

УДК 636.087.24+636.085.7

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ БРОЖЕНИЯ ПРИ СИЛОСОВАНИИ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ С РАЗЛИЧНЫМИ КОНСЕРВАНТАМИ

Овчаренко Э.В., Крючкова Т.Е., Королева С.С.  
*Калужский филиал РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева*

В опыте I (серия 1.1) дробину силосовали в незапаянных полиэтиленовых мешках с внесением закваски (квашеной капусты), а также зеленой массы и/или патоки в различных соотношениях. В серии 1.2 в качестве консервантов использовали пиросульфит, муравьиновую и бензойную кислоты. При внесении органических кислот закваску не применяли. Силос хранили при температуре 4-7°C. В этих сериях опыта, судя по содержанию масляной кислоты и степени распада протеина до аммиака, наилучшими вариантами оказались образцы с добавками муравьиной и бензойной кислот, а наихудшим – вариант с внесением пиросульфита. Силос, полученный без внесения органических кислот, но с патокой и закваской, а также с одной только закваской был относительно неплохого качества (молярное соотношение масляной кислоты 1,2 и 1,6% от суммы ЛЖК). В серии 1.3 засилосованную массу хранили при комнатной температуре. Результаты всех вариантов оказались гораздо хуже, чем в сериях 1.1 и 1.2 (доля масляной кислоты в сумме кислот не была ниже 10%, достигая в отдельных случаях (с пиросульфитом) 56%). В опыте II патоку, поваренную соль и промышленную закваску в различных сочетаниях вводили в силосуемую массу, которую заложили в стеклянные банки, тщательно герметизировали и оставили на 90 дней при 18-25°C. В данном случае решающую роль в развитии брожения в желательном направлении сыграла патока: в среднем в вариантах силоса с патокой содержание масляной кислоты составило 0,83% от суммы кислот, тогда как в вариантах без патоки – 5,2%. В среднем добавка к силосуемой массе поваренной соли сопровождалась некоторой тенденцией к ухудшению качества силоса (2,87 и 1,75% масляной кислоты с добавкой патоки и без неё). Тем не менее, лучшие результаты были получены при комбинации патоки и соли; далее следовали патока+закваска и комбинация патоки, закваски и соли. Наихудшие результаты получены при внесении только соли, особенно в наименьших концентрациях. Как и следовало ожидать (влияние высоких температур хранения), рН силосного сока при добавках патоки опускался до очень низких значений (3,37-3,98). Весьма примечательным является чрезвычайно слабая расщепляемость до аммиака протеина дробины при силосовании.

*Ключевые слова: пивная дробина, силосование, закваски, консерванты, условия хранения, качество силоса*

*Проблемы биологии продуктивных животных, 2008, 3:42-51*

### Введение

Пивная дробина для крупного рогатого скота является ценным кормом, т.к. содержит достаточное количество протеина, слабо расщепляемого в рубце, имеет высокое соотношение Р/Са и характеризуется сравнительно низким содержанием растворимых в воде углеводов.

Проблема использования дробины в качестве корма осложняется, во-первых, тем, что сырая дробина содержит довольно много влаги, что удорожает её перевозку (в расчёте на единицу массы сухого вещества) и осложняет её хранение; во-вторых, пик производства пива (и получения побочных продуктов пивоварения, главным из которых в количественном

отношении является дробина) приходится на летний период, когда закупка дробины мала, тогда как зимой, при дефиците кормов, среднесуточное получение дробины падает в 3-4 раза. Причем летом, при низком спросе на дробину, производители пива вынуждены снижать цены при её реализации.

Исходя из этих соображений, в летний период дробину рационально консервировать, с тем, чтобы зимой скармливать. Получившим наибольшее распространение в мире способом консервирования дробины является её сушка. Сухую дробину легче перевозить и хранить. Тем не менее, в странах Западной Европы свежую сырую или частично обезвоженную прессованием дробину завозят с пивоваренных заводов и скармливают скоту. Считается, что при расстоянии до фермы не более 30 км вполне целесообразно скармливать сырую дробину, а при более далеком расположении – сухую (Колпакчи и др., 1986). Хозяйствам, расположенным вблизи от пивоваренных заводов, также вполне целесообразно использовать консервирование и хранение влажной дробины. Естественно, что указанное расстояние – не жестко детерминированная величина, она зависит от соотношения стоимости перевозок и цен на дробину, а также от цен на энергоносители, влияющих на себестоимость высушенной дробины.

Помимо сушки дробины, в последние десятилетия проводились исследования с целью изыскания способов силосования сырой дробины. Консервирование пивной дробины путем силосования затрудняется низким содержанием в ней сухого вещества (порядка 12-25%) и низким (около 1% в расчёте на сухое вещество) содержанием сахаров (Kuntzel, 1992), способных сравнительно быстро сбразиваться при силосовании с образованием молочной кислоты.

