

# ПРОРЫВ НА РЫНКЕ КОНСЕРВАНТОВ ДЛЯ ЗЕРНА И КУКУРУЗЫ



Е. ЙЫЛДЫРЫМ, И. МАРКМАН, Г. ЛАПТЕВ, Л. ИЛЬИНА, Д. ТЮРИНА, Н. НОВИКОВА, В. ФИЛИППОВА,  
Е. ПОНОМАРЕВА, К. СОКОЛОВА, В. ЗАЙКИН, ООО «БИОТРОФ»

Использование кукурузного силоса и плющеного зерна в рационе КРС имеет множество преимуществ, в том числе экономических: эффективно возрастает скорость откорма и надои. Тем не менее микробиологические процессы, протекающие при консервировании этих кормов, отличаются от таковых при силосовании злаковых и бобовых трав, а также травосмесей. В результате быстрого уплотнения силоса из трав анаэробные условия могут возникать уже через несколько часов после начала заготовки. При консервировании влажного зерна и кукурузного силоса необходимый уровень трамбовки достигается не быстро: анаэробные условия создаются только через двое—трое суток и более. Медленное уплотнение и повышенная влажность этих кормов создают благоприятные условия для роста нежелательной аэробной микробиоты, прежде всего дрожжей и токсинообразующих грибов. Чтобы избежать порчи кукурузного силоса и плющеного зерна, нужно соблюдать особые технологии хранения.

## ТРУДНОСТИ ЗАГОТОВКИ ПЛЮЩЕНОГО ЗЕРНА

Самый распространенный способ консервирования зерна — высушивание. Однако этот процесс требует больших энергозатрат. В отличие от него консервирование плющеного зерна позволяет сэкономить значительное количество энергии, а также начать уборку в стадии молочно-восковой спелости, когда достигается наибольшая питательная ценность.

Вместе с тем, как свидетельствуют результаты многих научных исследований и практический опыт, в процессе консервирования зерна, благодаря нежелательным ферментативным процессам, содержание органических веществ может уменьшиться более чем на 20%. Еще большие потери возникают, когда зерно убирают в дождливую погоду. В условиях избыточной влажности буквально в течение двух дней может произойти самосогревание, плесневение и порча зерна, а в результате — потеря его питательности и вкуса. Порча зерна связана в первую очередь с развитием дрожжевых и плесневых грибов, продуцирующих микотоксины. Проблема загрязнения кормов микотоксинами наблюдается повсеместно. Например, уже в поле грибы рода *Fusarium* поражают зерно, они являются основными продуцентами таких микотоксинов, как ДОН, зеараленон, Т-2 токсин, фумонизин и др. Токсинообразующие грибы *Aspergillus* sp. и *Penicillium* sp. долго считались амбарными, однако, по современным данным, могут поражать растения уже в процессе вегетации. Раньше существовало мнение, что микробиом рубца нивелирует действие микотоксинов, поступающих с кормами. Но это утверждение оказалось справедливым только в отношении низкопродуктивных коров. Последние исследования на высокопродуктивных животных в условиях интенсивного использования свидетельствуют о негативном влиянии микотоксинов на микробиом рубца, здоровье вымени, иммунитет, воспроизводительную спо-

собность, продуктивность, качество молока, экономические и производственные показатели стада.

## ПРОИЗВОДИТЕЛИ ПЛЮЩИЛОК РЕКОМЕНДУЮТ

Очевидно, что крайне важно заготавливать плющенное зерно правильно. Лидеры рынка оборудования для плющения зерна рекомендуют использовать в технологии его консервирования, помимо ряда химических консервантов, единственный биологический препарат — **Биотроф-600** производства НПК «БИОТРОФ», который выпускается в жидкой форме. Так, на сайте чешской компании ROmiLL AGRICULTURE s.r.o. (<https://rusromill.ru/wp-content/uploads/abou.pdf>) размещены подробное описание и механизм действия данного биопрепарата, а также результаты, свидетельствующие, что плющенное зерно, заготовленное с биологическим консервантом Биотроф-600, не уступает по питательности зерну, заложеному с химическим консервантом. Аналогичные рекомендации дает КОГБУ Центр сельскохозяйственного консультирования «Клевера Нечерноземья» ([https://kleverkirov.ru/library/plant\\_industry\\_resource\\_recovery\\_technologies/tiekhnologhiia-poluchieniia-pliershchienogho-kormovogho-zierna](https://kleverkirov.ru/library/plant_industry_resource_recovery_technologies/tiekhnologhiia-poluchieniia-pliershchienogho-kormovogho-zierna)).

