

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Т. В. Соляник, М. А. Гласкович

# **МИКРОБИОЛОГИЯ**

## **МИКРОБИОЛОГИЯ КОРМОВ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве курса лекций для студентов  
учреждений высшего образования, обучающихся  
по специальности 1-74 03 01 Зоотехния*

Горки  
БГСХА  
2014

УДК 636.085:579.67(075.8)  
ББК 36-1Я73  
С60

*Одобрено методической комиссией  
зооинженерного факультета 25.03.2014 (протокол № 7)  
и Научно-методическим советом БГСХА 03.12.2014 (протокол № 3)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. В. Соляник*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М. А. Гласкович*

Рецензенты:

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры микробиологии  
и вирусологии УО «ВГАВМ» *П. П. Красочко*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры свиноводства  
и мелкого животноводства УО «БГСХА» *Н. М. Былицкий*

**Соляник, Т. В.**

С60 Микробиология. Микробиология кормов животного и растительного происхождения : курс лекций / Т. В. Соляник, М. А. Гласкович. – Горки : БГСХА, 2014. – 76 с. : ил.  
ISBN 978-985-467-536-7.

В соответствии с программой дисциплины курс лекций составлен для студентов высших учебных заведений. В лекциях подробно рассмотрен химический состав кормов, характеристика микроорганизмов, масштабы потерь в консервированных кормах, вызванных деятельностью микроорганизмов. В доступной форме представлен микробиологический анализ кормов, микрофлора силосованной и зеленой массы, аэробное разложение корма, методы изучения возбудителей вторичной ферментации.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 03 01 Зоотехния.

УДК 636.085:579.67(075.8)  
ББК 36-1Я73

**ISBN 978-985-467-536-7**

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2014

## ВВЕДЕНИЕ

На корма в животноводстве или птицеводстве приходится около 70 % себестоимости готовой продукции, поэтому каждый хозяин, заинтересованный в высокорентабельном ведении хозяйства, заботится о них в первую очередь. Ни для кого не является новью тот факт, что корма не только нужно вырастить и своевременно собрать с поля, а еще и правильно заготовить их.

Сено (солому) хранят в скирдах, тюках или сенохранилищах. Для некоторых сочных кормов (корнеплоды) нужны теплые хранилища или хорошо утеплены кагаты (бурты). Для концентрированных кормов требуются составы или элеваторы. Самой сложной является проблема приготовления и хранения сочных кормов – силоса и сенажа.

Следует учитывать, что эти два вида корма составляют свыше 50 % питательности зимнего рациона жвачных животных. А в интенсивном животноводстве, при переходе на текущее кормление животных однотипным рационом, эти корма становятся главной составляющей рациона круглый год. Поэтому качество силоса и сенажа – это качество и эффективность кормления животных в целом.

Консервирование кормов в настоящее время сопровождается большими потерями. Если силосование выполняется надлежащим образом, к примеру, в горизонтальных силосохранилищах, потери составляют в среднем около 20 %. При неквалифицированной работе они значительно возрастают. На основании многочисленных исследований можно констатировать, что величину потерь, вызванных деятельностью микроорганизмов кормов, часто недооценивают. При составлении кормового баланса предусматриваются только «неизбежные» потери в результате «угара». Однако следует иметь в виду, что силос, находившийся под испорченным в результате вторичного брожения слоем (верхний и боковые слои), характеризуется высоким рН и непригоден для скармливания животным. Сенаж, подвергнувшийся самосогреванию в результате аэробных процессов, теряет свое кормовое достоинство наполовину. Плесневелое сено, зерно, кислый силос являются причиной многих болезней сельскохозяйственных животных.

Даже при благоприятных условиях естественного брожения при консервировании зеленых растений теряется немало питательных веществ. Ликвидация этих потерь равноценна повышению урожайности

кормовых культур на 20–25 %. Кроме того, обычный традиционный метод силосования непригоден для трав с высоким содержанием протеина (более 17 % в сухом веществе).

Согласно современным представлениям, успех консервирования определяется суммарным действием основных консервирующих факторов: активной кислотностью, токсическим действием молекулы молочной кислоты и специфическими антибиотическими веществами молочнокислых бактерий. Молочнокислые бактерии полезны еще и тем, что являются продуцентами, помимо молочной кислоты и антибиотиков, других биологически активных веществ (витаминов, аминокислот и т. д.). Все это обуславливает поиск новых экологически чистых биопрепаратов на основе молочнокислых бактерий, регулирующих и направляющих микробиологический процесс по пути желательного гомоферментативного молочнокислого брожения.

Производственно-ценные штаммы молочнокислых бактерий должны обладать способностью активно размножаться, характеризоваться высокой энергией кислотообразования, т. е. образовывать большое количество молочной кислоты, достаточное для быстрого стабильного повышения кислотности консервируемого корма.

Знание физиолого-биохимических особенностей отдельных групп микроорганизмов, встречающихся в консервированных кормах, и факторов, ограничивающих или стимулирующих их развитие, необходимо для того, чтобы исключить ошибки при заготовке, хранении и скармливании консервированных кормов.

# 1. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ОСОБЕННОСТЯМИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

## 1.1. Химический состав и питательность сена

**Сено** – высушенные стебли и листья травянистых растений, скошенных в зеленом виде, до достижения ими полной естественной зрелости. Применяется в качестве продукта питания для сельскохозяйственных животных в тех районах, где климатические условия не позволяют круглогодичное использование свежих кормов. Скашивание сена называется *сенокосом*.

**Сено** – один из основных кормов для крупного рогатого скота, овец, лошадей в стойловый период. Высококачественное сено служит источником протеина, клетчатки, сахаров, минеральных веществ, витаминов D и группы B. Для заготовки сена используют посевы многолетних и однолетних бобовых и злаковых трав, их смеси, а также травостой естественных кормовых угодий.

**Питательность сена** в значительной степени зависит от его качества. Основное условие получения высококачественного сена – своевременное скашивание трав. Способы и продолжительность сушки трав оказывают существенное влияние на качество сена. Методом полевой сушки заготавливают рассыпное и прессованное сено. Применение плющения трав и досушивания провяленных трав методом активного вентилирования позволяет сократить продолжительность сушки трав. Активное вентилирование (при заготовке рассыпного измельченного и неизмельченного, а также прессованного сена) дает возможность увеличить на 10–15 % общий сбор питательных веществ, на 20 % повысить питательность сена и в 2 раза снизить потери каротина. Применяется консервация влажного сена жидким аммиаком, позволяющая на 10–25 % повысить питательность сена.

**Общая оценка сена и его классификация** производится согласно ГОСТ 4808–87. В основу общей оценки сена приняты следующие показатели: фаза вегетации трав в момент уборки, цвет, запах, содержание в сене сухого вещества, вредных и ядовитых растений, минеральной примеси. Оценка качества сена определяется на основании органолептических показателей и лабораторных анализов.

**Органолептические показатели** устанавливают общее состояние сена: внешний вид, запах, признаки порчи, которые характеризуют качество его уборки и хранения. Качество сена должно соответство-

вать требованиям ГОСТ 4808–87. Согласно ГОСТу производят общую оценку сена и его классификацию.

В зависимости от ботанического состава сено подразделяют на следующие виды:

- 1) **сеяное бобовое** (бобовых более 60 %);
- 2) **сеяное злаковое** (злаковых более 60 % и бобовых не менее 20 %);
- 3) **сеяное бобово-злаковое** (бобовых от 20 до 60 %);
- 4) **естественных кормовых угодий** (злаковые, бобовые и пр.).

На сено сеяные травы и травы естественных кормовых угодий должны быть скошены:

- 1) бобовые – в фазе бутонизации, но не позднее фазы полного цветения;
- 2) злаковые – в фазе колошения, но не позднее фазы начала цветения.

**Цвет сена** должен быть:

- 1) сеяного бобового (бобово-злакового) – от зеленого и зеленовато-желтого до светло-бурого;
- 2) сеяного злакового и сена естественных кормовых сенокосов – от зеленого до желто-зеленого.

Сено, приготовленное из сеяных трав и трав естественных кормовых угодий, не должно иметь затхлого, плесневелого и гнилостного запаха.

В сене из сеяных трав и трав естественных кормовых угодий массовая доля сухого вещества должна быть не менее 83 % (влаги – не более 17 %).

Сено из сеяных трав и трав естественных угодий подразделяется на три класса в зависимости от содержания в нем сырого протеина и обменной энергии или ОЖЕ (табл. 1).

В сене, приготовленном из сеяных трав, содержание вредных и ядовитых растений не допускается. Не допускается в сене естественных кормовых угодий содержание вредных и ядовитых растений (для 1-го класса – не более 0,5 %, 2-го и 3-го классов – не более 1 %).

Сено, содержащее вредные и ядовитые растения сверх установленных настоящим стандартом норм, а также с признаками порчи (плесневения, затхлости, гниения) относят к неклассному. *Если сено не соответствует нормам по сырому протеину, оно относится к неклассному. Суммарный класс качества устанавливается по низшему показателю.*

Таблица 1. Требования к селу (ГОСТ 4808–87)

Показатели	Нормы для сена											
	сеяного бобового			сеяного злакового			сеяного бобово-злакового			естественных сенокосов		
	Классы											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Массовая доля сырого протеина в сухом веществе, %, не менее	16	13	10	13	10	8	14	11	9	11	9	7
Питательность 1 кг сухого вещества, не менее: обменной энергии, МДж/кг	9,2	8,8	8,2	8,9	8,5	8,2	9,1	8,6	8,2	8,9	8,5	7,9
ОКЕ	0,68	0,62	0,54	0,64	0,58	0,54	0,67	0,60	0,54	0,64	0,58	0,50

## 1.2. Химический состав и питательность сенажа

Повышение качества кормов является одним из наиболее реальных и осязаемых резервов в создании прочной кормовой базы для животноводства страны. Проблема улучшения качества кормов является комплексной и предусматривает получение сырья с высоким содержанием питательных веществ и экологически безопасного.

Полное удовлетворение потребности в кормах может быть достигнуто не только путем повышения урожайности кормовых культур, но и путем улучшения качества, снижения потерь питательных веществ кормов в процессе заготовки, переработки и хранения. Успех дела во многом зависит от выбора наиболее эффективного способа консервирования зеленых растений.

В последние годы широкое распространение получил такой способ консервирования, как сенажирование, позволяющий сохранить корма с минимальными потерями питательных веществ, особенно углеводистой части. Правильно приготовленный сенаж – это корм из растений, убранных в ранние фазы вегетации (преимущественно бобовых), провяленных до влажности 45–55 % и сохраненных в анаэробных условиях (без доступа воздуха). При соблюдении основных технологических требований при закладке и хранении сенажа, как правило, корм получается высокого качества со свойственным ему химическим составом и питательностью.

Технология приготовления сенажа состоит из следующих последовательно выполняемых операций: скашивание и плющение трав (бобовых); провяливание и сгребание в валки; подбор; измельчение и погрузка в транспортные средства; перевозка и разгрузка в хранилище; тщательная трамбовка (в траншеях) и надежное укрытие.

*Сенаж в зависимости от ботанического состава и влажности измельченных до 3 см растений подразделяют на следующие виды:*

- 1) сенаж из бобовых и злаково-бобовых трав, провяленных до влажности 45–55 %;
- 2) сенаж из злаковых и злаково-бобовых трав, провяленных до влажности 40–55 %.

Сенаж подразделяют на три класса в соответствии с требованиями ГОСТ 23637–90 (табл. 2).

Растения для приготовления сенажа должны быть скошены в следующие фазы развития:

- многолетние бобовые травы – в фазе бутонизации, но не позднее фазы начала цветения;
- многолетние злаковые – в конце фазы выхода в трубку до фазы начала колошения;
- многолетние травосмеси скашивают в названные выше фазы преобладающего компонента.

Таблица 2. Требования ГОСТ 23637–90 для сенажа

Показатели	Норма для класса		
	1	2	3
<b>Сенаж из бобовых и бобово-злаковых трав, провяленных до влажности 45–55 %</b>			
Массовая доля сухого вещества, %, <b>не менее</b>	40–55	40–55	40–55
Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, <b>не менее</b>	16	14	12
Массовая доля в сухом веществе сырой клетчатки, %, <b>не более</b>	30	33	35
Массовая доля масляной кислоты, %, <b>не более</b>	–	0,1	0,2
Общая питательность 1 кг сухого вещества, <b>не менее:</b> обменной энергии, МДж/кг ОКЕ	9,6	9,2	8,7
	0,76	0,69	0,61
<b>Сенаж из злаковых и злаково-бобовых трав, провяленных до влажности 40–55 %</b>			
Массовая доля сухого вещества, %, <b>не менее</b>	40–60	40–60	40–60
Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, <b>не менее</b>	14	12	10
Массовая доля в сухом веществе сырой клетчатки, %, <b>не более</b>	28	32	34
Массовая доля масляной кислоты, %, <b>не более</b>	–	0,1	0,2
Общая питательность 1 кг сухого вещества, <b>не менее:</b> обменной энергии, МДж/кг ОКЕ	9,3	8,8	8,4
	0,70	0,63	0,57

Примечание. Нормы установлены с учетом, что классы сенажа определяются не ранее чем через 30 суток после герметического укрытия массы, заложенной в траншею или башню, и не позднее чем за 15 суток до начала скармливания готового сенажа животным.

Однолетние бобовые растения, бобово-злаковые и их смеси скашивают не ранее образования бобов в двух-трех нижних ярусах. Сенаж должен иметь свойственный ему запах, без ослизлости консистенцию. Наличие плесени не допускается. Массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, не должна превышать 3 %.

