

Наши закваски не уступают импортным

Эффективность биопрепаратов ООО «БИОТРОФ» подтверждена на практике

Елена ЙЫЛДЫРЫМ, доктор биологических наук
ООО «БИОТРОФ»

Дмитрий ЧЕРВАТЕНКО, директор

Марина НИКОЛАЕВА, заместитель директора по животноводству

Руслан ЗАВОНОВ, заместитель директора по производству
ООО «Шекснинская Заря»



Не за горами самая ответственная для хозяйств пора — кормозаготовительная кампания. Главный вопрос, который специалисты задают ученым, звучит так: «Какие силосные закваски лучше: отечественные или импортные?». Не секрет, что многие российские потребители склонны превозносить качество зарубежных продуктов для силосования, в том числе заквасок. Недоверие к отечественным биопрепаратам во многом обусловлено тем, что негативный опыт использования закваски, произведенной какой-то одной компанией, переносится на остальных производителей. С этим трудно не согласиться: на российском рынке появляется все больше и больше биопрепаратов для силосования, эффективность которых не подтверждена ни результатами исследований, ни практическим применением.

Отечественные закваски: стратегия восхождения

Российское биотехнологическое производство очень разнообразно. Наряду с устаревшими предприятиями, где «штампуют» биопрепараты без какой-либо доказательной базы, функционируют научно-исследовательские подразделения и заводы, оснащенные по мировым стандартам и имеющие научную доказательную базу, формировавшуюся десятилетиями.

Деятельность созданного в 1999 г. ООО «БИОТРОФ» началась с отгруз-



Научно-производственный комплекс «БИОТРОФ» в Ленинградской области

ки первой партии силосной закваски на одно из предприятий Ленинградской области. Сегодня «БИОТРОФ» — ведущая биотехнологическая компания. Ассортимент разрабатываемых и выпускаемых ею препаратов для сельскохозяйственных животных, в том числе птицы, огромен. Это — биологические консерванты, ферментативные пробиотики, фитобиотики, а также энтеросорбенты для нейтрализации токсинов, обработки подстилки и удаления неприятных запахов.

Производство, которое изначально находилось в Санкт-Петербурге, сейчас значительно расширилось: в Тельмановском сельском поселении Ленинградской области построен современный высокотехнологичный научно-производственный комплекс, включающий в себя производственно-лабораторный, производственно-складские и административный корпуса общей площадью более 5,8 тыс. м². Мощность предприятия — свыше 1,3 тыс. т готовой продукции в год. Сумма инвестиций в этот проект (его реализовали на основании инвестиционного соглашения, подписанного губернатором Ленинградской области Александром Дрозденко) составила 500 млн руб.

В создании линейки биопрепаратов коллектив ООО «БИОТРОФ» добился больших успехов, что обусловлено исторически. Ученые и специалисты компании используют и приумножают опыт своих учителей и предшественников: Л.А. Гардера — автора первого ГОСТа на силос и Л.К. Эрнста, посвятившего свою научную деятельность изучению микробиома рубца коров. Это побудило руководство и коллектив компании «БИОТРОФ» в 2010 г. создать единственную в России молекулярно-генетическую лабораторию. Сейчас там проводят уникальные исследования по определению состава кормов и микробиоты пищеварительной системы сельскохозяйственных животных методами метагеномики и транскриптомики. На основе полученных данных ученые компании создают биопрепараты с доказанным механизмом действия и подтвержденной эффективностью.

Фокус — на отечественные закваски

Одна из инновационных разработок ООО «БИОТРОФ» — высокоэффективный биоинтервал Промилк®.

Препарат представляет собой размноженную чистую, лиофильно высушенную культуру полезных спорообразующих бактерий *Bacillus* spp. (сухой аналог биопрепарата Биотроф® 111). Микроорганизмы прекрасно переносят высушивание за счет способности к образованию эндоспор и быстро восстанавливают свою активность при внесении в силос.

