ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **BY** (11) **24227**
(13) **C1**
(46) **2024.03.20**
(51) МПК
A 23K 10/12 (2016.01)
A 23K 30/15 (2016.01)

(54) СПОСОБ СИЛОСОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

(21) Номер заявки: a 20220233
(22) 2022.10.03
(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (BY)
(72) Авторы: Логвинова Эра Викторовна; Болтовский Валерий Станиславович; Флейшер Вячеслав Леонидович (BY)
(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (BY)
(56) RU 2614799 C2, 2017.
RU 2094001 C1, 1997.
CN 115039833 A, 2022.
ЛОГВИНОВА А.В. Консервирование зеленой массы бобовых культур. Наука - шаг в будущее: тезисы докладов XIV студенческой научно-практической конференции. Минск: БГТУ, 2020, с. 74.

(57)

Способ силосования растительного сырья, при котором измельченную зеленую массу растительного сырья обрабатывают раствором, содержащим в 1 л 5-300 г бактериального препарата, включающего консорциум микроорганизмов Lactobacillus plantarum и Lactobacillus casei в количестве $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г и полиферментный препарат, содержащий целлюлазу с активностью 300-10000 ед/г, ксиланазу с активностью 500-70000 ед/г и пектиназу с активностью 500-15000 ед/г в соотношении 1-5:6,1-10,2:1,5-4,4, при этом обработку осуществляют из расчета 1 л указанного раствора на 1 т зеленой массы растительного сырья, параллельно измельченную солому обрабатывают 80%-ным раствором молочной кислоты в количестве 4-10 л на 1 т соломы, затем на дно силосного сооружения укладывают слой обработанной соломы высотой 20-40 см и трамбуют его, сверху укладывают слой обработанной зеленой массы растительного сырья высотой 40-70 см и трамбуют его и поверх первых двух слоев укладывают слой обработанной соломы, дополнительно пропаренной при 110-150 °С в течение 10-30 мин, высотой 20-40 см и трамбуют его.

Изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к способу консервирования зеленой массы растительного сырья, и может быть использовано в кормопроизводстве, в частности для заготовки силоса. Консервирование зеленой массы растительного сырья осуществляют с использованием бактериального и химического препаратов.

Известен способ силосования провяленных многолетних бобовых трав, в том числе козлятника восточного, с применением ферментных препаратов, созданных на основе комплекса гидролитических и лиазных ферментов: целлюлазы, ксиналазы, пектинлиазы, которые обеспечивают гидролиз целлюлозы, гемицеллюлоз и пектиновых веществ до мо-

BY 24227 C1 2024.03.20

носахаридов. В результате образования достаточного количества сахара появляются благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий [1].

Недостатком этого способа силосования провяленного козлятника восточного с применением ферментного препарата является то, что ферментный препарат гидролизует полисахариды до свободных сахаров, которые могут быть использованы гнилостной микрофлорой, ухудшающей качество готового корма.

Известен способ силосования растительного сырья, который предусматривает силосование зеленой массы кукурузы с соломой с добавкой ферментного целловиридина ГЗх (ЦлА-200 ед/г) в дозе 0,09-0,11 % от массы силоса [2].

Недостатком этого способа является то, что высокоупорядоченная надмолекулярная кристаллическая структура целлюлозы, между волокнами которой находится лигнин, полностью блокирует доступ целловиридина к компонентам нативной соломы.

Наиболее близким техническим решением, принятым в качестве прототипа по технической сущности и достигаемому эффекту, является способ консервирования растительного сырья, включающий измельчение зеленой массы растительного сырья с использованием бактериального и химического препаратов, в качестве бактериального препарата используют "Биосил НН", а в качестве химического препарата - "Текацид", причем вначале вносят химический препарат "Текацид" из расчета 1,5 л/т, а затем бактериальный препарат "Биосил НН" из расчета 1 л на 40 т силосуемой массы. "Биосил НН" представляет собой микробную массу живых гомоферментативных молочнокислых микроорганизмов, состоящую из Lactococcus lactis и Lactobacillus casei в соотношении 1:1. Текацид содержит 52 % муравьиной кислоты, 18 % пропионовой кислоты, 7 % натрия и остальное - вода [3].