### 1.3. Химический состав и питательность силоса и силлажа

**Силос** – корм из свежескошенной или провяленной массы, законсервированной в анаэробных условиях образующимися при этом органическими кислотами или консервантами.

**Силосование** – это заквашивание сочной массы растений органическими кислотами, главным образом молочной. Влажность силоса должна составлять 65–75 %. Чтобы не происходило гниение корма, из закладываемой массы удаляют воздух путем тщательного ее уплотнения.

Не все растения одинаково хорошо силосуются.

К *легкосилосующимся* относятся: кукуруза, убранная в стадии молочно-восковой спелости; сорго – в период восковой спелости зерна; подсолнечник, собранный при цветении корзинок у третьей части растения; злаковые травы, скошенные в начале колошения; бобово-злаковые смеси, капуста столовая и кормовая, рапс, свекла, тыква, морковь, кормовые арбузы, отава луговых трав; камыш и тростник, убранные до цветения; ботва свеклы и моркови.

*Трудносилосующиеся* растения: клевер, люцерна, донник, эспарцет, вика, осока, камыш и тростник, убранные в период цветения. Эти растения лучше закладывать в смеси с легкосилосующимися в соотношении 1:1.

**Силлаж** – разновидность силоса из трав, провяленных до влажности 60,1–70,0 %. К силлажу относится также корм, приготовленный способом равномерного смешивания и плющения измельченных свежескошенных бобовых трав со злаковыми, провяленными до влажности 40–45 %, в соотношении 1:1–1,3:1,0. По содержанию сухого вещества (30,0–39,9 %) силлаж занимает промежуточное положение между силосом из свежескошенных растений и сенажом.

Силос в зависимости от ботанического состава растений и технологии приготовления подразделяют на следующие виды: силос из кукурузы, силос из однолетних и многолетних растений и силлаж.

Силос может быть приготовлен с применением обогащающих азотсодержащих веществ или без них, с применением консервантов и влагопоглощающих добавок (соломы, мякины и др.) или без них, с провяливанием зеленой массы или без него.

*Кормовые культуры, предназначенные для приготовления силоса, должны убираться в следующие фазы вегетации:*

- **кукуруза** – в фазе восковой и молочно-восковой спелости зерна; допускается убирать кукурузу в более ранние фазы в повторных посевах и в районах, где эта культура по климатическим условиям не может достигнуть этих фаз;

- **подсолнечник** – в фазе начала цветения;

- **люпин** – в фазе блестящих бобов;

- **многолетние бобовые травы** – в фазе бутонизации – начала цветения;

- **злаковые травы** – в конце фазы выхода в трубку – начала колошения (выметывание метелок);

- **травосмеси многолетних бобовых и злаковых трав** – в названные выше фазы вегетации преобладающего компонента;

- **однолетние бобово-злаковые травосмеси** – в фазе восковой спелости семян в двух-трех нижних ярусах бобовых растений;

- **однолетние злаковые и злаково-бобовые смеси** – в фазе молочной спелости зерна.

Силос должен иметь приятный фруктовый запах квашеных овощей, характерный исходному сырью цвет, без ослизлости консистенцию. Не допускается наличие плесени.

Допускается предельное содержание в силосе: нитратов – 500 мг/кг, нитритов – 10 мг/кг.

Максимально допустимые уровни содержания тяжелых металлов, мг/кг: ртути – 0,06; кадмия – 0,3; свинца – 5,0; меди – 30,0; цинка – 50,0; железа – 100,0; никеля – 3,0; фтора – 20,0; кобальта – 1,0; молибдена – 2,0; йода – 2,0.

Остаточное количество пестицидов не должно превышать допустимые уровни.

Силос из кормовых растений подразделяют на четыре класса: высший, первый, второй и третий. Силос кукурузный должен соответствовать требованиям, приведенным в табл. 3.

Силос из однолетних и многолетних свежескошенных и провяленных растений должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 4 и 5.

Оценку качества силоса из кормовых растений производят не ранее чем через 30 суток после герметичного укрытия массы, заложенной в хранилище, и не позднее чем за 15 суток до начала скармливания животным.

Таблица 3. Требования СТБ 1223–2000 для кукурузного силоса

Показатели	Нормы для зон*									
	всех	первой			второй			третьей		
	Класс									
	высший	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Массовая доля сухого вещества, %, <b>не менее</b>	30	25	25	24	25	24	23	25	22	20
<b>Массовая доля в сухом веществе, %:</b> а) сырого протеина, <b>не менее</b>	10	10	9	7	10	9	7	9	8	7
б) сырой клетчатки, <b>не более</b>	22	26	28	30	27	29	31	29	31	32
в) сырой золы, <b>не более</b>	6	8	12	15	11	13	15	13	14	15
рН (активная кислотность)	3,9–4,2	3,8–4,2	3,8–4,3		3,8–4,3			3,8–4,3		3,7–4,4
Массовая доля масляной кислоты, %, <b>не более</b>	Не допускается	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
<b>Питательность 1 кг сухого вещества:</b> ОКЕ, <b>не менее</b>	0,88	0,85	0,83	0,82	0,84	0,82	0,81	0,84	0,82	0,80
обменной энергии, <b>не менее</b> , МДж	9,8	9,5	9,3	9,1	9,4	9,2	9,0	9,3	9,1	8,9

\* В зоны входят области: в первую – Брестская и Гомельская; во вторую (центральную) – Гродненская, Минская и Могилевская; в третью (северную) – Витебская.

**Таблица 4. Характеристика классов качества силоса  
из однолетних и многолетних свежескошенных и провяленных растений**

Показатели	Нормы для класса			
	высшего	первого	второго	третьего
1	2	3	4	5
Массовая доля <b>сухого вещества</b> , %, не менее, в силосе:				
- из однолетних бобово-злаковых смесей и злаковых трав	25–30	25	23	20
- многолетних злаковых трав	25	25	23	20
- многолетних бобовых и бобово-злаковых трав с добавлением консервантов	30	25	22	18
- разных культур с добавлением соломы	–	25	23	20
Массовая доля в сухом веществе:				
а) <b>сырого протеина</b> , %, не менее, в силосе:				
- из однолетних бобово-злаковых трав	15	13	11	10
- однолетних и многолетних злаковых трав	14	12	10	8
- многолетних бобовых и бобово-злаковых трав с добавлением консервантов	16	14	12	11
- разных культур с добавлением соломы	–	9	8	7
б) <b>сырой клетчатки</b> , %, не более	25	28	31	34
в) <b>сырой золы</b> , %, не более, в силосе:				
- из однолетних крупнестебельных культур	11	13	15	17
- прочих растений	9	11	13	15
<b>pH</b> (активная кислотность)	3,9–4,2	3,8–4,2	3,8–4,3	3,7–4,4
Массовая доля <b>масляной кислоты</b> , %, не более, в силосе:				
- без консервантов	Не допускается	0,1	0,2	0,3
- с консервантами	Не допускается	0,05	0,15	0,25
<b>Питательность</b> 1 кг сухого вещества, не менее:				
а) <b>ОКЕ</b> в силосе:				
- из однолетних и многолетних бобово-злаковых и злаковых трав	0,86	0,81	0,75	0,70

1	2	3	4	5
- многолетних бобовых и бобово-злаковых трав с добавлением консервантов	0,87	0,82	0,76	0,72
- разных культур с добавлением соломы	–	0,66	0,63	0,60
<b>б) обменной энергии, МДж,</b> в силосе:				
- из однолетних бобово-злаковых и злаковых трав	9,2	9,0	8,8	8,6
- многолетних злаковых трав	9,1	8,9	8,7	8,5
- многолетних бобовых и бобово-злаковых трав с добавлением консервантов	9,3	9,1	8,9	8,7
- разных культур с добавлением соломы	–	8,3	7,8	7,3

Примечания: 1. В силосе, консервированном пиросульфитом натрия, pH не определяют.

2. В силосе, консервированном пиросульфитом натрия, пропионовой кислотой и ее смесями с другими кислотами, массовую долю масляной кислоты не определяют.

3. Силос с соломой высшим классом не оценивают.

Таблица 5. Характеристика классов качества силажа

Показатели	Нормы для класса			
	высшего	первого	второго	третьего
Массовая доля <b>сухого вещества, %</b> , в силосе:				
- из однолетних и многолетних бобовых и бобово-злаковых трав и их смесей	35,0–39,9	35,0–39,9	35,0–39,9	33,0–39,9
- из многолетних злаковых трав	35,0–39,9	35,0–39,9	33,0–39,9	30,0–39,9
Массовая доля в сухом веществе:				
<b>а) сырого протеина, %, не менее</b> , в силосе:				
- из однолетних и многолетних бобовых трав	16	15	14	12
- из многолетних бобово-злаковых трав и их смесей	15	14	13	11
<b>б) сырой клетчатки, %, не более</b>	25	28	30	33
<b>в) сырой золы, %, не более</b>	10	12	14	15
Массовая доля <b>масляной кислоты, %, не более</b>	Не допускается	0,1	0,2	0,3
<b>Общая питательность 1 кг сухого вещества, не менее:</b> <b>ОЭ, МДж</b>	9,2	8,9	8,5	8,0
<b>ОКЕ</b>	0,82	0,80	0,75	0,70

Силос бурого, темно-коричневого или грязно-зеленого цвета с неприятным, долго не исчезающим резким запахом аммиака или уксусной кислоты, а также с признаками сильного самосогревания (резкий запах меда и свежеепеченного ржаного хлеба) независимо от других показателей качества относят к неклассному. Скармливание такого силоса допускается только по заключению ветеринарной службы.

## **2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРООРГАНИЗМОВ КОРМОВ**

### **2.1. Эпифитная микрофлора, ее состав и особенности**

**Эпифитная микрофлора** – это микроорганизмы, встречающиеся на поверхности растущих растений. Ее количественный и качественный (видовой) состав сильно колеблется и зависит от времени года, местности, вида и стадии развития растений, степени их загрязненности и многих других условий. Так, на 1 г сырой массы приходилось следующее количество микроорганизмов: свежая лугопастбищная трава – 16 000, люцерна – 1 600 000, кукуруза – 17 260 000.

В разнообразной микрофлоре содержится лишь сравнительно небольшое количество молочнокислых бактерий (табл. 6).

Таблица 6. Количественный и качественный состав микроорганизмов, клеток/г

Корм	Молочнокислые бактерии	Гнилостные бактерии	Маслянокислые бактерии	Дрожжи
Свежая лугопастбищная трава	10	–	300	1100
Свежая люцерна	10	250	100	4000
Кукуруза	100000–3450000	1300–4200	1–100	140–150

В 1 г люцерны насчитывалось около 1,6 млн. микроорганизмов, но среди них было только 10 молочнокислых бактерий. Следовательно, на 1 желательный микроорганизм приходилось 160 000 нежелательных. Исключение составляет кукуруза. На 1 г свежей массы этого растения приходилось более 100 000 молочнокислых бактерий. Повидимому, хорошая силосуемость кукурузы объясняется как благоприятным соотношением питательных веществ, так и большей численностью молочнокислых бактерий. Этими же факторами обуслови-

вается хорошая силосуемость также других кормов с повышенным содержанием сахаров (свекловичная ботва, просо и др.).

Таким образом, на растениях находится огромное количество разнообразных микроорганизмов, однако это количество незначительно по сравнению с плотностью микроорганизмов после закладки и при хранении в том или ином хранилище.

## **2.2. Микрофлора сена и влажного зерна**

Важнейшей задачей кормопроизводства является сохранение доброкачественности кормов. Существует ряд причин, по которым происходят потери питательных веществ, снижение вкусовых и технологических свойств кормов.

Наиболее распространенный способ консервирования зеленой массы и других кормов – это сушка. Сушку сена проводят по-разному – в прокосах, валках, копнах, на вешалах и т. д. Даже при сухой погоде и быстро протекающей сушке некоторые потери питательных веществ в корме неизбежны, так как в растительной массе продолжают идти дыхание и другие ферментативные процессы. В случае более или менее затяжной сушки роль отмеченных процессов сильно возрастает, и это, в свою очередь, ведет к увеличению потерь, которые во многом связаны с размножающимися на влажной растительной массе микроорганизмами. Для ограничения потерь питательных веществ стремятся использовать искусственную досушку сена, применяя принудительное вентилирование атмосферным или подогретым воздухом.

При сушке кормов количество жизнедеятельных микроорганизмов в них постепенно уменьшается. Тем не менее на доброкачественном корме растительного происхождения всегда можно найти большее или меньшее количество микробных клеток, свойственных эпифитной микрофлоре, а также других микроорганизмов, попадающих сюда из почвы и воздуха. Они находятся в анабиотическом состоянии.

При увлажнении хранящегося корма в нем бурно начинают протекать микробиологические процессы и одновременно повышается температура. Это явление, получившее название саморазогревания (термогенез), связано с жизнедеятельностью микрофлоры.

Микроорганизмы используют для синтетических целей не более 5–10 % энергии потребленных ими питательных веществ. Остальная энергия выделяется в окружающую среду главным образом в виде тепла. Таким образом, термогенез зависит в основном от неполной утили-

лизации микроорганизмами энергии, выделяющейся при осуществлении ими биохимических процессов.

Явление термогенеза становится осязаемым лишь в условиях затрудненной теплоотдачи. В противном случае тепло рассеивается из среды, в которой размножаются микроорганизмы, без заметного разогревания субстрата. Поэтому в практике отмечается разогревание лишь значительных скоплений различных материалов, т. е. таких масс, в которых может происходить аккумуляция тепла.

