

# Закваска Промилк

## обеспечит качество силоса и зерносенажа

Георгий ЛАПТЕВ

Елена ЙЫЛДЫРЫМ

Лариса ИЛЬИНА, доктора биологических наук

Наталья НОВИКОВА, кандидат биологических наук

Дарья ТЮРИНА, кандидат экономических наук

Игорь МАРКМАН

DOI: 10.25701/ZZR.2023.04.04.007

**Очень скоро сельхозпредприятия нашей страны начнут активно заготавливать корма для крупного рогатого скота на будущую зиму. В непростых условиях особенно важно обеспечить высокое качество и безопасность кормов, так как это служит гарантией высоких надоев.**

### Закваска закваске рознь

Силосование — процесс микробиологической ферментации. На его результат можно оказать существенное влияние путем внесения закваски на основе культур микроорганизмов. При этом необходимо помнить, что «заселить» растительную массу «правильными» бактериями — очень сложная задача. Как известно, лучшая закваска для силоса — жидкая, ведь в ней содержатся жизнеспособные высокоактивные бактерии, которые быстро восстанавливают свои свойства в силосуемой массе. Тем не менее у жидких заквасок есть недостаток — малый срок хранения. Для производителей молока в удаленных от мегаполисов регионах получать качественные корма так же важно, как и их коллегам, работающим в непосредственной близости от крупных городов. Существует ли решение вопроса повышения эффективности консерванта и длительной транспортировки этого скоропортящегося продукта?

### Потеря свойств при высушивании

Сегодня на рынке появилось большое количество заквасок на основе высушенных лактобактерий. Произ-

водители умалчивают о том, что лиофильное высушивание — технологически сложный процесс, включающий несколько этапов, агрессивных по отношению к не образующим спор бактериям. На каждом из этапов серьезно повреждаются клеточная стенка и клеточные компоненты — цитоплазматическая мембрана, белки и ДНК.

Поскольку проницаемость клетки зависит от целостности клеточной мембраны, ее «травмирование» при лиофильном высушивании приводит к «просачиванию», а значит, к повышенной чувствительности бактерий к соли в среде. Общеизвестно, что в силосе, заготовленном из подвяленной растительной массы, создается высокое осмотическое давление. Поэтому эффективность использования бактерий в качестве силосных заквасок напрямую зависит от толерантности микроорганизмов к осмотическому давлению. Высушенные лактобактерии с поврежденными мембранами не смогут выжить в силосе, так как он окажется слишком агрессивной для них средой. С другой стороны, при лиофильном высушивании существенно ухудшается способность бактерий к производству молочной кислоты

и других жизненно важных веществ, участвующих в ферментации кормов.

Высушенные бактерии не могут конкурировать с местной микробиотой, поэтому большая их часть погибает при внесении в силосуемую массу. Этот фактор для производителей биопрепаратов стал решающим, и они начали повышать количество «полу мертвых» лактобактерий в составе высушенных продуктов. Более того, маркетологи пытаются позиционировать свой товар с выгодной для них стороны. Например, был придуман миф о якобы необходимых высочайших титрах заквасок. Все понимают, что прием лекарств в дозах, превышающих рекомендованные, приводит к передозировке, которая может оказаться смертельной. При внесении неоправданно большого количества действительно активных бактерий, особенно при консервировании высокоуглеводного сырья, в итоге можно получить переокисленный силос.

### Промилк можно высушивать

Повреждение клеток лактобактерий при лиофильном высушивании связано с тем, что они не обладают способностью к образованию спор. В то же время спорообразующие бациллы, например *Bacillus subtilis*, имеют в своем цикле развития покоящиеся структуры (споры) для длительного выживания в неблагоприятных условиях. Споры делают клетку абсолютно защищенной от повреждений и позволяют микро-

организмам хорошо переносить высушивание.

Специалисты компании «БИОТРОФ» разработали высокоэффективный консервант для силосования Промилк. Он представляет собой размноженную чистую лиофильно высушенную культуру полезных спорообразующих бактерий *B. subtilis* 111. Бактерии, входящие в состав закваски, в отличие от лактобактерий, прекрасно переносят высушивание, поскольку обладают способностью к образованию эндоспор и быстро восстанавливают свою активность в силосе.

Промилк эффективно подавляет гнилостную микрофлору, плесневые грибы и дрожжи за счет синтеза антимикробных пептидов. Поэтому закваску с успехом используют и для консервирования трудносилосуемого сыря (бобово-злаковые смеси, зеленая масса козлятника восточного, клевер, люцерна и др.) и кукурузы.

