

Идеальный силос: рецепт стабильности

Е. А. ЙЫЛДЫРЫМ, И. Л. МАРКМАН,
Г. Ю. ЛАПТЕВ, Д. Г. ТЮРИНА,
Н. И. НОВИКОВА, Л. А. ИЛЬИНА,
С. Н. БИКОНЯ, В. А. ФИЛИППОВА,
В. А. ЗАЙКИН, Е. А. БРАЖНИК,
В. Н. БОЛЬШАКОВ

Приближение сезона заготовки кормов выдвигает на повестку дня важнейший вопрос – как получить качественный силос. Грамотно заготовленный силос – это не просто технологическая норма, это фундамент продуктивности животных в предстоящем сезоне. Его качество напрямую конвертируется в стабильные высокие надои, снижение затрат на ветеринарию и гарантию безопасности продукции молочного животноводства.

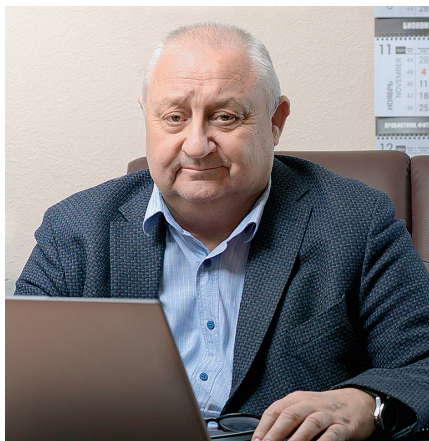
Однако путь от зелёной массы до идеального корма полон рисков: капризы погоды, нарушения технологии и, главное, аэробная порча при вскрытии траншеи, которая способна уничтожить все труды за считанные дни. Как защитить свои инвестиции? Ключ успеха – в грамотном применении современных биотехнологий.

ДВЕ ЛАБОРАТОРИИ – ВЫВОД ОДИН

Получение противоречивых результатов анализа одного и того же корма из разных лабораторий – знакомая многим специалистам ситуация, которая ставит в тупик даже опытных практиков. Расхождения могут быть вызваны различными методиками, калибровкой оборудования или даже человеческим фактором. Для объективной и достоверной оценки эффективности инновационной отечественной закваски «Промилк» было инициировано параллельное исследование кормов в двух независимых лабораториях: «Агрофинс» и «ЯРВЕТ».

Сама закваска «Промилк» представляет собой продукт глубокой биотехнологической проработки. Она создана отечественными учёными на основе уникального штамма бактерии *Bacillus spp.*, который образует высокоустойчивые покоящиеся споры и имеет в геноме уникальные гены осмоотолерантности. Благодаря этому продукт выпускается в сухой форме, которая более удобна для транспортировки, не требует хранения в холодильнике и может доставляться в труднодоступные и удалённые регионы, а также имеет более длительный срок хранения (24 месяца), чем жидкие и большинство сухих препаратов. При этом бактерии очень быстро восстанавливают свою активность при внесении в силосную массу.

Важно отметить, что эффективное животноводство невозможно без качественного основного корма. Однако погодные условия и нарушение технологии закладки зачастую приводят к тому, что траншеи превращаются в зоны потенциальных убытков. Данные из Нижегородской области, где применялась закваска «Промилк», наглядно демонстрируют её потенциал. Даже при низком качестве исходного сырья – дефиците сухого вещества и высоком содержании клетчатки – «Промилк»



Георгий Юрьевич ЛАПТЕВ,
директор ООО «БИОТРОФ»,
доктор биологических наук

доказал способность обеспечить сохранность и питательную ценность корма для высокопродуктивного скота.

Анализ лабораторных данных показал картину сложных условий заготовки. В частности, в хозяйстве №2, где использовался сенаж из многолетних и однолетних трав, показатель сухого вещества составил критически низкие 29,6%, что не укладывается в норму для сенажа и фактически соответствует параметрам силоса.

