

Закваски *Bacillus*: безопасны и эффективны

Научное обоснованное использование заквасок – залог продуктивного и устойчивого животноводства. *Bacillus* – это группа бактерий, давно изученная и широко применяемая в сельском хозяйстве, медицине и пищевой промышленности благодаря своей безопасности и полезным свойствам. Отечественная закваска «Промилк» создана на основе штамма бактерий, которые образуют высокоустойчивые покоящиеся споры и имеют в геноме уникальные гены осмотолерантности, антимикробной активности, биодеструкции микотоксинов. Закваска способствует ускоренному и качественному процессу ферментации силоса, подавляет развитие патогенной микробиоты и улучшает сохранность питательных веществ корма. Биоконсервант «Промилк» представляет собой более выгодную альтернативу импортным закваскам и химическим консервантам.

Г. Ю. Лаптев¹
 Е. А. Йылдырым¹
 В. В. Молотков¹
 И. Л. Маркман¹
 Л. А. Ильина¹
 Д. Г. Тюрина¹
 Н. И. Новикова¹
 В. А. Филиппова¹
 Е. С. Пономарева¹
 К. А. Соколова¹
 В. А. Заикин¹
 Д. Ю. Черватенко²
 М. В. Николаева²
 Р. А. Заводов²
 К. В. Тюрмаков²
 Д. А. Буробин³
 С.С. Астахов³

¹ ООО «БИОТРОФ», Санкт-Петербург, Россия

² ООО «Шекснинская Заря»

³ Религиозная организация «Спасо-Преображенский Валаамский ставропигиальный мужской монастырь Русской Православной Церкви (Московский Патриархат)»

Введение

Со дня на день стартует сезон заготовки кормов, и перед агрономами остро встал главный вопрос: «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 коммерсантами, – опасность использования силосных заквасок на основе *Bacillus*. Бытует мнение, что эти бактерии могут быть вредны для животных, но многочисленные научные исследования, законы и нормативы, принятые на государственном уровне во многих развитых странах, опровергают эти опасения. *Bacillus* – это группа бактерий, давно изученная и широко применяемая в сель-





ском 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.

Безопасность в каждой капле

Закваски на основе живых штаммов микроорганизмов, включая вид *Bacillus*, уникальны по фактору безопасности их применения.

Большинство бактерий рода *Bacillus* (включая *B. subtilis*) широко распространены в окружающей среде – обнаруживают в почве, воде, воздухе и пищевых продуктах (зерновых, хлебобулочных изделиях, соевых продуктах, мясе, сыром и пастеризованном молоке). У данных микроорганизмов имеется многовековая история их безопасного использования для щелочной ферментации многих продуктов питания. Как следствие, они постоянно попадают в желудочно-кишечный тракт и дыхательные пути, засеивая эти отделы.

Количество *Bacillus* в пищеварительной системе животных, птиц и человека в норме может достигать 10^9 КОЕ/г, что значительно выше содержания *Lactobacillus*. В связи с этим, ряд исследователей рас-

сматривают бактерии рода *Bacillus* как один из доминирующих компонентов нормальной микрофлоры пищеварительной системы без каких-либо доказательств того, что такие микроорганизмы могут вызывать заболевания (исключая патогенные виды *B. anthracis* и *B. cereus*) или оказывать какое-либо вредное воздействие на организм [1].

На данный момент вид *Bacillus subtilis* считается одним из самых изученных и безопасных представителей рода бацилл. Так, *B. subtilis* был признан Центром ветеринарной медицины FDA США безопасным для использования в кормах. В связи с этим Ассоциация американских чиновников по контролю за кормами включила его в список разрешенных кормовых ингредиентов для животных в соответствии с разделом 36.14 «Микроорганизмы прямого кормления». Отдел охраны здоровья животных и производства кормов Канадского агентства по инспекции пищевых продуктов классифицировал культуру *Bacillus* как силосную добавку в соответствии с Приложением IV-Часть 2-Класс 8.6 и присвоил международный номер кормового ингредиента IFN 8-19-119. Европейское агентство по безопасности продуктов питания также дало положительную оценку нескольким кормовым добавкам, содержащим жизнеспособные споры *B. subtilis*, подтвердив их безопасность для

использования в животноводстве с целью увеличения привесов. Поэтому штаммы этого вида 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» развивается научная школа. Руководитель, д.б.н. Г.Ю. Лаптев, и сотрудники являются учениками и продолжателями школы силосования Л.А. Гардера.

История создания компании «БИОТРОФ» уходит корнями в 1970 год, когда во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии по инициативе академика Л.К. Эрнста была создана группа зоотехнической микробиологии. Именно это и побудило руководство и коллектив компании «БИОТРОФ» в 2010 году создать единственную в России молекулярно-генетическую лабораторию, где проводятся уникальные исследования состава кормов и микробиоты пищеварительной системы сельскохозяйственных животных.