Согласно установившимся воззрениям, для получения высококачественного силоса самыми важными являются следующие условия: быстрое снижение величины рН сока силосуемой массы до 4,0-4,2 и ниже; наличие сухого вещества в силосуемой массе не менее 30% и обеспечение температуры силосуемой массы в пределах 20-30 °С, а при хранении силоса – не выше 15 °С (Шмидт, Виттерау, 1975; Зафрен, 1977). Кроме того, для предотвращения развития в силосуемой массе плесеней и гнилостных бактерий следует исключить доступ в неё кислорода воздуха. В то же время следует учитывать, что анаэробные условия *per se* не препятствуют развитию большинства видов маслянокислых бактерий, являющихся факультативными анаэробами (Зафрен, 1977; Johnson et al., 1987).

Первое условие легко может быть выполнено при сбразивании входящих в состав силосуемой массы сахаров, а также внесением кислот: органических – муравьиной, пропионовой, уксусной и неорганических – фосфорной и серной. Следует, однако, учитывать, что животные неохотно поедают силос, приготовленный с применением неорганических кислот (Шмидт, Виттерау, 1975). При относительно низкой величине рН, которая создается вследствие внесения кислот, брожение может продолжаться (априори можно предположить, что это будет молочнокислое брожение, тогда как другие виды брожения будут заторможены, вследствие того, что молочнокислые бактерии в анаэробных условиях выдерживают наиболее низкие значения рН – до 3,2; нижний предел рН – 3,0) или будет угнетено – в зависимости от количества добавленной кислоты.

Поскольку упомянутые кислоты, как органические, так и минеральные – очень агрессивные жидкости, а низкомолекулярные органические кислоты, кроме того, очень летучи и обладают резким неприятным запахом, на предмет использования в целях консервирования были испытаны и нашли практическое применение кислоты, обладающие бактериостатическим действием уже в сравнительно низких концентрациях, и, кроме того, нелетучие: бензойная и салициловая (Зафрен, 1977; Anonim, 1988), а также соли низкомолекулярных органических кислот.

Очевидно, что наиболее целесообразным является использование консервантов неагрессивных, нелетучих, экологически безопасных и могущих быть использованными в ор-

ганизме животных в качестве элементов питания. Таковыми являются древнейшие консерванты: сахар и поваренная соль (как таковые оба используются для повышения осмотического давления в жидкостях консервируемого продукта). Однако при силосовании (сбраживании) сахар (в т.ч. присутствующий в корме) превращается в другой консервант, не менее древний и еще более эффективный, поскольку обладает сильным бактериостатическим действием – в молочную кислоту.

Важно, что превращение сахара в молочную кислоту сопровождается потерями свободной энергии, составляющими всего лишь около 5 % от энергии, содержащейся в глюкозе и выделяемой при аэробном её расщеплении (Ленинджер, 1985). Кроме того, молочная кислота по сравнению с сахаром является более "удобным" элементом питания, поскольку в рубце при определённых условиях она может превращаться в пропионат, расходуемый на синтез глюкозы (последняя является единственным предшественником лактозы и вообще незаменимым метаболитом в организме млекопитающих), тогда как из сахарозы, поступающей в рубец, образуется довольно много масляной кислоты, в стенке рубца метаболизируемой до 3-гидроксипропаноата, главного из кетонных тел у жвачных.

С учетом вышесказанного, нами было проведено два опыта для совершенствования способов консервирования влажной пивной дробины.

### Материалы и методы

**Опыт 1.** Серия 1.1. В этой серии было заложено шесть вариантов силоса из дробины, с патокой или без неё, с зеленой массой злаковых трав (или без неё); в качестве закваски была использована квашеная капуста (см. табл.1). Силосовали и хранили силос в мешках из полиэтиленовой пленки толщиной 100 мкм. Для предотвращения разрыва полиэтиленовых мешков они были помещены в дополнительные мешки из полистироловой ткани. Неизмельчённую траву и дробину закладывали в мешки послойно, добавляя дробными порциями квашеную капусту и (в соответствующих вариантах) патоку (предварительно смешанные с дробинной).

Таблица 1. Состав силосуемой смеси (серия 1.1.)

NN вариантов	Масса ингредиентов (кг)			
	дробина	зеленая масса	патока	квашеная капуста
1	5,1	5,1	-	0,1
2	5,7	5,7	0,28	0,1
3	6,2	6,2	0,62	0,1
4	7,2	7,2	1,08	0,1
5	12,0	-	0,60	0,1
6	12,0	-	0,60	0,1

Примечание: \* содержание сахара 65%.