Помимо способности к спорообразованию *B. subtilis* 111 имеет ряд других защитных механизмов. При проведении полногеномного секвенирования штамма *B. subtilis* 111 на платформе MiSeq (Illumina, Inc.) был подробно описан механизм выживаемости бактерий в силосе. Установлено, что значительная часть их генома приходится на долю генов, связанных с повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды. Расшифровка генома бактерий с использованием базы данных RAST продемонстрировала активацию 106 генов, отвечающих за адаптацию к таким внешним воздействиям, как повышенное осмотическое давление, окислительный и токсический стресс, холодный шок и снижение уровня питательных веществ в силосе (рис. 1).

Данные исследований показали, что при лиофильном высушивании бактерии *B. subtilis* 111 характеризуются не только высокой выживаемостью, но и активностью.

### Многokrатно подтвержденная безопасность

Большинство бактерий рода *Bacillus* (включая *B. subtilis*) широко распространены в окружающей среде. Их обнаруживают в почве, воде, воздухе и пищевых продуктах (зерновых, хлебобулочных изделиях, соевых продук-

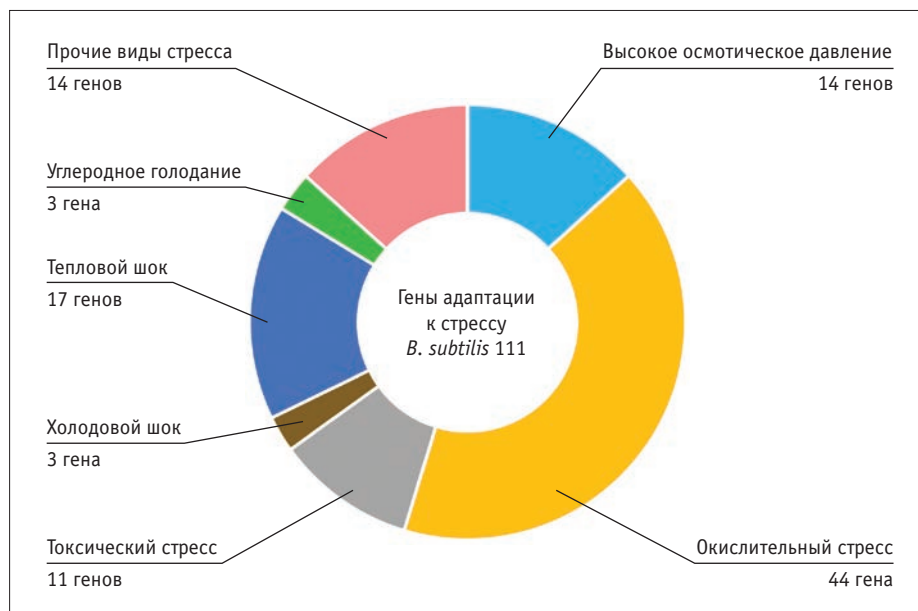


Рис. 1. Гены адаптации к стрессу у *B. subtilis* 111

тах, мясе, а также в сыром и пастеризованном молоке). Эти микроорганизмы на протяжении многих веков люди использовали для щелочной ферментации продуктов питания. Как следствие, бактерии рода *Bacillus* постоянно попадают в желудочно-кишечный тракт и дыхательные пути, засевая их.

Количество *Bacillus* в пищеварительной системе животных, птиц и человека в норме может достигать  $10^9$  КОЕ/г, что намного больше, чем содержание *Lactobacillus*. В связи с этим некоторые исследователи рассматривают бактерии рода *Bacillus* в качестве одного из доминирующих компонентов нормальной микрофлоры пищеварительной системы без каких-либо доказательств того, что такие микроорганизмы могут вызывать заболевания (за исключением *B. anthracis* и *B. cereus*) или оказывать вредное влияние на организм (Sanders et al., 2003; Opinion of the Scientific Committee, 2005; Cartwright, 2009).

Сегодня вид *B. subtilis* — один из самых изученных, он признан безопасным среди представителей рода бацилл. Это подтверждает Управление по контролю качества продовольственных и лекарственных средств США (FDA), присвоившее виду статус GRAS (generally regarded as safe — общепризнаны как безопасные). Штаммы *B. subtilis* широко используют в качестве пробиотиков в России, странах Евросоюза и в США.