На сегодняшний день производство, которое находилось на территории г. Санкт-Петербурга, значительно расширено. В Тельмановском сельском поселении Ленинградской области построен современный высокотехнологичный на-

учно-производственный комплекс (рис. 1). Он включает в себя производственно-лабораторный, производственно-складской и административный корпуса площадью более 7000 кв.м.

В компании «БИОТРОФ» на основании широких научных исследований создаются биопрепараты с доказанным механизмом действия и эффективностью. В частности, разработан высокоэффективный консервант «Промилк», который представляет собой размноженную чистую и лиофильно высушенную культуру полезных спорообразующих бактерий *Bacillus spp.* (сухой аналог биопрепарата «Биотроф-111»).

Бактерии препарата прекрасно переносят высушивание за счет способности к образованию эндоспор, быстро восстанавливая свою активность в силосе или сенаже. Помимо способности к спорообразованию, штамм бактерии *Bacillus spp.* имеет и ряд других защитных механизмов.

При проведении полногеномного секвенирования штамма бактерии *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 воздействиям,



Рис. 1. Научно-производственный комплекс «БИОТРОФ» в Ленинградской области



включающим повышенное осмотическое давление, которое создается при подвяливании зеленой массы, поэтому закваска с успехом используется и для консервирования трудносилосуемых культур (бобово-злаковых смесей, козлятника восточного, клевера, люцерны и др.), 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.

Результаты исследований, полученные методом полногеномного секвенирования, еще раз подтвердили безопасность данного штамма. При исследовании *B. subtilis* III 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* III 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».

Данные исследований методом количественной ПЦР подтверждают, что внесение в корм штамма бактерии *Bacillus* spp. в составе закваски «Промилк» приводит к подавлению (от 2,5 до 12,5 раз) нежелательной микробиоты: протеолитических клостридий, энтеробактерий, дрожжей *Candida* и *Saccharomyces cerevisiae*, а также патогенных стафилококков. Клостридии и энтеробактерии – это инициаторы вторичной ферментации корма, дрожжи вызывают разогревание корма при открытии траншеи, а количество стафилококков в силосе практически всегда коррелирует (имеет связь) с содержанием соматических клеток в молоке коров. Благодаря антифунгальной активности

(способности подавлять грибки) штамма бактерий *Vacillus spp.* и выделению ферментов биодеструкции, количество микотоксинов в кормах снижается до 55–60%.

Эффективная альтернатива импорту

Специалистами ООО «Шекнинская Заря» Вологодской области было проведено крупномасштабное исследование эффективности действия силосной закваски «Промилк». Сравнивали биохимические показатели качества 2-х партий корма из кукурузы, заготовленных с закваской

«Промилк», с результатами анализа качества кукурузного силоса, заложенного с европейским биоконсервантом на основе *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *L. buchneri* (пробы из 2-х партий). Все силоса были заготовлены практически одновременно. Анализ показателей качества специалисты хозяйства проводили по методикам, признанным во всем мире (рис. 2).

Судя по эффективному подкислению корма на протяжении процесса ферментации, применение как зарубежного, так и отечественного биоконсерванта «Промилк» обеспечивало правильный про-