Помимо способности к спорообразованию, штамм бактерий *Bacillus* spp. имеет ряд других защитных механизмов. При проведении полногеномного секвенирования штамма *Bacillus* spp. на платформе MiSeq (Illumina, Inc.) был подробно описан механизм выживаемости бактерий в силосе. Расшифровка генома с использованием базы данных RAST продемонстрировала активацию 106 генов, отвечающих за адаптацию к неблагоприятным внешним факторам, в том числе к повышенному осмотическому давлению. Именно поэтому закваска эффективна при консервировании трудноусвояемых культур (бобово-злаковые смеси, козлятник восточный, клевер, люцерна и др.), плющеного зерна и кукурузы.

Результаты исследований, проводившихся методом количественной полимеразной цепной реакции (ПЦР), подтвердили, что внесение штамма *Bacillus* spp. (он входит в состав закваски Промилк®) в растительное сырье приводит к эффективному подавлению нежелательной микробиоты (ее количество снижается в 2,5–12,5 раза) — протеолитических клостридий, энтеробактерий, дрожжей *Candida* и *Saccharomyces cerevisiae*, а также патогенных микроорганизмов — стафилококков.

Клостридии и энтеробактерии — инициаторы вторичной ферментации корма. Дрожжи вызывают разогревание корма при открытии траншеи. Количество стафилококков в силосе практически всегда коррелирует (имеет связь) с содержанием соматических клеток в молоке коров. Бактерии штамма *Bacillus* spp. обладают способностью подавлять грибы (антифунгальная активность) и выделять ферменты биодеградации, благодаря чему концентрация микотоксинов в кормах снижается до 55–60%.

Таким образом, биоинтервал — более выгодная в экономическом и

экологическом отношении альтернатива химическим препаратам для силосования.

Эффективная замена импортных аналогов

Специалисты ООО «Шекснинская Заря» Вологодской области провели крупномасштабное исследование, по результатам которого оценили эффективность силосной закваски Промилк®. В ходе научно-практического опыта сравнивали биохимические показатели двух партий консервированного корма из кукурузы, заготовленного с закваской Промилк®, и кукурузного силоса, заложенного на хранение с импортным биоинтервалом на основе микроорганизмов *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *L. buchneri* (пробы брали из двух партий). Весь силос был заготовлен практически в одно время. Анализ показателей качества специалисты хозяйства проводили в лаборатории компании «ЯРВЕТ» по методикам, признанным во всем мире (рис. 1).

Было установлено, что применение как зарубежного биопрепарата, так и отечественного биоинтервала Промилк® обеспечивало эффективное подкисление корма, а значит, на протяжении всего периода ферментации процесс брожения в массе протекал правильно. Отмечено, что при использовании закваски Промилк® сахара кормов расходовались более экономно. Это объясняется научно обоснованной дозировкой вносимых в растительное сырье микроорганизмов.

К тому же применение закваски Промилк® позволило получить корм с низким содержанием аммиака, что говорит об эффективном подавлении протеолитических бактерий, включая клостридии. В партиях, заложенных с дорогостоящим европейским биоинтервалом, уровень аммиака оказался выше. В силосе, заготовленном с использованием импортного и отечественного биоинтервалов, переваримость органического вещества, содержание обменной энергии и чистой энергии лактации (часть энергии корма, которая расходуется на поддержание жизни, производство молока или рост) была практически одинаковой.

Следовательно, российский биопрепарат Промилк® служит хорошей альтернативой зарубежным аналогам.

Снижение риска развития ацидоза

Современные рационы для высокоудойных коров содержат большую долю энергии и моносахаров. При скармливании таких кормов жвачным животным в их рубце снижается уровень рН и угнетается жизнедеятельность «капризной» полезной микробиоты, расщепляющей клетчатку. Это — основная причина развития метаболических заболеваний, в частности лактатного ацидоза и кетоза. Одновременно в рубце ингибируется синтез уксусной кислоты (предшественник жира), а значит, доля жира в молоке уменьшается на 0,3–0,4% и более.

В последнее время животноводы выражают озабоченность по поводу того, что образующиеся в силосе кислоты брожения могут спровоцировать возникновение ацидоза, особенно при скармливании консервированных кормов из высокоуглеводного сырья — райграса и кукурузы. Давайте вместе разберемся в том, насколько реальны эти опасения, подтверждены ли они фактами или все же являются вымыслом.