Хорошо известно, что безопасность бактерий обусловлена не только их ви-

довой принадлежностью, но и индивидуальными свойствами штаммов и серотипов (группы микроорганизмов одного вида, объединяемые по наличию или отсутствию свойств вирулентности). Специалисты российской компании «БИОТРОФ» убеждены в том, что каждый штамм микроорганизма, несмотря на уже доказанную безопасность вида, к которому он принадлежит, необходимо дополнительно оценивать индивидуально для подтверждения его пригодности к использованию в качестве биопрепарата.

Существуют современные надежные молекулярно-генетические методы идентификации *B. subtilis*. Тестирование, проведенное методом полимеразной цепной реакции (ПЦР), еще раз показало отсутствие в геноме *B. subtilis* 111 каких-либо генов вирулентности и не подтвердило, что микроорганизмы синтезируют токсины. Результаты полногеномного секвенирования также подтвердили, что *B. subtilis* 111 безопасен.

При исследовании *B. subtilis* 111 методом *in vitro* на наличие гемолитической активности на кровяном агаре мы не выявили зон просветления питательной среды вокруг колоний, что свидетельствовало об отсутствии синтеза гемолизина (токсин *B. cereus*) в культуре. Дополнительные эксперименты, проводившиеся методом *in vivo*, в частности, проверка на острую и хроническую токсичность, показали, что введение животным бактерий *B. subtilis* 111

Таблица 1

Эффективность закваски Промилк (Республика Татарстан, 2022 г.)

Корм	Содержание, %						NH <sub>3</sub> -фракция, %		рН		Соотношение молочной и уксусной кислот	
	СВ			Зола			Фактическое значение	Нормативное значение	Фактический	Нормативный	Фактическое	Нормативное
	Фактическое	Нормативное	По отношению к нормативному, %	Фактическое	Нормативное	По отношению к нормативному, %						
Сенаж из люцерны второго укоса:												
траншея №1	30,6	38	80,5	14,8	11	134,5	9	7–13	4,2	4,2–4,6	3,25	3,3
траншея №2	31,2	38	82,1	12,2	11	110,9	11	7–13	4,2	4,2–4,6	3,25	3,3
Сенаж из суданки первого укоса	31,3	36	86,9	8	10	80	12	7–13	4	3,9–4,4	3,28	3,3

даже в высоких дозах не приводило к каким-либо нежелательным последствиям. Данные о нетоксичности штамма *B. subtilis* 111 соответствовали данным профиля безопасности *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. Поэтому результаты, полученные в ходе проведения широкого спектра исследований, дают основание не сомневаться в абсолютной безопасности бактерий, входящих в состав закваски Промилк.

**Работает при нарушении технологии**

На одном из племенных заводов Республики Татарстан были проведены испытания консерванта Промилк при заготовке сенажа из люцерны второго укоса (массу заложили в две траншеи) и суданки первого укоса. Влажность растительного сырья оказалась гораздо выше рекомендованной. Это могло негативно повлиять на процесс ферментации.

Специалисты племенного завода оценили питательность сенажа в лаборатории контроля качества кормов на базе модульной системы кормления животных NutriOpt, которая выполняет точные анализы кормов на анализаторе FOSS. В связи с тем, что технология уборки люцерны была нарушена, содержание золы в сенаже из этой культуры превышало допустимый уровень на 10,9–34,5%. Такие показатели свидетельствуют о том, что в корм попали частицы почвы. Высокое содержание золы (на 8–10% больше нормы), как правило, приводит к вторичному брожению зеленой массы и порче силоса. Этот процесс запускается вследствие развития клостридий, споры которых проникают в корм вместе с почвой. Вторичная ферментация, в свою

очередь, отрицательно сказывается на молочной продуктивности коров. Незначительное увеличение содержания сырой золы в силосе — всего лишь на 1% — может привести к снижению надоев почти на 100 кг в пересчете на 1 га убранной зеленой массы.

Данные анализа, подтверждающие эффективность закваски Промилк при заготовке кормов на племенном заводе в Республике Татарстан, представлены в **таблице 1**.

Из таблицы 1 видно, что питательность всех кормов (включая такие показатели, как рН, NH<sub>3</sub>-фракция, соотношение молочной и уксусной кислот и др.), заложенных с применением консерванта Промилк, соответствовала нормативным значениям. Это говорит о правильном процессе брожения и успешном подавлении гнилостной микрофлоры под влиянием бактерий *B. subtilis* 111.

