

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 591.1: 636.2

Е. И. Дегтярева

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ЗАГОТОВКИ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕНАЖА НА ДОСТУПНОСТЬ ¹³⁷Cs

Аннотация

*Данная работа посвящается оценке влияния качественных показателей заготовленного в модельных условиях сенажа на доступность ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs из него.*

➤ **Ключевые слова:** ¹³⁷Cs, сенаж, питательная ценность, экстрагирование, консервант.

Введение

Важным элементом 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 3 668 населенными пунктами оказалось загрязненной ¹³⁷Cs более 37 кБк/м.

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 [1].

Целью наших 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 указанных выше задач поможет дать ответ на ряд вопросов. Во-первых, оказывает ли влияние использование различных консервантов при заготовке сенажа на экстрагируемость (доступность) ^{137}Cs из кормов. Во-вторых, оказывает ли влияние качество получаемого корма на доступность радионуклидов. 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 табл. 1 приведена схема закладки сенажа, хранения и проведения экстрагирования.

Таблица 1

Схема закладки сенажа, хранения и проведения экстрагирования

Количество емкостей	Вариант	Доза консервантов, мг/кг зеленой массы	Срок хранения в анаэробных условиях после закладки, мес.	Кол-во повторностей при экстрагировании
2	I	Зеленая масса при естественной влажности	3	6
2	II (контроль)	Провяленная масса без консервантов	3	6
2	III	Провяленная зеленая масса + масляная кислота	3	6
2	IV	Провяленная зеленая масса + пропионовая кислота	3	6
2	V	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 0,1М растворе хлорида цезия (стабильного) в течение 2 часов с периодическим (через 10–15 мин.) 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:

$$Kэ (\%) = A_1 / A_2 \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $Kэ (\%)$ – процент экстрагируемости ^{137}Cs из корма (%); A_1 – активность фильтрата (Бк); A_2 – активность сенажа (Бк).

Результаты и их обсуждение

Апробирование различных способов модельного приготовления сенажа с использованием традиционных консервантов

Сенаж характеризуется хорошими вкусовыми свойствами. Он отличается хорошей поедаемостью, усвояемостью и высокой питательной ценностью. Известно, что при удое коров в 18–20 кг сенажем 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, свежее испеченного ржаного хлеба, уксусной кислоты. Для сенажа, приготовленного с применением химических консервантов, для всех классов допускается специфический запах консерванта [5].

В табл. 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, быстро исчезающий 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-километровой 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 провяливанием в течение 4 часов до влажности 67 %. 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 мес. в темном, прохладном помещении. Всего было использовано 5 вариантов закладки сенажа: вариант без использования химических консервантов при естественной влажности сырья на момент заготовки (вариант I), контрольный вариант – сенажирование травостоя с его провяливанием (вариант II), 3 варианта с использованием различных химических консервантов (варианты III–V). Каждый вариант заготовки сенажа дублировался.

Схема вариантов заготовки сенажа приведена в табл. 1 данной работы.

В качестве консервантов при приготовлении сенажа использовалась уксусная, пропионовая (для снижения гнилостных процессов) и масляная кислоты. Особенно важным при поведении модельных опытов было равномерно обработать слои закладываемой травы консервантами определенной концентрации. При хранении основным требованием было соблюдение оптимального теплового, светового и анаэробного режимов. Срок хранения составил 3 мес.

Оценка качества сенажа, получаемого в модельных экспериментах

В табл. 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
Вариант I – сенажирование при естественной влажности	73,1	25,6	24,6	79,7	3,1	0,3	0,1	13,7	59,0
Вариант II – сенажирование проявленной массы	67,3	31,2	27,7	96,2	3,7	0,3	0,2	16,3	71,2
Вариант III – 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 IV – 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 V – 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. В связи с высокой стоимостью реактивов, используемых в данных методиках, зоотехнический анализ модельно заготовленного сенажа нами был проведен не в каждой емкости (в двух повторях), а в сформированных усредненных пробах.

В 1 кг правильно приготовленного сенажа содержится 0,32–0,35 кормовых единиц (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 соответствует 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 (вариант II). Влажность сенажа, приготовленного из проявленной массы с использованием консервантов (варианты III–V), была несколько выше, чем в варианте 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 ниже 67 %, что в последующем способствует получению сенажа с влажностью соответствующей норме.

В табл. 7 представлены нормативные показатели сенажа.

Таблица 4

Нормативные показатели сенажа

Норма	Влажность, %	Массовая доля сухого вещества, %	Сырой протеин, г	Каротин, г	Са,	Р, г	К. Е.	Переваримого протеина, г	Перевариваемой 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 20 мг/кг зеленой массы способствует сохранению питательных веществ, находящихся в травостое и, как следствие этого, количество К.Е. увеличивается на 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 ниже 67 %;
- 2) использовать травы, имеющие высокую кормовую ценность.

В эксперименте 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 I.

Результаты экстрагирования экспериментально заготовленного сенажа

В результате экстрагирования был получен фильтрат, в котором спектрометрическим методом на аппарате «TENNELEC» с полупроводниковым детектором из чистого германия нами было определено содержание ^{137}Cs .

В табл. 5 приведены результаты экстрагирования экспериментально заготовленного сенажа. Процент экстрагируемости, 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, %
V ₁ – сенажирование при естественной влажности без консервантов	93,0 ± 0,9
V ₂ – сенажирование провяленной массы без консервантов	94,8 ± 0,6
V ₃ – сенажирование провяленной массы + масляная кислота	93,8 ± 0,7
V ₄ – сенажирование провяленной массы + пропионовая кислота	94,2 ± 0,4
V ₅ – сенажирование провяленной массы + уксусная кислота	92,9 ± 1,3

В опыте отмечается невысокая корреляционная зависимость между качеством заготовленного сенажа и степенью экстрагируемости из него ^{137}Cs . Самая высокая экстрагируемость ^{137}Cs отмечена в варианте II (сенажирование провяленной 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 V 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.

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 провяливать исходное сырье ниже 67 %;

- б) использовать сырье, имеющее высокую кормовую ценность.

Список литературы

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. – 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 у ткани животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. – М. : Россельхозиздат, 1976. – 389 с.

E. I. Degtyareva

INFLUENCE OF THE METHODS TO LAY IN THE HAYLAGE AND ITS QUALITY INDICATORS ON ¹³⁷CS ACCESSIBILITY

The article is dedicated to estimation of the influence of quality indicators of the laid-in in model conditions haylage on ¹³⁷Cs accessibility from fodder *in vitro*. A method to produce haylage in laboratory conditions using different chemical reagents and simulation of the haylage production of the required quality was tested. Estimation of the quality indicators of the produced haylage was conducted. The degree of ¹³⁷Cs extractability from the haylage produced in model conditions was determined and makes up 93–95 % dependent of variants of laying-in. As a result of the conducted research it was found that the quality of haylage produced in model conditions was influenced rather by humidity and quality of the primary product then application of different chemical preserving agents. Quality of the produced in model experiments haylage does not influence ¹³⁷Cs accessibility from it.