

УДК 591.1: 636.2

**БИОДОСТУПНОСТЬ ^{137}Cs ИЗ СЕНАЖА,
ЗАГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНСЕРВАНТОВ****В. В. Валетов**

доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры природопользования и охраны природы,
ректор УО МГПУ им. И. П. Шамякина

Е. И. Дегтярёва

кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры природопользования и охраны природы УО МГПУ им. И. П. Шамякина

*Данная работа посвящается оценке влияния качественных показателей заготовленного в модельных условиях сенажа на доступность ^{137}Cs из корма в *in vitro* условиях. Апробирован способ приготовления сенажа в лабораторных условиях с использованием различных химических реагентов и моделирования получения сенажа установленного качества. Проведена оценка качественных показателей полученного сенажа. Установлена степень экстрагируемости ^{137}Cs из модельно заготовленного сенажа, которая составила 93–95% в зависимости от вариантов заготовления. В результате проведенных исследований было установлено, что на качество сенажа, заготовленного в модельных экспериментах, в большей степени оказали влияние влажность и состав исходного сырья, чем применение различных химических консервантов. Качество заготовленного в модельных опытах сенажа не влияет на доступность ^{137}Cs из него.*

Ключевые слова: ^{137}Cs , сенаж, питательная ценность, экстрагирование, консервант.

Введение

Важным вопросом при правильном ведении животноводства является оценка качества заготавливаемого корма. Под качеством корма следует понимать его питательность и ценность для животных, т. е. насколько содержащиеся в корме необходимые вещества способствуют потребностям животных для обеспечения их жизнедеятельности, воспроизводства и продуктивности. Питательность определяется как свойство кормов обеспечивать все физиологические потребности животных.

Качество заготавливаемого корма – определяется как соотношение между его фактической и природной питательностью, это результат использования эффективных методов консервирования, при которых сохраняются органические, биологически активные и минеральные вещества.

Основными показателями, характеризующими качество кормов в период их заготовки, должны быть влажность, содержание каротина и вид сырья. По ним можно судить о степени провяливания трав, предназначенных для заготовки сенажа, о соблюдении сроков уборки трав и технологического режима при приготовлении обезвоженных кормов.

Качество корма определяет комплекс показателей: органолептическая оценка (цвет, запах, структура корма и вкус), химический состав, поедаемость и содержание в нем переваримых питательных веществ.

После аварии на ЧАЭС на загрязненных радионуклидами территориях в химический состав кормов входит определенное количество радионуклидов, которое может превышать норму по современным стандартам. Это связано с тем, что 23% территории Беларуси (46,5 тыс. км) с 3668 населенными пунктами оказалось загрязненной ^{137}Cs более 37 кБк/м [1].

В настоящее время большинство предприятий, производящих животноводческую продукцию, идут по пути удешевления производства кормов. Одним из таких путей является освоение прогрессивной технологии приготовления сенажа высокого качества.

Радиоактивное загрязнение территории Беларуси создало условия, при которых в течение длительного времени оказывается невозможной эксплуатация земельных угодий. Сельскохозяйственная продукция, содержащая радионуклиды, является источником дополнительного облучения населения. Поэтому снижение их содержания в продукции животноводства (молоко, мясо), а значит, и в кормах является одной из основных задач при ликвидации последствий радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий [1].

Целью данных исследований является апробирование модельного приготовления сенажа в лабораторных условиях и определение степени экстрагируемости ^{137}Cs из него.

Исходя из поставленной цели, основными задачами работы являются:

- апробирование различных способов модельного приготовления сенажа с использованием традиционных консервантов;
- оценка качества сенажа, полученного в модельном эксперименте;
- проведение серии оригинальных экстракций с целью изучения доступности ^{137}Cs из сенажа различного качества, а также сенажа, заготовленного с использованием различных консервантов.