**Для силосования кукурузы и заготовки зерносенажа**

Кукурузный силос — один из основных видов кормов, которые широко используют в промышленном скотоводстве. При скармливании кукурузного силоса сокращаются сроки откорма животных и увеличиваются надои. Тем не менее именно при заготовке кукурузного силоса сельхозпроизводители часто сталкиваются с определенными трудностями.

Во-первых, зеленая масса кукурузы характеризуется высокой влажностью и повышенным содержанием сахара, что может приводить к перекарисанию силосуемой массы. Во-вторых, если длина частиц измельченных растений составляет 20 мм и более, ухудшается трамбовка сырья в траншее, процесс

его уплотнения замедляется, из-за чего в массе создаются условия (аэробная среда), благоприятные для развития нежелательной микрофлоры.

Если растительные частицы очень мелкие, из сырья интенсивно выделяется сок, что провоцирует рост гнилостных бактерий и вызывает разогревание силоса. Засуха в период созревания зерна может приводить к замедлению фотосинтеза в растениях. Из-за этого в них снижается выработка углеводов и ухудшается конверсия сахара в крахмал. При недостаточном содержании крахмала — менее 250 г в 1 кг сухого вещества (СВ) — интенсивность соковыделения возрастает.

Результаты мониторинговых анализов (их проводили в лаборатории компании «Еврофинс Агро Тестинг» (BLGG) образцов кукурузного силоса, заготовленного с закваской Промилк в животноводческих хозяйствах Челябинской области в 2022 г., свидетельствуют о том, что по показателям питательности (уровень рН, NH<sub>3</sub>-фракции и др.) все корма были отличного качества (**рис. 2**). Среднее значение переваримости органического вещества (ОВ) оказалось высоким — 73,7%.

Переваримость ОВ — очень важный показатель кормовой ценности. Например, при скармливании коровам основного корма, переваримость ОВ которого составляет 65%, можно получить около 8 л молока. Если же переваримость ОВ основного корма достигает 75%, дополнительные надои могут достигать до 22 л.

К числу относительно новых показателей, определяемых в лаборатории BLGG, относится параметр VEM. Его позаимствовали из нидерландской системы кормления крупного рогатого

скота. VEM отражает содержание энергии в кормах. Количество энергии «откалибровано» по количеству энергии, которая может быть усвоена коровой (чистая энергия) из 1 кг зерна ячменя (в 1 кг СВ зерна ячменя содержится 1000 VEM).

Для понимания того, как определяют упомянутый показатель, приведем пример. Допустим, в корме содержится 1100 VEM. Следовательно, в продукте концентрация энергии будет в 1,1 раза выше, чем в зерне ячменя. Другими словами, энергетическая ценность такого корма на 10% выше, чем энергетическая ценность зерна ячменя. При расчете значений VEM учитывают результаты анализа переваримости ОВ,

сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и углеводов. VEM — относительная величина, не имеющая единицы измерения.

На рисунке 2 видно, что в образцах кукурузного силоса, заготовленного с биопрепаратом Промилк, среднее количество VEM достаточно высокое.

В регионах с влажным климатом за короткий летний период злаковые культуры не успевают созреть, а кукурузу там и вовсе не выращивают. В таких районах можно производить зерносежа. Растительное сырье для корма этого вида, убранное в оптимальные сроки, хорошо силосруется.

Зерностеблевая масса овса характеризуется низким сахаро-буферным

отношением, а значит, ее необходимо проявлять для того, чтобы получить качественный корм. При этом переваримость ОВ зерносежа снижается вследствие избыточного увеличения в нем концентрации СВ. При силосовании такого сырья необходимо применять консерванты.

Зерностеблевая масса овса такая же упругая, как зерностеблевая масса кукурузы. Массу сложно утрамбовывать при закладке на хранение. Плотность утрамбованного сырья из овса варьируется от 420 до 450 кг/м<sup>3</sup>. В массе такой плотности длительное время остается воздух. Напомним: это приводит к потере питательных веществ вследствие аэробного брожения. К тому же зерновые культуры, убранные в фазу молочно-восковой спелости, не содержат нитратов, которые нужны для оптимального процесса брожения.

Результаты анализа образцов зерносежа из овса и из смеси овса и гороха (данные BLGG), заготовленного на племенном заводе в Нижнем Новгороде в 2022 г., показали, что закваска Промилк характеризуется высокой эффективностью (табл. 2). Несмотря на трудность силосования сырья, консервант Промилк успешно справился с задачей сохранения качества зерносежа из овса и из смеси овса и гороха.