Недостатком этого способа является то, что применение комбинации препаратов препятствует биохимическому созреванию силосуемой массы, а именно гидролизу крахмала, протеина и клетчатки.

Техническая задача, на решение которой направлено заявляемое изобретение, заключается в снижении себестоимости рациона крупного рогатого скота и создании растительного корма, который отличается высокой сохранностью и усвояемостью питательных веществ, что способствует снижению количества дорогостоящих кормовых добавок в рационе крупного рогатого скота и повышает экономическую эффективность молочного производства.

Поставленная задача достигается тем, что в способе силосования растительного сырья, при котором измельченную зеленую массу растительного сырья обрабатывают раствором, содержащим в 1 л 5-300 г бактериального препарата, включающего консорциум микроорганизмов Lactobacillus plantarum и Lactobacillus casei в количестве $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г и полиферментный препарат, содержащий целлюлазу с активностью 300-10000 ед/г, ксиланазу с активностью 500-70000 ед/г и пектиназу с активностью 500-15000 ед/г в соотношении 1-5:6,1-10,2:1,5-4,4, при этом обработку осуществляют из расчета 1 л указанного раствора на 1 т зеленой массы растительного сырья, параллельно измельченную солому обрабатывают 80%-ным раствором молочной кислоты в количестве 4-10 л на 1 т соломы, затем на дно силосного сооружения укладывают слой обработанной соломы высотой 20-40 см и трамбуют его, сверху укладывают слой обработанной зеленой массы растительного сырья высотой 40-70 см и трамбуют его и поверх первых двух слоев укладывают слой обработанной соломы, дополнительно пропаренной при 110-150 °С в течение 10-30 мин, высотой 20-40 см и трамбуют его.

Поставленная задача достигается также за счет того, что полиферментный препарат целенаправленно воздействует на углеводную часть растительного сырья, а именно переводит трудногидролизуемые полисахариды в усвояемое животными состояние. Входящие в состав целлюлаза и ксиланаза значительно повышают активность пектиназы, которая расщепляет пектиновые вещества, открывая доступ ферментам к целлюлозе и гемицеллю-

лозам. Ксиланаза разрушает водорастворимые и нерастворимые арабиноксиланы в волокнистой фракции клеточной стенки растений, повышая доступность целлюлазы к сырой клетчатке. Слаженная работа ферментов способствует повышению содержания простых сахаров, чем создает благоприятные условия для жизнедеятельности молочнокислых бактерий, синтезирующих достаточное количество молочной кислоты. Это обеспечивает высокую сохранность питательных веществ растительного сырья, основным критерием которого является отсутствие масляной кислоты и оптимальная величина pH.

Пропаривание соломы способствует снижению механической прочности лигноцеллюлозного каркаса и повышению доступности полиферментного препарата.

Послойная укладка зеленой массы растительного сырья с высокой влажностью, порядка 60 % и выше, с соломенной резкой (в количестве 5-15 % по весу) предотвращает утечку сока из зеленой массы благодаря высокой гигроскопичности соломы и уменьшает потери питательных веществ.

Послойная укладка и трамбовка способствуют проникновению ферментированного сока и полиферментного препарата из зеленой массы растительного сырья в солому, из которой молочная кислота частично проникает в зеленую массу растительного сырья, снижая активную кислотность, чем создает благоприятные условия для жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

Таким образом, совместное силосование зеленой массы растительного сырья и соломы способствует повышению питательности последней.

Заявленный способ включает следующие операции:

1.1. Скашивают зеленую массу растительного сырья влажностью 60-80 %, измельчают до 3-5 см, обрабатывают рабочим раствором бактериального препарата на основе смеси закваски, содержащей консорциум микроорганизмов Lactobacillus plantarum и Lactobacillus casei в количестве $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г, и полиферментного препарата на основе целлюлазы - 300-10000 ед/г, ксиланазы - 500-70000 ед/г, пектиназы - 500-15000 ед/г в соотношении 1-5:6,1-10,2:1,5-4,4, в количестве 1 л на 1 т.