При самонагревании растительной массы наблюдается четко выраженная смена микрофлоры. Сначала в разогревающейся массе размножаются мезофильные микроорганизмы. С повышением температуры на смену им приходят термофилы, которые способствуют повышению температуры органических веществ, так как обладают исключительной скоростью размножения.

Сильное разогревание достаточно сухой и пористой массы может вызвать ее обугливание и образование горючих газов, таких как метан и водород, которые адсорбируются на пористой поверхности обуглившихся растительных частиц, вследствие чего может произойти самовоспламенение. Весьма вероятно, что роль катализатора при воспламенении играют соединения железа. Воспламенение происходит лишь в присутствии воздуха и только если масса недостаточно уплотнена. В ветреную погоду случаи самовоспламенения учащаются.

Термогенез причиняет существенный вред. Он вызывает порчу сена. Однако при умеренном развитии самонагревания термогенез может быть желательным. Например, «самопрелая» солома в результате разогревания лучше поедается скотом и т. д. Явление термогенеза используют для приготовления так называемого бурого сена. Его готовят в местностях, где вследствие климатических условий затруднена сушка сена. При этом для просушивания корма используют не солнечную энергию, а тепло, выделяющееся в результате жизнедеятельности микроорганизмов, обитающих в растительной массе.

В высушенных кормах микроорганизмы находятся в анабиотическом состоянии. При увлажнении корма они начинают размножаться и вызывают его порчу.

Теоретически приготовление сена связано с высушиванием культуры с первоначальным содержанием воды 65–75 % до ее содержания 10–16 %, при котором прекращается вся биохимическая и микробиологическая деятельность. На практике сено не высушивается до такого низкого содержания воды и фактически считают безопасным хранить

сено после того, как среднее содержание воды в нем снизилось до уровня 20 %. Это достаточно высокая влажность, при которой происходит плесневение, если только при хранении не происходит дальнейшей потери воды.

Во всех случаях в первые 2–3 дня хранения наблюдается первый пик температуры и за ним резко следует второй, более высокий пик. Именно второй пик обусловлен дыханием быстро развивающихся грибов. Чем выше содержание воды уровня 20 %, тем сильнее возрастает опасность плесневения, увеличения потерь сухого вещества. Так, если рыхлые кипы сена хранятся при содержании воды 35–40 %, потери сухого вещества будут составлять около 15–20 %, а растворимых углеводов – будут полными. Микробиологический анализ выявит большую численность микроорганизмов, включающих опасные термофильные актиномицеты.

Наукой и практикой установлено, что питательность зерна от уборки до сушки, только в результате происходящих ферментативных процессов, может снизиться на 20 % и больше. Более значительными потери питательности зерна бывают при их уборке в дождливую погоду. Сырое и влажное зерно на 2–3-и сутки начинает самонагреваться, а затем прорастать, плесневеть и портиться. Так, при температуре днем 25 °С, а ночью 16 °С в свежем зерне могут содержаться 800 плесневелых грибов, через 2 дня (в силосной башне) – 15 000, в зерне, налипшем к стенкам башни, – 7 500 000.

Кондиционной или, как иногда называют, критической влажностью зерна, закладываемого на длительное хранение, считается влажность 10–15 %. При более высокой влажности зерно быстро портится. Одной из главных причин, обуславливающих самонагревание зерна, является развитие плесневых грибков и бактерий. Если прорастание зерна начинается при поглощении 40 % влаги к его массе, то развитие бактерий происходит при 16 %, а размножение плесеней – при 15 % влажности.

Сложность хранения кормов и зернового сырья заключается в том, что получить их чистыми от микроорганизмов и бактерий не представляется возможным. Микроорганизмы и бактерии широко распространены в природе и всегда присутствуют в кормах и сырье. Неблагоприятные условия хранения кормов способствуют развитию и росту микроорганизмов, при этом значительно ухудшая питательные свойства, а иногда делая их полностью непригодными для питания. Одна из главных причин недоброкачества кормов и сырья – это пораже-

ние их плесневыми грибами, многие из которых вырабатывают вторичные продукты своей жизнедеятельности – микотоксины.

Термин «влажное зерно», как правило, применяется к зерну с влажностью от 18 до 20 %. Влажное зерно начинает согреваться уже через несколько часов после уборки в основном за счет микроорганизмов. Если условия хранения неподходящие и не контролируются, температура зерна будет повышаться до уровня, при котором могут успешно расти очень опасные актиномицеты, которые вызывают целый ряд различных заболеваний животных и людей. Если зерно содержит более 18 % воды, имеют место вторичные изменения, которые обусловлены дрожжами, относящимся к родам *Candida* и *Hansenula*. Эти микроорганизмы способны расти при очень низком содержании кислорода, и в этих условиях может происходить слабое спиртовое брожение. Такого рода брожение приводит к снижению содержания сахаразы и увеличению содержания восстанавливающих сахаров в зерне, образованию различных привкусов, повреждению клейковины.

### **2.3. Микробиологические процессы, происходящие при созревании сенажа**

Принято считать, что основное сообщество микроорганизмов, которые выявляются в процессе созревания сенажа, представлено, так же как и в силосе, тремя основными физиологическими группами (молочнокислыми, гнилостными бактериями и дрожжами), но в меньшем количестве. Максимальное количество микроорганизмов в подвяленном материале выявляется до 15 суток (в силосе – до 7). В сенаже меньше органических кислот, больше сахара, а его кислотность, как правило, ниже кислотности силоса.

Биологической основой приготовления сенажа является ограничение остаточного дыхания растительных клеток и нежелательных микроорганизмов путем «физиологической сухости». Вододерживающая сила в сенаже равна примерно 50 атм., а осмотическое давление у большинства бактерий составляет 50–52 атм., т. е. при влажности травы 40–55 % вода находится в малодоступной для большинства бактерий форме. Благодаря повышенному осмотическому давлению в сенажной массе маслянокислые бактерии и их споры не могут использовать влагу корма для своего развития и прорастания. Плесени могут развиваться при указанной влажности, но их существование затруднено из-за отсутствия воздуха (кислорода).

Осмоторантные виды молочнокислых бактерий могут развиваться при такой влажности. У культур молочнокислых бактерий сенажа осмотическая активность, активность размножения, накопление молочной кислоты, а также способность сбрасывать сложные углеводы (крахмал и др.) выше, чем у культур молочнокислых бактерий силоса. Поэтому, как и при силосовании, должны создаваться оптимальные условия для развития молочнокислых бактерий (непрерывное уплотнение во время закладки и герметичное укрытие полиэтиленовой пленкой для ограничения доступа воздуха). Если же хранилище недостаточно уплотнено и негерметично, это приводит к разогреванию, плесневению корма и другим нежелательным аэробным процессам. В таких условиях сенаж хорошего качества приготовить невозможно. В результате процессов самонагрева резко снижаются переваримость питательных веществ, особенно протеина. Технология заготовки сенажа и силоса из трав с пониженной влажностью детально изложены во многих книгах и руководствах, мы лишь подчеркнем здесь, что при соблюдении основных технологических приемов питательность сенажа выше питательности силоса, приготовленного из корма естественной или пониженной влажности. В 1 кг натурального корма содержится 0,30–0,35 корм. ед.

#### **2.4. Микробиологические процессы, происходящие при силосовании**

Количественный и качественный (видовой) состав сообщества микроорганизмов, которые участвуют в созревании силоса, также зависит от ботанического состава зеленой массы, содержания в ней растворимых углеводов и протеина, влажности исходной массы. Так, например, сырье, богатое белками (клевер, люцерна, донник, эспарцет и др.), в отличие от сырья, богатого углеводами (кукуруза, просо и др.), силосуется при длительном участии в процессах гнилостных бактерий и при замедленном нарастании численности молочнокислых бактерий.

Однако в любом случае после закладки растительной массы в хранилище наблюдается массовое размножение микроорганизмов. Их общее количество уже через 2–9 суток может значительно превышать количество микроорганизмов, попадающих с растительной массой (табл. 7).

Таблица 7. Динамика развития молочнокислых и гнилостных микроорганизмов при силосовании кукурузы и клевера

Анализируемый материал	Количество микроорганизмов (млн. на 1 г силосуемой массы)	
	Молочнокислые	Гнилостные
Исходная масса кукурузы с початками	0,2	19,6
Силос: 2-суточный	620,0	430,0
7-суточный	483,0	105,0
15-суточный	14,0	0,0015
Исходная масса клевера	0,013	6,2
Силос: 5-суточный	5,5	500,0
9-суточный	650,0	10,0
30-суточный	50,0	7,0

При всех способах силосования в созревании силосов участвует сообщество микроорганизмов, состоящее из двух диаметрально противоположных групп по характеру воздействия на растительный материал: вредные (нежелательные) и полезные (желательные) группы. Характер их взаимоотношений варьирует не только от симбиотических до антагонистических, обуславливающих в конечном итоге успех или неудачу в исходе силосования, но и от природы силосуемого материала, воздушного и температурного режимов.

Таким образом, в процессе силосования происходит замена гнилостных микроорганизмов молочнокислыми, которые вследствие образования молочной и частично уксусной кислот снижают рН корма до 4,0–4,2 и тем самым создают неблагоприятные условия для развития гнилостных микроорганизмов (см. табл. 7).

Условия для существования (потребность в кислороде, отношение к температуре, активной кислотности и т. д.) для различных групп микроорганизмов неодинаковые. С точки зрения потребности в кислороде различают условно три группы микроорганизмов:

- размножающиеся только при полном отсутствии кислорода (облигатные анаэробы);
- размножающиеся только при наличии кислорода (облигатные аэробы);
- размножающиеся как при наличии кислорода, так и без него (факультативные анаэробы).

Большинство микроорганизмов, которые вызывают порочное брожение, не выдерживает рН ниже 4,0, поэтому желательно быстро достичь этого оптимального уровня кислотности.

Чтобы ограничить деятельность вредных микроорганизмов и стимулировать размножение полезных бактерий, следует знать особенности отдельных групп микроорганизмов.

В табл. 8 схематично представлены физиолого-биохимические особенности основных представителей микроорганизмов, участвующих в процессах силосования.

Таблица 8. Условия существования микроорганизмов в силосе

Микроорганизмы	Разлагают			Потребность в кислороде
	углеводы	белок	молочную кислоту	
Молочнокислые	До молочной кислоты и некоторых побочных продуктов	–	–	Факультативные анаэробы
Маслянокислые (кlostридии)	До масляной кислоты и CO <sub>2</sub>	До аминокислот, аминов, аммиака	До масляной кислоты, CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub>	Облигатные анаэробы
Гнилостные (бациллы)	До газов	До аминов, аммиака	До газов	Облигатные аэробы
Грибы: плесневые	До CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O	До аминнов, аммиака	До CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O	Облигатные аэробы
дрожжи	До спирта и CO <sub>2</sub>	До аминнов, аммиака	До спирта	Факультативные анаэробы
Требования		Образуют споры	Влияние на качество силоса и молочные продукты	
кислотности, рН	температуры, °С			
Оптимальная 3,3–8,0 Минимальная 3,0–3,5	10–35 (60)	–	Желательны: молочная кислота – консервирующий фактор, образуют другие биологически активные вещества	
4,5–6,5 4,2–4,4	35–40	+	Вредны: разлагают углеводы, молочную кислоту и белок, «вспучивают» сыры	
4,4–8,5 5,0–5,5	10–60	+ (но не все виды)	Вредны: разлагают углеводы, белок, молочную кислоту с образованием токсичных аминов	
7,0–9,0 2,5–3,0	0–60	+	Вредны: образуют токсины, в крайних случаях делают корм непригодным	
3,0–7,0 1,2–2,2	0–60	+	Вредны: возбудители вторичных процессов брожения	

Для получения качественного силоса не меньшее значение имеет создание анаэробных условий – плотная трамбовка и хорошая герметизация.

В силосе, полученном в негерметичных условиях (аэробных), количество молочнокислых бактерий после начального увеличения быстро падает, в герметичных (анаэробных) – оно остается высоким. На 7-е сутки брожения при анаэробных условиях наблюдается высокий процент гомоферментативных бактерий, в аэробных – педиококков. Хотя позднее в этом силосе и появляется достаточное количество молочнокислых палочек, но они уже не могут предотвратить размножение нежелательных микроорганизмов.

Таким образом, молочнокислые бактерии отличаются следующими особенностями, важными для силосования:

1) нуждаются для обмена веществ, главным образом, в углеводах (сахар, реже крахмал);

2) белок не разлагают (некоторые виды в ничтожном количестве);

3) они факультативные анаэробы, т. е. развиваются без кислорода и при наличии кислорода;

4) температурный оптимум чаще всего составляет 30 °С (мезофильные молочнокислые бактерии), но у некоторых форм он достигает 60 °С (термофильные молочнокислые бактерии);

5) выдерживают кислотность до pH 3,0;

6) могут размножаться в силосе с очень высоким содержанием сухого вещества;

7) легко переносят высокие концентрации NaCl и обладают устойчивостью к некоторым другим химическим препаратам;

8) помимо молочной кислоты, которая играет решающую роль в подавлении нежелательных типов брожения, молочнокислые бактерии выделяют биологически активные вещества (витамины группы В и др.). Они обладают профилактическими (или лечебными) свойствами, стимулируют рост и развитие сельскохозяйственных животных.

При благоприятных условиях (достаточное содержание в исходном растительном материале водорастворимых углеводов, анаэробизм) молочнокислое брожение заканчивается всего за несколько дней и pH достигает оптимального значения – 4,0–4,2.

