

УДК 502.174 658.567

В. В. Киреева, Н. А. Яновский, С. О. Сивопляс

СПОСОБ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ КОРМОВЫХ ТРАВ¹

Аннотация. Статья посвящена разработке способа переработки вегетативной массы сельскохозяйственных растений с использованием образующихся отходов для приготовления корма. В статье представлены результаты сенажирования пресс-остатка люцерны с введением сгущенного коричневого сока, обогащенного продуктами бактериального метаболизма, в качестве консервирующего агента. Приведены показатели кормовой и энергетической ценности приготовленного корма.

Ключевые слова: вегетативная масса люцерны, жом, коричневый сок, сгущение, ферментация, сенажирование.

Для цитирования: Киреева, В. В. Способ комплексной переработки вегетативной массы кормовых трав / В. В. Киреева, Н. А. Яновский, С. О. Сивопляс // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2. – С. 99–102.

Для сенажирования зеленой массы многолетних сеяных бобовых трав традиционно проводится ее провяливание в поле и консервирование провяленной массы введением различных химических веществ и бактериальных заквасок, обеспечивающих биотрансформацию сырья.

Биотрансформация отходов переработки растительного сырья и других вторичных продуктов сельскохозяйственного производства с помощью культур микроорганизмов может способствовать получению кормовых продуктов, обогащенных белком микробного происхождения. Основная характеристика таких продуктов – большая вариабельность органических и неорганических компонентов их химического состава, зависящая от вида и свойств перерабатываемого сырья, культуры и штамма используемого микроорганизма-продуцента, способа его промышленного культивирования [1].

Для листостебельной массы критический предел влажности, при котором подавляется действие маслянокислых бактерий, продуцирующих масляную кислоту, ответственную за развитие гнилостных процессов, составляет около 55 %. Провяливание до более низкой влажности требует большей продолжительности, при этом повышаются потери кормовой питательности, снижаются переваримость питательных веществ и, как следствие, классность корма.

Установлено, что водоудерживающая сила клеток растений зависит от способности к набуханию содержащихся в клеточном соке коллоидных органических соединений – белков, пектина и др. и чем выше их содержание в клеточном соке, тем большее количество воды они способны удерживать в связанном виде, недоступном для микроорганизмов.

Для устранения данного препятствия существуют различные способы. Имеются сведения о возможности обрабатывать недостаточно высушенное сырье раствором аммиака, который обладает способностью действовать как консервант. Введение раствора аммиака первоначально создает в корме щелочную реакцию, при которой происходит эффективное подавление микробиологических и ферментных процессов, ведущих к порче корма. Однако

¹ Статья рекомендована к публикации оргкомитетом по результатам VI Всероссийской национальной научно-практической конференции «Теория и практика безопасности и жизнедеятельности».

это требует дальнейшей нейтрализации среды и обеспечения необходимого для сенажирования снижения рН до кислых значений. Наиболее эффективным способом снижения влажности зеленой массы трав является технология ускоренного искусственного обезвоживания прессованием.

Исследователями ДГТУ разработана энергосберегающая технологии прессового снижения влажности и дальнейшей переработки растительной массы бобовых культур в корма и кормовые высоко белковые добавки различного назначения [2, 3].

При этом образуются пресс-остаток (жом) и коричневый сок, отделенный в центрифуге после удаления фракции растворимых в цитоплазме белков, использование которых не предусмотрено. Как отходы они вывозятся на свалки и сливаются, захламывая почвенные угодья и образуя сточные воды [4, 8]. В этой связи представляло интерес использования данных отходов переработки в виде исходного сырья для сенажирования.

Целью настоящего исследования явилась разработка способа приготовления сенажа для зимнего рациона животных из отходов переработки вегетативной массы бобовых трав.

При проведении исследования зеленая масса люцерны синегибридной первого укоса подвергалась отжиму на экспериментальной прессовой установке, с экстракцией зеленого сока, идущего на приготовление кормовых белково-витаминных добавок.