Мешки с засилосованной массой не запаивали; для создания анаэробных условий они были сложены в вертикальном положении в две стопки, по три мешка один на один; на верхние мешки были положены грузы плоской формы. В таком положении мешки были оставлены на семь дней при комнатной температуре (18-20 °С) для развития молочнокислого брожения, после чего были перенесены в подвал, где температура в течение поздней осени и относительно теплой первой половины зимы поддерживалась в пределах 4-7 °С.

Серия 1.2. Варианты силоса из пивной дробины были заложены с муравьиной или бензойной кислотами и метабисульфитом натрия, с патокой, закваской или без них (табл. 2).

Таблица 2. Состав силосуемой смеси (серия 1.2)

№№ вариантов	Ингредиентный состав, кг					
	пивная дробина	патока	закваска**	муравьиная кислота	бензойная кислота	метабисульфит
1.2.1	2,0	-	0,012	-	-	-
1.2.2	2,0*	-	0,012	-	-	-
1.2.3	2,0	0,05	0,012	-	-	-
1.2.4	2,0	0,10	0,012	-	-	-
1.2.5	2,0	0,15	0,012	-	-	-
1.2.6	2,0*	0,05	0,012	-	-	-
1.2.7	2,0*	0,10	0,012	-	-	-
1.2.8	2,0*	0,15	0,012	-	-	-
1.2.9	2,0	-	0,012	-	-	0,01
1.2.10	2,0	-	-	-	0,006	-
1.2.11	2,0*	-	-	0,008	-	-
1.2.12	2,0*	-	0,012	-	-	0,01
1.2.13	2,0*	-	-	-	0,006	-
1.2.14	2,0*	-	-	0,008	-	-
1.2.15	2,0*	0,10	0,012	-	-	0,01
1.2.16	2,0*	0,10	0,012	-	-	0,01

Примечание: \* отжатая вручную, \*\* разбавленная в соответствии с инструкцией.

Были использованы экологически безопасные и наиболее употреблявшиеся в прошлом консерванты, в дозировках, рекомендованных Всероссийским институтом кормов (Зафрен, 1977). В большей части вариантов для стимуляции молочнокислого брожения и угнетения нежелательной микрофлоры использовали закваску для силосования "Биотроф" (Санкт-Петербург).

Пакеты из полиэтиленовой пленки толщиной 100 мкм с силосуемой смесью были запаяны, каждый снабжен клапаном Бунзена и из каждого был откачан воздух. После закладки с пакетами поступили так же, как с мешками в серии 1.1.

В серии 1.3 варианты силоса были заложены в стеклянных банках емкостью по 3 л. В этой серии были использованы те же ингредиенты, что и в серии 1.2 (табл. 3). Различие заключалось в качестве тары, а также в температуре хранения.

Таблица 3. Состав силосуемой смеси (серия 1.3\*\*)

NN вариантов	Масса ингредиентов, кг					
	пивная дробина	патока	закваска***	муравьиная кислота	бензойная кислота	мета- бисульфит
1.3.1	3,0*	-	0,012	-	-	-
1.3.2	3,0*	0,15	0,012	-	-	-
1.3.3	3,0*	0,15	0,012	-	-	-
1.3.4	3,0*	0,15	0,012	-	-	0,015
1.3.5	3,0*	-	-	0,012	-	-
1.3.6	3,0*	-	-	-	0,009	-
1.3.7	3,0	-	0,012	-	-	0,015
1.3.8	3,0	-	0,012	0,012	-	-
1.3.9	3,0	0,15	-	0,012	-	-
1.3.10	3,0	0,15	-	-	0,009	-

Примечание: \* отжатая вручную; \*\* по техническим причинам дробина была законсервирована не тотчас после доставки из хозяйства, а только через 5 дней, в течение которых она хранилась при температуре 18÷20 °С в закрытом полиэтиленовом бачке; \*\*\* разбавленная в соответствии с инструкцией.

Банки были закрыты полиэтиленовыми крышками, снабженными клапанами Бунзена, и тщательно загерметизированы, после чего оставлены при температуре 18-20 °С.

**Опыт 2** фактически был проведен для уточнения результатов серии 1.3. В этом опыте изучали показатели брожения в силосе через 90 дней после закладки в стеклянные банки, как в серии 1.3, и хранения при комнатной температуре (18-25 °С). Для гарантированного исключения доступа кислорода воздуха к силосуемой массе, она была залита сверху подсолнечным маслом (слой около 3 мм). Последнее, однако, было вытеснено из банок через клапаны Бунзена при газообразовании в результате брожения.