### 2.4.1. Кукурузный силос

Применяемые в настоящее время в производственных условиях способы заготовки и хранения кукурузного силоса не обеспечивают получение высокоэнергетического корма. Нередко даже раннеспелые гибриды не успевают достичь оптимальных стадий развития (молочно-восковая, восковая спелость зерна) из-за климатических условий, особенно в северной части Беларуси. Высокая влажность исходной зеленой массы и относительно большое содержание сахара приводят, как показывает практика, к получению переокисленного корма (рН 3,3–3,7) с низкой питательностью (0,12–0,14 корм. ед. в 1 кг корма).

Кроме того, вызывает озабоченность ухудшение аэробной стабильности кукурузного силоса (зерна) хорошего качества.

В некоторых случаях наблюдаются значительные потери в процессе выемки кукурузного силоса из хранилища и его скармливания, несмотря на строгое соблюдение основных технологических приемов при закладке (снижение влажности, своевременная закладка, надежное уплотнение и укрытие). Это происходит в результате активности аэробной микрофлоры, которая использует как источник энергии в основном водорастворимые углеводы и молочную кислоту. На практике это сопровождается термическим процессом, в конечном счете «аэробным размножением» силоса, от которого отказываются животные.

### 2.4.2. Микрофлора зеленой массы кукурузы

Исследования микрофлоры свежей зеленой массы кукурузы и початков во время заготовки силоса показали, что ее представители, участвующие в процессах созревания силосованных кормов, выявляются примерно в таком же численном соотношении, как и на других видах свежего сырья для силосования. При анализе количественного и качественного состава микрофлоры кукурузы установлено преобладающее количество гнилостных бактерий – *Bacillus megaterium*, *Bacterium levans*, *Pseudomonas herbicola levans* (табл. 9).

Выявляется большое количество дрожжей – *Hansenula anomala*, *Candida krusei*, *Pichia membranae faciens*, *Saccharomyces exiguus*, а также плесневых грибов *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium sporotrichiella*, *Geotrichum candidum* и др.

Основными представителями молочнокислых бактерий кукурузы явились палочковидные формы типа *Lactobacillus plantarum*.

Таблица 9. Количество микроорганизмов в свежей зеленой массе кукурузы во время загрузки в хранилище, млн. клеток/г силосуемой массы

Анализируемый материал	Молочно-кислые ( <i>Lact. plantarum</i> ) бактерии	Гнилостные бактерии		Дрожжи ( <i>Hans. anomala</i> ), плесени ( <i>Asp. fumigatus</i> )	Масляно-кислые
		Споровые ( <i>Bac. megaterium</i> )	Неспоровые ( <i>Bact. Levans</i> )		
Зеленая масса кукурузы с початками (в период молочно-восковой спелости)	3,1	13,0	1,0	0,150	0,01
Свежие початки	0,1	8,0	0,01	0,002	0,001

Микрофлора свежесобранных початков значительно беднее микрофлоры зеленой массы, снятой в тот же срок и в том же поле. Это указывает на то, что обертка является защитным укрытием початка в отношении микрофлоры. Так, в 1 г обертки содержатся единицы и десятки миллионов гнилостных бактерий, в самом початке гнилостные бактерии были обнаружены в количестве десятков тысяч, а молочнокислые – сотен и тысяч клеток.

### 2.4.3. Микрофлора силосованной кукурузы

Кукуруза богата углеводами, поэтому при создании анаэробных условий в процессе силосования молочнокислые бактерии довольно быстро приобретают численный перевес над гнилостными. Если на 2-е сутки в кукурузном силосе молочнокислых бактерий насчитывали 430 млн., гнилостных – 425 млн. в 1 г силосной массы, то через 15 суток, когда численность молочнокислых бактерий возросла до 900 млн., гнилостные бактерии выделялись в очень малом количестве. Масляно-кислые бактерии при оптимальных условиях силосования не развиваются.

Наблюдение за динамикой процессов созревания силоса из кукурузы показало, что в первой фазе участвуют не только гнилостные и мо-

лочнокислые бактерии, но и дрожжи. Их количество значительно возрастает на 2-е сутки.

Активность дрожжей в силосе считается нежелательной по двум причинам.

Во-первых, они конкурируют с молочнокислыми бактериями за сахара, которые сбраживают в основном до этилового спирта, не представляющего значительной консервирующей ценности. В ходе образования этилового спирта из глюкозы сначала образуется пируват, который затем декарбоксилируется до ацетальдегида, восстанавливаемого до этилового спирта. Помимо этилового спирта, дрожжи в анаэробных условиях образуют также и другие продукты (уксусную, пропионовую, масляную, изомаляную кислоты, n-пропанол, изобутанол, изопентанол). В дополнение к гексозным сахарам некоторые дрожжи используют пентозы (D-ксилозу, D-рибозу), полисахариды (крахмал), спирты (маннит, сорбит).

Во-вторых, дрожжи являются основными возбудителями аэробного разложения силоса, используют органические кислоты (молочную, уксусную, лимонную).

Таким образом, в кукурузе, богатой углеводами, при оптимальном режиме силосования, в начальный период созревания процесс брожения обусловлен преимущественным участием сообщества микроорганизмов, сбраживающих углеводы: гнилостных, молочнокислых и дрожжей. Гнилостные бактерии доминируют не более первых 2–5 суток, а затем под воздействием нарастающего количества молочнокислых бактерий, прекращают свое развитие в условиях низкого уровня pH.

Молочнокислые бактерии, достигнув доминирующего положения, почти полностью заменяют гнилостных бактерий. Затем, по мере дальнейшего снижения уровня pH, их количество снижается.

Аэробные условия в силосохранилище являются неблагоприятными для роста плесеней. Они, как правило, развиваются лишь на отдельных участках, у краев и на поверхности, которые соприкасаются с воздухом.

При нарушении технологического режима силосования в кукурузной массе в наибольшей степени сказывается деятельность дрожжей и маслянокислых бактерий, т. е. микроорганизмов, разрушающих углеводы. Такой силос характеризуется большим содержанием уксусной и даже масляной кислоты. Наличие большого количества уксусной кислоты всегда указывает на пониженное качество силоса.

#### 2.4.4. Микрофлора кукурузы, подмороженной заморозками

В условиях северных районов Республики Беларусь бывают случаи, когда силосуют подмороженную кукурузу. При правильной технологии силосования подмороженной кукурузы уже через 3–5 суток молочнокислые бактерии приобретают доминирующее положение, их численность почти в 10 раз превышает количество гнилостных бактерий, а дрожжи на этом материале выявляются даже в большем количестве, чем в созревших силосах из неповрежденной заморозком кукурузы.

На этом материале основное экологическое сообщество микроорганизмов представлено молочнокислыми и гнилостными бактериями, а также дрожжами. Из гнилостных бактерий выделены те же виды, которые встречаются обычно при силосовании зеленой массы различных растений, в том числе и кукурузы, – *Pseudomonas herbicola* и *Bacterium levans*.

Биохимические данные свидетельствуют о том, что процессы созревания этих силосов характеризуется быстрым и очень высоким накоплением органических кислот. В то же время отмечено, что, по мере хранения, кислотность в этих силосах существенно снижается. Это может быть объяснено потреблением кислот дрожжами, поскольку последние здесь обнаруживаются даже в 9-месячном силосе, что приводит к получению готовых кормов пониженного качества.

Через 5 месяцев хранения качество силоса, взятого в середине хранилища и в более глубоких слоях, по составу органических кислот, по микрофлоре и органолептическим показателям было хорошим, в то время как в верхней части сооружения был получен силос плохого качества. Силос из верхнего слоя хранилища обладал острым запахом масляной кислоты, и в нем были выявлены гнилостные бактерии в доминирующем над молочнокислыми количестве: соответственно 30 и 23 млн. бактерий на 1 г силосной массы. Здесь же были выявлены в значительно большем количестве маслянокислые бактерии по сравнению с силосом, залегающим на середине сооружения.

Таким образом, микробиологические процессы созревания силоса из кукурузы, поврежденной заморозком, протекают более интенсивно, чем при силосовании кукурузы, не поврежденной им; при большем участии нежелательной микрофлоры в верхних слоях. Задержка с уборкой подмороженной кукурузы недопустима, так как это способст-

вует быстрому развитию на подмороженных растениях нежелательной микрофлоры и существенно снижает качество готового силоса.

Поэтому кукурузу, поврежденную заморозками, необходимо быстро убрать и сразу же засилосовать с соблюдением всех технологических приемов.

#### **2.4.5. Влияние кукурузного силоса на обмен веществ в организме животных**

За сутки в организм животного с силосом вводится 0,7–0,9 кг органических кислот, которые оказывают существенное влияние на процессы пищеварения и обмен веществ. Но если силос переокислен, то количество кислот существенно возрастает. Такой силос оказывает отрицательное влияние не только на обменные процессы, но и на вкусовые и технологические качества молока, а также на продукты его переработки (сыры, масло).

Длительное скармливание кукурузного силоса спонтанного брожения в чистом виде (без других кормов) тормозит процессы брожения в рубце жвачных животных, угнетает развитие микрофлоры и вызывает снижение переваримости питательных веществ рациона, а также среднесуточных приростов живой массы. Животные отказываются от корма из кукурузы, в котором прошли процессы вторичного брожения.

Установлено снижение щелочного резерва и сахара в крови у коров, обильно поедавших силос спонтанного брожения.

Содержание ацетоновых тел в крови, молоке и в моче животных растет по мере увеличения количества переокисленного силоса в рационе. Скармливание лактирующим коровам по 20–25 кг кукурузного силоса, содержащего масляную кислоту, вызывало тяжелую форму ацидоза и значительно повышало кислотность молока.

Силосный тип кормления коров с недостатком в рационе легкопереваримых углеводов снижает амиллитическую активность содержимого рубца и химуса слепой кишки. Длительное скармливание коровам по 25–30 кг в сутки переокисленного кукурузного силоса спонтанного брожения отрицательно отражается на воспроизводительной способности коров, на биологической полноценности молозива и молока, что ведет к снижению роста телят и их сопротивляемости к желудочно-кишечным заболеваниям. Научные выводы подтверждались в практических условиях кормления коров кукурузным силосом.

Следует отметить, что кетонемия в организме высокопродуктивных коров развивается быстрее, чем низкопродуктивных. Нарушение соотношения углеводного и жирового метаболитов в организме приводит к появлению в крови и тканях значительного количества недоокисленных продуктов обмена в виде кетоновых (ацетоновых) тел и развитию кетоза.

Явления кетозов в организме обычно связывают с нарушением углеводно-жирового обмена веществ при одновременном снижении количества сахара в крови и резком повышении кетоновых тел. Основная причина кетозов – поступление в организм кислых продуктов обмена в периоды необычных состояний к усвоению питательных веществ рациона, т. е. беременности, лактации, стрессов и т. д. Отсюда и наибольшая предрасположенность к кетозам самок сельскохозяйственных животных, потребляющих повышенное количество силоса.

Кетонемия, независимо от причины, ее вызвавшей, характеризуется накоплением в крови и тканях кетоновых тел под влиянием активированных уксусной и ацетоуксусной кислот. Ацетоуксусная кислота превращается в оксималяную благодаря ферменту дегидрогеназа, причем реакция эта обратима. В рубце жвачных животных обнаружена ацетоацетатдекарбоксилаза, которая позволяет тканям рубца использовать ацетоуксусную кислоту с выделением ацетона и углекислого газа. Эти метаболиты удаляются из организма с мочой и выдыхаемым воздухом. Если, например, с выдыхаемым жвачными животными воздухом ощущается характерный запах ацетона, то это показатель заболевания кетозом.

К предшественникам кетоновых тел относятся тирозин, лейцин, изолейцин и фенилаланин, синтезируемые в рубце и поступающие с кормом. За сутки в организме коровы может образоваться до 300 г кетоновых тел. Основной же источник кетообразования в организме – это масляная кислота. Удаление ее из организма прекращает кетонемия. Местом образования кетоновых тел считают ткани рубца, печени, а иногда молочную железу. Утилизируются кетоновые тела почти всеми тканями организма.

Главным условием для окончательного распада кетоновых тел до углекислого газа и воды в организме является присутствие достаточного количества глюкозы в тканях и крови. Максимальная утилизация кетоновых тел тканями организма возможна при концентрации их в крови на уровне 20 мг%, превышение этого предела ведет к кетонемии. Выведение кетоновых тел из организма с мочой, молоком и вы-

дыхаемым воздухом сопровождается выделением равного количества ионов натрия и калия, что является причиной снижения щелочного резерва крови.

Для профилактики кетонемии у жвачных животных обычно рекомендуют гормональные препараты типа инсулина, АКТГ, тироксина, а также глицерин, глюкозу, пропионовую кислоту и ее соли. Введение их в организм считается необходимым для увеличения в рубце пропионовой кислоты и уменьшения масляной. Этому способствуют также балансирование рационов по протеину и углеводам, скармливание животным крахмалистых и сахаристых кормов.

Скармливание коровам силоса с пропионовокислой закваской активизирует деятельность целлюлозолитических бактерий в пищеварительном тракте, в результате чего усиливаются разложение клетчатки, стимулируется развитие пропионовокислых бактерий в рубце, лучше усваиваются питательные вещества рациона. Так, коэффициент переваримости основных компонентов рациона с таким силосом выше, чем рациона с силосом спонтанного брожения: по сырому протеину – на 4 %, сырому жиру – на 8,4 %, сырой клетчатке – на 2,1 % и безазотистым экстрактивным веществам – на 3 %. Силос с закваской у лактирующих коров вызывает увеличение концентрации сахара на 10–15 %, резервной щелочности – на 20–40 мг%, снижает концентрацию кетонных тел на 5–7 мг% и тем самым профилактирует ацидоз. У стельных сухостойных коров активизируется пищеварение, улучшается физиологическое состояние. Об этом свидетельствуют увеличение в крови щелочного резерва в среднем на 10 мг%, концентрации сахара – на 20 мг%, снижение в ней уровня кетонных тел на 4,6 мг% и рождение здоровых, жизнеспособных телят. У лактирующих коров повышается жирность молока на 0,20–0,25 %, содержание белка – на 0,20–0,30 % и лактозы – на 0,10–0,20 %.