В хозяйстве №1, где сенажировалась люцерна, также была отмечена повышенная влажность корма относительно средних реги-

ональных значений. Такое сырьё – результат скашивания в дождливую погоду или недостаточного подвяливания – является идеальной средой для развития гнилостной микрофлоры. Дополнительными факторами риска стали повышенные показатели сырой клетчатки и лигнина, указывающие на возможный «перестой» трав и снижение их переваримости.

По классическим канонам кормозаготовки такое сырьё было обречено на значительные потери качества. Однако результаты независимых анализов готовых кормов, выполненные в обеих лабораториях, свидетельствовали об обратном. То есть несмотря на неблагоприятный старт закваска «Промилк» продемонстрировала эффективность.

Главный вывод, подтверждённый двумя лабораториями, звучит обнадеживающе: даже если растительная масса изначально была далека от идеала, «Промилк» способен кардинально улучшить её сохранность и питательную ценность. Ключевым достижением стало быстрое и глубокое подкисление корма: уровень pH в образцах опустился до 3,93–4,4 единицы. Это создало агрессивную кислую среду, в которой патогенные бактерии просто не выживают.

Особенно важен результат по подавлению маслянокислого брожения, крайне опасного при низком сухом веществе. Лаборатория «ЯРВЕТ» зафиксировала уровень масляной кислоты всего 0,11% при среднем региональном значении 0,57%, что является доказательством контроля над клостридиальной порчей.

Кроме того, несмотря на изначально низкое качество сырья закваске удалось сохранить высокую питательную ценность корма. Как продемонстрировали обе лаборатории, показатель обменной энергии (ОЭ) в обоих случаях (9,4 и 9,56 МДж/кг) не только соответствовал норме, но и превысил средние региональные значения. Уровень аммиака (показатель распада белка) был удержан в допустимых пределах, что указывает на сохранение протеина. Важно отметить, что по всем ключевым параметрам, включая ферментационные потери, результаты с применением закваски «Промилк» оказались лучше как контрольных нормативов, так и средних региональных показателей.

Таким образом, двойная независимая экспертиза подтверждает: закваска «Промилк» – это не просто добавка, а эффективный инструмент управления ферментацией и страховой полис от технологических ошибок.



ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ ПОРЧИ

Истинное мастерство заготовки кормов оценивается не только по интенсивности усилий в момент уборки и консервации, но и по долгосрочной стабильности полученного продукта. Рано или поздно созданная в силосной траншее анаэробная экосистема в момент её вскрытия для скармливания неизбежно столкнётся с кислородом.

Таким образом, аэробная стабильность (АС) становится мерилом успеха всего процесса силосования. Когда хранилище вскрывается, дрожжи, до поры до времени «дремлющие» в анаэробных условиях, при доступе воздуха получают сигнал к активному росту. Они начинают стремительно потреблять остатки сахаров и молочную кислоту, вызывая разогрев массы и быстрое увеличение уровня pH. Это снимает последние преграды для развития плесневых грибов родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* – продуцентов микотоксинов. С одной стороны, плесени «съедают» питательные компоненты корма. С другой стороны, современная высокоудойная «голландизированная» корова обладает крайне нестабильным микробиомом рубца. Такой микробиом зачастую не справляется с нейтрализацией токсинов, что ведёт к целому каскаду проблем: от снижения перевариваемости клетчатки и падения жирности молока до

Закваска «Биотроф-АСК» – это не просто очередной консервант, а результат оптимизации его состава.

серьёзных сбоев в репродуктивной функции и выбраковке.

Таким образом, борьба за аэробную стабильность – это борьба не просто за сохранение питательности, а за здоровье стада и чистоту продукции животноводства.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК С ХАРАКТЕРОМ

Особенно уязвима к контакту с кислородом «золотая» культура – кукуруза, главный источник обменной энергии в рационах.

Её колоссальный потенциал легко потерять уже на этапе заготовки. Работа в условиях цейтнота и неидеальной погоды создаёт множество рисков, которые, накладываясь друг на друга, способны спровоцировать настоящий шторм потерь.