На основе данных, полученных при изучении свыше 5 тыс. образцов рубцового содержимого крупного рогатого скота с применением молекулярно-генетических методов, специалисты ООО «БИОТРОФ» доказали, что

перегрузка рубца доступными формами энергии приводит к резкому росту кислотоустойчивой популяции амилотических бактериоидов. Их доля в рубце больных ацидозом животных может достигать 90–95% (рис. 2).

Примечательно, что, вопреки традиционным представлениям, на фоне ацидоза среди группы лактатсинтезирующих бактерий микроорганизмы рода *Lactobacillus* не проявляют быстрых темпов роста (как правило, их доля варьирует от 0,05 до 0,4%). Это объясняется тем, что бактерии рода *Lactobacillus* имеют слабые механизмы защиты, позволяющие выживать в агрессивной среде желудочно-кишечного тракта.

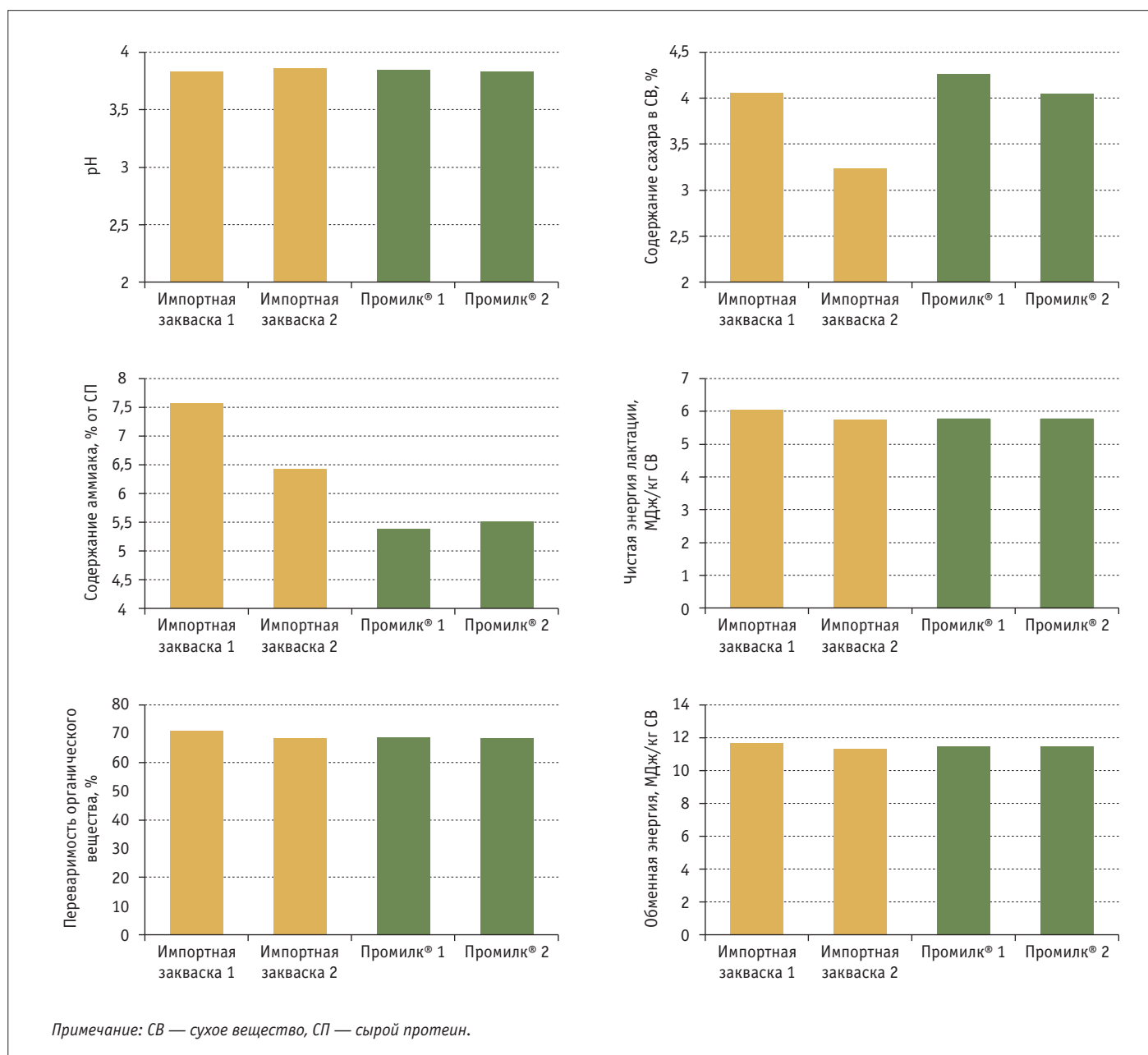


Рис. 1. Эффективность силосных консервантов (данные исследований, проводившихся в 2024 г.)

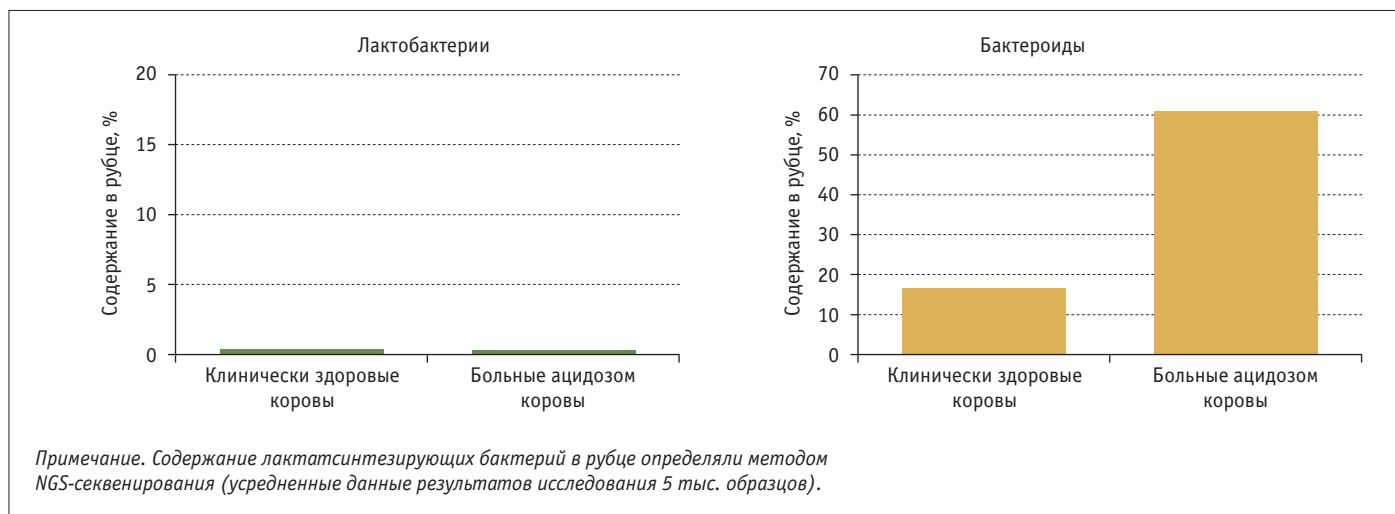


Рис. 2. Содержание лактатсинтезирующих бактерий в рубце клинически здоровых и больных ацидозом коров

Дело в том, что бактериям рода *Lactobacillus* нужны особые питательные субстраты, которые могут быстрее потребить конкуренты.

Продуцентами молочной кислоты могут быть как рубцовые микроорганизмы, так и бактерии, инициирующие процессы ферментации силоса. Вот почему «виновниками» лактатного ацидоза иногда ошибочно считают силосные молочнокислые бактерии. В то же время стало понятно, что лактатный ацидоз обусловлен перегрузкой рубца энергией и сахарами, а основные продуценты лактата в рубце жвачных животных — амилотические бактериоиды. Бактерии рода *Lactobacillus* не вызывали развития ацидоза у коров.

Скармливание переокисленного силоса (величина его рН ниже 3,7), полученного при консервировании высокоуглеводного сырья и внесении в растительную массу большого количества входящих в состав заквасок высокоактивных штаммов бактерий, при определенных условиях может послужить причиной развития ацидоза. Он возникает при потреблении силоса, в котором в ходе ферментации появляется избыток D-изомера молочной кислоты.