### В непогоду

Специалисты одного из племенных заводов Ленинградской области предоставили нам данные исследований по определению биохимических показателей качества кормов, заготовленных с использованием препарата Промилк и других консервантов — № 1 (пробы брали из двух траншей) и № 2. Консервант № 1 — импортная закваска на основе высушенных лактобактерий, консервант № 2 — смесь штаммов различных бактерий и ферментов, имеющая очень короткий срок хранения (три месяца с даты выпуска).

Силос закладывали в траншеи практически одновременно. Анализ показателей качества кормов проводили специалисты компании «Еврофинс Агро Тестинг» по методикам, признанным во всем мире. Показатели, характеризующие эффективность силосных консервантов, использовавшихся при заготовке кормов, представлены в таблице 3.

Данные исследования показали, что в силосуемой растительной массе содер-

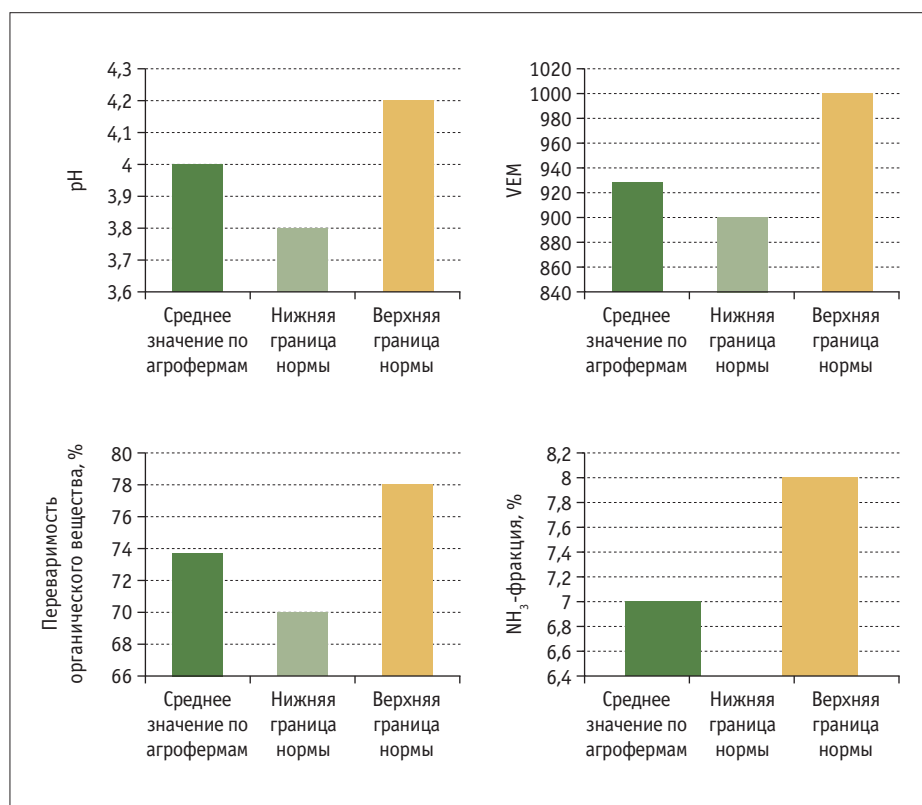


Рис. 2. Итоги мониторинговых исследований эффективности закваски Промилк при силосовании кукурузы в 2022 г. на предприятиях Челябинской области (данные BLGG)

Показатель	pH	NH <sub>3</sub> -фракция, %	Содержание, %		Соотношение молочной и уксусной кислот
			Уксусная и пропионовая кислоты	Молочная кислота	
Нормативное значение	3,8–4,2	< 8	10–21	50–90	3–3,55
Зерносежа:					
из овса	4	5	22	47	2,13
из овса и гороха	4	8	15	58	3,87



Эффективность силосных консервантов (Ленинградская область, 2022 г.)