1.2. Скашивают солому, измельчают до 1-3 см, обрабатывают химическим препаратом на основе молочной кислоты с концентрацией 80 % в количестве 4-10 л на 1 т.

1.3. Пропаривают солому, измельченную до 1-3 см и обработанную химическим препаратом на основе молочной кислоты с концентрацией 80 % в количестве 4-10 л на 1 т, при 110-150 °С в течение 10-30 мин.

1.4. Укладывают на дно силосного сооружения солому, измельченную до 1-3 см и обработанную химическим препаратом на основе молочной кислоты с концентрацией 80 % в количестве 4-10 л на 1 т, слоем высотой 20-40 см, трамбуют в течение 15-30 мин.

1.5. Укладывают сверху зеленую массу растительного сырья, измельченную до 3-5 см и обработанную рабочим раствором бактериального препарата на основе смеси закваски, содержащей консорциум микроорганизмов Lactobacillus plantarum и Lactobacillus casei в количестве $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г, и полиферментного препарата на основе целлюлазы – 300-10000 ед/г, ксиланазы - 500-70000 ед/г, пектиназы - 500-15000 ед/г в соотношении 1-5:6,1-10,2:1,5-4,4, в количестве 1 л на 1 т, слоем 40-70 см, затем трамбуют.

1.6. Укладывают сверху солому, измельченную до 1-3 см, обработанную химическим препаратом на основе молочной кислоты с концентрацией 80 % в количестве 4-10 л на 1 т и пропаренную при 110-150 °С в течение 10-30 мин, слоем высотой 20-40 см, затем трамбуют.

Продолжают послойную укладку с чередованием зеленой массы растительного сырья с высокой влажностью, порядка 60 % и выше, измельченной до 3-5 см и обработанной рабочим раствором бактериального препарата на основе смеси закваски, содержащей консорциум микроорганизмов Lactobacillus plantarum и Lactobacillus casei в количестве $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г, и полиферментного препарата на основе целлюлазы – 300-10000 ед/г, ксиланазы - 500-70000 ед/г, пектиназы - 500-15000 ед/г в соотношении 1-5:6,1-10,2:1,5-4,4, в ко-

личестве 1 л на 1 т, и соломы, измельченной до 1-3 см, обработанной химическим препаратом на основе молочной кислоты с концентрацией 80 % в количестве 4-10 л на 1 т и пропаренной при 110-150 °С в течение 10-30 мин, в соотношении (8,5-9,5):1 таким образом, чтобы верхний слой был из соломы, и хранят в анаэробных условиях без доступа солнечного света.

Заявляемый способ предотвращает утечку сока из зеленой массы благодаря высокой гигроскопичности соломы и уменьшает потери питательных веществ.

Обработка соломы способствует снижению механической прочности лигноцеллюлозного каркаса и повышению доступности полиферментного препарата.

Послойная укладка и трамбовка способствуют проникновению ферментированного сока и полиферментного препарата из зеленой массы растительного сырья в солому, из которой молочная кислота частично проникает в зеленую массу растительного сырья, снижая активную кислотность, чем создает благоприятные условия для жизнедеятельности молочнокислых бактерий.

Технический результат от решения поставленной задачи заключается в возможности получения силоса высокого качества из смеси зеленой массы растительного сырья и соломы с улучшенными питательными характеристиками.

Пример осуществления заявленного способа.