Фаза уборки – первый критический рубеж. Слишком ранняя уборка в молочно-восковой спелости даёт массу с влажностью до 85% и избытком сахара. Это грозит неконтролируемым соковыделением (до 450 литров с тонны), перекислением и потерей растворимых питательных веществ. Затянутые сроки, напротив, ведут к одревеснению стеблей и снижению усвояемо-

сти зерна. Засуха в период налива усугубляет проблему, снижая накопление крахмала и повышая риски потерь сока. Техника резки тоже вносит свою лепту: слишком длинные частицы плохо трамбуются, создавая воздушные карманы при трамбовке, а слишком короткие – истекают ценным соком.

Результатом становится идеальная среда для развития нежелательной микробиоты. Дело в том, что при консервировании кукурузного силоса уплотнение происходит медленно, и стабильная анаэробная среда формируется лишь через 2–3 суток или позже. Этот временной промежуток – окно возможностей для аэробных микроорганизмов: дрожжей и плесневых грибов. При этом проблема начинается не в хранилище – современные исследования показывают, что поражение растений токсигенными грибами (включая *Aspergillus* и *Penicillium*) часто стартует ещё на этапе вегетации в поле.

Таким образом, для сохранения питательной ценности кукурузы и предотвращения потерь требуется выстроить непрерывный технологический цикл – от контроля оптимальных сроков уборки до качественной трамбовки и применения эффективных заквасок.

Таблица 1. Анализ корма из люцерны (хозяйство №1) по данным лаборатории «Агрофинс»

Показатель	С закваской «Промилк»	Нормативные значения	Средние значения по региону
СВ, г/кг	335	300–500	402
pH	4,4	4,0–5,8	4,9
Молочная кислота, г/кг СВ	81	30–90	47
ОЭ, МДж/кг СВ	9,4	8,5–9,2	8,7
NH ₃ , % от СП	11	<7 (<15)	12
Сырая клетчатка, г/кг СВ	311	200–280	270
НДК, г/кг СВ	464	350–450	424
КДК, г/кг СВ	369	250–330	321
КДЛ (Лигнин), г/кг СВ	68	25–60	59

Таблица 2. Анализ сенажа из многолетних и однолетних трав (хозяйство №2) по данным лаборатории «ЯРВЕТ»

Показатель	С закваской «Промилк»	Нормативные значения	Средние значения по региону
СВ, %	29,6	35,0–45,0	29,4
pH	3,93	4,2–4,7	4,25
Молочная к-та, % в СВ	7,53	>3,0	5,96
Масляная к-та, % в СВ	0,11	<0,25	0,57
ОЭ, МДж/кг СВ	9,56	8,5–9,2	9,13
Аммиак, % от СП	9,27	<8	9,61
Ферментационные потери, % СВ	3,62	<3,5	4,44
Сырая клетчатка, % в СВ	30,9	20,0–28,0	30,96
аНДК, % в СВ	53,66	<45	51,99
КДК, % в СВ	36,35	25–33	38,11

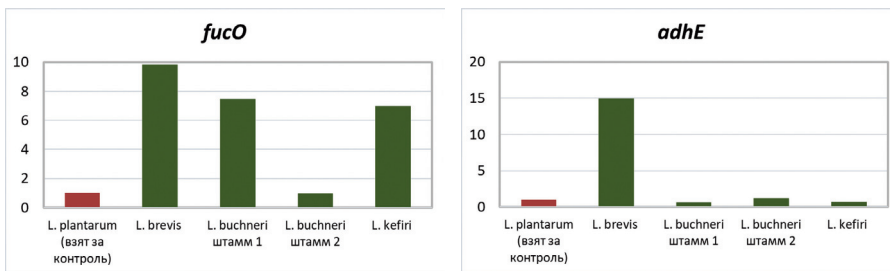


Рис. 1. Сравнительный уровень экспрессии ключевых генов у различных молочнокислых бактерий (за точку отсчёта принят уровень экспрессии у контрольного штамма *L. plantarum*)

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ОСНОВА АЭРОБНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ

Ответом на эти комплексные вызовы стала целенаправленная научная работа, воплотившаяся в новом продукте, – закваске «Биотроф-АСК». Это не просто очередной консервант, а результат оптимизации состава, где ключевым решением стало внедрение специально отобранного гетероферментативного штамма *Lactobacillus brevis*. Штамм был выделен из уникальной среды – кукурузного силоса с высоким уровнем аэробной стабильности.