Использование углеаммонийных солей (УАС) в количестве 10 кг/т корма дает положительные результаты при раскислении кукурузного силоса. Кроме того, силос одновременно обогащается протеином.

#### **2.4.6. Аэробное разложение кукурузного силоса**

Силос хорошего и самого высокого качества иногда подвергается быстрому согреванию при выемке из хранилища или при доступе воздуха в хранилище.

В кукурузном силосе аэробные потери, в некоторых случаях, достигали 32 % в течение 15 дней.

В силосах, в которых происходит аэробная порча, зона повышенной температуры распространялась сначала на поверхности силоса в хранилище (бурте), а со временем углублялась на 20–40 см. В дальнейшем поверхностный слой (0–15 см) охлаждался, рН в нем повышался до 8,5–10,0 и начиналось развитие плесневых грибов. Таким образом, на первой стадии порчи происходит разогревание и увеличение рН, а на второй стадии порчи – плесневение. Результатом этих негативных явлений является разрушение молочной кислоты, углеводов и других ценных веществ с образованием опасных для здоровья животных микотоксинов.

#### **2.4.7. Причины аэробного разложения корма**

Под «вторичным» брожением подразумевают окисление органических кислот (главным образом молочной кислоты), образовавшихся в процессе силосования, при доступе воздуха уже после законченного брожения. Этот термин, часто употребляющийся в последние несколько лет, не совсем точен в научном смысле. Если брожение – это процесс анаэробного расщепления углеводов, то «вторичное» брожение – противоположный процесс ферментативного разложения при доступе кислорода.

Проникновение воздуха приводит к быстрому распаду углеводов, молочной кислоты и в дальнейшем к распаду белка с повышением уровня рН. На практике это сопровождается термическим процессом, неприятным запахом, нарушением структуры корма (мажущаяся, разрушенная). Даже при слабом самосогревании до температуры 40 °С животные отказываются от такого корма.

Медленное заполнение, задержка герметизации – все это процедуры, способствующие увеличению популяции аэробных микроорганизмов, которые начнут активно развиваться, как только будет вскрыто силосохранилище.

#### **2.4.8. Микрофлора аэробного разложения корма**

Установлено, что первичными возбудителями вторичной ферментации являются дрожжи, которые обладают способностью к ассимиляции (расщеплению) молочной кислоты.

Впервые присутствие дрожжей в силосе установлено в 1932 г., но их значение недооценивалось до 1964 г., когда выяснилось, что дрож-

жи играют главную роль в разложении силоса при доступе к нему воздуха. Отсутствие интереса к этим микроорганизмам объяснялось тем, что их количество в силосе незначительно. Однако силос из кукурузы нередко характеризуется высокой численностью этих микроорганизмов, особенно когда аэробная фаза в силосохранилище была продолжительной.

*Основные дрожжи, встречающиеся в силосе, разделены на две группы:*

- 1) дрожжи «низового» брожения, или осадочные, которые предпочтительно сбраживают сахара (*Torulopsis sp.*);
- 2) дрожжи «верхового» брожения, или пленчатые, имеющие слабую способность к сбраживанию, но эффективно использующие молочную кислоту в качестве субстрата (*Candida sp.*, *Hansnula sp.*).

Изучение динамики брожения показало, что содержание дрожжей в самосогревающемся кукурузном силосе первоначально составляло  $10^5$ – $10^7$  дрожжей в 1 г сразу после выемки, а затем постепенно снижалось. Большинство выделенных штаммов дрожжей из таких силосов относится к *Candida sp.*, *Hansnula sp.* Такие наиболее распространенные возбудители нестабильности, как *Candida krusei*, *Candida lamlica*, *Pichia strasburgensia*, *Hansenula anomala*, устойчивы к очень низким уровням pH.

После 5-дневного аэробного хранения нестабильный кукурузный силос имеет астрономически высокое число не только дрожжей, но и других микроорганизмов (табл. 10).

Таблица 10. Число организмов в нестабильном кукурузном силосе 5-дневного аэробного хранения

Обработка	pH	Дрожжи	<i>Schimmel pilze</i>	<i>Strepto myeeten</i>	Бактерии
Необработанный	6,92	$5,1 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^7$	$2,0 \cdot 10^9$	$5,8 \cdot 10^9$
Пропионовой кислоты 0,2 %	6,98	$2,0 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^9$	$4,3 \cdot 10^9$
0,4 %	6,90	$1,7 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^9$
0,8 %	7,20	$3,3 \cdot 10^7$	$10^2$	$1,0 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^9$
1,6 %	4,19	$9,2 \cdot 10^3$	Менее $10^2$	$5,0 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$
2,0 %	4,09	$10^2$	Менее $10^2$	$5,0 \cdot 10^5$	$3,0 \cdot 10^6$

Особенно поразительно присутствие в силосе обитателей нейтральных или слабощелочных почв – стрептомицетов. Их наличие, как и «истинных» силосных плесеней, является одной из причин непри-

годности для скармливания такого силоса. Но как при наличии «истинных» плесневых грибов, так и чуждых для силоса стрептомицетов речь идет не о первичных возбудителях вторичной ферментации, а уже о вторичной флоре при аэробной нестабильности.

В конце спонтанного брожения силосной массы из кукурузы количество дрожжей составляет не менее  $10^4$  клеток в 1 г корма (табл. 11).

Таблица 11. Кукурузный силос (конечная оценка после 173 дней)

Вариант	pH	Масляная кислота	Молочная кислота	Бродильный газ, потери, г/вес	Дрожжи	Сохранность, CO <sub>2</sub> , мг	Каталазы	Стабильность
Необработанный	3,80	0	2,65	4,0	$10^4$	Менее 100	+++	–
Пропионовой кислоты 0,2 %	3,75	0	2,45	3,7	$10^2$	5,3	+	+
0,3 %	3,75	0	2,17	2,0	Менее $10^2$	41,5	–	+

Плесневые грибы, как и дрожжи, играют негативную роль в разложении силосов при доступе к ним воздуха, так как образуют токсичные вещества – микотоксины. В изученных образцах, отобранных из силосохранилищ перед началом кормления, были выделены и определены следующие плесени: *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.* и др. У животных, получавших заплесневевший кукурузный силос, содержащий *A. fumigatus*, наблюдались воспаление тонких кишок, изменения в межзачаточных тканях легких, потеря аппетита, диарея.

Нарушение сердечной деятельности (пульс учащен, аритмичный) и дыхания, расстройство пищеварения (атония рубца или усиленная перистальтика кишечника), угнетение, отказ от корма вызваны микотоксинами *Fusarium sporotrichiella*, *Geotrichum candidum*. Эти микотоксины придают силосу прогорклый запах и вызывает микозы у сельскохозяйственных животных.

#### 2.4.9. Способы повышения аэробной стабильности силоса

Правильное вскрытие силосного хранилища, микробиологический анализ закладываемой зеленой массы в силосохранилище, применение химических консервантов, обладающих фунгицидными (фунгистати-

ческими) свойствами – основные меры для ограничения микробиологической порчи при длительном скармливании или аэробном хранении кукурузного силоса (влажного зерна).

Наиболее очевидным и эффективным способом предотвращения аэробного разложения является скармливание силоса животным в день извлечения его из силосохранилища. Частое изъятие корма также усиливает разложение на вскрытой поверхности силосохранилища. Выгрузка должна производиться без перемещения слоев, нарушения монолитности силоса, оставшегося в силосохранилище.

Одной из возможных мер улучшения аэробной стабильности кукурузного силоса является обработка зеленой массы химическими веществами, подавляющими аэробную микрофлору корма.

В табл. 12 представлены наиболее часто используемые консервирующие препараты, оказывающие фунгистатическое (фунгицидное) действие на возбудителей вторичного брожения.

Таблица 12. Действие консервирующих веществ на дрожжи

Консервирующие вещества	Фунгистатическое действие	Фунгицидное действие	Ингибирующая (консервирующая) доза дрожжей (рН 4,0), %	Ингибирующее действие при кислотности		Распад консервантов при брожении
				рН 6,0	рН 4,5	
Пропионовая кислота	+	–	0,25–0,60	0	+	0
Уксусная кислота	+	–	Более 0,5	0	+	0
Бензоат натрия	+	+	0,08	0	+	0
Нитрит натрия	+	+	0,010	+	+	+++
Формиат кальция	+	–	Более 0,5	+	+	0(+)
Гексаметилен тетрамин	+	+	0,025	+	+	+++

Практически тормозящего действия на дрожжи не оказывают формиат кальция и уксусная кислота, если применяемая концентрация ниже 0,5 %. Несмотря на быстрый распад нитрита натрия, гексаметилентетрамина, их рекомендуют для ограничения процессов вторичного брожения, так как они «освобождают» силос от дрожжей к началу брожения. Самыми эффективными в качестве консервантов фунгистатического (фунгицидного) действия на вторичные процессы брожения

являются пропионовая и уксусная кислоты, бензоат натрия, поскольку они при выемке силоса из хранилища сохраняются в значительной степени.

Сравнительное изучение фунгистатических (фунгицидных) свойств пропионовой, муравьиной, бензойной кислот, бензоата натрия, нитрита натрия, консерванта-обогапителя (в состав которого входит пропионовая кислота и мочевины), финских консервантов (типа *Viher*) показало, что наибольшей активностью обладали нитрит натрия и бензойная кислота, которые ингибировали рост дрожжей до 98 %. Сила воздействия химических консервантов зависела от их дозы, концентрации водородных ионов и количества дрожжевых клеток.

Использование препаратов, созданных на основе комбинированных гомоферментативных и гетероферментативных штаммов молочнокислых бактерий, также способствует повышению сохранности силоса в процессе выемки из силосохранилища и скармливания животным. Хотя включение гетероферментативных бактерий приводит к некоторому увеличению потерь питательных веществ в процессе силосования, оно способствует увеличению в корме уксусной кислоты и, следовательно, повышению его аэробной стабильности.

Таким образом, применяемая в производственных условиях технология заготовки кукурузного силоса не всегда обеспечивает получение высокопитательного корма. Силос бывает переокисленным, и поедаемость его животными невысока. Отсюда низкая эффективность использования энергоресурсов. Обильное кормление животных переокисленным силосом приводит к нарушению уровня сахара, щелочного резерва в крови, к развитию кетозов и т. д.

В практике известны случаи, когда кукурузный силос хорошего качества быстро «согревается» и очень быстро плесневет при выемке его из хранилища или в самом хранилище при доступе воздуха. Причиной аэробной нестабильности является наличие дрожжей (*Candida sp.*, *Hansenula sp.*), которые могут ассимилировать молочную кислоту. Использование последней приводит к тому, что кислая среда сменяется на щелочную (рН 8,5–10,0), создаются благоприятные условия для развития плесневой, маслянокислой, гнилостной микрофлоры.

В том случае, когда в 1 г исходной силосуемой массы содержится более  $4 \cdot 10^5$  грибов, нельзя получить из нее аэробно стабильный силос и необходимы дополнительные меры для ограничения потерь.

Для подавления возбудителей вторичной ферментации существуют препараты с фунгицидной (фунгистатической) активностью. Наилуч-

шую активность против дрожжей показала бензойная кислота, нитрит натрия, которые почти полностью (98 %) ингибировали дрожжи.

Для улучшения аэробной стабильности кукурузного силоса предлагаются комплексные биопрепараты на основе гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий.

## **2.5. Влияние основных факторов внешней среды на жизнедеятельность молочнокислых бактерий**

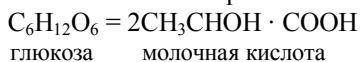
### **2.5.1. Влияние химического состава исходной растительной зеленой массы на ферментативную активность молочнокислых бактерий**

Интенсивность образования молочной кислоты, образуемой молочнокислыми бактериями, зависит от количественного соотношения микроорганизмов и химического состава растительной массы.

В большинстве случаев естественного наличия молочнокислых бактерий недостаточно для достижения быстрого повышения кислотности силосуемой массы. Исключением является кукуруза и другое исходное сырье, богатое свободными сахарами. Особенностью брожения при силосовании такой зеленой массы является то, что уже на 2–3-и сутки наблюдается численный перевес молочнокислых бактерий, которые к 12-му дню составляют всю массу существующих в силосе бактерий. Это обусловлено обеспеченностью этих культур моно- и дисахаридами, которые в наибольшей степени подходят для питания и существования молочнокислых бактерий. При соблюдении всех технологических приемов в результате быстрых биохимических превращений в начальный период хранения силос из кукурузы (как в чистом виде, так и с добавлением соломы) полностью созревает на 15-е сутки с момента закладки.

Многие моносахариды (глюкоза, левулеза, галактоза, манноза) сбраживаются, как правило, всеми молочнокислыми бактериями.

Общее уравнение молочнокислого брожения



является суммарным, подытоживающим ряд сложных превращений углеводов и продуктов их распада, поэтапно совершающихся в микробной клетке.