Варианты силосов содержали:

- а) дробину без каких-либо добавок;
- б) дробину с добавками только поваренной соли от 0,5 до 2,0% к массе сырой дробины;
- в) дробину с добавкой соли в тех же концентрациях (дополнительно был введен вариант с 2,0% соли) и молочнокислой закваски (последней - как в серии 1.3);
- г) дробину с добавкой патоки (2,5% к массе сырой дробины);
- д) дробину с добавкой соли и патоки в тех же концентрациях, как по пп. "б" и "г";
- е) дробину с добавкой соли, патоки и закваски, как по пп. "б", "в" и "г".

Дробину перед закладкой частично обезвоживали ручным прессованием. Образцы отбирали следующим образом: в серии 1.1 образцы брали после снятия верхнего слоя силоса толщиной 5-7 см, а в сериях 1.2 и 1.3 – весь силос из каждого пакета (банки) был перемешан, после чего из него отбирали пробы для анализа. В опыте 2 верхний слой силоса в каждой банке (толщина 5-7 см) выбрасывали, а остальную массу перемешивали, закладывали в полиэтиленовые пакеты по 500 г и хранили в замороженном виде до анализа.

В силосе определяли: содержание сухого вещества высушиванием до постоянной массы при 103 °С; рН силосного сока с использованием иономера; содержание кислот брожения модифицированным методом Флига и Лемпера (Журавлев, 1963); содержание сырого протеина по Кьельдалю; аммиака – микродиффузионным методом в чашках Конвея.

Достоверность эффектов оценивали с использованием F-критерия (Плохинский, 1969).

## Результаты и обсуждение

Из литературы известно, что качество силоса находится в обратной зависимости от влажности силосуемой массы. В наших опытах содержание сухого вещества в сырой дробине в основном колебалось от 22,0 до 25,1 %. Однако в некоторых образцах силоса оно несколько отличалось от этих величин. При этом даже образцы из отдельных емкостей одной и той же партии (например, образцы дробины, заложеной в большие мешки, серия 1.1) различались по содержанию сухого вещества до 2% и более, что свидетельствует о недостаточно тщательном перемешивании дробины перед закладкой в мешки. Из двух мешков, в которых дробина была засилосована без травы (варианты 1.1.5 и 1.1.6), произошла частичная утечка сока (вследствие разрыва мешков в их нижней части), что привело к повышению содержания сухого вещества в силосе, но оно не достигло, однако, желаемых 30% (см. ниже, обсуждение). В малых пакетах (серия 1.2) содержание сухого вещества в результате ручного отжима не превышало 27%, тогда как в неотжатой дробине оно составляло 19,7-23,0%.

В наших опытах не была отмечена взаимосвязь между качеством силоса и содержанием в нем влаги. В большинстве вариантов наблюдалась взаимосвязь качественных показателей и кислотности силоса. Как видно из данных, приведенных в табл. 4 и 5, ни в одном из вариантов содержание сухого вещества не было выше 30%, когда, судя по литературным данным (Шмидт, Виттерау, 1975), "сосущая сила" (способность извлекать воду из среды) маслянокислых бактерий недостаточна для их размножения в силосе.

Лучшее качество силоса в сериях опыта 1.1 и 1.2 (если судить по соотношению кислот и рН силоса) было получено при использовании в качестве добавки (консерванта) только патоки и закваски. Худшие результаты получены при введении в силосуемую массу метабисульфита натрия (17,6% масляной кислоты от суммы кислот брожения). Причем, при использовании метабисульфита даже введение патоки не исправляло положения: хотя доля молочной кислоты в этом случае несколько повышалась, а рН несколько снизился, процент масляной кислоты был ещё больше (34,3%). В обоих вариантах с метабисульфитом рН силоса был существенно выше 4,2.

В этих сериях особое место занимают варианты с использованием бензойной и муравьиной кислот. В обоих случаях присутствие масляной кислоты в силосе не было обнаружено. При добавках муравьиной кислоты рН силоса был довольно низок (3,86), однако доля молочной кислоты в сумме кислот брожения также была очень мала (28,5%), а уксусной – высока, что видимо, объясняется отгонкой муравьиной кислоты при анализе вместе с фракцией уксусной. Бензойная кислота не обусловила такого сильного снижения рН силоса, как в варианте с муравьиной кислотой, однако доля молочной кислоты в сумме кислот брожения была низкой, а уксусной – высокой и в этом случае. Возможно, что бензойная кислота в большей мере угнетала молочнокислородное брожение, чем уксуснокислородное. Примечательно также, что суммарное содержание кислот в обоих вариантах было довольно низким: около 0,5% от массы силоса; в то же время распад белков, судя по концентрации аммиака (особенно в варианте с бензойной кислотой) был минимальным.

