

Научно-производственный комплекс ООО «БИОТРОФ»
в Ленинградской области

Е.А.Йылдырым
Г.Ю.Лаптев
И.Л.Маркман
Л.А.Ильина
Д.Г.Тюрина
Н.И.Новикова
В.А.Филиппова
Е.С.Пономарева
К.А.Соколова
В.А.Заикин
ООО «БИОТРОФ»

Д.А.Буробин
агроном
С.С.Астахов
главный зоотехник
ферма Валаамского
монастыря

Bacillus для силоса: эффективность без риска

В жизни аграриев нет легких периодов, но заготовка кормов – пора самая горячая и ответственная. Один из основных вопросов, встающих перед агрономами на этом этапе: какие силосные закваски выбрать. Тем более, что тема заквасок окутана таким количеством мифов, в которых самостоятельно разобраться достаточно трудно.

Один из мифов, распространяемых некоторыми недобросовестными маркетологами, – опасность использования силосных заквасок на основе *Bacillus*. Бытует мнение, что эти бактерии могут быть вредны для животных. Однако многочисленные научные исследования, законодательные и нормативные акты, принятые в ряде развитых стран, опровергают эти опасения.

Опасны ли бактерии рода *Bacillus*?

Bacillus – это один из самых изученных родов бактерий, представленный 266 видами, многие из которых широко применяются в сельском хозяйстве, медицине и пищевой промышленности благодаря своей безопасности и полезным свойствам. Они способствуют ускоренному и качественному процессу ферментации силоса, подавляют развитие патогенной микрофлоры и улучшают сохранность питательных веществ корма. Закваски на основе живых штаммов микроорганизмов, включая вид *Bacillus*, уникальны по профилю безопасности.

Многие бактерии *Bacillus* широко распространены в природе – они присутствуют в почве, воде, воздухе и разнообразных пищевых продуктах, таких как зерно, хлеб, соевые продукты, мясо и молочные изделия. Вид *B. subtilis* – это самый изученный представитель рода. Архаичное название «сенная палочка» вид *B. subtilis* получил от того, что в старину (конец XVIII – начало XIX века) традиционно изолировался исключительно из прокипяченных и закупоренных ватной пробкой сенных отваров через некоторое время после кипячения. Ведь этот вид является нормобиотой поверхности растений, а способность образовывать споры дает возможность переносить высокотемпературные воздействия.

Эти микроорганизмы имеют длительную историю безопасного использования, участвуя в ферментации пищевых продуктов. Они регулярно попадают в желудочно-кишечный

тракт животных и человека, где их концентрация может достигать 10^9 КОЕ/г, что превышает численность лактобактерий. Исследования свидетельствуют о том, что большинство видов *Bacillus* являются естественными компонентами нормальной микрофлоры пищеварительной системы и не оказывают пагубного воздействия, конечно, за исключением общепризнанных патогенов, таких как *B. anthracis* и *B. cereus*.

Согласно заключению Центра ветеринарной медицины Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA), *Bacillus subtilis* признана безопасной для применения в кормах для животных. Ассоциация американских чиновников по контролю за кормами (AAFCO) внесла данный вид в перечень разрешенных кормовых ингредиентов (раздел 36.14 «Микроорганизмы прямого кормления»). Канадское агентство по инспекции пищевых продуктов (CFIA), в лице Отдела охраны здоровья животных и производства кормов, классифицировало культуру *Bacillus* как силосную добавку (Приложение IV-Часть 2-Класс 8.6), присвоив ей международный номер кормового ингредиента (IFN) 8-19-119. Европейское агентство по безопасности продуктов питания (EFSA) также положительно оценило ряд кормовых добавок, содержащих жизнеспособные споры *B. subtilis*, подтвердив их безопасность для сельскохозяйственных животных и их способность стимулировать увеличение привеса. В силу этих обстоятельств, штаммы данного вида бактерий широко используются в качестве биопрепаратов в России, странах Европы и США.

Инновационный биоконсервант

В настоящее время в России на базе научно-производственной компании ООО «БИОТРОФ» активно развивается научная школа, основоположником которой является доктор биологических наук Г.Ю.Лаптев. Сотрудники и руководство компании являются учениками и продолжателя-

ми традиций школы силосования, основанной Л.А.Гардером. История компании «БИОТРОФ» берёт начало в 1970 году, когда во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии по инициативе академика Л.К.Эрнста была сформирована группа зоотехнической микробиологии.