Дело в том, что процесс синтеза лактата катализируется лактатдегидрогеназами двух видов — L и D. В результате деятельности этих ферментов образуется два оптических изомера молочной кислоты — L(+)-лактат и D(–)-лактат. Установлено, что эти изомеры по-разному влияют на здоровье жвачных животных. L-лактат не опасен и даже полезен для коров. Он быстро расщепляется в печени до пирувата, который за-

тем используется для синтеза глюкозы, а значит, и энергии.

В отличие от L-лактата, D-лактат считается более токсичной формой оптического изомера молочной кислоты. Именно D-лактат подавляет развитие полезных целлюлозолитиков и вейллионелл (бактерии, играющие важную роль в предотвращении накопления молочной кислоты в рубце), продуцирующих летучие жирные кислоты. Кроме того, D-лактат хуже утилизируется рубцовой микробиотой и тем самым усугубляет заболевание.

Если при селекции штаммов бактерий, входящих в состав силосных заквасок, не учитывать способность микроорганизмов направленно синтезировать L-лактат, то при скармливании коровам переокисленного силоса могут появляться предпосылки более тяжелого течения лактатного ацидоза. В свою очередь это приводит к снижению надоя и уменьшению доли жира в молоке.

В ряде животноводческих хозяйств Ленинградской области специалисты компании «БИОТРОФ» провели широкие мониторинговые исследования (анализ экспрессии гена синтеза фермента D-лактатдегидрогеназы микробным сообществом силоса). Предметом исследования служили консервированные корма (пробы силоса брали из 19 траншей), заложенные с биопрепаратом Биотроф® 111 (жидкая форма закваски Промилк®) и двумя зарубежными высушенными заквасками под условными названиями «Закваска А» и «Закваска Б». В состав закваски А входят лиофильно высушенные бактерии *Pediococcus pentosaceus*, *L. planta-*

rum и целлюлозолитические ферменты β-глюканаза и ксиланаза, а в состав закваски Б — бактерии *Pediococcus pentosaceus*, *L. buchneri*, *L. plantarum* и ферменты α-амилаза и β-глюканаза.

Экспрессия генов — это процесс, в ходе которого наследственная информация гена преобразуется в функциональный продукт — РНК, а затем в белок, например в фермент D-лактатдегидрогеназу. Таким образом, анализ экспрессии генов при помощи наблюдения за РНК методом количественной ПЦР позволяет обнаружить гены силосных бактерий, активирующиеся в ответ на выбранный прием консервирования, который может приводить к запуску синтеза соответствующего белка.

Относительный уровень экспрессии гена синтеза D-лактатдегидрогеназы, связанного с продукцией D-лактата в разных образцах силоса, отображен на **рисунке 3**.

Было установлено, что при внесении импортных биопрепаратов в растительное сырье в массе резко (в 56 раз!) усиливался синтез D-лактата силосными молочнокислыми бактериями. Уровень синтеза D-лактата в траншеях, заложенных с закваской Биотроф® 111, оказался в 2,1–19,7 раза ниже, чем в контрольной траншее. Это свидетельствует об отсутствии риска провокации развития лактатного ацидоза у коров при скармливании им силоса, полученного с биоконсервантом Биотроф® 111. При потреблении корма, заготовленного с зарубежными заквасками А и Б, существовал риск возникновения лактатного ацидоза.