Решение вышеуказанных задач поможет дать ответ на ряд вопросов. Во-первых, оказывает ли влияние использование различных консервантов при заготовке корма и, в частности сенажа, на экстрагируемость (доступность) ^{137}Cs из кормов? Во-вторых, оказывает ли влияние качество получаемого корма на доступность радионуклидов в нем? В-третьих, оценка ситуации с качеством заготавливаемых кормов в действующих сельскохозяйственных предприятиях сможет подсказать резервы и направление применения мероприятий по снижению перехода радионуклидов в продукцию животноводства.

Объект и методы исследований

Объектом исследования в данной работе является сенаж, полученный в модельных опытах.

В таблице 1 приведена схема закладки сенажа, хранения и проведения экстрагирования.

Таблица 1 – Схема закладки сенажа, хранения и проведения экстрагирования

Кол-во емкостей	Вариант	Доза консервантов, мг/кг зеленой массы	Срок хранения в анаэробных условиях после закладки, мес.	Кол-во повторностей при экстрагировании
2	3	Зеленая масса при естественной влажности	3	6
2	3	Провяленная масса без консервантов	3	6
2	3	Провяленная зеленая масса + масляная кислота	3	6
2	3	Провяленная зеленая масса + пропионовая кислота	3	6
2	3	Провяленная зеленая масса + уксусная кислота	3	6

Биологическая доступность ^{137}Cs определялась путем экстракции по методу, предложенному Н. Бересфордом с сотрудниками [2], суть которой заключается в следующем. Мелкоизмельченный растительный материал взвешивается и делится на 2 части. Одна навеска используется для озоления с целью определения активности ^{137}Cs , другая для проведения экстрагирования, которое осуществляется в 0,1 М растворе хлорида цезия (стабильного) в течение 2 часов с периодическим (через 10–15 минут) помешиванием. После экстрагирования полученный экстракт фильтруется через фильтр "Whatman 741", а затем через мембранный фильтр с диаметром пор 0,2 мкм. В фильтрате спектрометрическим методом определяется содержание ^{137}Cs . Затем рассчитывается процент экстрагируемости ^{137}Cs из корма по формуле:

$$\text{Кэ.(\%)} = A_1 / A_2 \times 100\%,$$

где: Кэ.(%) – процент экстрагируемости ^{137}Cs из корма [%];

A_1 – активность фильтрата [Бк];

A_2 – активность сенажа [Бк].

Результаты исследования и их обсуждение

Апробирование различных способов модельного приготовления сенажа с использованием традиционных консервантов

Сенаж характеризуется хорошими вкусовыми, диетическими свойствами. Он отличается хорошей поедаемостью, усвояемостью и высокой питательной ценностью. Известно, что при удое коров в 18–20 кг сенажом можно заменить полностью сено и силос, при удое 16–18 кг – полностью сено, силос и частично корнеплоды, при удое 14–17 кг можно заменить все названные корма, а при удое 10–12 кг – даже концентраты [3].

Биологическую полноценность кормов определяют энергетическая, протеиновая и углеводная питательность. Она зависит также от вида и сорта кормового растения, агротехники его возделывания, агроклиматических условий произрастания [4].

В зависимости от этих факторов сенаж делят на 3 класса (для оценки его качества): сенаж I класса оценивается в 16–20 баллов, II класса – 10–15 и III класса – 7–9 баллов. Сенаж, получивший оценку ниже 6 баллов, признается неклассным. Пригодность к его скармливанию определяется специалистами в каждом случае [3].

Запах сенажа I и II классов должен быть приятный фруктовый, квашеных овощей, III класса – допускается слабый запах меда, свежеспеченного ржаного хлеба, уксусной кислоты. Для сенажа, приготовленного с применением химических консервантов, для всех классов допускается специфический запах консерванта [5].

В таблице 2 дана органолептическая оценка сенажа, т.е. определение его качества с учетом цвета, запаха, предполагаемой кислотности [6].