Способ силосования растительного сырья, при котором измельченную зеленую массу растительного сырья обрабатывают раствором, содержащим в 1 л 5-300 г бактериального препарата, включающего консорциум микроорганизмов Lactobacillus plantarum и Lactobacillus casei в количестве $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г и полиферментный препарат, содержащий целлюлазу с активностью 300-10000 ед/г, ксиланазу с активностью 500-70000 ед/г и пектиназу с активностью 500-15000 ед/г в соотношении 1-5:6,1-10,2:1,54,4, при этом обработку осуществляют из расчета 1 л указанного раствора на 1 т зеленой массы растительного сырья, параллельно измельченную солому обрабатывают 80%-ным раствором молочной кислоты в количестве 4-10 л на 1 т соломы, затем на дно силосного сооружения укладывают слой обработанной соломы высотой 20-40 см и трамбуют его, сверху укладывают слой обработанной зеленой массы растительного сырья высотой 40-70 см и трамбуют его и поверх первых двух слоев укладывают слой обработанной соломы, дополнительно пропаренной при 110-150 °С в течение 10-30 мин, высотой 20-40 см и трамбуют его.

Применение полиферментного препарата при силосовании растительного сырья с недостаточным содержанием водорастворимых сахаров способствует частичному разрушению структурных полисахаридов: целлюлозы, гемицеллюлоз и пектиновых веществ в моносахара и сбраживанию их молочнокислыми бактериями в молочную, частично уксусную кислоты, которые консервируют корм. Это дает возможность расширить ассортимент кормовых культур для консервирования растительного сырья путем силосования.

Пример осуществления заявленного промышленно-технологического способа.

Комбайном "Ягуар-850" солому скашивают, измельчают до 1-3 см, орошают 80 % раствором молочной кислоты из расчета 4-10 л на 1 т соломы и загружают на автомобильный транспорт с полуприцепом ПС-60, который доставляет ее к месту закладки и хранения.

Комбайном "Ягуар-850" зеленую массу растительного сырья влажностью порядка 60 % и выше скашивают, измельчают до 3-5 см, орошают рабочим раствором бактериального препарата в количестве 1 л на 1 т и загружают на автомобильный транспорт с полуприцепом ПС-60, который доставляет ее к месту закладки и хранения.

Измельченную солому, обработанную химическим препаратом на основе 80 % раствора молочной кислоты из расчета 4-10 л на 1 т, для третьего и последующих слоев помещают в стационарный пропариватель HG 2000 и выдерживают при 110-150 °С в течение 10-30 мин.

На дно силосного сооружения укладывают соломенную резку, обработанную химическим препаратом на основе 80 % раствора молочной кислоты из расчета 4-10 л на 1 т, сло-

ем высотой 20-40 см с последующей трамбовкой Амкодорами 352С-02 в течение 15-30 мин.

Затем укладывают измельченную зеленую массу растительного сырья, обработанную бактериальным препаратом, слоем высотой 40-70 см с последующей трамбовкой Амкодорами 352С-02.

Третьим слоем укладывают обработанную солому высотой 20-40 см с последующей трамбовкой Амкодорами 352С-02.

Продолжают послойную укладку с чередованием зеленой массы растительного сырья и обработанной соломы таким образом, чтобы верхний слой был из соломы.

Укрывают специальной солнцезащитной и воздухонепроницаемой пленкой с фиксацией мешками с песком.

Преимущества заявляемого способа иллюстрируется примером с табличным наполнением питательной ценности опытных образцов силоса.

Исходная смесь зеленой массы растительного сырья на основе разнотравья и соломы рапса содержит: сухое вещество 41,1 %; сырую клетчатку 17,1 %; сырой протеин 3,71 %; сырую золу 8,3 %; pH 5,2. Показатели качества силоса из смеси зеленой массы растительного сырья на основе разнотравья и соломы рапса сведены в табл. 1.

Таблица 1

Питательная ценность силоса из смеси зеленой массы растительного сырья на основе разнотравья и соломы рапса

Способ заготовки	Сухое вещество, %	Сырая клетчатка, % а.с.в.	Сырой протеин, % а.с.в.	Сырая зола, % а.с.в.	pH	Масляная кислота, %
Силос без добавок	33,2	17,3	3,16	8,1	4,5	0,1
Препараты "Биосил НН" и "Текацид" (прототип)	37,1	16,7	3,39	7,9	4,2	0
Бактериальный препарат (Lactobacillus plantarum+Lactobacillus casei+полиферментный препарат) и химический препарат (молочная кислота)	39,0	15,2	3,53	7,7	4,1	0