Чем же штамм принципиально отличается от других? Часть заквасок справляется с задачей быстрого подкисления, но бес- сильна против дрожжей на этапе выемки корма. Новая композиция, включающая штамм *L. brevis*, работает на опережение, обеспечивая долговременную аэробную стабильность. Ряд уникальных генов в геноме штамма *L. brevis* позволяет ему проявлять активность в уже закисленной среде силоса, преобразуя часть образовавшейся молочной кислоты в мощный «консервант» второго эшелона – пропионовую кислоту. В нейтральной среде цитоплазмы пропионовая кислота диссоциирует, стремительно повышая кислотность внутри клетки и высвобождая протоны (H⁺), что приводит к коллапсу клеточных процессов и гибели дрожжей. Это обеспечивает защиту корма от разогрева и порчи не только в процессе ферментации, но и при его контакте с кислородом.

Дело в том, что это физиологическое преимущество обеспечивается целым комплексом генов, которое позволяет штамму *L. brevis* не просто выживать, а проявлять высокую активность в агрессивной закисленной среде. Ключевым драйвером процесса является ген *fucO*, связанный с синтезом фермента NADH-связанная 1,2-пропандиолзависимая оксидоредуктаза.

Важно отметить, что гены, кодирующие специфические ферменты пути пропионатного метаболизма, присутствуют далеко не у всех представителей вида и даже рода. Способность преобразовывать лактат в пропионат характерна для отдельных штаммов ограниченной группы бактерий, таких как некоторые штаммы видов *L. brevis*, *L. buchneri* и *L. kefir*. Наличие этой способности – результат целенаправленной селекции и редкой природной адаптации. Так, например, сравнительный анализ экспрессии генов показал, что у специально отобранного штамма *L. brevis* в составе закваски «Биотроф-АСК» активность пути преобразования лактата в пропионовую кислоту почти в 10 раз выше, чем у *Lactobacillus plantarum* (рис. 1). *L. plantarum*, в свою очередь, является эталонным гомоферментативным видом, чья главная задача – стремительное и массивное производство молочной кислоты на раннем этапе силосования для быстрого подкисления среды без перевода её в пропионовую кислоту.

Закваска «Промилк» представляет собой продукт глубокой биотехнологической проработки. Она создана отечественными учёными на основе уникального штамма бактерии *Vacillus spp.*

Высокий уровень экспрессии *fucO* у штамма *L. brevis* в составе закваски «Биотроф-АСК» означает сверхсинтез фермента 1,2-пропандиолзависимой оксидоредуктазы. Именно этот фермент играет центральную роль в анаэробном пути превращения молочной кислоты в 1,2-пропандиол – ключевой предшественник для образования пропионовой кислоты. По сути, штамм получает возможность использовать уже накопленную в силосе молочную кислоту в качестве сырья для производства мощного антидрожжевого агента «второго эшелона».