Показатель	Корм	Дата укоса	СВ, %	рН	NH <sub>3</sub> -фракция	Органические кислоты			Индекс		
						уксусная и пропионовая	молочная	масляная	силосования	консервации	чувствительности к нагреву
Нормативные показатели			30–50	3,7–4,4	< 10	10–21	50–90	< 3	95–105	80–100	1–20
Консервант:											
№ 1 (первая траншея)	Злаковые травы	11.06	24,3	4,1	10	26	98	0,6	100	99	7
№ 1 (вторая траншея)		19.06	25,6	4,1	10	22	68	< 0,1	78	97	11
Промилк	Злаковые травы + клевер	17.06	23,8	3,9	10	23	83	< 0,1	82	98	10
№ 2		21.06	25,9	4	8	20	73	< 0,1	79	96	13

жание СВ не соответствовало рекомендованным значениям. Это с высокой долей вероятности могло привести к накоплению масляной кислоты вследствие развития клостридий (см. табл. 1). Судя по эффективному подкислению корма на протяжении всего процесса ферментации, биопрепарат Промилк, в отличие от других консервантов, обеспечивал оптимальное брожение.

Общеизвестно, что от скорости подкисления растительной массы напрямую зависит качество готового корма. Применение закваски Промилк позволило получить корм, свободный от масляной кислоты. В одной из траншей, куда заложили растительную массу с дорогостоящим консервантом № 1, произошло накопление масляной кислоты, что свидетельствует о развитии в корме протеолитических клостридий, разлагающих протеин. При определенных условиях размножение клостридий ведет к снижению питательной ценности корма, увеличению содержания в нем растворимых форм азота, которые быстро ферментируются в рубце до аммиака. При этом в силосе образуются токсичные, дурно пахнущие биогенные амины, что отрицательно влияет на поедаемость корма и здоровье животных.

Индекс чувствительности к нагреву дает информацию о том, будет ли заготовленный корм разогреваться в результате деятельности дрожжей и плесневых грибов после открытия траншеи. Если индекс варьирует в диапазоне от 35 до 50, корм характеризуется низкой аэробной стабильностью, а если индекс превышает 50 — очень низкой.

Из таблицы 3 видно, что аэробная стабильность всех заготовленных кормов была максимальной. Это говорит

о том, что все исследованные продукты успешно справились с задачей сохранения питательной ценности корма, несмотря на нарушение технологии его заготовки (использование растительного сырья повышенной влажности). Следует отметить, что консервант № 1 — импортный дорогостоящий продукт, а консервант № 2 имеет очень короткий срок хранения (не более трех месяцев). Таким образом, выбор в пользу этих двух вариантов — напрасная трата денег.

### Масса преимуществ

Сегодня на рынке есть большое количество зарубежных препаратов на основе лактобактерий, но, как показали данные исследований, не все они эффективны. Дело в том, что лактобактерии не образуют спор и очень трудно поддаются лиофильному высушиванию. После сушки часть бактерий полностью утрачивает жизнеспособность, а часть — восстанавливается. У восстановившихся бактерий повреждены клеточные мембраны или ДНК, в результате чего микроорганизмы не могут эффективно работать в силосе. Этот факт стал причиной появления мифа о якобы необходимых высочайших титрах заквасок.

Консервант Промилк создан на основе бактерий *B. subtilis*, которые образуют высокоустойчивые покоящиеся споры и имеют в геноме уникальные гены осмотолерантности, что позволяет микроорганизмам с успехом переносить высушивание без потери ценных свойств. Благодаря этому мы смогли получить сухую форму консерванта, который, в отличие от других жидких и большинства сухих продуктов, не требует хранения в холодильнике и удобен для транспортировки (его можно

доставлять в труднодоступные и удаленные регионы). При этом бактерии очень быстро восстанавливают свою активность при внесении в силосую массу.

Специалисты хозяйств — механизаторы и агрономы — подтвердили: основное технологическое преимущество биопрепарата Промилк заключается в его полной растворимости в воде, повышенной термоустойчивости бактерий (выдерживают температуру выше 35 °С), а также в отсутствии пленки на оборудовании при использовании консерванта.

Таким образом, научно доказано и подтверждено на практике, что применение закваски Промилк при заготовке зерносенажа и силоса из кукурузы и трудносилосуемых культур (козлятник восточный, клевер, люцерна, бобово-злаковые смеси и т.д.) может существенно снизить потери питательных веществ и сохранить качество полученного корма. **ЖР**

*Благодарим специалистов компании «БИОТРОФ» Валентину Филиппову, Андрея Дубровина, Екатерину Пономарёву и Ксению Калиткину за помощь в проведении исследований и подготовке статьи к публикации.*

*Работа выполнена в рамках государственного задания № 1022041400153-7-2.8.1 при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства РФ.*

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](mailto:biotrof@biotrof.ru)

[www.biotrof.ru](http://www.biotrof.ru)

