

УДК 636.084/.087;631.155.2:633.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНСЕРВАНТА «БИОПЛАНТ» ПРИ СИЛОСОВАНИИ ЗЛАКОВО-БОБОВЫХ ТРАВ

Е. П. ХОДАРЕНОК¹⁾, А. А. КУРЕПИН¹⁾

¹⁾Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
ул. Фрунзе, 11, 222160, Жодино, Минская обл., Беларусь

Заготовка силосованных кормов из злаково-бобовых трав с использованием биологического консерванта «Биоплант» на основе лиофильно высушенных штаммов *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* позволила получить корм с питательной ценностью 9,78 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества, снизить потери сухого вещества на 5,9 %, сырого протеина – на 7,7 %, повысить молочную продуктивность коров на 5,6 %. Консервант отечественного производства «Биоплант» отличается экологической чистотой, не обладает раздражающим и аллергическим действием. В ходе его применения не установлено отрицательного влияния на организм животного.

Ключевые слова: биологический консервант; молочная продуктивность; *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*; *Lactobacillus casei*.

ECOLOGICAL ASPECTS OF USE OF «BIOPLANT» BIOLOGICAL PRESERVATIVES IN SILAGE GRASSES AND LEGUMES

E. P. HODARENOK^a, A. A. KUREPIN^a

^aScientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry,
Frunze street, 11, 222160, Zhodino, Minsk region, Belarus
Corresponding author: A. A. Kurepin (npclabhim@mail.ru)

Procurement of silo forage from cereal and leguminous herbs using Bioplant a biological preservative on the basis of lyophilized dried strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* allowed to get a feed with a nutritional value of 9,78 MJ of metabolizable energy per 1 kg of dry matter; and reduce the loss of dry matter by 5,9 %, of crude protein by 7,7 %, to increase milk productivity of cows by 5,6 %. «Bioplant» preservative of domestic production is ecologically clean, does not have irritating and allergic effect. In the course of its application, there is no negative effect on the environment and the animal's organism.

Key words: biological preservative; milk production; *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus plantarum*; *Lactobacillus casei*.

Образец цитирования:

Ходаренок Е. П., Курепин А. А. Экологические аспекты использования биологического консерванта «Биоплант» при силосовании злаково-бобовых трав // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. 2018. № 2. С. 136–141.

For citation:

Hodarenok E. P., Kurepin A. A. Ecological aspects of use of biological preservatives «Bioplant» in silage grasses and legumes. *J. Belarus. State Univ. Ecol.* 2018. No. 2. P. 136–141 (in Russ.).

Авторы:

Елена Петровна Ходаренок – научный сотрудник лаборатории кормопроизводства.

Александр Александрович Курепин – кандидат сельскохозяйственных наук; заведующий лабораторией оценки качества кормов и биохимических анализов.

Authors:

Elena P. Hodarenok, researcher of the fodder production laboratory.

npclabhim@mail.ru

Alexander A. Kurepin, PhD (agriculture); head of laboratory for feed quality assessment and biochemical analysis.

npclabhim@mail.ru

Введение

Насыщение рынка полноценными продуктами питания – неотложная задача сельского хозяйства страны. Развитие животноводства требует значительного повышения качества кормов при одновременном снижении их расхода за счет более рационального использования.

В последние годы в Республике Беларусь актуальными являются исследования, связанные с применением консервантов при заготовке силосованных кормов. Введение консервантов в корма обусловлено необходимостью обеспечить их максимальную сохранность. Они способны снизить развитие нежелательных микроорганизмов, вызывающих потери питательных веществ и энергии в ходе закладки и хранения, а также в процессе использования кормов.

Применяемое химическое консервирование – это процесс ингибирования ферментов в растениях как на генетическом уровне (тормозится биосинтез ферментов в клетках растений и микроорганизмов), так и кинетическом (консервант блокирует имеющиеся в корме ферменты и тормозит их действие). Химический консервант вступает во взаимодействие со всеми веществами и подавляет ферментативные реакции. Однако широкое применение химического консервирования в последние годы сильно сдерживается из-за возникающих трудностей при хранении химических веществ, транспортировки, внесении, агрессивности, а также загрязнения окружающей среды. Он должен разрушаться к моменту скармливания консервированного корма без образования токсичных продуктов, а также не придавать корму неприятного запаха и привкуса.

Поэтому при выборе того или иного консерванта следует учитывать не только его влияние на сохранность питательных веществ и качество корма, но и на безвредность для организма животного и окружающую среду.

В странах с развитым животноводством (США, Канада, Германия, Дания, Голландия и др.) в настоящее время для консервирования растительных кормов на 90–95 % используют сухие биологические консерванты [1–3].