Таблица 13. **Продукты брожения молочнокислых бактерий, образуемые из углеводов**

Бактерии	Процент сахара, превращенного			
	в молочную кислоту	в уксусную кислоту	в этиловый спирт	в углекислый газ
Гомоферментативные:				
кокковидные	86,0–90,0	3,5–7,0	0,7–1,5	2,0–5,5
палочковидные	68,0–88,0	3,8–7,0	1,0	1,0–6,0
Гетероферментативные:				
кокковидные	26,0–50,0	4,4–14,0	10,0–21,0	17,0–30,0
палочковидные	35,0–37,0	10,0–16,0	12,0–15,0	25,0

Как видно из таблицы, гомоферментативные молочнокислые бактерии, в отличие от гетероферментативных, образуют весьма небольшие количества летучей кислоты (уксусной), спирта и углекислого газа.

Потери энергии при сбраживании глюкозы гомоферментативными молочнокислыми бактериями составляют 2–3 %, а выход молочной кислоты – 95–97 %.

На интенсивность образования молочной кислоты, образуемой молочнокислыми бактериями, заметное влияние может оказывать не только состав среды (химический состав растительной массы, закладываемой на силос, сенаж), но и другие условия (кислотность среды, температура, аэрация и т. д.).

### **2.5.2. Влияние кислотности среды на скорость кислотонакопления**

При разных значениях pH промежуточные реакции, имеющие место при брожении, получают разное направление. Если образующаяся молочная кислота будет нейтрализоваться, то при развитии гомоферментативных молочнокислых бактерий на гексозах будут накапливаться значительные количества уксусной кислоты и других побочных продуктов (до 40 % от сброженного сахара).

Результаты многих исследователей показали снижение молочной кислоты в силосе с увеличением pH. Так, в группе образцов, имевших pH выше 5,0, наблюдалось низкое содержание молочной кислоты, а ее соотношение с уксусной составляло 1:1.

В силу того, что молочнокислые бактерии вырабатывают в результате своей жизнедеятельности значительное количество кислот, они развиваются при довольно низком значении рН.

В группу молочнокислых бактерий входят как кокковидные, так и палочковидные формы.

Палочковидные формы переносят более низкую кислотность.

Этим свойством молочнокислых палочек объясняется факт их накопления к концу силосования, когда корм в значительной степени подкисляется.

Сопоставление материалов различных исследователей показывает, что для одних и тех же форм молочнокислых бактерий указываются не тождественные величины критического значения рН. В этом нет ничего удивительного, так как на положении кардинальных точек рН сказываются состав кислот, определяющих реакцию среды, а также компоненты того субстрата, в котором развиваются бактерии. Поэтому, например, минимальные точки рН для какой-нибудь бактерии будут неодинаковы в двух различных средах. Так, менее диссоциированная, но более вредная для микроорганизмов уксусная кислота приостанавливает развитие молочнокислых бактерий при более высоком значении рН, чем молочная.

### **2.5.3. Влияние температуры на энергию кислотообразования молочнокислых бактерий**

Жизнедеятельность молочнокислых бактерий может успешно протекать как в относительно холодных, так и в самосогревающихся силосах.

Отдельные виды и расы молочнокислых бактерий могут развиваться при довольно различных температурных условиях. Наиболее обычные представители их живут в пределах от 7–10 до 10–42 °С, имея оптимум около 25–30 °С.

На рис. 1 приводится показатель жизнедеятельности одной из рас молочнокислых бактерий, довольно часто встречающихся в силосуемых кормах, – энергия кислотообразования при различных температурах.

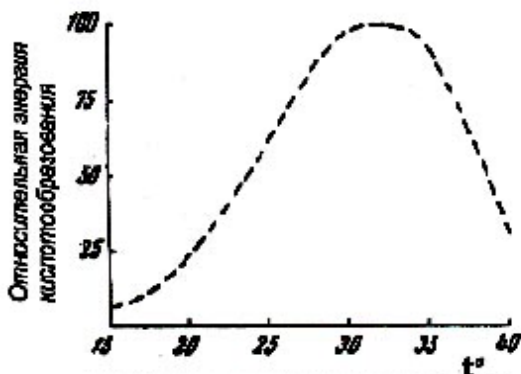


Рис. 1. Влияние температуры на энергию кислотообразования молочнокислой бактерии

В природе, однако, нередко формы молочнокислых бактерий, способных размножаться как в зоне более высоких, так и низких температур.

Например, в силосах, созревших зимой при весьма низкой плюсовой температуре, встречаются стрептококки с минимальной температурной точкой ниже 5 °С. Их оптимум лежит около 25 °С, а максимум – около 47 °С. При температуре 5 °С эти бактерии еще довольно энергично накапливают в корме молочную кислоту.

При пониженных температурах могут развиваться не только кокковидные, но и палочковидные формы молочнокислых бактерий.

В самосогревающихся силосах также удавалось находить, наряду с молочнокислыми палочками, и кокки. Минимальная температурная точка кокков, способных развиваться при повышенных температурах, составляет около 12 °С, палочек – около 27 °С. Температурный максимум этих форм приближался к 55 °С, а оптимум лежит в интервале 40–43 °С.

Молочнокислые бактерии развиваются плохо в экстремальных условиях – при температуре выше 55 °С, а при дальнейшем повышении температуры погибают, как формы, не образующие спор. Характер влияния разных температур на накопление молочной кислоты в силосе из злаковых трав показан на рис. 2.

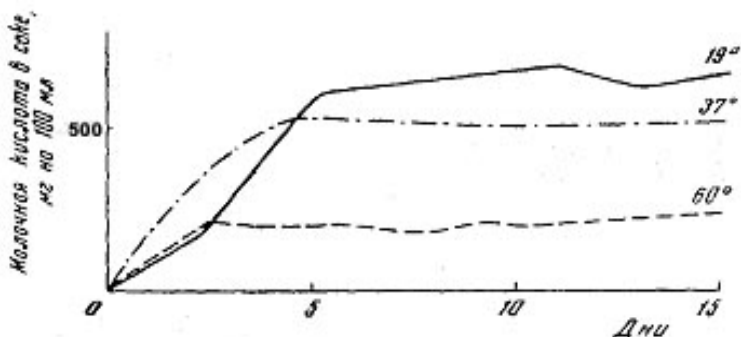


Рис. 2. Влияние температуры на накопление кислоты в силосе из трав

Как видно, при температуре 60 °С накопление молочной кислоты сильно подавляется.

Отдельные исследователи отмечают, что молочная кислота накапливается в силосах при их разогревании даже выше температуры 60–65 °С. В связи с этим следует иметь в виду, что она может продуцироваться не только молочнокислыми бактериями.

Молочную кислоту в некотором количестве вырабатывают и другие бактерии. В частности, она образуется в среде при развитии некоторых спороносных палочек, принадлежащих к группе *Bac. subtilis* и размножающихся при повышенной температуре.

Подобные формы всегда бывают богато представлены в самонагревающихся силосах.

#### 2.5.4. Влияние аэрации на активность молочнокислых бактерий

Молочнокислые бактерии являются условными факультативными анаэробами, т. е. могут жить как в присутствии кислорода, так и в анаэробных условиях. Степень обеспеченности среды кислородом может быть охарактеризована величиной окислительно-восстановительного (ОВ) потенциала (Eh). Иногда ОВ-потенциал выражается величиной  $rH_2$ , вычисляемой по формуле

$$rH_2 = \frac{Eh \text{ (в милливольтгах)}}{29} + 2pH.$$

Величина  $r_{H_2}$  показывает отрицательный логарифм концентрации молекул водорода, выраженный в атмосферах. Совершенно очевидно, что степень обеспеченности кислородом непосредственно связана с концентрацией в среде молекул водорода, показывающих степень ее восстановленности.

В кислородной среде, при нейтральной ее реакции, величина  $E_h$  равна 810, а  $r_{H_2} = 41$ . В атмосфере водорода соответственно  $E_h = -421$ , а  $r_{H_2} = 0$ . Колебания отмеченных величин характеризуют ту или иную степень аэробности. В среде, где развиваются молочнокислые бактерии, потенциал может снижаться довольно низко, до значения  $r_{H_2} 5,0-6,0$ .

Таким образом, молочнокислые бактерии не нуждаются в кислороде. Они настолько приспособились к получению необходимой энергии с помощью бродильного процесса, что даже при доступе воздуха не переходят на дыхание и продолжают вызывать бродильный процесс. Это объясняется отсутствием у молочнокислых бактерий системы ферментов, обеспечивающей дыхание (гемин-фермент, каталаза и т. д.).

Правда, имеются отдельные факты, свидетельствующие о способности некоторых возбудителей молочнокислого процесса существовать в аэробных условиях за счет дыхания.

Возможно, что подобные формы бактерий встречаются, но они представляют исключение.

В литературе имеются данные об окислении отдельными молочнокислыми бактериями молочной кислоты в аэробных условиях. Благодаря этому в культурах подобных микроорганизмов кислотность со временем падает. Соображения такого рода вряд ли основательны.

В плотно заложеном силосуемом корме молочнокислые бактерии могут интенсивно размножаться, в то время как подавляющее большинство гнилостных бактерий и плесени испытывает явную депрессию.

Если к силосуемой массе имеется доступ кислорода, то молочная кислота разрушается дрожжами, плесенями и другими аэробными бактериями.

В таком случае кислотность силоса падает, в нем начинают развиваться гнилостные процессы и корм портится (рис. 3).

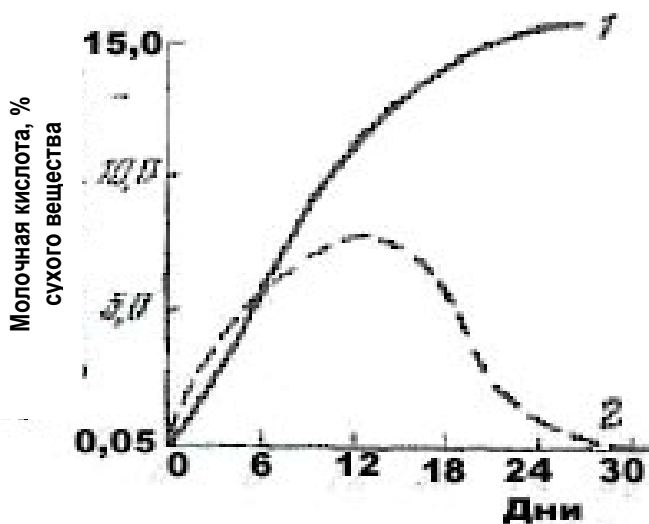


Рис. 3. Влияние доступа воздуха на содержание молочной кислоты в силосе: 1 – анаэробные условия; 2 – аэробные условия

На рис. 3 видно, что аэробные условия способствовали разложению молочной кислоты в силосе из кормовой капусты. Этот корм был испорчен, так как консервирующий фактор – молочная кислота – перестал действовать на нежелательную микрофлору, которая сохранилась в пассивном состоянии в кормовой массе.

### 2.5.5. Влияние повышенного осмотического давления среды на развитие молочнокислых бактерий

Информация относительно устойчивости молочнокислых бактерий к повышенному осмотическому давлению среды ограничена. Из имеющихся сведений следует, что различные виды этих микроорганизмов по-разному относятся к присутствию хлористого натрия в среде, в том числе иногда наблюдается адаптация к высоким концентрациям соли.

Детальные исследования физиологии молочнокислых бактерий, выполненные под руководством Е. Н. Мишустина, убедительно показали слабую приспособленность эпифитных молочнокислых бактерий к брожению на среде с высоким осмотическим давлением в раститель-

ных клетках. Более поздними исследованиями установлено, что культуры молочнокислых бактерий сенажа более осмофильны, чем культуры, выделенные из силоса. Они выдерживали концентрацию хлористого натрия от 7 до 10 %, в то время как силосные молочнокислые бактерии – до 7 %. При этом уже при 6 % содержания соли в среде начинает изменяться морфология клеток: удлиняется форма, наблюдается вздутие на концах клетки, искривления по центру и по периферии, нарушаются некоторые их жизненно важные функции. Это происходит из-за обезвоживания и затруднения потребления питательных веществ клетками из окружающей среды.

Примерно в такие же условия микроорганизмы попадают в процессе заготовки сенажа. Культуры молочнокислых бактерий сенажа, приспособившись к высокой осмотической активности клеточного сока (50 атм. при 40–45 % влажности травы), обладают более высокой способностью к выживанию, чем молочнокислые бактерии силоса, гнилостные микроорганизмы, дрожжи.

Таким образом, осмотическая активность культур молочнокислых бактерий сенажа является фактором, обеспечивающим доминирующее положение их при приготовлении и дальнейшем хранении кормов с пониженной влажностью. Если влажность консервированной массы будет ниже 50–60 %, то она хорошо сохранится даже при дефиците водорастворимых углеводов.

У культур молочнокислых бактерий сенажа и силоса различается не только осмотическая активность, но и активность размножения и накопление молочной кислоты, а также способность сбраживать крахмал, арабинозу, ксилозу. Максимальное количество микроорганизмов в вариантах с подвяленной массой выявилось на 15-е сутки, в то время как в вариантах силоса из свежескошенных растений – на 7-е сутки.

Однако в производственных условиях непросто достичь высокого содержания сухого вещества в скошенной траве из-за погодных условий. Поэтому в течение ряда лет учеными велись поиски биопрепаратов, которые могли бы положительно повлиять на качество консервируемых кормов из свежескошенных и провяленных трав. При силосовании провяленных трав должны применяться только особые осмо-терантные молочнокислые бактерии.

## 2.6. Маслянокислые бактерии

Маслянокислые бактерии (*Clostridium sp.*) – это спорообразующие, подвижные, палочковидные анаэробные маслянокислые бактерии (кlostридии), широко распространенные в почве. Присутствие кlostридий в силосе является результатом загрязнения почвой, поскольку их численность на зеленой – массе кормовых культур, как правило, очень низка. Почти сразу же после заполнения хранилища зеленой массой маслянокислые бактерии начинают интенсивно размножаться вместе с молочнокислыми в первые несколько дней.

