | 324 | 343 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅ | 28,6 | 101 | 51 | 202 | 217 | 29,3 | 98 | 49 | 196 | 207 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ | 29,9 | 84 | 42 | 168 | 178 | 30,7 | 76 | 38 | 152 | 161 |
| HCP_{0,5} | 1,9 | 70 | | | | | | | | |
| второй укос | | | | | | | | | | |
| Контроль | 2,0 | 1614 | 807 | 3228 | 3416 | 2,1 | 1150 | 575 | 2300 | 2434 |
| K ₄₅ | 5,9 | 136 | 68 | 272 | 288 | 6,1 | 88 | 44 | 176 | 186 |
| N ₄₅ K ₄₅ | 11,2 | 307 | 153 | 614 | 659 | 11,0 | 256 | 128 | 512 | 542 |
| N ₄₅ K ₆₀ | 11,7 | 255 | 127 | 510 | 538 | 12,0 | 219 | 109 | 438 | 462 |
| N ₄₅ K ₇₅ | 13,1 | 147 | 73 | 294 | 310 | 13,4 | 137 | 69 | 274 | 291 |
| K ₆₀ | 6,9 | 115 | 57 | 230 | 242 | 6,9 | 119 | 59 | 238 | 250 |
| N ₆₀ K ₆₀ | 14,1 | 186 | 93 | 372 | 394 | 14,3 | 183 | 91 | 366 | 386 |
| N ₆₀ K ₇₅ | 14,9 | 116 | 58 | 232 | 246 | 15,1 | 106 | 53 | 212 | 225 |
| N ₆₀ K ₉₀ | 15,6 | 84 | 42 | 168 | 178 | 16,0 | 83 | 41 | 166 | 175 |
| HCP_{0,5} | 0,6 | 37 | | | | | | | | |

Внесение азота в дозе N₆₀ в дополнение к фосфорно-калийному удобрению P₆₀K₆₀ способствовало повышению удельной активности ¹³⁷Cs в зеленой массе многолетних трав по сравнению с вариантом P₆₀K₆₀ при поверхностной обработке почвы в 1,48 раза, при коренной в 1,95 раза.

Применение последовательно возрастающих доз калия K₇₅ и K₉₀ в дополнение к N₆₀P₆₀ при соотношении N:K равном 1:1,25 и 1:1,5 приводило к снижению удельной активности ¹³⁷Cs в зеленой массе многолетних трав в зависимости от способа обработки почвы в 1,7-2,1 и 1,6-2,1 раза ниже по отношению к варианту N₆₀P₆₀K₉₀.

Расчет перехода радиоцезия из зеленой массы многолетних трав первого и второго укосов в продукцию животноводства показал, что для гарантированного получения молока соответствующего санитарно-гигиеническому нормативу [12] по содержанию в нем ¹³⁷Cs (100 Бк/л) и мяса в пределах 160 Бк/кг независимо от способа обработки почвы необходимо вносить под первый укос полное минеральное удобрение в дозе N₆₀P₆₀K₉₀, под второй укос N₆₀K₉₀. При производстве мясной продукции соответствующей санитарно-гигиеническому нормативу (160 Бк/кг) животным при стойловом содержании скормливать зеленую массу и сено, выращенное при двухукосном использовании травостоев, применяя минеральные удобрения в тех же дозах, независимо от способа обработки почвы.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что комплексное применение поверхностного и коренного улучшения в условиях радиоактивного загряз-

нения естественных кормовых угодий позволяет выращивать зеленые корма, соответствующие ветеринарным требованиям. Выращивание экологически безопасных зеленых кормов с удельной активностью ^{137}Cs , не превышающих 100 Бк/кг на фоне агротехнических приемов при двухукосном использовании травостоев возможно при применении минерального удобрения в дозе $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ под первый укос, в подкормку под второй укос отавы необходимо вносить $\text{N}_{60}\text{K}_{90}$ (соотношение (N:K=1:1,5)).

Использование зеленой массы многолетних мятликовых трав первого укоса и отавы как при поверхностном, так и при коренном способе обработке дернины при стойловом содержании крупного рогатого скота обеспечивало удельную активность молока на уровне 41-42 Бк/л мяса в пределах 166-168 Бк/кг, дозы внутреннего облучения составляла 175-178 мкЗв в год.

Список литературы

1. Просянкин Е.В. Радиоэкологические аспекты адаптивного использования естественных пойменных кормовых угодий / Е.В. Просянкин, И.А. Кошелев, А.Л. Силаев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2000. – № 3. – С. 35-38.
2. Харкевич Л.П. Обработка почвы и удобрение многолетних трав в условиях радиоактивного загрязнения / Л.П. Харкевич, А.Л. Силаев, Ю.А. Анишина, Д.Н. Прищеп // Агрохимический вестник. – 2012. – № 5. – С. 25-27.
3. Шаповалов В.Ф. Агротехническая и экономическая эффективность защитных мероприятий при реабилитации естественных кормовых угодий / В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, А.Л. Силаев, А.Н. Дзудзило // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 5. – С. 25-31.
4. Просянкин Е.В. Адаптивный подход к использованию пойменных угодий, загрязненных цезием / Е.В. Просянкин, А.Л. Силаев // Кормопроизводство. – 1999. – № 2. – С. 11-14.
5. Шаповалов В.Ф. Пастбищное использование радиоактивно загрязненных пойменных лугов в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / В.Ф. Шаповалов, А.Л. Силаев, С.Ф. Чесалин, И.А. Божин // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2 (54). – С. 19-27.
6. Белоус Н.М. Роль минерального калия в снижении поступления ^{137}Cs в кормовые травы и повышении их урожайности на радиоактивно загрязненных угодьях / Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, С.Ф. Чесалин, В.Ф. Шаповалов // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Том 51. – №4. – С. 543-552.
7. Белоус Н.М. Эффективность агротехнических приемов по получению безопасной продукции на пойменных кормовых угодьях / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Е.В. Смольский // Агро XXI. – 2013. – №1. – С. 41-43.
8. Белоус Н.М. Риск получения молока и кормов не соответствующих нормативам по содержанию цезия-137 / Н.М. Белоус, И.И. Сидоров, Е.В. Смольский, С.Ф. Чесалин, Т.В. Дробышевская // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 5. – С 75-77.
9. Фокин А.Д., Лурье А.А., Трошин С.П. Сельскохозяйственная радиология. СПб.: Лань, 2011. 416 с.
10. Нормы рациональной безопасности (НРБ - 99/2009) СанПиН 2.6.1.2523-09 Российская газета. Специальный выпуск. 2009. 171/1 (приложение).
11. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs . Ветеринарные правила и нормы. ВП 13.5.13/06-01 // Ветеринар. Патология. – 2002. – №4. – С. 44-45.
12. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078-01. М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.