Таблица 2 – Качественная оценка сенажа

Запах	Цвет	Предполагаемая кислотность (рН) по запаху и цвету	Оценка
Фруктовый, быстроисчезающий при растирании пробы в руках	Желтовато-зеленый (оливковый)	Не выше 4,2. Преобладает молочная кислота	Отличный
То же, но менее выраженный	Преобладает желтый	Ниже 4,0. Избыток молочной кислоты	Хороший, неперекисленный
Фруктовый, с оттенком запаха меда	Серовато-зеленый	4,2. Умеренно-кислый	Хороший
Хорошо выраженный запах ржаного хлеба	Темно-коричневый	4,2 и выше. Слабокислый	Удовлетворительный
Резкий запах уксусной кислоты, исчезающий, но не бесследно	Преобладает зеленый	4,4–4,5. Много уксусной кислоты	Малоудовлетворительный, плохо поедаемый
Едкий, аммиачный с оттенком запаха селедки	Зеленый	Ниже 4,8–5,0. Содержится масляная кислота	Плохой, допускается скармливать с предосторожностями
Очень неприятный, не исчезающий, гнилостный	Грязно-зеленый	6,0–7,0 и выше. Содержится много продуктов гниения	Испорченный, несъедобный

Для проведения исследований заготовка сенажа проводилась в 30-тикилометровой зоне в окрестностях д. Савичи. Место заготовки было выбрано для получения максимально возможного уровня загрязнения растительного сырья, используемого при закладке сенажа. Это связано с тем, что при проведении серии экстракций используется небольшая навеска сенажа – 20–50 г, и при концентрации Cs¹³⁷ в сенаже менее 10 кБк/кг ошибка измерения удельной активности значительно увеличивается. Нами было заложено десять 15-литровых емкостей с сенажем с использованием различных консервантов. Процесс заготовки сенажа происходил в условиях, моделирующих его закладку в условиях хозяйств. После скашивания травостой был механически измельчен на кусочки 1–2 см с дальнейшим подвяливанием в течение 4 часов до влажности

около 70%. Затем полученная масса послойно плотно утрамбовывалась в пластиковую емкость с равномерным разбрызгиванием химических консервантов поверх каждого слоя. Емкость плотно закрывалась крышкой, герметизировалась и оставлялась на хранение в течение 3 месяцев в темном, прохладном помещении. Всего было использовано 5 вариантов закладки сенажа: 3 варианта с использованием различных химических консервантов, вариант без использования химических консервантов, контрольный вариант (сенажирование травостоя без консервантов при естественной влажности на момент заготовки) – каждый вариант заготовки сенажа дублировался.

Схема вариантов заготовки сенажа приведена в таблице 1 данной работы.

В задачу исследований входила заготовка сенажа с использованием различных органических консервантов. С этой целью в качестве консервантов при его приготовлении использовалась уксусная, пропионовая (для снижения гнилостных процессов) и масляная кислоты. Особенно важным при проведении модельных опытов было равномерно обработать слои закладываемой травы консервантами определенной концентрации. При хранении основным моментом было соблюдение оптимального теплового, светового и анаэробного режимов. Срок хранения составил 3 месяца.

Полученный нами сенаж классифицировался как сенаж II–III класса.

Оценка качества сенажа, получаемого в модельных экспериментах

В таблице 3 приведены основные качественные показатели экспериментально заготовленного сенажа.