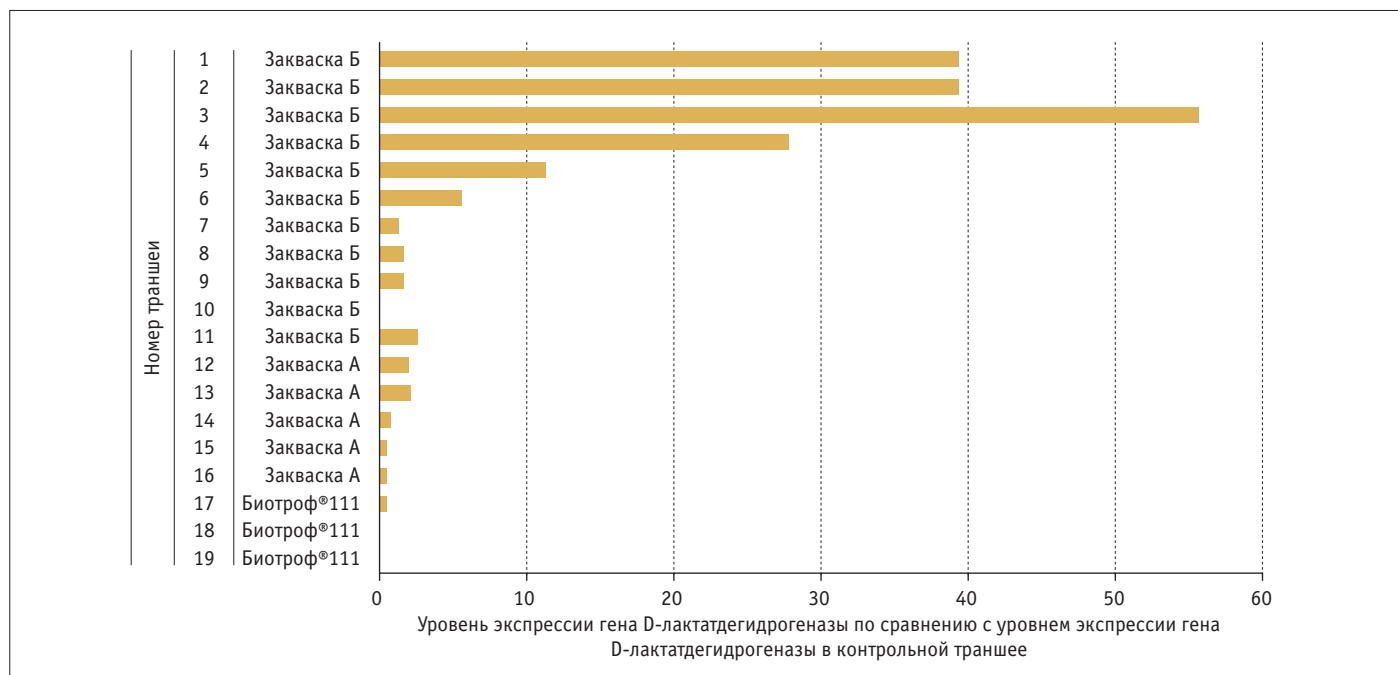


Рис. 3. Экспрессия гена D-лактатдегидрогеназы в силосе под влиянием заквасок

Аэробная стабильность силоса

Сохранение питательных веществ и энергии в силосе заключается не только в быстром снижении pH в ходе ферментации, но и в предотвращении порчи корма после открытия траншеи. Аэробная порча — одна из самых серьезных проблем, и это следует учитывать при производстве объемистых кормов.

К числу важнейших показателей, характеризующих качество силоса, относят его аэробную стабильность, то есть сохранность питательных веществ после открытия траншеи. Дело в том, что моносахара являются не только субстратом для молочнокислых бактерий (они синтезируют молочную кислоту, в результате чего pH силоса снижается), но и источником энергии для дрожжей, которые инициируют процесс аэробного распада. Кислород, проникающий в силос после открытия траншеи, позволяет дрожжам использовать оптимальные для них биохимические пути синтеза собственной биомассы, что приводит к стремительному распаду питательных веществ корма и разогреванию субстрата.

Экспоненциальный рост дрожжей при выемке кормов в конечном итоге «сдвигает» pH силоса в нейтральную сторону и стимулирует развитие плесневых грибов *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. и *Fusarium* sp., продуцирую-

щих микотоксины. Дрожжи и плесневые грибы «действуют сообща», снижая питательную ценность корма.

Интенсификация животноводства и голштинизация крупного рогатого скота привели к сокращению адаптационного потенциала коров и тотальному изменению микробиома рубца.

Микробиом рубца высокопродуктивных коров (в частности, особей, от которых за год получают 5 тыс. кг молока и более) теряет способность к естественной детоксикации токсинов. Поэтому включение в рацион загрязненного патогенными микроорганизмами и микотоксинами корма может стать причиной нарушения микробного сообщества рубца, ухудшения усвояемости растительной клетчатки и обмена веществ. Кроме того, при скармливании контаминированного микотоксинами корма снижаются воспроизводительная функция и продуктивность животных, а в молоке уменьшается доля жира и белка.