Доверие к линейке заквасок НПК «БИОТРОФ» основано на нескольких факторах: уверенности в высоком качестве и надежности продуктов, разработанных с учетом обширной научной

базы и современных молекулярно-генетических методов. Также важны безупречная репутация, положительные отзывы потребителей, соответствие ожиданиям, честность бренда и 25-летняя устойчивость на рынке.

### КОНСЕРВАНТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Как известно, недостатком жидких заквасок является недолгий срок хранения. Существует ли решение данной проблемы для заготовки качественного корма?

Сегодня на кормовом рынке представлено большое количество силосных заквасок на основе высушенных лактобактерий. Производители умалчивают о том, что технологически сложный процесс лиофильного высушивания включает несколько агрессивных по отношению к данным бактериям этапов. На каждом из них серьезно повреждаются клеточная стенка и ДНК ввиду того, что лактобактерии не обладают способностью к образованию спор. Травмирование клеточной мембраны при лиофильной сушке приводит к «просачиванию», соответственно, повышается чувствительность к соли в среде. В результате подвяливания в растительной массе создается высокое осмотическое давление. Следовательно, выжить в силосе или плющеном зерне высушенные лактобактерии с поврежденными мембранами не смогут, среда окажется слишком агрессивной для них. В то же время спорообразующие бактерии *Bacillus* sp. имеют в своем цикле развития покоящиеся структуры (споры) для длительного выживания в неблагоприятных условиях, включая воздействие влажного пара, высушивание, окисляющие агенты и др.

Компанией «БИОТРОФ» разработан высокоэффективный консервант **Промилк** (сухой аналог биопрепарата Биотроф-111), который представляет собой размноженную чистую и лиофильно высушенную культуру бактерий *Bacillus* spp. Последние, в отличие от лактобактерий, прекрасно переносят высушивание за счет способности

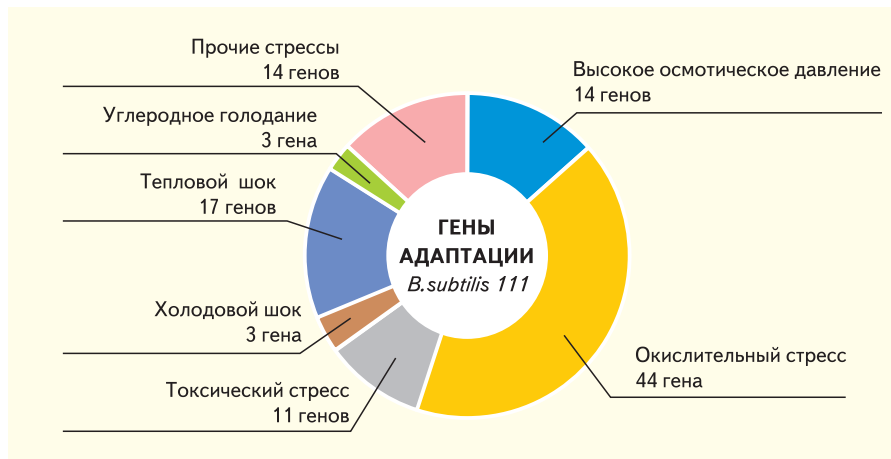


Рис. 1. Гены адаптации к стрессам у штамма бактерии *Bacillus* spp. в биопрепаратах Промилк и Биотроф-111

к образованию эндоспор, быстро восстанавливают свою активность в силосе или плющеном зерне. Помимо этого, штамм бактерии *Bacillus* spp. имеет ряд других защитных механизмов. При проведении полногеномного секвенирования штамма 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 воздействиям, включающим повышенное осмотическое давление (рис. 1). Поэтому закваска с успехом используется и для консервирования трудносилосуемых культур (бобово-злаковых смесей, козлятника восточного, клевера, люцерны и др.), плющеного зерна и кукурузы.