Таблица 4. Содержание сухого вещества и показатели брожения при силосовании с различными консервантами в опыте 1 (серии 1.1 и 1.2)

Добавки, показатели	Варианты силоса				
	1	2	3	4	5
Наличие (+) или отсутствие (-) консерванта (компонента) в силосе					
Зм	±	-	-	-	-
Пт	+	-	-	-	-
Пс	-	-	+	-	-
БК	-	+	-	-	-
МК	-	-	-	+	-
Зк	+	-	+	-	+
Сухое вещество, %	25,5±0,6	23,0±3,0	24,6±1,2	23,2±0,8	22,7±0,8
рН	3,88 <sup>2,3,5</sup> ±0,06	4,22 <sup>1</sup> ±0,07	4,75 <sup>1,4</sup> ±0,10	3,86 <sup>3</sup> ±0,09	4,42 <sup>1</sup> ±0,8
NH <sub>3</sub> *	0,5±0,1	0,03±0,0	0,2±0,2	0,05±0,05	1,1±1,1
Всего кислот**	1,4 <sup>3,4</sup> ±0,29	0,58±0,12	0,38 <sup>1</sup> ±0,11	0,52 <sup>1</sup> ±0,09	1,07±0,52
В % к общему содержанию кислот					
Молочная	74,8 <sup>2,4,5</sup> ±4,0	32,4 <sup>1</sup> ±1,0	52,2±15,0	28,5 <sup>1</sup> ±5,2	36,3 <sup>1</sup> ±12,8
Масляная	1,2±0,8	0,0±0,0	17,6±12,6	0,0±0,0	1,6±1,4
Уксусная	24,0 <sup>2,4,5</sup> ±4,3	67,6 <sup>1,4</sup> ±1,0	30,2±27,6	71,5 <sup>1</sup> ±5,2	62,2 <sup>1</sup> ±14,2

**Обозначения:**

+ варианты силоса с добавкой

- варианты силоса без добавки

± варианты силоса с добавкой или без неё

\* доля азота аммиака (%) от общего азота сырого протеина силосной массы

\*\*в г/100 г натуральной массы силоса

1, 2...5 порядковый номер столбца, в котором величина показателя существенно (P<0,05) отличается от данной

**Сокращения:** Зм – зеленая масса, Пт – патока, Мт – метабисульфит, БК – бензойная кислота, МК-муравьиная кислота, Зк – закваска, Пс – поваренная соль.

В серии 1.3 силос, хранившийся при комнатной температуре, судя по соотношению в нем кислот брожения, во всех случаях оказался низкого качества: доля молочной кислоты в сумме кислот не превышала 60%, а масляной – не была ниже 10%. В качестве консервантов в этой серии опытов метабисульфит и бензойная кислота оказались в наименее выгодном положении, хотя добавка их в сочетании с патокой несколько исправляла положение, приводя к небольшому снижению pH, росту содержания молочной кислоты и снижению масляной. Концентрация аммиака в силосе почти во всех случаях была выше, чем в сериях 1.1 и 1.2.

Второй опыт был проведен для уточнения результатов, полученных в серии 1.3, с целью оценки возможности длительного хранения силоса при комнатной температуре. В качестве консервантов в этом случае были выбраны патока и поваренная соль. Патоке было отдано предпочтение по следующим соображениям. Это побочный продукт производства сахара, и его не нужно импортировать. Сбраживание до молочной кислоты сахара, входящего в состав патоки, приводит лишь к незначительным потерям его энергетической ценности; значит, добавки патоки обогащают силос усвояемой энергией; pH силоса при этом сдвигается в нужную сторону, угнетая нежелательные процессы в силосе. Кроме того, введение патоки в состав силосуемой смеси оказалось весьма эффективным в 1-м опыте. Введение поваренной соли в различных концентрациях проводилось с целью повышения осмотического давления силосного сока и угнетения таким образом жизнедеятельности клостридий (образующих масляную кислоту) при минимальном влиянии на молочнокислые бактерии, поскольку “сосущая сила” последних гораздо выше, чем у маслянокислых.

Поскольку в практических условиях, даже при самой тщательной герметизации силосуемой массы верхний слой силоса (зачастую – до 40-50 см) оказывается испорченным, в опыте 2 при отборе образцов силоса мы верхний слой толщиной 5-7 см выбрасывали (в отличие от того, что было в сериях 1.2 и 1.3).

В этом опыте, с целью более объективной оценки влияния добавок на качество силоса, использовали два несколько различающихся один от другого способа статистической обработки данных. По первому способу (табл. 5) сравнивали варианты, в которых оцениваемая добавка либо присутствовала (+), либо отсутствовала (-), тогда как наличие остальных добавок не принимали во внимание ( $\pm$ ). По второму способу (табл. 6) сравнивали варианты с различными сочетаниями добавок в чистоте (+ или -).