Пресс-остаток использовался для сенажирования, коричневый сок подвергался сгущению в лабораторной экспериментальной установке с ультрафильтрационными модулями. Сгущенный коричневый сок подвергался затем ферментации смесью культур лактобактерий и вводился в виде консерванта при сенажировании пресс-остатка.

Конструкция ультрафильтрационной установки включала трубчатые модули с ацетатцеллюлозными мембранами, насосную установку, бак для сбора сгущенного коричневого сока, бак для сбора отделенного фильтрата, манометры и вспомогательную арматуру.

При работе экспериментальной установки подаваемый для сгущения коричневый сок циркулировал через модули, в результате чего молекулы входящих в его состав веществ, размер которых был значительно меньше диаметра пор мембран модуля, концентрировались в его объеме. При многократной циркуляции коричневого сока и периодического удаления отделяемого фильтрата происходило его сгущение с последующим сбором в специальном сборнике.

Ферментация сгущенного коричневого сока проводилась выращиванием смеси кислотообразующих штаммов культур молочнокислых бактерий. Перед высевом бактерий коричневый сок подвергался стерилизации для уничтожения конкурентной микрофлоры. В пресс-остаток перед закладкой на сенаж вводился сгущенный ферментированный коричневый сок. В контрольном варианте на сенаж закладывался пресс-остаток без добавления консерванта. Срок хранения составлял 6 месяцев.

Изучение интенсивности ферментативных процессов сгущенного коричневого сока молочнокислыми бактериями показало, что наиболее интенсивное снижение кислотности среды наблюдалось на третьи сутки и составляло $\text{pH} = 4,5$.

В сгущенном коричневом соке концентрировались содержащиеся в нем питательные вещества, в том числе легкорастворимые углеводы – сахара, что позволяло использовать его в качестве агента для интенсификации процесса сенажирования. В ферментированной среде сгущенного коричневого сока в результате потребления бактериальной массой происходило снижение содержания сахаров от 1,2 % до 0,4 % в абсолютно сухом веществе (АСВ) на 3 сутки и находилось на этом уровне без изменений. Доза введения в сенажируемую массу в качестве консервирующего агента сгущенного коричневого сока, обогащенного органическими кислотами и другими продуктами бактериального метаболизма, составляла 5 и 10 % от биомассы.

Оба варианта использования консервантов обеспечивали лучшее протекание процесса сенажирования по сравнению с сенажом в контрольном варианте опытов. По мере

созревания сенажа наблюдалось снижение pH биомассы, накопление микрофлоры – молочнокислых и уксуснокислых бактерий и продуцируемых ими органических кислот – молочной, уксусной и в небольшом объеме пропионовой. В опытных образцах наблюдалась более кислая реакция чем в контрольных, величина pH опускалась до уровня 4,7.

При введении консерванта в опытных образцах готового корма наблюдались более низкие потери белка и других питательных веществ по сравнению с контрольным вариантом. Показатели кормовой и энергетической питательности корма, полученные при сенажировании растительного сырья с введением 5 и 10 % сгущенного коричневого сока в качестве консерванта отличались незначительно. Потери белка составили 5,83–5,71 % (в исходном, без введения консервантов пресс-остатке – 7,78 %).

Содержание валовой энергии в образцах корма составляло 19,59-19,75 МДж/кг, превышало контроль (18, 30 МДж/кг) и практически находилось на уровне требований к сенажу 2 класса (20 МДж/кг) [5]. Количество заключенной в корме обменной энергии составляло 8,52-8,73 МДж/кг и 0,673-0,681 корм. ед. (норма для сенажа 2 класса 8,8 МДж/кг, и 0,69 корм.ед. соответственно).

Незначительные различия в уровнях обменной энергии по сравнению с валовой объясняются, по-видимому, характеристикой данных показателей. Валовая энергия – это энергия, которая освобождается при полном окислении органических веществ корма. Обменная – энергия, доступная для обмена, физиологическая энергия представляет собой часть, остающуюся после потерь в результате метаболизма и являющуюся более стабильной величиной.

Масляно-кислые бактерии подавлялись полностью, содержания масляной кислоты и очагов гниения корма в корме обнаружены не были. По органолептическим показателям, содержанию продуктов брожения, питательных веществ и энергии опытные варианты корма превышали контрольный, и соответствовали требованиям к сенажу 2 класса [6, 7].