Основой биологического консерванта служит одна или несколько живых культур молочнокислых бактерий, которые продуцируют молочную кислоту, подавляющую нежелательную анаэробную микрофлору. Однако и сегодня остается актуальным поиск новых сочетаний бактерий для получения экологически чистых, недорогих и технологичных биологических консервантов, обеспечивающих сохранение питательных веществ в кормах, что способствует реализации генетического потенциала животных при снижении затрат на единицу производимой продукции.

Для подавления развития аэробной микрофлоры в консерванты зачастую дополнительно вводят такие гетероферментативные молочнокислые бактерии, как *Lactobacillus buchneri* или пропионовокислые бактерии, которые синтезируют и накапливают в массе корма пропионовую кислоту и некоторые другие вещества, угнетающе действующие на развитие дрожжевых и плесневых грибов. Причина высокой популярности биологических консервантов кроется в их меньшей, по сравнению с химическими продуктами, стоимости. Кроме того, консервирование кормов с использованием бактериальных консервантов отличается экологической чистотой, так как они не оказывают токсического действия на окружающую среду и не угнетают микрофлору желудочно-кишечного тракта животных, не требуют применения защитных средств при их внесении в консервируемое сырье. Биологическое консервирование растительных кормов бактериальными заквасками – это микробиологический синтез в силосе из сбраживаемых сахаров молочной и уксусной кислот для интенсификации образования водородных ионов в жидкой фазе силоса, направленных на подавление активности гнилостных и маслянокислых бактерий. Биологические консерванты (молочнокислые бактерии) ускоряют процесс превращения углеводов в молочную кислоту, снижая потери питательных веществ и угнетая нежелательные ферментативные процессы [4–9].

Бактериальный препарат должен содержать (желательно) не один, а несколько штаммов молочнокислых бактерий, обладающих различными адаптирующими свойствами к условиям культивирования, что обеспечивает необходимую пластичность препарата. Особенно важно обеспечить доминирование культурных штаммов молочнокислых бактерий на всех стадиях брожения в силосе. Как известно, молочнокислое брожение в силосе протекает в две стадии: в начале преобладают кокковые, а затем палочковидные формы.

Эффективность бактериальных препаратов зависит от большого числа факторов – размера эпифитных популяций молочнокислых бактерий, вида бактерий и их активности, дозы и способа внесения бактериального препарата, равномерности обработки силосуемой массы, вида силосуемого сырья и т. д. Выбор наиболее подходящих штаммов должен основываться на их безопасности, возможности расти в различных условиях, как, например, разное содержание сухого вещества в корме, разные температуры и значения pH, способность штаммов расщеплять сахар, содержащийся в корме, способность подавлять

развитие гнилостных бактерий и грибов. Также очень важна стабильность консервантов, позволяющая поддерживать необходимый уровень содержания живых бактерий в корме. Такими характеристиками могут обладать только сухие консерванты, которые перед применением разводятся в воде [10; 11].

Использование биологических консервантов при заготовке силосованных кормов является в настоящее время целесообразным, так как они не только улучшают сохранность силоса, но и оказывают положительное влияние на организм животного.

Таким образом, цель работы – изучить эффективность применения биологического консерванта отечественного производства «Биоплант» при заготовке консервированных кормов и его влияние на организм животных.

Материалы и методы исследования

С целью изучения влияния скармливания злаково-бобового силоса, заготовленного с использованием биологического консерванта «Биоплант», на молочную продуктивность и влияние на организм животного, в РУСП «Заречье» Смолевичского р-на Минской обл. проведен научно-хозяйственный опыт на коровах черно-пестрой породы с удоем 5–5,5 тыс. кг молока за законченную лактацию.

Для этого в хозяйстве было заготовлено 1000 т силоса с использованием данного препарата. В качестве контрольного варианта было заложено 1000 т силоса из злаково-бобовых травосмесей без консерванта.

Биологический консервант «Биоплант» представляет собой консорциум лиофильно высушенных штаммов молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* и предназначен для силосования растительных кормов. Норма внесения консерванта – 10 г на тонну силосуемой массы злаково-бобовых трав.

Количество молочнокислых бактерий в 1 г биологического консерванта – не менее 1×10^{10} КОЕ. Микроорганизмы, входящие в состав консорциума, обладают следующими производственно-ценными свойствами:

1. Быстро растут и способны к доминированию над местной силосной микрофлорой.
2. Имеют высокую антагонистическую активность.
3. Гомоферментативны и, таким образом, производят молочную кислоту из доступных утилизирующих углеводов.
4. Устойчивы к кислоте, по крайней мере, при pH 4.0.
5. Способны сбраживать гексозы, пентозы и фруктаны.
6. Не производят декстраны и никак не воздействуют на органические кислоты.
7. Обладают способностью к росту при температуре до 50 °C.