Таблица 3 – Качественные показатели экспериментально заготовленного сенажа (в 1 кг корма)

Вариант заготовки сенажа	Влажность, %	Массовая доля сух. в-ва, %	Сырой протеин, г	Сырая клетчатка, г	Са, г	Р, г	К.Е.	Переваримого протеина, г	Переваримой клетчатки, г
Контроль I – сенажирование при естественной влажности	73,1	25,6	24,6	79,7	3,1	0,3	0,1	13,7	59,0
Контроль II – сенажирование проявленной массы	67,3	31,2	27,7	96,2	3,7	0,3	0,2	16,3	71,2
Вариант I – сенажирование проявленной массы + масляная к-та	69,3	29,5	28,9	89,0	6,5	0,4	0,2	15,9	65,8
Вариант II – сенажирование проявленной массы + пропионовая к-та	70,4	28,2	24,2	86,0	3,3	0,3	0,2	13,4	63,7
Вариант III – сенажирование проявленной массы + уксусная к-та	71,0	27,6	25,7	85,1	3,3	0,3	0,2	14,1	63,0

Качество сенажа, полученного в модельных опытах, было оценено при помощи зоотехнического анализа с использованием таких методик, как методика определения влажности корма, методика определения каротина, методика определения кислотности сенажа.

При правильном приготовлении 1 кг сенажа содержит 0,32–0,35 к. е.; 40–50 г переваримого протеина; 7–8 г Са; 1–1,2 г Р и около 30–40 мг каротина.

Полученный нами сенаж классифицируется как сенаж II–III класса и примерно соответствовал качеству корма, заготавливаемого хозяйствами. Его влажность во всех вариантах составляла от 67 до 73%, что значительно отличается от нормы (на 14%). Наименьшая влажность отмечена у варианта заготовки сенажа без использования консервантов с предварительным проявлением (контроль II). Влажность сенажа, приготовленного из проявленной массы с использованием консервантов (варианты I–III), была несколько выше, чем в контроле II.

Очень важным показателем при заготовке качественного сенажа является влажность. В ходе исследовательской работы мы пришли к заключению, что использование консервантов приводит к увеличению влажности сенажа, поэтому рекомендуется при использовании данной технологии заготовки корма предварительно травы высушивать не до 70%, а до 40–45%, что в последующем поспособствует получению сенажа влажностью 55–60%.

В таблице 4 представлены нормативные показатели сенажа.

Таблица 4 – Нормативные показатели сенажа

	Влажность, %	Массовая доля сухого вещества, %	Сырой протеин, г	Каротин, г	Са, г	Р, г	К.Е.	Переваримого протеина, г	Переваримой клетчатки, г
Сенаж	55–60	40–45	40–50	20	7–8	1–1,2	0,32–0,35	Не менее 8	Не более 35

Энергетическая ценность полученного сенажа составляет 0,1–0,2 К.Е. Использование органических консервантов способствует сохранению питательных веществ, находящихся в травостое, и, как следствие этого, количество К.Е. увеличивается до 0,1. Однако энергетическая ценность заготовленного корма низкая в связи с тем, что были использованы травы естественных биотопов, которые изначально имеют низкую кормовую ценность. Поэтому в модельном сенаже и низкое содержание минеральных веществ (Са, Р) и высокое содержание клетчатки. Таким образом, при заготовке качественного сенажа с использованием органических консервантов необходимо:

- 1) изначально подвяливать травы до влажности 40–50%;
- 2) использовать травы, имеющие высокую кормовую ценность.

Отмечено более низкое по сравнению с нормативами содержание сырого и переваримого протеина (в 1,5 раза), Са (до 2 раз), Р (в 1,5 раза). Несмотря на использование консервантов, наилучшее качество полученного сенажа отмечено для варианта II контроль. Содержание К.Е. во всех вариантах было низким, но еще более низкое значение отмечено для варианта контроль I.

Результаты экстрагирования экспериментально заготовленного сенажа

Для проведения экстрагирования, которое осуществляется в 0,1 М растворе хлорида цезия (стабильного) в следующем соотношении: одна часть исследуемого растительного материала к двадцати частям раствора, в течение 2 часов с периодическим (через 10–15 минут) помешиванием. После экстрагирования полученный экстракт фильтруется через фильтр "Whatman 741", а затем через мембранный фильтр с диаметром пор 0,2 мкм. В фильтрате спектрометрическим методом на аппарате "TENNELEC" с полупроводниковым детектором из чистого германия определяется содержание ^{137}Cs .