В 2010 году, следуя традициям научного поиска, руководство и коллектив «БИОТРОФ» создали единственную в России молекулярно-генетическую лабораторию, где проводятся передовые исследования состава микробиоты кормов и пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных. Специалисты компании работают над созданием инновационных микробиологических консервантов нового поколения для заготовки кормов, а также разрабатывают кормовые добавки на основе пробиотических микроорганизмов.

Производство, ранее расположенное в Санкт-Петербурге, значительно расширено и переместилось в Тельмановское сельское поселение Ленинградской области. Здесь построен современный высокотехнологичный научно-производственный комплекс общей площадью более 7000 кв.м. Новый комплекс включает производственно-лабораторный, складские и административные корпуса, что позволит значительно увеличить объемы выпускаемой продукции, расширить ассортимент и повысить качество. 12 апреля 2025 года состоялся первый запуск производственной линии.

Компания «БИОТРОФ», опираясь на многолетние научные исследования, разрабатывает биопрепараты с доказанной эффективностью и механизмом действия. Одним из таких продуктов является высокоэффективный биоконсервант Промилк® – сухая культура полезных спорообразующих бактерий *Bacillus*

spp., полученная путем лиофильной сушки (является сухим аналогом биопрепарата Биотроф®111). Благодаря способности к образованию эндоспор бактерии этого препарата успешно переносят процесс высушивания и быстро восстанавливают свою активность в силосной массе или сенаже. Штамм *Bacillus* spp. обладает не только способностью к спорообразованию, но и имеет другие сложные механизмы защиты. Детальное полногеномное секвенирование штамма *Bacillus* spp. на платформе MiSeq (Illumina, Inc.) позволило установить механизм выживания бактерий в силосе. Расшифровка генома с использованием базы данных RAST выявила активацию 106 генов, отвечающих за адаптацию к неблагоприятным условиям, включая высокое осмотическое давление, возникающее при подвяливании зеленой массы.

Эти уникальные свойства позволяют успешно использовать закваску для консервирования трудносилосуемых культур (таких как бобово-злаковые смеси, козлятник восточный, клевер, люцерна и др.), а также плющеного зерна и кукурузы.

Возвращаясь к безопасности, следует подчеркнуть, что это свойство бактерий связано не только с видовой принадлежностью, а с индивидуальными особенностями штаммов. Поэтому мы придерживаемся принципов того, что каждый штамм микроорганизма, несмотря на уже доказанную безопасность вида, к которому он принадлежит, должен дополнительно оцениваться в индивидуальном порядке для подтверждения пригодности его для использования в качестве биопрепарата. На сегодняшний день существуют современные молекулярно-генетические методы для надежной идентификации *B. subtilis*, включая расшифровку всего генома.