Препарат применяется в виде 0,6–1,0 % раствора. Распыляется на растительный материал при его уборке насосом-дозатором, расположенном на кормоуборочном комплексе.

В опытах были изучены состав и дозы внесения консерванта, химический анализ кормов и продуктов обмена по схеме зоотехнического анализа: зола, содержание влаги, общий азот, сырая клетчатка, сырой жир, кальций, фосфор, pH, сухое и органическое вещество, БЭВ, содержание органических кислот [12; 13].

Учет молочной продуктивности съеденных кормов, а также отбор средних образцов (молока, корма, крови) для лабораторных исследований проводили в лаборатории оценки качества кормов и биохимических анализов РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». Химический состав молока определен на «Милкоскане 605», гематологические показатели на анализаторе URIT VETPLUS.

Данные, полученные в ходе проведения опытов, обработаны методом вариационной статистики по П. Ф. Рокицкому [14].

Одним из важных показателей, характеризующих качество силоса, является активная кислотность (pH). По величине pH можно судить о доброкачественности силоса, приготовленного из свежескошенных растений. Интересно, что быстрое подкисление корма до pH 4,2–4,3 исключает развитие маслянокислых бактерий. Многие нежелательные бактерии утрачивают способность размножаться при уровне pH 4,2. Можно с уверенностью утверждать, что при таком уровне pH в корме преобладает молочная кислота, а масляной кислоты или нет вообще, или количество ее ничтожно мало.

В ходе проведенных нами исследований в РУСП «Заречье» Смолевичского р-на Минской обл. установлено, что pH злаково-бобового силоса спонтанного брожения составляло 4,4, в варианте с консервантом «Биоплант» активная кислотность находилась на уровне 4,2 ед.

Внесение консерванта «Биоплант» при заготовке злаково-бобового силоса оказало положительное влияние на кислотный состав силоса. В силосе с биологическим консервантом содержалось на 7,95 %

больше молочной кислоты и на 7,92 % меньше уксусной, чем в контроле. В силосе спонтанного брожения отмечено наличие масляной кислоты в количестве 0,03 %.

На основании проведенных биохимических исследований злаково-бобовых силосов следует отметить, что корма имели достаточную концентрацию органических кислот. Применение биологического препарата позволило улучшить соотношение молочной и уксусной кислот, при этом в силосе с использованием препарата «Биоплант» отсутствовала масляная кислота, что говорит об ограничении в силосе маслянокислого брожения.

Сравнительное изучение химического состава силосов показало (табл. 1), что злаково-бобовый силос с консервантом содержит сырого протеина больше на 12,95 %, сухого вещества на 8,6 %, сырого жира на 6,3 % и меньше сырой клетчатки на 8,2 %, по сравнению с силосом спонтанного брожения.

Таблица 1

Химический состав и питательная ценность силосов

Table 1

Chemical composition and nutritional value of silos

Показатели	Контроль	Опыт
Сухое вещество, %	30,85	33,51
Содержится в 1 кг сухого вещества:		
Кормовых единиц	0,91	0,96
Обменной энергии, МДж	9,42	9,78
Сырого протеина, г	125,1	141,3
Сырого жира, г	39,6	42,1
Сырой клетчатки, г	261,3	239,8
БЭВ, г	487,5	512,3

Увеличение содержания протеина (16,2 г) в опытном силосе явилось следствием протекания биохимических процессов в силосуемой массе по принципу гомоферментативного брожения, что негативно сказалось на жизнедеятельности аминотрофов, а также других возбудителей нежелательного брожения. Следствием этого явилось сокращение срока созревания силоса и, соответственно, потерь протеина в процессе хранения.

Изучение энергетической питательности заготовленных кормов показало, что концентрация обменной энергии силоса, заготовленного с использованием биологического консерванта «Биоплант», составила 9,78 МДж в 1 кг сухого вещества, что выше на 3,8 % в сравнении с контрольным силосом.

Использование штаммов молочнокислых бактерий при заготовке силосованных кормов способствует сокращению потерь при их хранении. Так, в злаково-бобовом силосе произошло сокращение потерь сухого вещества по сравнению с контрольным на 5,9 %, сырого протеина – на 7,7 %.