Высокая влажность растений, обуславливающаяся наличием в измельченной силосной массе клеточного сока растений, и анаэробные условия в силосохранилище – идеальные условия для роста кlostридий. Поэтому уже к концу первых суток их численность возрастает и в дальнейшем зависит от интенсивности молочнокислого брожения. В случае слабого накопления молочной кислоты и снижения уровня pH маслянокислые бактерии энергично размножаются и число их достигает максимума ( $10^3$ – $10^7$  клеток/г) за несколько суток.

По мере увеличения влажности (при содержании в силосной массе 15 % сухого вещества) чувствительность кlostридий к кислотности среды снижается даже при pH 4,0.

Трудно указать точное критическое значение pH силоса, при котором начинается ингибирование кlostридий, так как оно зависит не только от количества образованной молочной кислоты, но также от воды в корме и температуры среды.

Кlostридии чувствительны к недостатку воды. Доказано, что с увеличением свободной воды чувствительность этих бактерий к кислотности среды снижается.

Температура корма оказывает заметное влияние на рост кlostридий. Оптимальная температура для роста большинства этих бактерий составляет около 37 °С.

Высокой термоустойчивостью характеризуются споры кlostридий. Поэтому маслянокислые бактерии могут долгое время сохраняться в силосе в виде спор и при попадании в благоприятные для их развития условия начинают размножаться. Этим объясняется расхождение в биохимических и микробиологических показателях силоса: масляная кислота отсутствует, а титр маслянокислых бактерий в этих же образцах корма высокий.



нии. Кроме того, происходит смещение реакции силоса в нейтральную сторону из-за образования щелочных соединений при расщеплении белка и молочной кислоты. Органолептические показатели корма ухудшаются вследствие накопления масляной кислоты, аммиака и сероводорода. При кормлении коров таким силосом споры клостридий с молоком попадают в сыр и, прорастая в нем при определенных условиях, могут быть причиной его «вспучивания» и прогоркания.

*Таким образом, для возбудителей маслянокислого брожения характерны следующие основные физиолого-биохимические особенности:*

1) маслянокислые бактерии, являясь облигатными анаэробами, начинают развиваться в условиях сильного уплотнения силосной массы;

2) разлагая сахар, они конкурируют с молочнокислыми бактериями, а используя белки и молочную кислоту, приводят к образованию сильнощелочных продуктов распада белка (аммиака) и токсичных аминов;

3) маслянокислые бактерии нуждаются для своего развития во влажном растительном сырье и при высокой влажности исходной массы имеют наибольшие шансы подавить все остальные типы брожения;

4) оптимальные температуры для маслянокислых бактерий колеблются в пределах 35–40 °С, но их споры переносят более высокие температуры;

5) маслянокислые бактерии чувствительны к кислотности и прекращают свою деятельность при рН ниже 4,2.

Эффективными мерами против возбудителей маслянокислого брожения являются быстрое подкисление растительной массы, подвяливание влажных растений. Существуют биологические препараты на основе молочнокислых бактерий для активации молочнокислого брожения в силосе. Кроме того, разработаны химические вещества, которые оказывают бактерицидное (подавляющее) и бактериостатическое (тормозящее) действие на маслянокислые бактерии.

## **2.7. Гнилостные бактерии (*Bacillus*, *Pseudomona*)**

Представители рода бацилл (*Bac. mesentericus*, *Bac. megatherium*) сходны по своим физиолого-биохимическим особенностям с представителями клостридий, но, в отличие от них, способны развиваться в аэробных условиях. Поэтому они одними из первых включаются в процесс ферментации и чаще всего встречаются в количестве  $10^4$ – $10^6$ ,

но в некоторых случаях (например, при нарушении технологии) – до  $10^8$ – $10^9$ . Эти микроорганизмы являются активными продуцентами разнообразных гидролитических ферментов. Они используют в качестве питательных веществ различные белки, углеводы (глюкозу, сахарозу, мальтозу и др.) и органические кислоты.

Значительная часть белкового азота (до 40 % и более) под действием бацилл может быть переведена в аминную и аммиачную формы, а часть аминокислот – в моно- и диамины, особенно в условиях медленного подкисления массы. Декарбоксилирование имеет свой максимум в кислой среде, тогда как дезаминирование происходит в нейтральной и щелочной. При декарбоксилировании могут возникать амины. Некоторые из них обладают токсическими свойствами (индол, скатол, метилмеркаптан и др.), и при скармливании силоса эти вещества, поступающая в кровь, вызывают различные заболевания и отравления сельскохозяйственных животных. Некоторые виды бацилл сбраживают глюкозу, образуя 2,3-бутилен-гликоль, уксусную кислоту, этиловый спирт, глицерин, углекислоту и в следовых количествах муравьиную и янтарную кислоты.

Важным свойством гнилостных бактерий, которое имеет значение для протекающих в кормовой массе процессов, является их способность к спорообразованию. В некоторых разложившихся силосах, особенно кукурузном, были обнаружены бактерии, относящиеся к видам *Vacillus*. Они, видимо, свойственны силосу, а не привнесены извне (с воздухом). Из многих силосов после их длительного хранения выделяются бациллы, хотя в исходной траве они почти не обнаруживаются. Исходя из этого, было высказано предположение, что некоторые гнилостные бактерии могут в анаэробных условиях развиваться из спор.

*Таким образом, исходя из вышесказанного, основными особенностями для возбудителей гнилостного брожения являются следующие:*

1) гнилостные бактерии не могут существовать без кислорода, поэтому в герметичном хранилище гниение невозможно;

2) они разлагают прежде всего белок (до аммиака и токсичных аминов), а также углеводы и молочную кислоту (до газообразных продуктов);

3) гнилостные бактерии размножаются при pH выше 5,5. При медленном подкислении корма значительная часть белкового азота переходит в аминную и аммиачную формы;

4) важным свойством гнилостных бактерий является их способность к спорообразованию. В случае длительного хранения и скармли-

вания силоса, в котором дрожжи и маслянокислые бактерии разложат большую часть молочной кислоты или она будет нейтрализована продуктами разложения белка, гнилостные бактерии, развиваясь из спор, могут начать свою разрушительную деятельность.

Главным условием ограничения существования гнилостных бактерий является быстрое заполнение, хорошая трамбовка, надежная герметизация силосохранилища. Потери, вызываемые возбудителями гнилостного брожения, можно снизить при помощи химических консервантов и биопрепаратов.

## 2.8. Плесневые грибы и дрожжи

Оба эти типа микроорганизмов относятся к грибам и являются весьма нежелательными представителями микрофлоры **силоса**, они легко переносят кислую реакцию среды (рН 3,2 и ниже). Поскольку плесневые грибы (*Penicillium*, *Aspergillus* и др.) являются облигатными аэробами, то они начинают развиваться сразу после заполнения хранилища, но с исчезновением кислорода развитие их прекращается.

В правильно заполненном силосохранилище с достаточной степенью уплотнения и герметизацией это происходит уже через несколько часов. Если в силосе имеются очаги плесени, значит, вытеснение воздуха было недостаточным или герметизация была неполной. Опасность плесневения особенно велика в силосе из подвяленного растительного материала, так как такой корм, особенно его верхние слои, очень трудно уплотнить. В наземных буртах надежная герметизация практически недостижима. Почти 40 % силоса заплесневает; корм имеет разложившуюся, мажущуюся структуру и становится непригодным к скармливанию животным.

Дрожжи (*Hansenula*, *Pichia*, *Candida*, *Saccharomyces*, *Torulopsis*) развиваются непосредственно после заполнения хранилищ, так как они являются факультативными анаэробами и могут развиваться при незначительных количествах кислорода в силосе. Кроме того, они обладают высокой устойчивостью к температурному фактору и низкому уровню рН.

Дрожжевые грибы прекращают свое развитие только при полном отсутствии кислорода в силосохранилище, но небольшие их количества обнаруживаются в поверхностных слоях силоса.

В анаэробных условиях они используют простые сахара (глюкозу, фруктозу, маннозу, сахарозу, галактозу, рафинозу, мальтозу, декстри-



подавления развития возбудителей вторичного брожения рекомендуются препараты с фунгистатической (фунгицидной) активностью.

Обобщая вышеизложенное, микроорганизмы в силосе можно разделить на полезные (молочнокислые бактерии) и вредные (маслянокислые, гнилостные бактерии, дрожжи и плесневые грибы).

Исходя из физиолого-биохимических особенностей микроорганизмов, встречающихся в силосе, быстрое снижение pH (до 4,0 и менее) тормозит размножение многих нежелательных микроорганизмов. В таком интервале pH наряду с молочнокислыми бактериями могут существовать только плесневые грибы и дрожжи. Но для них требуется кислород. Поэтому для успешного силосования необходимо как можно быстрее удалить воздух из хранилища за счет надежной трамбовки и быстрого заполнения хранилища, подлежащего укрытия. Тем самым обеспечиваются благоприятные условия для молочнокислых бактерий (анаэробов).

В идеальном случае, а именно, при достаточном содержании в исходном растительном материале водорастворимых углеводов и анаэробных условиях, молочнокислое брожение занимает доминирующее положение. Всего за несколько дней pH достигает своего оптимального уровня, при котором прекращаются нежелательные типы брожения. При силосовании богатых протеином кормовых растений необходимо их провяливать или использовать химические и биологические консерванты, которые подавляют (ингибируют) развитие нежелательных микроорганизмов и позволяют получить доброкачественный корм независимо от силосуемости и влажности исходного растительного сырья.

Кормовое сырье и корма при хранении являются благоприятной питательной средой для быстрого роста плесени. Из-за перепадов температуры днем и ночью происходит миграция влаги в хранилищах, что способствует ускоренному росту плесени и размножению насекомых. Корма, пораженные плесенью и насекомыми, плохо поедаются сельскохозяйственными животными и птицей, вызывают угнетение кровеносной и иммунной систем, нарушают работу почек. В конечном итоге ухудшается состояние здоровья и продуктивность животных и птицы, увеличиваются расходы на их содержание и лечение, снижается экономическая эффективность животноводства. Известно, что животные поедают плесневое **сено** крайне неохотно или вовсе не едят его. непригоден в качестве корма также плесневелый **силос** и **сенаж**. Ядовитые токсины, выделяемые некоторыми культурами грибов, обнаружи-

ваются в силосе из наземных буртов и земляных силосохранилищах или в верхних слоях кормовой массы крупных силосных траншей при плохом уплотнении и негерметичном укрытии свежескошенной и особенно подвяленной массы.

Грибки используют много питательных веществ для своего собственного роста. Содержание питательных веществ в корме в результате жизнедеятельности колонии из 40 000 грибков за одну неделю уменьшается на 1,5–1,8 %; происходит ухудшение вкусовых качеств, так как заражение зерна некоторыми видами грибков приводит к появлению характерного отталкивающего запаха плесени и неприятного вкуса. Изменяются физические свойства кормового сырья, что проявляется в образовании плотных комков, затрудняющих его транспортировку и приводящих к закисанию зерна в силосах; в наличии микотоксинов, приводящем к ухудшению здоровья, задержке роста животных и снижению их продуктивности.

Разные плесневые грибки продуцируют разные микотоксины, при этом некоторые из них продуцируют несколько микотоксинов: *Penicillium* – охратоксины; *Fusarium* – Т-2 токсин, зеараленон, ДОН; *Aspergillus* – афлатоксины, охратоксины. В этом случае их негативное действие многократно усиливается.

Микотоксины не разрушаются при термической обработке кормов и, попадая с кормами в организм животных, накапливаются в мясе, яйцах, молоке. Поэтому их наличие в кормах представляет большую опасность не только для животных, но и для здоровья человека, так как некоторые из микотоксинов, в частности афлатоксины, являются канцерогенами и их попадание в пищу должно быть абсолютно исключено.

*Для роста плесневых грибков необходим ряд условий:*

1) *температура*. Оптимальная температура для роста плесневых грибков находится в интервале 18–30 °С. Тем не менее некоторые их виды интенсивно растут и размножаются при температуре 4–8 °С;

2) *влажность*.

Для уменьшения содержания влаги **в зерне** производители вынуждены его досушивать до указанных значений. Это сопряжено с большими затратами энергии и трудовых ресурсов в течение крайне ограниченного периода времени. Однако даже при закладке на хранение зерна с нормативной влажностью такой фактор, как миграция влаги, оказывает отрицательное влияние на качество зерна при хранении. Так, при хранении зерна, имеющего начальную влажность около 13 %,

происходит миграция влаги, вызванная разницей температур вверх (35 °С) и вниз (25 °С) хранилища. Через месяц влажность зерна, находящегося внизу, составила 11,8 %, а сверху – 15,5 %. В процессе хранения зерна нормальной влажности на некоторых участках часто формируются оптимальные условия для быстрого роста плесени.

Использование питательных веществ корма плесневыми грибами в процессе хранения приводит к выделению большого количества тепловой энергии и повышению температуры хранимого зерна. При температуре выше 20 °С начинается быстрое размножение различных насекомых – паразитов зерна, т. е. рост плесени ускоряет развитие насекомых в зерне. В то же время рост количества насекомых приводит к быстрому увеличению влажности зерна. Увеличение числа половозрелых долгоносиков (*Sitophilus oryzae*) в закрытом бункере с пшеницей с 15 до 2 100 особей увеличивает влажность зерна с 15 до 35 %. Вентиляция и перемещение хранящегося зерна приводит к дополнительным затратам энергии и увеличению его стоимости, не очень способствуя при этом снижению обсемененности грибами.