В таблице 5 приведены результаты экстрагирования экспериментально заготовленного сенажа. Процент экстрагированности, а следовательно, и доступности различается незначительно в различных вариантах опыта.

Необходимо отметить, что доступный ^{137}Cs , находящийся в сенаже, является доступной формой для организма животных.

Таблица 5 – Степень экстрагируемости ^{137}Cs из сенажа, приготовленного с использованием различных консервантов

Вариант заготовки сенажа	Степень экстрагируемости ^{137}Cs из сенажа, %
К ₁ – сенажирование при естественной влажности без консервантов	93,0 ± 0,9
К ₂ – сенажирование провяленной массы без консервантов	94,8 ± 0,6
В ₁ – сенажирование провяленной массы + масляная кислота	93,8 ± 0,7
В ₂ – сенажирование провяленной массы + пропионовая кислота	94,2 ± 0,4
В ₃ – сенажирование провяленной массы + уксусная кислота	92,9 ± 1,3

Отмечается невысокая корреляционная зависимость между качеством заготовленного сенажа и степенью экстрагируемости из него ^{137}Cs . Самая высокая экстрагируемость ^{137}Cs отмечена в варианте контроль II (сенажирование проявленной зеленой массы без применения химических консервантов). Следует отметить, что этому варианту заготовки сенажа соответствуют самые высокие зоотехнические показатели качества среди всех вариантов. А для варианта III характерны низкие показатели зоотехнического анализа: низкий процент экстрагируемости ^{137}Cs из него по сравнению с другими вариантами.

Однако необходимо отметить, что достоверных отличий между степенью экстрагируемости радионуклида из корма не наблюдается и составляет примерно 93%. Таким образом, качество заготовленного корма практически не влияет на доступность ^{137}Cs из сенажа.

Выводы

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. На качество сенажа, заготовленного в модельных экспериментах, в большей степени оказали влияние влажность и состав исходного сырья, чем применение различных химических консервантов.

2. Качество заготовленного в модельных опытах сенажа не влияет на доступность ^{137}Cs из него.

3. При использовании такой технологии приготовления сенажа, как использование органических консервантов, необходимо:

а) изначально проявлять исходное сырье до влажности 40%;

б) использовать сырье, имеющее высокую кормовую ценность.

Літэратура

1. Столяров, Г. В. Организация кормопроизводства на сельскохозяйственных угодьях, загрязненных радионуклидами / Г. В. Столяров // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1999. – № 1. – С. 59–63.

2. Beresford, N. A. Development of a method to rapidly predict the availability of radiocaesium. Final Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food / N. A. Beresford, R. W. Mayes. – 2005. – 51 p.

3. Бойко, И. И. Консервирование кормов / И. И. Бойко. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 174 с.

4. Щеглов, В. В. Корма. Хранение. Приготовление. Использование / В. В. Щеглов, П. Т. Боярский. – М.: Агропромиздат, 1990. – 254 с.

5. Петухова, Е. А. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова, Р. Ф. Бессарабова, Л. Д. Халенева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.

6. Лебедев, П. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 389 с.

Summary

Given work is devoted to estimation of the influence of the qualitative factors stored up in model condition of silage on accessibility of ^{137}Cs from fodder in vitro condition. The method of silage preparation in laboratory conditions with the use of different chemical reagent as well as the method of modeling of silage making of definite quality has been tested. Estimation of the qualitative factors of silage prepared has been done. The degree of ^{137}Cs extraction from model stored up silage, which made up 93–95% depending on variants of silage making. As a result of studies conducted it was that on the quality of silage, stored up in model experiments, the moisture and composition of the original material exerted greater influence, than the use of different chemical preservatives. The Quality of silage stored up in model experiments does not influence upon accessibility ^{137}Cs from it.

Поступила в редакцию 25.09.13