Низкие потери сухого вещества при заготовке и хранении силоса с внесением консерванта происходят из-за сокращения срока участия в микробиологических процессах гнилостной, маслянокислой микрофлоры, ускоряя при этом интенсивное размножение и развитие молочнокислых бактерий и подкисление среды.

Согласно учетным данным, поедаемость коровами сена, свеклы, патоки и комбикорма была полной в обеих группах. Животные опытной группы лучше поедали опытный силос на 7,6 %. В контрольной группе наблюдался больший расход кукурузного силоса на 6,7 %, комбикорма – на 9,6 %.

Структура рациона контрольной группы была следующей: силос злаково-бобовый – 30,3 %, силос кукурузный – 24,8, сено разнотравное – 7,7, пивная дробина – 5,4, комбикорм – 31,8; опытной группы – силос злаково-бобовый, заготовленный с консервантом – 36,1 %, силос кукурузный – 22,7, сено разнотравное – 7,5, пивная дробина – 5,3, комбикорм – 28,3 %.

Анализ среднесуточных рационов показал, что по питательности рационы обеих групп удовлетворяли потребностям животных. Животные опытной группы потребляли сырого протеина на 3,9 % больше, чем контрольные аналоги.

Содержание переваримого протеина на 1 кормовую единицу в рационах составило в контрольной группе – 98,57 г, в опытной – 101,13 г. Концентрация обменной энергии в сухом веществе опытного рациона составила 9,82 МДж, контрольного – 9,74 МДж.

Уровень продуктивности коров обусловлен величиной концентрации обменной энергии и всех питательных веществ рациона. Введение в состав рациона коров опытной группы силоса, заготовленного

с использованием биологического консерванта «Биоплант», способствовало достоверному повышению молочной продуктивности лактирующих коров на 5,6 % ($P < 0,01$) (табл. 2). В пересчете на 4 %-ное молоко разница между опытной и контрольной группами составила 11,7 % ($P < 0,01$).

Таблица 2

Молочная продуктивность и химический состав молока подопытных животных

Table 2

Milk productivity and chemical composition of milk of experimental animals

Показатели	Группы	
	контроль	опыт
Среднесуточный удой за опыт, кг	18,96±0,29	20,02±0,21**
Удой 4 %-ного молока, кг	16,96±0,26	18,94±0,19**
Массовая доля жира, %	3,58±0,03	3,76±0,02
Массовая доля белка, %	3,13±0,03	3,25±0,02

** $P < 0,01$

По содержанию массовой доли жира молоко животных опытной группы превосходило контрольных на 0,18 п.п., содержанию белка – 0,12 п.п.

Анализ полученных данных свидетельствует, что скормливание лактирующим коровам силоса с биологическим препаратом оказывает положительное влияние на потребление кормов, переваримость, использование питательных веществ и энергии рационов, что отразилось на производстве молока. Также следует отметить, что все гематологические показатели крови находились в пределах физиологических норм.

Заключение

Консервант отечественного производства «Биоплант» (ТУ ВУ 100377914.557-2008) отличается экологической чистотой, не обладает раздражающим и аллергическим действием. В ходе его применения не установлено отрицательного влияния на организм животного.

Исходя из анализа гематологических показателей и качественных показателей молока, можно сделать вывод, что скормливание подопытным коровам силосов, заготовленных с использованием биологического консерванта, не оказывает отрицательного влияния на их физиологическое состояние и качество получаемого молока.

Заготовка силосованных кормов из злаково-бобовых трав с использованием биологического консерванта «Биоплант» на основе лиофильно высушенных штаммов *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* позволило получить корм с питательной ценностью 9,78 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества, снизить потери сухого вещества на 5,9 %, сырого протеина – на 7,7 %, повысить молочную продуктивность коров на 5,6 %.