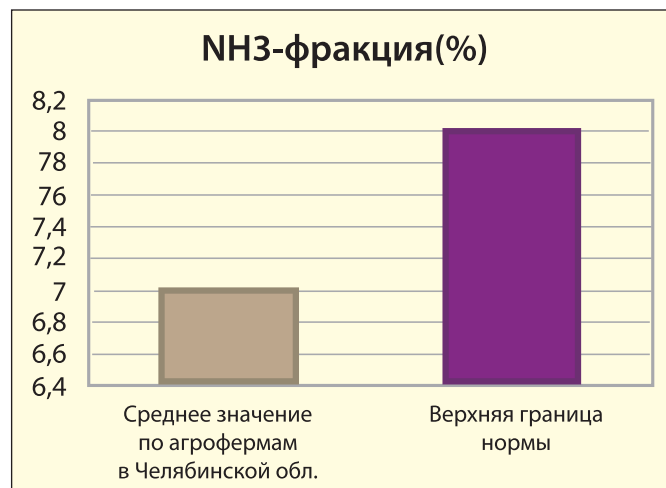
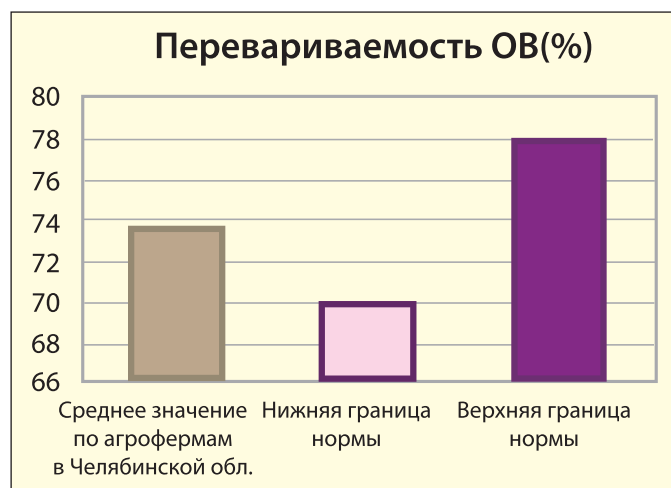
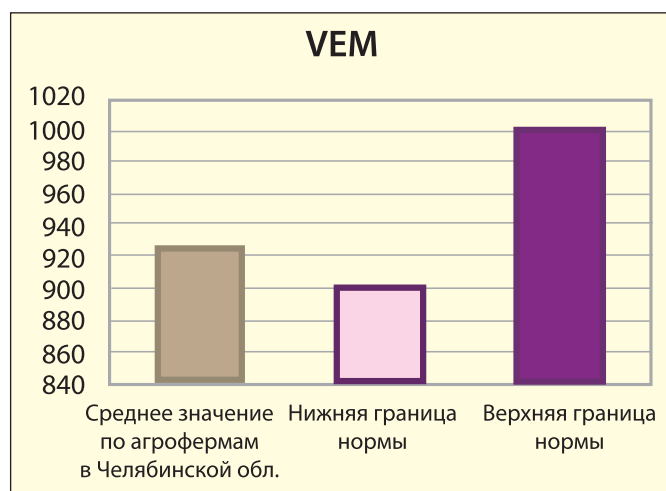
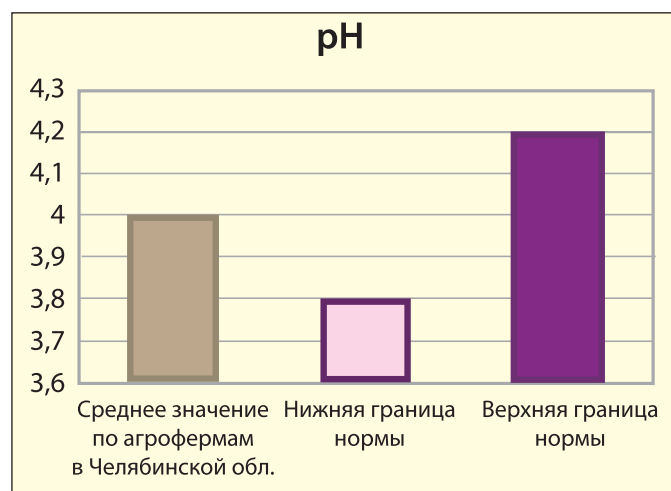


Рис. 1. Результаты мониторинговых исследований эффективности закваски Промилк® при силосовании кукурузы в животноводческих предприятиях Челябинской области (по данным BLGG).

Результаты исследований, полученные методом полногеномного секвенирования, еще раз подтвердили безопасность данного штамма. При исследовании *B. subtilis* 111 in vitro на наличие гемолитической активности на кровяном агаре мы не наблюдали зон просветления вокруг колоний, что также свидетельствовало об отсутствии синтеза гемолизина (токсина *B. cereus*) в культуре. Дополнительные эксперименты на животных (в частности, проверки на острую и хроническую токсичность) показали, что введение животным бактерий *B. subtilis* 111 даже в высоких дозах не приводило к каким-либо нежелательным последствиям. Данные об отсутствии токсичности данного штамма соответствовали данным о профиле безопасности *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. Поэтому проведенный спектр широких исследований позволяет не сомневаться в абсолютной безопасности штамма в составе закваски Промилк®.

Ферментация под контролем

Кукурузный силос играет ключевую роль в обеспечении надежной кормовой базы для молочного скотоводства. Его ценность заключается в высокой концентрации обменной энергии, что позволяет оптимизировать рацион коров за счет снижения доли концентратов. В 1 кг сухого вещества кукурузного силоса содержится до 11,5 МДж обменной энергии, что сопоставимо с ячменем.

Однако уборка кукурузы в молочно-восковой спелости, характеризующаяся повышенным содержанием сахара и высокой влажностью (до 85%), может привести к переиспеканию силоса. Избыточная влага вызывает значительные потери сока и питательных веществ. В то же время, затягивание сроков уборки приводит к огрубению стеблей и стержней початков, а также к ухудшению переваримости зерна. Неправильное измельчение растительной массы также негативно сказывается на качестве силоса. Слишком длинные отрезки (>20 мм) ухудшают трамбовку и создают аэробные условия, а слишком короткие – усиливают соковыделение.

Поэтому выбор подходящего консерванта при силосовании кукурузы является важным этапом заготовки качественного корма.

Отметим, что известная 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 показателям питательности (уровню pH, NH₃-фракции и др.) все корма оказались отличного качества (рис. 1).

Было отмечено и высокое среднее значение переваримости органического вещества (ОВ) – 73,7%. Переваримость – ключевой показатель, определяющий кормовую ценность. Например, повышение переваримости основного корма с 65% до 75% может увеличить надой молока примерно с 8 до 22 литров.