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что способ сенажирования образующегося в виде отхода при переработке листостебельной массы люцерны пресс-остатка с использованием как консерванта сгущенного коричневого сока, обогащенного продуктами бактериального метаболизма, дает возможность комплексно использовать растительные ресурсы и получать корм для зимнего рациона сельскохозяйственных животных.

Библиографический список

- 1 **Победнов, Ю. А.** Биологические основы силосования и сенажирования трав (обзор) / Ю.А. Победнов, В.М. Косолапов // Сельскохозяйственная биология. – 2014.- № 2. – С. 31-41.
- 2 **Фомин, В. И.** Технология и комплект оборудования для производства протеиновых концентратов из зеленых растений // Производство концентратов зеленых кормов: Межвуз. сб. – Ростов–на-Дону. - 1986. – С. 7–15.
- 3 **Киреева, В. В.** Утилизация отходов переработки растений как путь повышения экологической безопасности / В.В. Киреева, М.В. Дронова, Е.Д. Лунева // Национальная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки и техники 2020». 25 - 27 марта 2020. Ростов-на-Дону: ДГТУ. – 2020. - С. 324-327.
- 4 **Финоченко, В. А.** О требованиях к отбору проб сточных вод / В.А. Финоченко, Т.А. Финоченко // Вестник РГУПС. – 2000. – № 1.- С. 113–116.
- 5 Методические указания по оценке качества и питательности кормов // Минсельхоз РФ. - М., 2002. - 76 с.
- 6 ГОСТ Р 55452-2021 Сено и сенаж. Общие технические условия. - Москва: Стандартинформ, 2022. Дата введения 2022-01-01.

7 ГОСТ Р 56912-2016 Корма зеленые. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2016. Дата введения 2017-01-01.

8 **Финоченко, В. А.** Анализ экозащитных технологий на станциях реостатных испытаний локомотивных депо / В.А. Финоченко // Вестник Ростовского государственного путей сообщения. – 2022. – № 2. – С. 42-47.

V. V. Kireeva, N. A. Yanovsky, S. O. Sivoplyas

METHOD FOR COMPLEX PROCESSING OF VEGETATIVE MASS OF FODDER HERBS

Annotation. The article is devoted to the development of a method for processing the vegetative mass of agricultural plants using the resulting waste for the preparation of feed. The article presents the results of alfalfa press residue silage with the introduction of condensed brown juice enriched with bacterial metabolism products as a preservative agent. The indicators of feed and energy value of the prepared feed are given.

Key words: alfalfa vegetative mass, pulp, brown juice, thickening, fermentation, haylage.

For citation: Kireeva, V. V. Method for complex processing of vegetative mass of fodder herbs / V. V. Kireeva, N. A. Yanovsky, S. O. Sivoplyas // Trudy Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2023. – No. 2. – P. 99–102.

Сведения об авторах

Киреева Валерия Васильевна
Донской государственный
технический университет (ДГТУ),
кафедра «Производственная
безопасность»,
доктор биологических наук,
e-mail: valiriarireeva@gmail.com

Яновский Николай Андреевич
Донской государственный
технический университет (ДГТУ),
кафедра «Производственная
безопасность», магистр,
e-mail: n.yanovskiy@inbox.ru

Сивопляс Светлана Олеговна
Донской государственный
технический университет (ДГТУ),
кафедра «Производственная
безопасность», магистр,
e-mail: sv.sivoplyas2001@mail.ru

Information about the authors

Kireeva Valeria Vasilievna
Don State Technical University (DSTU)
Chair «Industrial safety»
Doctor of biology
E-mail: valiriarireeva@gmail.com

Yankovsky Nikolay Andreevich
Don State Technical University (DSTU)
Chair «Industrial safety»
undergraduate
E-mail: n.yanovskiy@inbox.ru

Sivoplyas Svetlana Olegovna
Don State Technical University (DSTU)
Chair «Industrial safety»
undergraduate
K-mail: sv.sivoplyas2001@mail.ru