Поскольку аэробная стабильность силоса зависит от наличия в нем дрожжей и плесневых грибов, то успешная борьба с этими микроорганизмами позволяет улучшить качество корма. Перспективная разработка компании «БИОТРОФ» — новая закваска Промилк® А7. Биопрепарат представляет собой консорциум двух живых штаммов бактерий, усиливающих действие друг друга.

Спорообразующий штамм *Bacillus* spp. в составе закваски Промилк® А7 уникален: он является гомоферментативным продуцентом молочной кислоты вследствие родства с молочнокислыми бактериями. Это свойство отличает его от других штаммов *Bacillus*. Спорообразующий штамм *Bacillus* spp. устойчив к кислотам и к факторам окружающей среды, вызывающим стресс, в том числе осмотический (он развивается при провяливание растительной массы).

Микроорганизмы штамма *Bacillus* spp. выделяют растворимые целлюлазы, что способствует гидролизу клетчатки корма, а значит, повышению ее питательной ценности, переваримости и поедаемости животными. Микроорганизмы штамма *Bacillus* spp. активны в отношении микробов, поэтому в массе подавляется развитие маслянокислых, гнилостных и токсинообразующих бактерий. Процесс протекает благодаря усиленному синтезу молочной кислоты и антимикробных пептидов. К тому же входящие в состав закваски Промилк® А7 микроорганизмы оказывают антифунгальное действие, то есть активны в отношении плесневых грибов, продуцирующих микотоксины (рис. 4).

Специалисты сельхозпредприятий знают о том, что консерванты участвуют в ферментации силоса, ускоряя процесс снижения pH. Но далеко не все препараты помогают бороться с дрожжами — инициаторами аэроб-

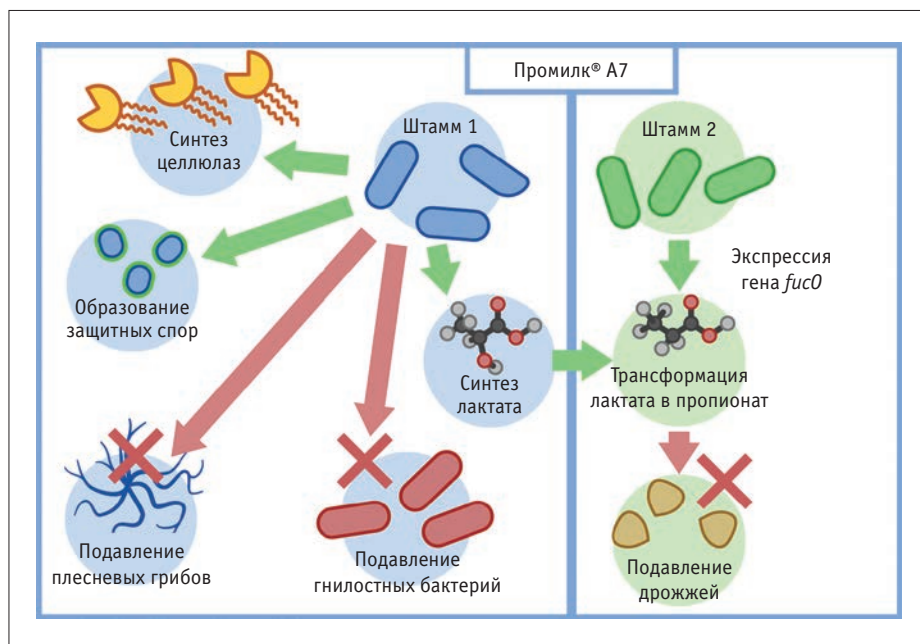


Рис. 4. Схема действия биоконсерванта Промилк® А7, повышающего аэробную стабильность силоса

ной порчи корма. Генетическая система второго штамма в составе закваски Промилк® А7, в отличие от большинства других штаммов лактобактерий, может физиологически адаптироваться к высокой концентрации органических кислот, включая молочную кислоту, которая образуется на более поздних этапах ферментации корма.