*Таблица 5. Показатели брожения силоса при внесении различных добавок (опыт 2)*

Добавки, показатели	Варианты силоса					
	1	2	3	4	5	6
	Наличие (+) или отсутствие (-) консерванта в силосе					
NaCl	+	-	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
Патока	$\pm$	$\pm$	+	-	$\pm$	$\pm$
Закваска	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	+	-
Сухое вещество, %	23,4 $\pm$ 0,4	23,3 $\pm$ 1,1	23,0 $\pm$ 0,4	23,8 $\pm$ 0,6	22,7 $\pm$ 0,3	23,8 $\pm$ 0,5
pH	3,79 <sup>4</sup> $\pm$ 0,13	3,84 <sup>3</sup> $\pm$ 0,24	3,51 <sup>2,4,6</sup> $\pm$ 0,07	4,19 <sup>1,3,5,6</sup> $\pm$ 0,05	3,64 <sup>4</sup> $\pm$ 0,16	3,92 <sup>3,4</sup> $\pm$ 0,13
NH <sub>3</sub>	0,97 $\pm$ 0,10	1,07 $\pm$ 0,11	0,80 <sup>4</sup> $\pm$ 0,08	1,20 <sup>3</sup> $\pm$ 1,00	0,86 $\pm$ 0,22	1,06 $\pm$ 0,11
Всего кислот	1,70 <sup>3</sup> $\pm$ 0,18	1,98 $\pm$ 0,34	2,24 <sup>1,4,6</sup> $\pm$ 0,06	1,13 <sup>3,5</sup> $\pm$ 0,22	1,86 <sup>4</sup> $\pm$ 0,22	1,69 <sup>3</sup> $\pm$ 0,23
	В % к общему содержанию кислот					
Молочная	73,6 $\pm$ 7,3	74,8 $\pm$ 9,5	88,7 <sup>4</sup> $\pm$ 3,6	54,0 <sup>3,5</sup> $\pm$ 7,1	84,2 <sup>4,6</sup> $\pm$ 6,6	66,0 <sup>5</sup> $\pm$ 8,4
Масляная	3,1 <sup>3</sup> $\pm$ 0,9	1,4 <sup>4</sup> $\pm$ 0,3	0,8 <sup>1,4</sup> $\pm$ 0,2	5,2 <sup>2,3,6</sup> $\pm$ 1,1	2,2 $\pm$ 0,8	3,1 <sup>4</sup> $\pm$ 1,2
Уксусная	23,3 $\pm$ 6,4	23,7 $\pm$ 9,1	10,4 <sup>4</sup> $\pm$ 1,8	40,7 <sup>3,5</sup> $\pm$ 6,3	13,6 <sup>4</sup> $\pm$ 6,0	30,8 $\pm$ 7,2

Примечание: обозначения те же, что и в табл. 4.

Как видно из данных, приведенных в таблице 6, pH силосного сока во 2-м опыте был только в одном случае выше 4,0 – при отсутствии патоки в силосуемой массе; однако в

среднем при этом он не превысил критического уровня 4,2, который считается верхним допустимым пределом рН при силосовании. Суммарное содержание кислот брожения было в два раза выше при силосовании дробины с патокой, чем без неё; сбраживание патоки обусловило повышение доли молочной кислоты в сумме кислот брожения почти до 90% ( $P < 0,05$ ) и снижение доли масляной кислоты более чем в 6 раз ( $P < 0,05$ ).

*Таблица 6. Показатели брожения силоса из дробины при силосовании с добавками или без них (опыт 2)*

Добавки, показатели	Варианты силоса						
	1	2	3	4	5	6	7
	Наличие (+) или отсутствие (-) консерванта в силосе						
Патока	+	+	+	+	-	-	-
NaCl	-	+	+	-	-	+	+
Закваска	+	+	-	-	-	+	-
рН	4,10 <sup>2,3,6</sup> ± 0,10	3,43 <sup>1,4,5</sup> ± 0,04	3,48 <sup>1,5,7</sup> ± 0,04	4,26 <sup>2</sup> ± 0,02	4,17 <sup>2,3,6</sup> ± 0,05	3,37 <sup>1,5,7</sup> ± 0,04	3,98 <sup>3,6</sup> ± 0,11
NH <sub>3</sub>	1,12 <sup>2</sup> ± 0,03	0,69 <sup>1</sup> ± 0,10	0,80 ± 0,16	1,25 ± 0,21	1,25 ± 0,03	0,86	1,09
Всего кислот	1,18 <sup>2,3,6,7</sup> ± 0,18	2,23 <sup>1,4</sup> ± 2,20	2,20 <sup>1,5</sup> ± 0,12	1,04 <sup>2,7</sup> ± 0,04	0,88 <sup>3,6,7</sup> ± 0,05	2,12 <sup>1,5</sup> ± 0,11	2,48 <sup>1,4,5</sup> ± 0,34
	В % к общему содержанию кислот						
Молочная	64,8 <sup>3</sup> ± 9,6	94,0 <sup>4</sup> ± 0,1	89,9 <sup>1,5-7</sup> ± 0,7	42,6 <sup>2</sup> ± 9,6	66,7 <sup>3,6</sup> ± 1,0	93,7 <sup>3,5,7</sup> ± 0,1	64,1 <sup>3,6</sup> ± 4,3
Масляная	4,5 ± 1,7	1,1 <sup>4</sup> ± 0,3	0,3 <sup>6</sup> ± 0,1	6,9 <sup>2</sup> ± 1,5	1,8 ± 0,7	0,8 <sup>3</sup> ± 0,1	1,7 ± 1,2
Уксусная	30,7 ± 10,3	4,9 <sup>4</sup> ± 0,2	9,7 <sup>5-7</sup> ± 0,7	50,5 <sup>2</sup> ± 8,4	31,4 <sup>3,6</sup> ± 0,4	5,6 <sup>3,5,7</sup> ± 0,7	34,2 <sup>3,6</sup> ± 5,3