Данные исследований методом количественной ПЦР подтверждают, что внесение в корм штамма бактерии *Bacillus* spp. в составе закваски Промилк приводит к подавлению (в 2,5–12,5 раз) нежелательной микрофлоры: протеолитических клостридий, энтеробактерий, дрожжей *Candida* и *Saccharomyces cerevisiae*, а также патогенных стафилококков. Клостридии и энтеробактерии являются инициаторами вторичной ферментации корма. Дрожжи вызывают разогревание корма при открытии траншеи, а количество стафилококков в сило-

се практически всегда коррелирует с содержанием соматических клеток в молоке коров. Благодаря антифунгальной активности (способность подавлять рост плесневых грибов) штамма бактерии *Bacillus* spp. и выделению ферментов биодеструкции количество микотоксинов в кормах снижается до 55–60%.

### ДОСТОЙНАЯ ЗАМЕНА ХИМИИ

Коллектив ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора, главного научного сотрудника В.М. Дуборезова провел масштабный эксперимент, в котором сравнивали эффективность действия штамма *Bacillus* spp. в биоконсервантах Промилк и закваски Биотроф-111 с химическими консервантами, включая АИВ-2000+, на плющеном зерне кукурузы (2018).

Результаты исследований уровня pH и интенсивности брожения в динамике позволили ученым сделать следующий вывод: как химические консерванты, так и биологический на основе штамма *Bacillus* spp., внесенные во влажное зерно, значительно повысили его сохранность. В зерне, обработанном данными консервантами, нежелательные биохимические процессы протекали менее интенсивно, что подтверждалось меньшим выделением углекислоты по сравнению с контрольным вариантом (без кон-

сервантов). В вариантах с консервантом АИВ-2000+ и биоконсервантом Промилк брожение полностью стабилизировалось уже через 15 суток хранения, тогда как в других вариантах это произошло намного позже.

Следует отметить, результаты успешного консервирования плющеного зерна с биопрепаратом Промилк в течение многих лет подтверждались на практике многими специалистами.

### ФЕРМЕНТАЦИЯ КУКУРУЗЫ ПОД КОНТРОЛЕМ

Основное преимущество силоса из кукурузы — высокая концентрация обменной энергии (ОЭ). Так, в 1 кг сухого вещества силоса содержание ОЭ может достигать 11,5 МДж, что сравнимо с зерном ячменя. Использование кукурузного силоса позволяет снижать количество концентрированных кормов в рационе коров без потери питательности. Однако в кукурузе, убранной до фазы молочно-восковой спелости, повышенное содержание сахара и высокая влажность (до 85%), силос из такой массы получается переокисленным. Высокая влажность приводит к большим потерям сока и питательных веществ в нем. При влажности массы 85% теряется 250–450 л сока на 1 т массы, 80–85% — 136–227 л, 75–80% — 23–135 л. Тем не менее при затягивании сроков уборки кукуруза приобретает нежелательные свойства: нижние части стеблей и стержни початков сильно грубеют, зерно плохо переваривается. Измельчение растительной массы кукурузы на длинные отрезки (>20 мм) ухудшает уровень трамбовки в траншее, уплотнение происходит медленнее, что создает аэробные условия. Меньшая длина резки ускоряет процесс соковыделения.

Засуха во время созревания зерна может замедлять фотосинтез в растениях, что снизит выработку углеводов и ухудшит конверсию сахара в крахмал. Низкое содержание крахмала (менее 250 г на 1 кг сухого вещества) также усиливает интенсивность выделения сока. Все эти факторы прово-

цируют рост нежелательных микроорганизмов, что вызывает разогревание кукурузного силоса. При этом потери питательных веществ могут достигать 25–35%.