Один из таких механизмов — анаэробная система превращения молочной кислоты в другие органические кислоты, в том числе в пропионовую и уксусную, с более высокой, чем у лактата, константой диссоциации. Уровень диссоциации пропионовой и уксусной кислот в силосе низкий. Следовательно, концентрация этих недиссоциированных кислот — наиболее существенный биохимический фактор, влияющий на аэробную стабильность силоса. Попавшие в цитоплазму дрожжей или других нежелательных микроорганизмов пропионовая и уксусная кислоты диссоциируют до соответствующих солей, поскольку внутренний уровень рН выше значений их константы диссоциации. Постоянная «перекачка» протонов, высвобождаемых внутри цитоплазмы, вызывает физиологический стресс, негативно влияющий на метаболические пути в клетках дрожжей и приводящий к их гибели.

Путь превращения молочной кислоты в пропионовую обеспечивает второму штамму в закваске Промилк® А7

повышенный уровень экспрессии гена *fucO*, ассоциированного с синтезом такого фермента, как NADH-связанная 1,2-пропандиолзависимая оксидоредуктаза). Именно поэтому второй штамм в закваске Промилк® А7 оказывает мощное антимикробное действие на те виды дрожжей, которые отвечают за порчу корма при выемке его из траншеи. В результате аэробная стабильность силоса увеличивается в разы, а качество корма остается неизменно высоким на протяжении длительного времени.

Специалисты компании «БИОТРОФ» провели серию экспериментов по консервированию силоса. Цель исследования — оценка эффективности биопрепарата Промилк® А7. Данные сравнительных анализов показали, что период, в течение которого заготовленный с закваской Промилк® А7 силос оставался аэробно стабильным, увеличился в среднем на семь суток.

Итоги

Итак, ООО «БИОТРОФ» — ведущий отечественный производитель биопрепаратов. Они стали узнаваемыми брендами, рекомендованными к использованию во всех регионах России. Закваска Промилк® создана на основе штамма бактерий *Bacillus* spp., который образует высокоустойчивые покоящиеся споры и имеет в геноме уникальные гены осмоотолерантности, антимикроб-

ной активности и биодеструкции микотоксинов.

Специалисты компании смогли получить сухую форму продукта. Его не нужно хранить в холодильнике, удобно транспортировать даже в труднодоступные и удаленные районы страны. В отличие от жидких препаратов и большинства сухих заквасок сухой продукт производства ООО «БИОТРОФ» имеет более длительный срок хранения (24 месяца), а бактерии очень быстро восстанавливают свою активность при внесении в силосуемую массу. При использовании этой закваски в силосе в процессе ферментации практически не образуется D-лактат — изомер молочной кислоты, вызывающий развитие лактатного ацидоза у коров.

Биопрепарат Промилк® — выгодная альтернатива импортным закваскам и химическим консервантам. Его эффективность подтверждена результатами успешного консервирования кормов в течение многих лет. Закваска оказывает мощное антимикробное действие на все виды дрожжей, «виновных» в порче корма при выемке, а также на плесневые грибы, продуцирующие микотоксины. При внесении биопрепарата Промилк® период, на протяжении которого силос остается аэробно стабильным, увеличивается в разы, а значит, снижаются потери питательных веществ и сохраняется качество полученного корма.

Благодарим специалистов ООО «БИОТРОФ» — Игоря Маркмана, доктора биологических наук Георгия Лаптева, кандидата экономических наук Дарью Тюрину, кандидата биологических наук Наталью Новикову, доктора биологических наук Ларису Ильину, кандидата ветеринарных наук Андрея Дубровина, кандидата ветеринарных наук Валентину Филиппову, Ксению Калиткину, Екатерину Пономарёву, Василия Заикина, Виitalia Молоткова, Светлану Биконю, а также главного инженера ООО «Шексинская Заря» Константина Тюрмакова за помощь в проведении исследований и подготовке статьи к публикации. **ЖР**

ООО «БИОТРОФ»
192288, Санкт-Петербург, а/я 183
Тел.: +7 (812) 448-08-68
Факс: +7 (812) 322-85-50
E-mail: biotrof@biotrof.ru
www.biotrof.ru