Одним из относительно новых для России показателей, определяемых в лаборатории BLGG, является VEM – параметр, заимствованный из нидерландской системы кормления KPS, который отражает энергетическую ценность корма. VEM выражается в количестве энергии, усваиваемой коровой из 1 кг ячменя (1000 VEM/кг сухого вещества). Например, корм с показателем 1100 VEM содержит на 10% больше энергии, чем ячмень. Расчет VEM основан на анализе переваримости сырого протеина, органического вещества, сырой клетчатки, сырого жира и углеводов. VEM – это относительная величина, не имеющая единицы измерения. Как видно из рисунка, среднее количество VEM в образцах кукурузного силоса, заготовленных с биопрепаратом Промилк®, также оказалось достаточно высоким.

Новинка против аэробной порчи

Сохранение питательной ценности и энергетической ценности силоса – задача, требующая комплексного подхода, выходящего за рамки простого снижения pH в процессе ферментации. Ключевым моментом является также предотвращение порчи корма после открытия силосной траншеи, и здесь на первый план выходит проблема аэробной порчи – одной из самых серьезных угроз для качества и безопасности объемистых кормов. Аэробная стабильность (АС) – это способность силоса сохранять свои питательные свойства и безопасность при контакте с кислородом, который инициирует процесс порчи.

Проблема заключается в том, что простые сахара, необходимые для молочнокислых бактерий, одновременно служат пищевым ресурсом для дрожжей, которые запускают аэробное разложение силоса. При открытии силосной ямы кислород стимулирует активное размножение дрожжей, которые потребляют питательные вещества корма, выделяя тепло и нейтрализуя кислую среду силоса. Повышение pH создаёт благоприятные условия для развития плесневых грибов (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*), продуцирующих опасные микотоксины. Таким образом, совместное действие дрожжей и плесени приводит к значительному снижению питательной ценности силоса и делает его непригодным для кормления животных.

Поскольку аэробная стабильность силоса напрямую зависит от контроля над дрожжами и плесневыми грибами, повышение АС требует эффективной борьбы с этими микроорганизмами.

Одним из перспективных решений является закваска Промилк® А7, состоящая из двух живых штаммов бактерий, синергетический эффект которых усиливает их действие. Штамм *Bacillus* spp. – гомоферментативный продуцент молочной кислоты, благодаря родству с молочнокислыми бактериями, что отличает его от других представителей рода *Bacillus*. Эти штаммы обладают повышенной устойчивостью к кислотам и осмотическому стрессу, возникающему при подвяливание растений. Важным преимуществом является также выделение микроорганизмами в составе закваски растворимых целлюлаз, способствующих гидролизу клетчатки корма и, как следствие, повышению его питательной ценности, переваримости и поедаемости животными. *Bacillus* spp. демонстрирует высокую антимикробную активность, подавляя развитие маслянокислых, гнилостных и токсинообразующих бактерий за счёт продукции молочной кислоты и антимикробных пептидов. Кроме того, штамм *Bacillus* spp., входящий в состав закваски, обладает сильным противогрибковым эффектом против плесневых грибов, выделяющих микотоксины (рис. 2).

Мы привыкли к тому, что консерванты помогают при ферментации силоса, ускоряя процесс снижения pH корма. Но далеко не все из них могут помочь нам в борьбе с дрожжами – инициаторами аэробной 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 создается на более поздних фазах ферментации корма. Один из таких механизмов представляет анаэробная система превращения молочной кислоты в ряд других органических кислот (включая пропионовую и уксусную) с более высокой, чем у лактата, константой диссоциации (pKa). Пропионовая и уксусная кислоты имеют низкий уровень диссоциации в силосе. Поэтому концентрация данных недиссоциированных кислот является наиболее значительным биохимическим фактором, влияющим на повышение аэробной стабильности. Попав в цитоплазму дрожжей или других нежелательных микроорганизмов, пропионовая и уксусная кислоты диссоциируют до соответствующих солей, поскольку внутренний уровень pH выше значений их pKa. Постоянная «перекачка» протонов, высвобождаемых внутри цитоплазмы, вызывает физиологиче-