Силос из смеси зеленой массы растительного сырья на основе разнотравья и соломы рапса оценивается по внешнему виду (цвет, запах, консистенция), содержанию сухого вещества, сырой клетчатки, сырого протеина, сырой золы, кислотности, масляной кислоты. Закладывались опытные образцы без добавок, с добавкой по прототипу "Биосил НН" и "Текацид" и по заявляемому изобретению с бактериальным препаратом на основе Lactobacillus plantarum и Lactobacillus casei в количестве $1 \cdot 10^{11}$ КОЕ/г и полиферментным препаратом на основе целлюлазы с активностью 300-10000 ед/г, ксиланазы с активностью 500-70000 ед/г, пектиназы с активностью 500-15000 ед/г в соотношении 1-5:6,1-10,2:1,5-4,4 и химическим препаратом на основе 80 % раствора молочной кислоты.

Опытные образцы обладают приятным ароматом квашенных овощей, цвет и консистенция характерны исходному сырью.

Растительные корма, полученные по заявляемому изобретению согласно табл. 1, по содержанию сырой золы и масляной кислоты соответствуют высшему классу, по сухому веществу - первому, а по сырым клетчатке и протеину - третьему согласно требованиям СТБ 1223-2000 "Силос из кормовых растений. Технические условия". При комплексной

оценке качества получается корм второго класса (1,7), но из-за низкого значения сырого протеина относится к третьему классу.

Для оценки эффективности заявляемого изобретения проведен расчет потерь питательных веществ опытных образцов силоса по сравнению с исходным сырьем, который представлен в табл. 2.

Таблица 2

Потери питательных веществ опытных образцов силоса по сравнению с исходным сырьем

Способ заготовки растительных кормов	Сухое вещество, %	Сырая клетчатка, %	Сырой протеин, %	Сырая зола, %
Силос без добавок	19,2	0	14,8	2,4
Ферментный препарат "Биосил" (прототип)	9,7	2,3	8,6	4,8
Lactobacillus plantarum+Lactobacillus casei+полиферментный препарат	5,1	11,1	4,9	7,2

В опытном силосе (табл. 2 по заявляемому изобретению) наблюдаются низкие потери питательных веществ по сравнению с исходной зеленой массой растительного сырья и соломы рапса, и составляют по сухому веществу 5,1 %, по сырому протеину 4,9 %. Низкое содержание золы, порядка 7,7 %, позволяет снизить перерасход сахаров в рационе крупного рогатого скота на 1 кг из расчета на 1 голову.

Сравнительный анализ сохранности питательных веществ силоса с исходным растительным сырьем показал, что потери сухого вещества по прототипу и заявляемому изобретению составляют 9,7 и 5,1 % соответственно, а по сырому протеину 8,6 и 4,9 % соответственно. Таким образом, предложенный способ силосования позволяет снизить потери более чем в 1,5 раза по сравнению с прототипом. Значение pH в опытных образцах достигло оптимального уровня, что способствует эффективному подавлению жизнедеятельности патогенной микрофлоры.

Таким образом, способ силосования по заявляемому изобретению оказывает положительное влияние на сохранность питательных веществ.

Показателем повышения усвояемости питательных веществ является снижение содержания сырой клетчатки в опытном образце по заявляемому изобретению по сравнению с исходным сырьем на 11,1 %.

Высокая сохранность и усвояемость питательных веществ силоса по заявляемому изобретению позволяет снизить себестоимость рациона крупного рогатого скота за счет снижения количества дорогостоящих концентратов.

Заявляемый способ позволяет расширить промышленнотехнологические возможности силосования растительных кормов.

Источники информации:

1. БОГДАНОВ Д.В. и др. Силосование козлятника восточного с использованием полиферментного препарата "Феркон". Кормопроизводство, 2008, № 10, с. 29-30.

2. RU 2004161, 10991.

3. RU 2614799, 1997.

Национальный центр интеллектуальной собственности.
220034, г. Минск, ул. Козлова, 20.