Однако путь преобразования лактата в пропионат – не работа одного гена, а слаженный конвейер. Его эффективность дополнительно усиливается уникальным генетическим профилем штамма. Так ген *adhE* (ацетальдегид-КоА/алкогольдегидрогеназа) также демонстрирует рекордную по сравнению с другими штаммами экспрессию: почти в 15 раз выше контроля (рис. 3). Этот фермент завершает цепочку, восстанавливая промежуточные соединения до пропионовой кислоты. Кроме того, сравнение показывает, что ген *askA* (ацетаткиназа, которая отвечает за энергетику клетки) у *L. brevis* вмеру активен. Это позволяет бактерии эффективно работать в отношении производства пропионовой кислоты, не перенаправляя ресурсы на избыточное производство уксусной кислоты. Для сравнения: у родственного штамма бактерии *L. kefir* ген *askA* гиперактивен (в 52 раза), что заставляет её производить слишком

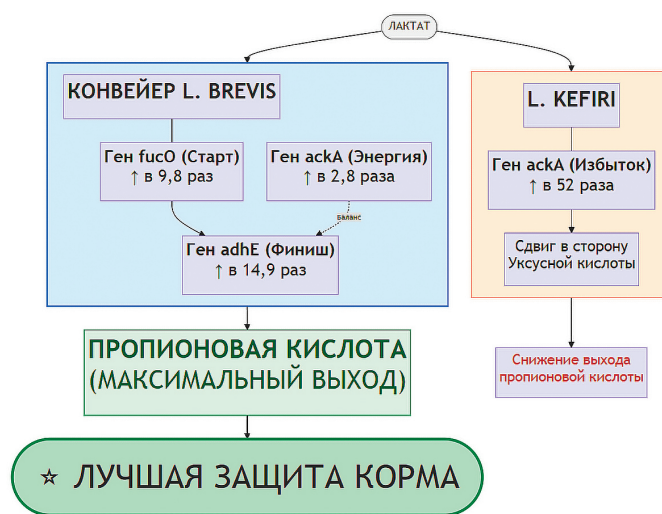


Рис. 2. Превращение молочной кислоты в силосе в пропионовую кислоту при участии *L. brevis* в составе закваски «Биотроф-АСК» по сравнению с другими штаммами на примере *L. kefir*, образующего, в основном, только уксусную кислоту

много уксусной кислоты в ущерб пропионовой (рис. 2). Это снижает антидрожжевой эффект и может ухудшать качество корма.

Таким образом, в композиции закваски «Биотроф-АСК» обе ключевые функции: быстрое первичное подкисление и синтез пропионата – целенаправленно усилены и включены в единую стратегию. Пока специально подобранный штамм *L. plantarum* эффективно решает первую задачу (стремительное закисление среды), специальный штамм *L. brevis* включается позже, ближе к стадии созревания. Пока другие бактерии, в том числе стандартные заквасочные штаммы, замедляют активность в закисленной среде, этот штамм запускает свою «программу защиты», преобразуя среду обитания из просто кислой в стабильно консервирующую за счёт направленного синтеза пропионовой кислоты.

ВОСЕМЬ ДНЕЙ БЕЗ ПОТЕРЬ

Лабораторные и производственные испытания подтвердили высокую эффективность этого подхода.

Так, например, при внесении биопрепарата «Биотроф-АСК» был достигнут эталонный профиль брожения. Силос характеризовался высоким содержанием молочной кислоты (74,4% от общего пула) и полным отсутствием масляной кислоты, что указывало на правильную направленность процесса ферментации (табл. 3). Сравнительный анализ силоса, заготовленного с «Биотроф-АСК», и контрольных образцов после 40 суток ферментации показал впечатляющий результат: продолжительность аэробной стабильности с биоконсервантом увеличивается в среднем на 8 дней.

Этот результат напрямую связан с полным подавлением дрожжевой микробиоты: если в исходной массе количество дрожжей составляло $4,2 \times 10^2$ КОЕ/г, то на 40-е сутки ферментации, а также на 8-е сутки после контакта с кислородом характерные колонии дрожжей на питательной среде Сабуро не были обнаружены. При этом pH зрелого силоса составил



Закваска «Промилк» – эффективный инструмент управления ферментацией и страховой полис от технологических ошибок.

3,59, а после периода 8-суточной аэробной «выдержки» – 3,77, что демонстрирует стабильность кислой среды.