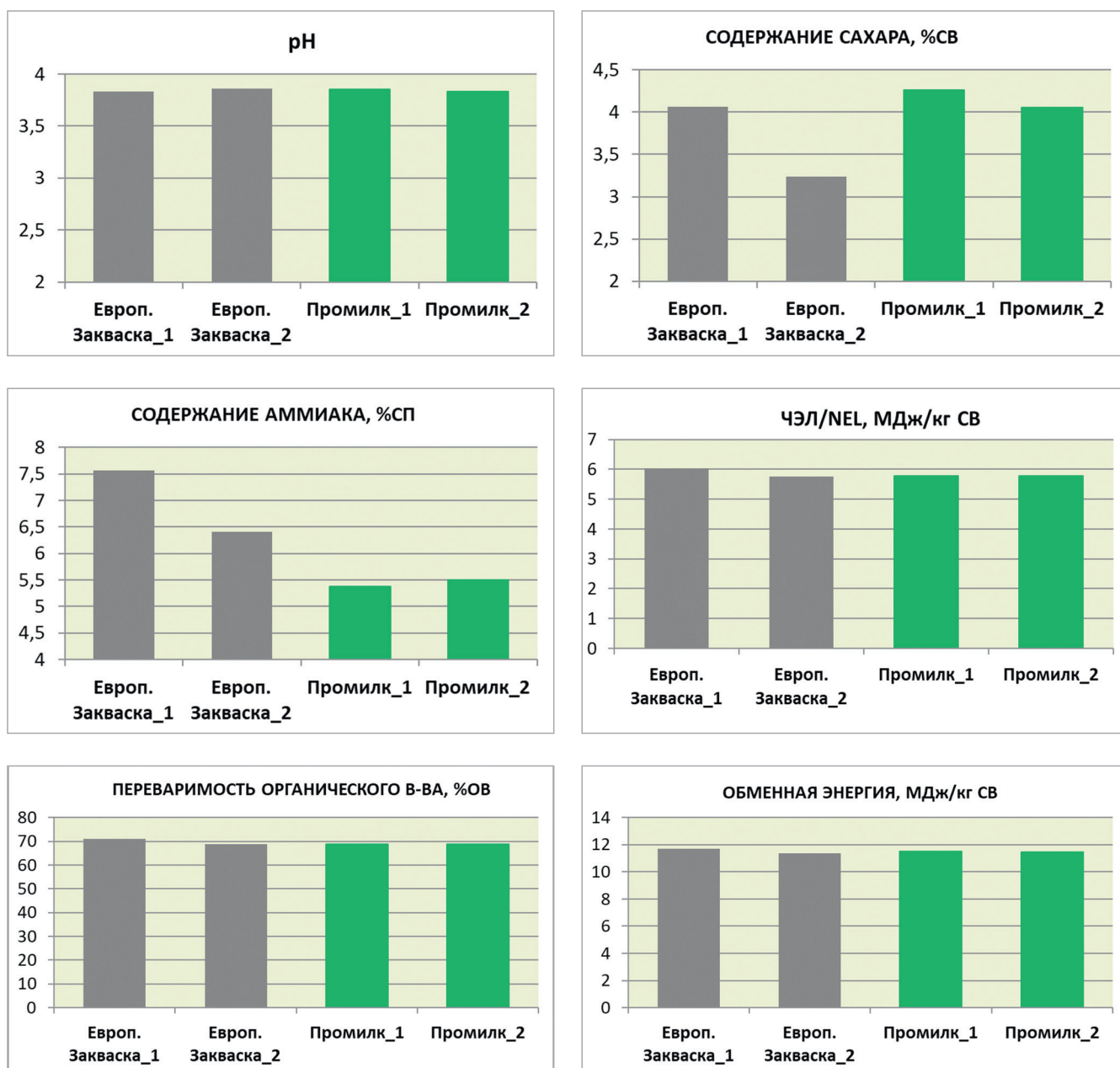


Рис. 2. Результаты анализа эффективности силосных консервантов в ООО «Шекнинская Заря» в 2024 г.

Примечание: Европ. Закваска – биоконсервант на основе *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *L. buchneri*; 1, 2 – номера партий



цесс брожения. При этом при использовании закваски «Промилк» сахара кормов расходовались более экономно, что связано с научно обоснованной дозировкой вносимых микроорганизмов.

Важно отметить, что применение закваски «Промилк» позволило получить корм с низким содержанием аммиака, что говорит о подавлении численности протеолитических бактерий, включая клостридии. При этом в партиях, заложенных с дорогостоящим европейским консервантом, содержание аммиака оказалось выше. Переваримость органического вещества, содержание обменной энергии и ЧЭЛ (чистая энергия лактации – часть энергии корма, которая расходуется на поддержание жизни, производство молока или рост) как в вариантах с зарубежным, так и с отечественным консервантом были практически на одинаковом уровне.

Равнозначная замена химии

Коллектив ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора, главного научного сотрудника Дуборезова В.М. провел масштабный эксперимент по сравнению эффективности штамма

Bacillus spp., составляющего основу высушенного биоконсерванта «Промилк» и его жидкой аналоговой формы – закваски Биотроф-111 (производства НПК «БИОТРОФ»), на плющеном зерне кукурузы (Дуборезов В.М. и др., 2018). Действие биоконсерванта на основе штамма *Bacillus* spp. сравнивали с действием химических консервантов, включая «АИВ-2000+».

По результатам исследований уровня pH и интенсивности брожения в динамике исследователями был сделан вывод о том, что используемые консерванты, как химические, так и биологический на основе штамма *Bacillus* spp., внесённые во влажное зерно, существенно улучшили его сохранность. В зерне, обработанном данными консервантами, нежелательные биохимические процессы протекали менее интенсивно, что подтверждалось меньшим количеством выделившейся углекислоты по сравнению с контрольным вариантом. В вариантах с консервантом «АИВ-2000+» и биоконсервантом на основе штамма *Bacillus* spp. брожение полностью стабилизировалось уже через 15 суток хранения, тогда как в других вариантах стабилизация брожения произошла значительно позже.