Библиографические ссылки

1. Пенькова И. Н., Ривняк Т. Т., Онистратенко Н. В. Использование силоса, заготовленного с консервантом «Бишокон-идеал», в кормлении лактирующих коров // Кормопроизводство. 2011 г. № 2. С. 46–48.
2. Разумовский, Н. П. Качество травяных кормов – здоровье и продуктивность животных // Наше сельское хозяйство. 2011. № 4. С. 32–38.
3. Отрошко, С. А., Ахламов Ю. Д., Шевцов А. В. О внесении консервантов в силосуемую массу многолетних бобовых трав // Кормопроизводство. 2008. № 9. С. 28–29.
4. Пуновский И. И. Как снизить потери при заготовке кормов из трав // Агропанорама. 2002. № 3. С. 13–16.
5. Капустин Н. К., Зиновенко А. Л. Переваримость питательных веществ в рационах с злаково-бобовыми силосами и баланс азота, кальция и фосфора // Международный аграрный журнал. 2000. № 12. С. 37–39.
6. Абраскова С. В., Шлапунов В. Н. Резервы улучшения качества травяных кормов // Зямляробства і ахова раслін. 2009. № 1 (62). С. 22–24.
7. Schmidt R. J., Hu W., Mills J. A., et al. The development of lactic acid bacteria and *Lactobacillus buchneri* and their effects on the fermentation of alfalfa silage // J. of Dairy Science. 2009. Vol. 92, № 10. P. 5005–5010.
8. Сульtimoва Т. Д., Стоянова Л. Г., Цыренов В. Ж. Биологический консервант на основе штамма *Lactococcus lactis subsp. lactis* F-116 // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2013. Т. 44. С. 91–98.
9. Ибраимова Ж. К., Рустенов А. Р., Елеугалиева Н. Ж. и др. Исследование эффективности силосования различного растительного сырья с применением некоторых видов молочнокислых бактерий в качестве консервантов // Биотехнология: теория и практика. 2013. № 3. С. 41–45.

10. Давидюк Д. С. Лактофлор – первый белорусский консервант // Белорусское сельское хозяйство. 2006. № 5. С. 43–44.
11. Добрук Е. А. Использование биоконсервантов «Лактофлор» и «Лабоксил Дуо» при консервировании травянистых кормов // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. 2006. С. 159–162.
12. Мальчевская Е. Н., Миленская Г. С. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов. Минск, 1981.
13. Петухова, Е. А., Бессабарова Р. Ф., Холенева Л. Д. Зоотехнический анализ кормов. М., 1989.
14. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск, 1973.

References

1. Penkova I. N., Rivnjak T. T., Onistratenko N. V. [Use of silage harvested with preservative «Bishokon-ideal» in the feeding of lactating cows]. *Fodder production*. 2011. No. 2. P. 46–48 (in Russ.).
2. Razumovsky N. P. [Quality of herbal forages – health and productivity of animals]. *Our agriculture*. 2011. No. 4. P. 32–38 (in Russ.).
3. Otroshko S. A., Akhlamov Yu. D., Shevtsov A. V. [On the application of preservatives in the silage mass of perennial Bo-bo-herbs]. *Fodder production*. 2008. No. 9. P. 28–29 (in Russ.).
4. Piunovsky I. I. [How to reduce losses when harvesting forages from grasses]. *Agropanorama*. 2002. No. 3. P. 13–16 (in Russ.).
5. Kapustin N. K., Zinovenko A. L. [Digestibility of nutrients in diets with cereal-bean silage and balance of nitrogen, calcium and phosphorus]. *International Agrarian J.* 2000. No. 12. P. 37–39 (in Russ.).
6. Abraskova S. V., Shlapunov V. N. [Reserves for improving the quality of herbal]. *Agriculture and plant protection*. 2009. No. 1 (62). P. 22–24 (in Russ.).
7. Schmidt R. J., Hu W., Mills J. A., et al. The development of lactic acid bacteria and *Lactobacillus buchneri* and their effects on the fermentation of alfalfa silage. *J. of Dairy Science*. 2009. Vol. 92, No. 10. P. 5005–5010.
8. Sulyimova T. D., Stoyanova L. G., Tsyrenov V. Zh. [Biological preservative on the basis of the strain *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* F-116]. *Bulletin of the East Siberian State University of Technology and Management*. 2013. Vol. 44. P. 91–98 (in Russ.).
9. Ibraimova Zh. K., Rustenov A. R., Eleugalieva N. Zh., et al. [Investigation of the effectiveness of the siloing of various plant raw materials using certain types of lactic acid bacteria as preservatives]. *Biotechnology: Theory and Practice*. 2013. No. 3. P. 41–45 (in Russ.).
10. Davidiuk D. S. [Lactoflor is the first Belarusian preservative]. *Belarusian agriculture*. 2006. No. 5. P. 43–44 (in Russ.).
11. Dobruk E. A. [The use of bioconservants «Lactoflor» and «Laboxil Duo» in the conservation of herbaceous forages]. *Agriculture – problems and perspectives: coll. sci. tr. Grodno*, 2006. P. 159–162 (in Russ.).
12. Malchevskaya E. N., Milenkaya G. S. [Assessment of quality and zootechnical analysis of feeds]. Minsk, 1981 (in Russ.).
13. Petukhova E. A., Bessabarova R. F., Kholeneva L. D. [Zootechnical analysis of feeds]. Moscow, 1989 (in Russ.).
14. Rokitsky P. F. [Biological statistics]. 1973 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 10.05.2018
Received by editorial board 10.05.2018