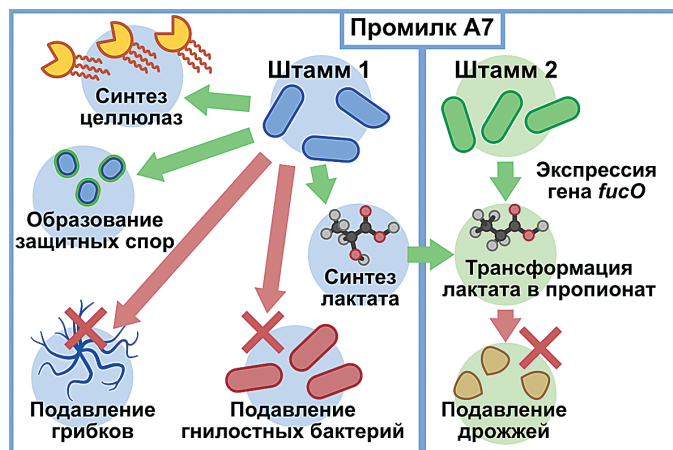


Рис. 2. Схема действия биоконсерванта Промилк® А7 для повышения срока аэробной стабильности.

ский стресс, негативно влияющий на несколько метаболических путей в клетках дрожжей и приводящий к их гибели.

Путь превращения молочной кислоты в пропионовую обеспечивает второму штамму в составе закваски Промилк® А7 повышенный уровень экспрессии (работы) гена *fusO* (связанного с синтезом фермента NADH-связанная 1,2-пропандиол-зависимая оксидоредуктаза). Поэтому второй штамм в составе закваски обладает мощным антимикробным действием против тех видов дрожжей, которые отвечают за порчу корма при выемке, что в разы увеличивает срок аэробной стабильности.

Была проведена серия экспериментов по консервированию силоса с целью анализа эффективности закваски Промилк® А7. Сравнительные анализы показали, что продолжительность аэробной стабильности силоса, заготовленного с препаратом Промилк® А7, увеличивается в среднем на 7 суток.

Благодарность Валаамской обители

Для нас особенно ценно, что в стенах Спасо-Преображенского Валаамского монастыря прозвучали слова благодарности в адрес компании БИОТРОФ, обеспечившей обитель заквасками для силосования (включая Биотроф®111). Начальник Валаамской фермы монах Агапий выразил признательность за многолетнюю помощь в развитии монастырского хозяйства, где содержание скота и производство молочной продукции высочайшего качества играют важную роль в обеспечении братии и паломников (рис. 3).

Валаамский монастырь, расположенный на живописном острове в Ладожском озере, издавна славится своим трудолюбием и умением вести хозяйство. Монахи собственными силами содержат крупный рогатый скот и производят молочные продукты, которые пользуются большим спросом у паломников. Однако суровые климатические условия создают определенные трудности в заготовке кормов для скота. Поэтому качество заквасок играет здесь ключевую роль.

Благодаря использованию качественных заквасок братии Валаамского монастыря удалось значительно улучшить качество силоса, что позволило повысить сыропригодность молока (в том числе, по заверениям итальянских сыроделов) и снизить зависимость от внешних поставок кормов.

Подводя итоги

Вся продукция компании «БИОТРОФ», включая закваски, официально зарегистрирована в Россельхознадзоре. Каждая партия проходит тщательную проверку – как внутри компании, так и со стороны контролирующих органов. Это гарантирует, что наши биопрепараты действительно безопасны. Важно понимать, что научно обоснованное применение



Рис. 3. Благодарственное письмо в адрес компании «БИОТРОФ» от братии Валаамского монастыря

заквасок – основа успешного животноводства. А опасения, связанные с бактериями рода *Bacillus*, – это предрассудки и маркетинговые уловки, а не реальная угроза.

Отечественная закваска Промилк® создана на основе *Bacillus subtilis*, особого штамма, который образует высокоустойчивые споры. В его генетическом коде есть уникальные особенности: устойчивость к осмотическому давлению, способность бороться с патогенами и разрушать микотоксины. Благодаря этому мы разработали сухую форму продукта, которую удобно перевозить, не нужно держать в холодильнике, можно доставить куда угодно и хранить целых 24 месяца – гораздо дольше, чем многие жидкие и сухие аналоги. Промилк® – это биоконсервант, отвечающий всем требованиям безопасности и отличная альтернатива импортным закваскам и химическим консервантам. Наш опыт и опыт практиков животноводства подтверждают, что он реально работает.

Новая разработка – закваска Промилк® А7 – значительно продлевает аэробную стабильность силоса при открытии траншеи. Она эффективно подавляет дрожжи, которые портят корм после вскрытия, и плесневые грибы, выделяющие опасные микотоксины.

ООО «БИОТРОФ»



Санкт-Петербург, г. Пушкин,
ул. Малиновская,
д. 8, лит. А, пом. 7-Н
+7 (812) 322-85-50,
322-65-17, 452-42-20
biotrof@biotrof.ru

http://biotrof.ru