Примечание: обозначения те же, что и в табл. 4.

Присутствие поваренной соли в силосе в среднем сопровождалось лишь слабой тенденцией к снижению рН и концентрации аммиака, а также незначительному уменьшению доли молочной и росту масляной кислот ( $P > 0,05$ ). Однако, следует отметить, что при самой низкой концентрации соли, а также в отсутствие патоки и закваски, эта тенденция была выражена в большей мере. Имела место устойчивая тенденция снижения суммарной концентрации кислот в силосе по мере увеличения добавок в него поваренной соли. В то же время добавки соли в сочетании с закваской и патокой не обусловили различий с силосом, в котором была только патока и закваска (табл. 6). Варианты силоса с закваской в среднем имели недостоверно меньшую величину рН и несколько более высокое суммарное содержание кислот брожения, а также существенно более высокую долю молочной кислоты в сумме кислот ( $P < 0,05$ ) по сравнению с вариантами, засилосованными без закваски (табл. 6). Судя по величине рН, концентрации аммиака в силосе, суммы кислот и доле молочной кислоты, силос с добавками патоки, соли и закваски был наилучшим, однако варианты без закваски, но с патокой и солью, или с закваской и патокой, но без соли, незначительно уступали первому по этим показателям. В общем, для обоих опытов в силосе из дробины имел место очень слабый распад протеина до аммиака, возможно, вследствие сравнительно низкой растворимости протеина этого кормового средства. Во всяком случае, по степени и скорости распада протеина в рубце пивная дробина сильно отстает от многих других кормов. Известно, что доля азота аммиака в общем азоте силосов может достигать 60% (Waterman et al., 2005).

Весьма характерным для большинства вариантов силоса явилось довольно низкое значение рН при относительно малой концентрации кислот брожения. Вероятными причинами могут быть следующие: экстракция щелочных компонентов во время производства пива, обуславливающая, в частности, преимущественное снижение содержания кальция при почти неизменном содержании фосфора (рН жидкой фракции дробины перед силосованием составил 5,15); переход в пиво растворимых белков. Известно, что белки обладают сильнейшим буферным действием, поэтому потеря растворимых белков может ослабить буфер-



ные свойства корма. С этим феноменом, по меньшей мере отчасти, связан очень слабый распад белков, в т.ч. и до аммиака, в водных растворах, обладающих выраженными щелочными свойствами. Поэтому в настоящее время при оценке силосуемости кормов учитывают содержание в них не только сахара, но и соотношение между растворимыми углеводами и протеином. Конечно, более корректным было бы учитывать и возможную степень распада протеина в силосе.

### **Заключение**

Силосование дробины при влажности около 75-80% в принципе возможно, однако для получения силоса высокого качества необходимо её силосовать с добавлением патоки (2,5% к массе дробины можно считать достаточным, однако требуется уточнение и производственная проверка этой дозировки). Не исключено, что она может быть снижена. Силосование без патоки возможно, поскольку в дробине содержится какое-то количество не только сахара (около 1% на сухое вещество), но и других водорастворимых углеводов. Однако для этого (исходя из литературных данных) потребовалось бы более эффективное её обезвоживание. Возможно, что содержание сухого вещества в силосуемой дробине должно для этого немного превышать 30%, поскольку осмотическое давление повышается не просто присутствием "сухого вещества" (например, введение в раствор только жира, даже мелкодисперсного, не может само по себе повысить осмотическое давление), но для этого необходимо повышение содержания растворимого в воде сухого вещества. Между тем, в пивной дробине как раз и понижено содержание растворимых веществ по технологическим условиям.