Благодарность братии Валаамского монастыря

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-III». 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

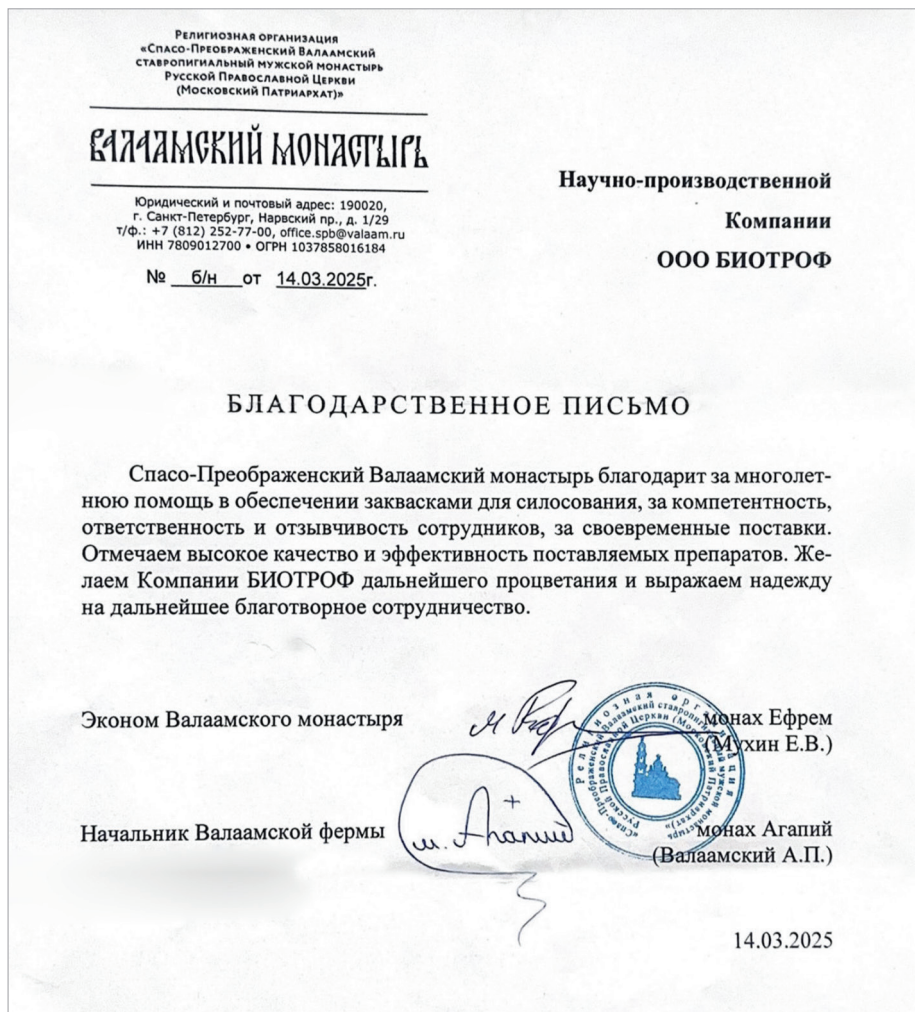


Рис. 3. Благодарственное письмо в адрес компании «БИОТРОФ» от братии Валаамского монастыря



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.

Заключение

Все закваски производства компании «БИОТРОФ» имеют государственные регистрационные удостоверения Россельхознадзора. Они проходят строгий контроль и тестирование как со стороны компании-производителя, так и со стороны регуляторных органов, что гарантирует их безопасность и эффективность. Важно помнить, что научно обоснованное использование заквасок – залог продуктивного и устойчивого животноводства, а страхи вокруг рода *Bacillus* основаны на мифах, а не на реальных фактах.

Отечественная закваска «Промилк» создана на основе штамма бактерии *Bacillus* spp., который образует высоко-

устойчивые покоящиеся споры и имеет в геноме уникальные гены осмотолерантности, антимикробной активности, биодеструкции микотоксинов. Благодаря этому мы смогли получить сухую форму продукта, которая более удобна для транспортировки, не требует хранения в холодильнике и может доставляться в труднодоступные и удаленные 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. Биоконсервант «Промилк» отвечает всем критериям безопасности и представляет собой более выгодную альтернативу импортным закваскам и химическим консервантам. Результаты по успешному консервированию силоса с биопрепаратом «Промилк» подтверждены множеством специалистов на практике в течение многих лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Payne J, Bellmer D, Jadeja R, Muriana P. The Potential of Bacillus Species as Probiotics in the Food Industry: A Review. *Foods*. 2024 Aug 2;13 (15):2444. doi: 10.3390/foods13152444. PMID: 39123635; PMCID: PMC11312092.