Данные опыта демонстрируют, что применение закваски «Биотроф-АСК» не просто улучшает параметры брожения, а принципиально решает проблему аэробной порчи. Это экономленные тонны сухого вещества, снижение риска микотоксикозов, стабильные показатели продуктивности и, в конечном счёте, дополнительная прибыль. Данный эксперимент – одно из многих подтверждений того, что правильная микробиологическая стратегия позволяет не только законсервировать питательные вещества, но и надёжно защитить их в самый уязвимый период – период скармливания.

ИНВЕСТИЦИЯ В СТАБИЛЬНОСТЬ

Современное силосование – высокотехнологичный процесс, где успех является прямым следствием грамотного выбора инструментов, основанных на глубоком понимании микробиологии и биохимии брожения.

Каждый продукт НПК «БИОТРОФ», будь то осмотолерантная и устойчивая при хранении закваска «Промилк» на основе *Bacillus spp.* или инновационный биоингредиент «Биотроф-АСК»,

реализующий стратегию поэтапной микробиологической защиты, – это ответы на конкретные технологические вызовы.

Как показал опыт хозяйств Нижегородской области, практика подтверждает эффективность целенаправленного научного подхода. Работа в сложных условиях с неидеальным сырьём продемонстрировала, что применение закваски «Промилк» позволило стабилизировать процесс, «вытянуть» ферментацию и получить корм с высокой энергетической ценностью и безопасными биохимическими показателями, минимизировав потери питательных веществ и обеспечив основу для высокой продуктивности животных.

Инновационная стратегия поэтапной защиты закваски «Биотроф-АСК» сочетает быстрое подкисление и долгосрочную аэробную стабильность. Механизм действия закваски «Биотроф-АСК» реализуется в два важных этапа. Первая фаза – быстрое подкисление с помощью штамма *L. plantarum* для оперативного снижения pH и подавления нежелательной микробиоты. Вторая, критически важная фаза – это пролонгированная защита от аэробной порчи, которую обеспечивает уникальный штамм *L. brevis*, продуцирующий пропионовую кислоту. Этот штамм создаёт в силосе защитный барьер на опережение, который подавляет развитие дрожжей и плесневых грибов, что активизируются при доступе кислорода во время выемки корма. Практический результат измеряется в конкретных экономических показателях: до +8 дней аэробной стабильности означают спасённые тонны сухого вещества, стабильное здоровье животных и, как следствие, прямую прибыль хозяйства за счёт снижения потерь и повышения эффективности кормления. ▲

Таблица 3. Результаты оценки аэробной стабильности силоса из кукурузы при использовании закваски «Биотроф-АСК»

Показатель	«Биотроф-АСК»	Эффект от применения
Через 40 суток ферментации		
Массовая доля масляной кислоты, %	0,0% [соответствует силосу 1 класса]	Полное отсутствие маслянокислого брожения – показатель высокого качества и гигиены
Массовая доля молочной кислоты, %	2,21%	Интенсивное и правильное кислотообразование, подавление патогенов
Доля молочной кислоты в общем пуле, %	74,4% [соответствует силосу 1 класса]	Эталонный профиль кислот брожения
pH	3,59	Мощное и быстрое подкисление, создающее неблагоприятную среду для патогенов
Дрожжи	Не обнаружено	Полная микробиологическая стабильность силосной массы на момент вскрытия
Через 8 суток аэробного контакта		
Аэробная стабильность	8 суток	Значительное увеличение. Критически важный параметр, снижающий потери при выемке корма
pH после 8 суток аэробной выдержки	3,77	Минимальный рост pH. Среда остаётся стабильно кислой, подтверждая эффективность биоингредиента
Дрожжи	Не обнаружено	Практически полное подавление главных агентов аэробной порчи



БИОТРОФ
микробиология для животноводства

🏠 Адрес производства:
196650 г. Санкт-Петербург, г. Колпино,
Ижорский завод, д. 45, литера ДВ
✉ biotrof@biotrof.ru
☎ +7 (812) 322-85-50, +7 (812) 448-08-88