Тем не менее, введение в силосуемую массу (с целью повышения осмотического давления) до 2% поваренной соли само по себе оказало довольно слабое влияние на качество силоса (при низкой концентрации – даже отрицательное). С другой стороны, низкое содержание растворимых веществ, в т.ч. и белков, и слабая распадаемость последних в силосе до аммиака делают возможным силосование дробины с минимальными добавками сахара.

Различия в результатах серии 1.3 и 2-го опыта, видимо, объясняются следующими причинами:

- в серии 1.3 силосование было проведено через пять дней после доставки дробины с завода, в течение которых она хранилась без герметизации при комнатной температуре;
- в серии 1.3 образцы для анализа отбирали после перемешивания всего содержимого банки, а во 2-м опыте верхний слой отбрасывали.

Таким образом, приготовление и длительное хранение силоса из дробины высокой влажности при комнатной температуре в принципе возможно, однако при этом неизбежно происходит один из двух процессов: сильное закисление силоса (при наличии повышенного количества сахара) и накопление масляной кислоты (при недостатке сахара).

При этом следует учитывать, что при сравнительно высоком содержании влаги и/или довольно высокой температуре хранения силоса возможно развитие клостридий (с образованием недопустимо больших количеств масляной кислоты) даже при значениях рН, которые в оптимальных условиях силосования считались бы приемлемыми.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Журавлев Е. М. Руководство по зоотехническому анализу кормов. М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963, 290 с.
2. Зафрен С. Я. Технология приготовления кормов. М.: Колос, 1977, 239 с.
3. Колпакчи А. П., Голикова Н. В., Андреева О. В. Вторичные материальные ресурсы пивоварения. М.: Агропромиздат, 1986, 160 с.
4. Ленинджер А. Основы биохимии. М.: Мир, 1985, 2, 730 с.

5. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969, 256 с.
6. Шмидт В., Витгерау Г. Производство силоса. М.: Колос, 1975, 352 с.
7. Anonim. Характеристика консервантов, применяемых при силосовании кормов. *Agrar Praxis*, 1988, 5: 73.
8. Baterman H. G., Clark J. H., Murphy M. R. Development of a system to predict feed protein flow to the small intestine of cattle. *J. Dairy Sci.*, 2005, 88(1): 282-285.
9. Johnson C. O. L. E., Huber J. T., King K. J. Storage and utilization of brewers wet grains in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1987, 70(1): 98-107.
10. Kuntzel U. Die Haltbarmachung von Perstreben – Verdebrisiken und Konservierungsmöglichkeiten. 2. Mitt.: Einfluss der Zwischenlagerungsbedingungen auf Stoffkonzentration und Microflora von Betrieben und aerobe Stabilisierung von Presreben. *Das wirtschaftseigene Futter*, 1992, 38: 25-45.

### **Fermentation processes during laboratory ensiling of brewers wet grains with various conservants**

Ovcharenko E.V.

*Kaluga Branch of Moscow Timiryazev Academy, Kaluga, Russia*

In the first experiment (series 1.1) the brewers wet grains were ensilaged in non-sealed plastic bags with leaven (sauerkraut) and green grass and/or molasses in various proportions. In series 1.2 the sodium pyrosulphyte, formic and benzoic acids were used for ensiling in various proportions, but with organic acids the leaven was not used. Silage was kept at 4-7°C. The silage obtained in these series with addition of formic, benzoic acids appeared to be the best being estimated on the base of molar proportion of butyric acid and protein degradation to ammonia and it was the worst with pyrosulphyte. The silage obtained without organic acids, but with molasses and ferments, and also with the only enzymes was relatively good (molar butyric acid proportion 1,2 and 1,6% in VFA). In series 1.3 ensilaged mass was kept at 18-25°C, the results of all variants appeared to be much worse compared to 1.1 and 1.2 series (proportion of the butyric acid was not lower than 10%, reaching in some cases, with pyrosulphyte up to 56%). During the second experiment the molasses, NaCl and industrial bacterial culture in various combinations were added to ensilaged mass which was put into glass containers, thoroughly sealed and left for 90 days at 18-25°C. In this case molasses played the leading role in developing of fermentation in desirable direction: the molar proportion of butyric acid in average was 0.85% with molasses versus 5.2% without molasses. In general, the addition of NaCl to the ensilaged mass caused some tendency to worsening the quality of silage (2,87 and 1,7% butyric acids with and without molasses). The best results were acquired by combining molasses and salt; next to this was a combination of molasses, enzymes and salt. The worst results were acquired by applying only salt, especially in the least concentration. As one could expect (due to the influence of high temperature of storage), pH of silage juice with application of molasses fell to very low values (3,37-3,98). Extremely low degradation of proteins of brewers grains during ensilaging was observed.

*Key words: brewers grain, ensilage, leavens, conservants, storage condition, ensilage quality*

*Prob. Prod. Anim. Biol. (Russia), 2008, 3:42-51*