Выбор консерванта для силосования кукурузы — это очень важный момент заготовительного процесса. Европейская компания «Еврофинс Агро Тестинг» (BLGG) проводит широкие мониторинговые исследования биохимических показателей качества силосов из российских товарно-молочных ферм по методикам, признанным во всем мире. Результаты мониторинговых анализов в лаборатории BLGG кукурузных силосов, заготовленных с закваской Промилк в животноводческих хозяйствах Челябинской области, продемонстрировали, что по качеству, по показателям питательности (сухое вещество/СВ, сырой протеин, клетчатка, зола, молочная кислота, уровень pH, NH<sub>3</sub>-фракции и др.) все корма оказались первоклассные (рис. 2).

В силосе с биоконсервантом Промилк отмечено высокое среднее значение такого важного показателя кормовой ценности, как переваримость органического вещества корма, — 73,7%. Например, при переваримости основного корма 65% можно получить 8 кг молока в день. Если этот показатель увеличится на 10%, то надой может возрасти на 14 кг в сутки. Одним из относительно новых для России показателей, которые определяют в лаборатории BLGG, является параметр VEM, заимствованный из нидерландской системы кормления крупного рогатого скота. Он отражает содержание энергии в кормах. При этом ее количество «откалибровано» к количеству чистой энергии, которая может быть усвоена коровой из 1 кг ячменя, в котором содержится 1000 VEM/кг СВ. Для понимания этого показателя приведем следующий пример. Допустим, в корме содержится 1100 VEM, это означает, что в нем уровень энергии в 1,1 раза выше, или на 10%, чем в

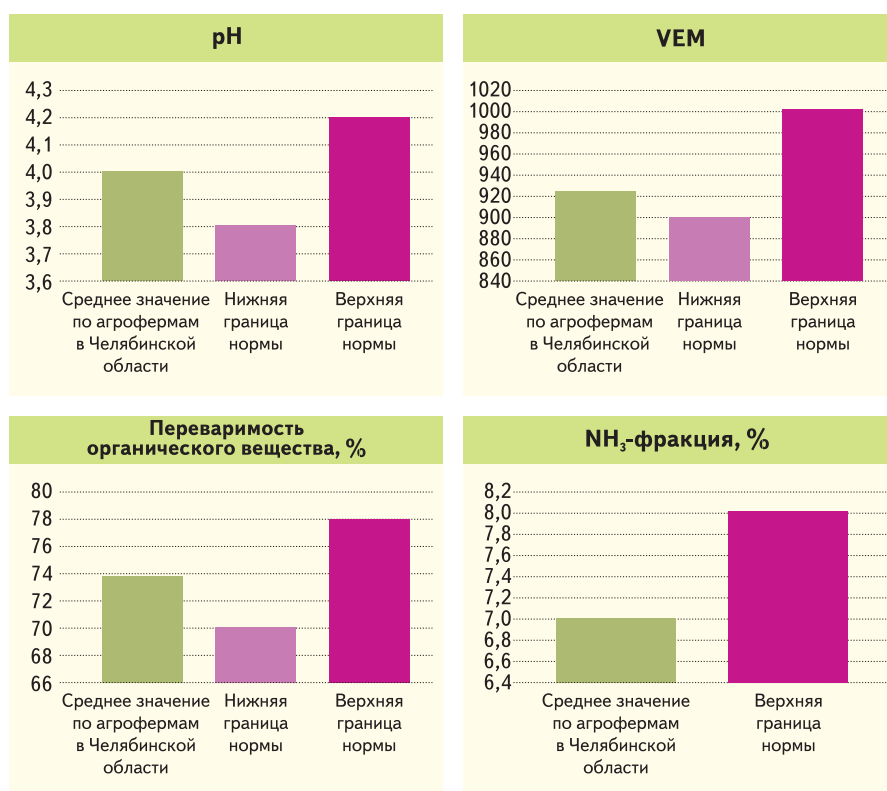


Рис. 2. Результаты мониторинговых исследований эффективности закваски Промилк при силосовании кукурузы в животноводческих предприятиях Челябинской области (данные BLGG)

ячмене. При расчете значений VEM учитываются результаты определения переваримости сырого протеина, органического вещества, сырой клетчатки, сырого жира и углеводов. VEM — относительная величина, она не имеет единиц измерения. Как видно из рисунка 2, среднее количество VEM в образцах кукурузного силоса, изготовленного с биопрепаратом Промилк, также оказалось достаточно высоким.

### НЕ ДОПУСТИТЬ АЦИДОЗА

Скармливание высокоудойным коровам современных рационов (с высокой долей энергии и моносахаров) снижает уровень pH в рубце и угнетает жизнедеятельность «капризной» полезной микробиоты, расщепляющей клетчатку. Это является причиной метаболических заболеваний у животных, таких как лактатный ацидоз и кетоз. Параллельно угнетается синтез уксусной кислоты (предшественника жира), значит, снижается количество жира в молоке (на 0,3–0,4% и более).

В последнее время у животноводов возникает озабоченность по поводу возможного влияния кислот брожения в силосе на возникновение ацидоза. Проблема обостряется при консервировании высокоуглеводного сырья, в частности корма из кукурузы. Является ли это фактом или вымыслом?

На основании изучения более 5 тысяч образцов содержимого рубца с применением молекулярно-генетических методов (NGS-секвенирование) специалистами НПК «БИОТРОФ» доказано, что его перегрузка доступными формами энергии приводит к резкому повышению кислотоустойчивой популяции амилолитических бактериоидов. Их доля может достигать 90–95% в рубце у животных с ацидозом (рис. 3). Интересно, что, вопреки традиционным представлениям, на фоне данного заболевания среди группы лактат-синтезирующих бактерий микроорганизмы рода *Lactobacillus* не проявляют быстрые темпы роста.

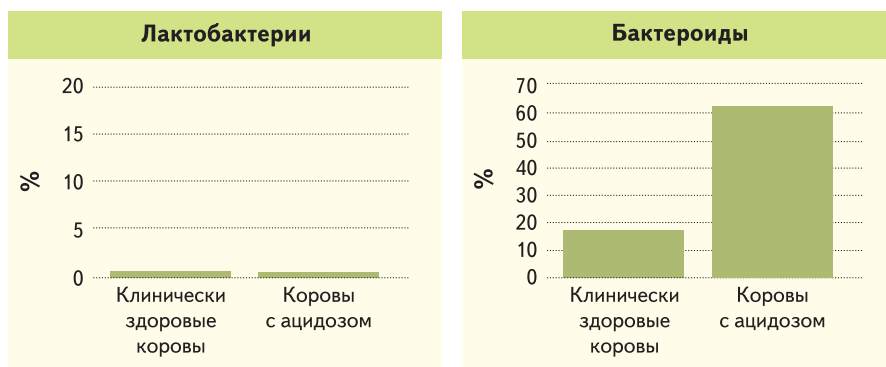


Рис. 3. Определение методом NGS-секвенирования уровня лактат-синтезирующих бактерий в рубце у клинически здоровых коров и при ацидозе (усредненные данные по 5 тысячам образцов)

Их доля, как правило, колеблется в диапазоне 0,05–0,4%. У них слабые механизмы выживания в агрессивной среде желудочно-кишечного тракта и высокая потребность в питательных веществах.

Продуцентами молочной кислоты могут быть как рубцовые микроорганизмы, так и бактерии, инициирующие процессы ферментации в силосе. В связи с этим за виновников (возбудителей) лактатного ацидоза иногда ошибочно принимают молочнокислые бактерии. Однако лактатный ацидоз у коров обусловлен перегрузкой рубца энергией и сахарами. При этом основными продуцентами лактата в рубце животных являются амилолитические бактериоиды. Поэтому присутствие бактерий рода *Lactobacillus* в силосе, в большинстве случаев, не может являться причиной ацидоза у коров. Тем не менее переокисленный силос (pH ниже 3,7), полученный при консервировании высокоуглеводного сырья и избытке высокоактивных штаммов бактерий в составе заквасок, при определенных обстоятельствах может внести некоторый вклад в возникновение ацидоза. Это заболевание может развиваться при скармливании переокисленного силоса в случае накопления в ходе ферментации избыточного количества D-изомера молочной кислоты.

Процесс образования лактата у микроорганизмов катализируется ферментами лактатдегидрогеназами

двух видов — L и D. В результате деятельности этих ферментов образуются два оптических изомера молочной кислоты: L(+)-лактат и D(–)-лактат. Установлено, что данные изомеры по-разному влияют на здоровье жвачных животных. L-лактат не опасен и даже полезен для животных, быстро расщепляется в печени до пирувата, который используется для синтеза глюкозы, основного источника энергии для клеток организма. D-лактат считается токсичной формой. В отличие от L-лактата, он подавляет развитие полезных целлюлозолитиков и вейллионелл, продуцирующих летучие жирные кислоты (ЛЖК), хуже утилизируется рубцовой микробиотой, усугубляя протекание ацидоза.

Таким образом, если при селекции штаммов бактерий в составе силосных заквасок не учитывается свойство направленно синтезировать L-лактат, то при скармливании силоса в определенных случаях могут возникнуть предпосылки для более тяжелого течения лактатного ацидоза, что может привести к снижению надоя и жира в молоке.

Мы провели широкие мониторинговые исследования в ряде животноводческих хозяйств Ленинградской области по анализу экспрессии гена синтеза фермента D-лактатдегидрогеназы микробным сообществом силоса, который был заложен с закваской Биотроф-111, а также с двумя зарубежными высушенными заквасками (под

условными названиями «Закваска А» и «Закваска Б»). Были отобраны пробы из 19 траншей. В состав «Закваски А» входят лиофильно высушенные бактерии *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus plantarum* и целлюлозолитические ферменты β-глюканаза и ксиланаза, в состав «Закваски Б» — *Pediococcus pentosaceus*, *L. buchneri*, *L. plantarum* и ферменты α-амилаза и β-глюканаза.

Экспрессия (работа) генов — это процесс, в ходе которого наследственная информация от 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, какие гены силосных бактерий активируются в ответ на выбранный прием консервирования, что может

приводить к запуску синтеза соответствующего белка.

На рисунке 4 показан относительный уровень экспрессии гена синтеза D-лактатдегидрогеназы, связанного с продукцией опасного с точки зрения возникновения D-лактат-ацидоза, в различных образцах силоса. Из данных, приведенных на графиках, видно, что внесение высушенных зарубежных заквасок в корм резко усиливало синтез силосными молочнокислыми бактериями D-лактата (до 56 раз!). А уровень синтеза D-лактата в траншеях, заложенных с закваской Биотроф-111, был ниже в 2,1–19,7 раз по сравнению с контрольным вариантом. Это свидетельствует об отсутствии риска провокации лактатного ацидоза у коров, в отличие от корма, заложенного с используемыми в исследованиях высушенными зарубежными заквасками.

## НЕ ДАДИМ ПРОПАСТЬ!

Правильная технология заготовки плющеного зерна и корма из кукурузы — важное звено в кормлении коров, которое может значительно повлиять на здоровье и продуктивность стада. Не менее важно сделать правильный выбор консерванта при заготовке этих видов кормов в связи с высоким риском развития аэробной микробиоты (дрожжи и токсинопродуцирующие грибы).

Зарубежные производители заквасок на основе высушенных лактобактерий игнорируют факт, что при высушивании биомассы микроорганизмов, которые не образуют эндоспор, происходит либо гибель чувствительных к высокой температуре бактерий, либо серьезные повреждения клеток, в десятки раз снижающие активность. Следует помнить, что итогом внесения избытка молочнокислых бактерий, особенно при консервировании высокоуглеводного сырья, такого как кукуруза, может быть переокисленный силос, содержащий D-лактат. Как следствие, у коров может возникнуть ацидоз.

Компания «БИОТРОФ» является ведущим отечественным производителем биопрепаратов, которые стали узнаваемыми брендами, зарекомендовавшими себя с положительной стороны во всех регионах России. Селекция штаммов бактерий в составе заквасок ведется в НПК «БИОТРОФ» в различных направлениях, включая возможность синтезировать преимущественно L-лактат, проявлять высокую антимикробную активность, осуществлять биодеструкцию микотоксинов. Титр бактерий и отработанные режимы дозирования закваски Промилк на основе спорообразующих осмотолерантных бактерий полностью оптимизированы под особенности ферментации растительного сырья, включая кукурузу и плющенное зерно. ■



Рис. 4. Экспрессия гена D-лактатдегидрогеназы в силосе под влиянием заквасок