Имеются весомые медицинские свидетельства о легочных заболеваниях животных и работников, имеющих дело с плесневелым сеном и зерном. И у людей, и у животных они вызываются вдыханием термофильных микроорганизмов (*Micropolispora*, *Thermo-actinomyces*, *Aspergillus*).

По данным Всемирной организации здравоохранения, около 25 % мировых поставок зерна заражены микотоксинами, поэтому важно бороться именно с их источником – плесенью.

Имеются многие другие потенциально опасные плесени, способные вызывать целый ряд микотоксикозов, в том числе снижение плодовитости, аборт и общее ухудшение здоровья. Все эти заболевания вызываются микотоксинами, вырабатываемыми следующими грибами: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* (афлатоксины, цераленон, охратоксин).

Основной причиной снижения качества **комбикормов** является поражение их плесневыми грибами и впоследствии зараженность микотоксинами.

В комбикорм грибки попадают в основном с зерном и продуктами его переработки, частично он дополнительно обсеменяется в процессе изготовления, транспортировки и хранения. Являясь мертвым субстратом, весьма доступным для микроорганизмов, комбикорм скорее, чем зерно, подвергается воздействию грибов. Этому способствует его

высокая гигроскопичность, а также богатый запас питательных веществ, особенно в связи с обогащением его витаминами, микроэлементами и другими добавками.

Вследствие роста и размножения плесневых грибов в комбикорме происходит:

- снижение энергетической и питательной ценности его, так как для своей жизнедеятельности грибки используют питательные вещества пораженного ими корма;

- ухудшение вкусовых качеств, так как даже небольшое количество плесени в корме создает пыль, неприятный запах и вкус, что является причиной плохой поедаемости корма животными;

- изменение физических показателей комбикорма, проявляющееся в выделении грибками дополнительного количества воды и в слеживании корма в результате роста мицелия грибов;

- заражение корма микотоксинами, продуцируемое грибками, что ведет к задержке роста животных, снижению их продуктивности, конверсии корма и вызывает постоянное отравление всего поголовья скота.

Комбикорм, состоящий из дробленого зерна, отрубей, является благодатной почвой для прорастания плесени. Чем дольше срок хранения сырья, готового комбикорма, тем больше риск поражения его плесенью. При благоприятных условиях значительное размножение грибов может произойти за очень короткое время, грибницы грибов вырастают за 1 час на 1 мм, поэтому необходимо проводить профилактическую обработку противогрибковыми препаратами, что экономически более оправдано, чем бороться с грибками и микотоксинами в уже заплесневелых кормах.

Наиболее практичным и надежным способом защиты кормов от плесени является применение препаратов на основе органических кислот и их солей. Они ингибируют рост микроорганизмов путем закисления цитоплазмы клетки, что приводит к гибели клетки. Общеизвестным ингибитором плесени является пропионовая кислота. Однако применение пропионовой кислоты в чистом виде связано с рядом трудностей: кислота сильно разъедает металлические детали машин и механизмов, обладает резким едким запахом, летучестью и может привести к серьезным ожогам работающего с ней персонала и к коррозии металлических частей транспортеров и смесителей. В ингибиторе плесени **микокорме жидком** пропионовая кислота находится в составе специально разработанного компанией «Франклин» (Голландия) бу-

ферного комплекса, который позволяет использовать препарат без ущерба для оборудования и персонала. Входящие в состав микокорма жидкого пропионовая и фосфорная кислоты обладают определенным уровнем активности по отношению к плесневым грибкам, дрожжам и бактериям. Каждая из упомянутых кислот имеет свои преимущества и недостатки в отношении спектра ингибируемых микроорганизмов, удобства в обращении и стоимости. Используемые вместе в оптимально подобранных соотношениях, эти органические кислоты сохраняют свои преимущества и компенсируют индивидуальные недостатки.

### **3. МАСШТАБЫ ПОТЕРЬ В КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМАХ, ВЫЗВАННЫХ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ МИКРООРГАНИЗМОВ**

При составлении баланса кормов необходимо учитывать потери при заготовке и хранении консервированных кормов. Существует много схем, показывающих, что общие потери складываются из потерь в поле, хранилищах и происходят еще во время уборки зеленой массы. В данной лекции рассматривается величина потерь, вызванных деятельностью микроорганизмов, которые зачастую недооцениваются и при неквалифицированной работе могут достигать огромных размеров.

#### **3.1. Потери при брожении**

После отмирания растительных клеток в заполненном и хорошо уплотненном хранилище начинается интенсивное разложение и преобразование питательных веществ размножающимися микроорганизмами. Происходят потери в результате образования бродильных газов («угар»), потери в верхних и боковых слоях, потери из-за вторичных процессов брожения.

Непрерывное заполнение хранилищ (силосного, сенажного) позволяет значительно снизить образование газов. При быстром заполнении хранилища потери сухого вещества вследствие «угара» могут составлять 5–9 %. При растянутом заполнении соответствующие показатели могут достигать 10–13 % и более. Следовательно, путем непрерывного заполнения можно сократить потери от «угара» примерно на 4–5 %. Следует учитывать, что в плохо уплотненном сенаже в результате процессов самосогревания происходит снижение переваримости протеина в два раза.

Интенсивное разложение питательных веществ происходит в верхних и боковых слоях в неукрытой силосной (сенажной) массы. При укрытии одной мякиной или без укрытия потери могут быть гораздо больше. Плесневые грибы, развиваясь, кладут начало сильному разложению белка. Продукты распада белка имеют щелочную реакцию и связывают молочную кислоту. Происходит также прямое разложение молочной кислоты. Перечисленные процессы ведут к повышению уровня рН и ухудшению качества корма. Даже если в момент открытия хранилища толщина испорченного слоя не превышает 10 см, следует иметь в виду, что этот слой первоначально имел толщину 20–50 см, а силос, находящийся под испорченным слоем, характеризуется высоким уровнем рН, содержит ядовитые токсины и непригоден для скармливания животным.

Потери, вызванные вторичными процессами брожения, могут достигать 20–25 %. Установлено, что первую стадию порчи силоса вызывают именно дрожжи совместно с аэробными бактериями, она связана с его разогреванием, снижением кислотности. При второй стадии порчи силоса происходит последующее заражение плесенью. Такой корм считается непригодным в том случае, если в нем содержится более  $5 \cdot 10^5$  грибов. Уже после 5-дневного аэробного хранения в случае длительного скармливания или неправильной выемки из хранилища кукурузный силос даже с хорошим начальным рН 4,1, но уже имеющий  $3 \cdot 10^7$  дрожжей, характеризуется астрономически высоким числом дрожжей и плесеней *Streptomyces*.

### 3.2. Кормовые микотоксикозы

Среди многочисленных факторов окружающей среды токсические вещества – микотоксины, образуемые микроскопическими грибами, в последнее время привлекают все большее внимание.

**Микотоксинами** называют ядовитые продукты обмена веществ (метаболизма) плесневых грибов, образующиеся на поверхности пищевых продуктов и кормов. Токсигенные грибы чрезвычайно широко распространены в природе, и при благоприятных условиях (повышенная влажность и температура) они могут поражать различные пищевые, кормовые, производственные вещества и наносить существенный урон народному хозяйству. Потребление продуктов и кормов, загрязненных (загрязненных микроорганизмами) этими грибами и

микотоксинами, **может сопровождаться тяжелыми заболеваниями человека и сельскохозяйственных животных – микотоксикозами.**

В последнее время проблема микотоксикозов приобретает большие масштабы. В Республике Беларусь, как и во всем мире, значительная часть производимого зерна загрязнена микотоксинами, которые не только негативно и разрушающе влияют на организм животных, существенно снижая параметры продуктивности, качество получаемой продукции, увеличивая экономические издержки, но и представляют серьезную опасность для здоровья человека.

Потребление птицей загрязненного корма приводит к возникновению хронических микотоксикозов, характеризующихся широким спектром поражения печени, почек, желудочно-кишечного тракта, органов дыхания, нервной системы, что в конечном итоге негативно отражается на продуктивности и сохранности поголовья. Широкая распространенность данного негатива требует изыскания новых путей решения этой проблемы.

**Микотоксикозы** – это заболевания, возникающие при поедании животными растительных кормов, пораженных токсинообразующими грибами. Микотоксикозы не являются инфекционными заболеваниями, при их возникновении в организме животных не происходит иммунологическая перестройка и не развивается иммунитет. Микотоксикозам могут подвергаться все виды животных, птиц и рыб, болеет также и человек.

Общее количество видов грибов в мировой микрофлоре колеблется в пределах от 200 до 300 тыс. видов, токсигенных – от 100 до 150 видов. Наибольшую опасность для животных и человека представляют корма и продукты питания, загрязненные метаболитами грибов, которые относятся к двум группам.

*Первая группа* – так называемые грибы сапрофиты (складские грибы) родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Это в основном грибы, не способные поражать вегетирующие растения и попадающие в зерновые, грубые корма и продукты питания главным образом в период их уборки, хранения и приготовления к скармливанию.

*Вторая группа* – грибы-паразиты, поражающие растения в период их вегетации и являющиеся факультативными паразитами, способными к дальнейшему развитию при хранении кормов и продуктов. Это грибы родов *Fusarium*, *Alternaria* и *Helminthosporium*.

Отмечена определенная субстратная специфичность токсикообразующих микромицетов: виды рода *Fusarium* в основном поражают зер-

но хлебных злаков; *Aspergillus* – зернобобовые и ингредиенты комбикормов; *Stachybotrys alternans*, *Dendrodochium toxicum* поражают грубые корма.

Для развития грибов, продуцирующих микотоксины, требуются определенные условия. Спорынья и головня поражают растения на стадии вегетации. Склероций в почве развивается при температуре 22–26 °С и влажности 25–30 %. Температура и влажность являются важнейшими факторами, способствующими росту и размножению токсичных грибов. Оптимальная влажность равна 25–30 %, наиболее благоприятная температура – 25–50 °С. Грубые корма (сено при влажности 16 %, солома – 15 % при хранении) грибами не поражаются.

Грубые корма с повышенной влажностью самосогреваются (этому способствуют микроорганизмы), и в них создаются благоприятные условия для развития микомицетов.

Самосогреванию подвергаются не только грубые корма, но и зерно, а также продукты его переработки (мука, комбикорм, отруби, зерноотходы и др.).

Очень важным моментом является выделение и изучение микотоксинов. По данным многих ученых, выделены и получили название от 80 до 2 000 различных микотоксинов, из них 47 высокотоксичных и 15 с канцерогенными и мутагенными свойствами (афлатоксины В и М, охратоксин А, зеараленон, Т-2 токсин, патулин, циклопиазоновая и пеницилловая кислоты и некоторые другие). К выделяемым в естественных условиях относятся афлатоксины, охратоксин А, патулин, Т-2 токсин, пеницилловая кислота и др.

Подавляющее число микотоксинов является экзотоксинами, т. е. выделяется в субстрат, на котором растет гриб. Микотоксины могут оставаться в корме в течение длительного времени после гибели образовавшего их гриба. Поэтому внешний вид корма не всегда может служить критерием его безопасности. Микотоксины – низкомолекулярные соединения. Они устойчивы к высоким температурам, не разрушаются при обработке горячим паром, сушке, длительном хранении, действии кислот и щелочей. Макроорганизм не вырабатывает против них антитела, т. е. животные и человек на протяжении всей жизни остаются чувствительными к микотоксинам.

Наиболее распространенными микотоксикозами среди животных являются аспергиллотоксикозы, стахиботриотоксикоз, фузариотоксикозы, дендродохиотоксикоз, миротецитоксикоз, клавиценстоксикозы,

пенициллотоксикозы, ризопусотоксикоз, токсикозы, вызываемые головневыми грибами.

Определены их химические формулы, физико-химические свойства, механизм действия; в некоторых странах рассчитаны минимальные допустимые концентрации этих микотоксинов в кормах для разных видов сельскохозяйственных животных и птицы; а также разработаны количественные лабораторные методы определения этих веществ в различных субстанциях. Ведется изучение и других, менее изученных микотоксинов, таких как эрготоксины и пр., которые также наносят существенный ущерб животноводству и птицеводству.

Широко известным является факт, что микотоксины, введенные в химически чистом виде, проявляют токсические свойства в гораздо меньшей степени, чем те же количества микотоксина, но произведенного в естественных условиях. Это происходит из-за того, что микроскопические грибы в процессе жизнедеятельности продуцируют различные токсины, число которых может доходить до нескольких десятков, и эти токсины проявляют сочетанный токсический эффект.

Лаборатории могут выявить лишь малую часть из уже известных микотоксинов. Синергидное действие микотоксинов изучено пока в минимальной степени, хотя на практике оно имеет огромное значение. Трудность заключается в неповторимости и непредсказуемости качественного и количественного состава микотоксинов, синтезируемых различными видами грибов в различных условиях.

Известно также о кумулятивных свойствах микотоксинов. При наличии в кормах микотоксинов в количествах, ниже уровня чувствительности метода определения, возникает иллюзия их отсутствия и, соответственно, безопасности корма. Однако в течение нескольких дней скармливания таких кормов в результате кумуляции доза полученных токсинов достигает критической и проявляется каким-либо образом, преимущественно снижением аппетита, общим угнетением, нарушением пищеварения и т. д. В подавляющем большинстве случаев причину этих симптомов будут искать в чем угодно, но не в действии микотоксинов.

Другое возможное развитие событий, которое может долго оставаться незамеченным: микотоксины, накапливаясь, будут постепенно разрушать иммунную систему животного или птицы. Такое действие характерно почти для всех микотоксинов, но выявление его без применения специальных методов практически невозможно. Подобная картина наблюдается при обнаружении в кормах токсинов в предельно

допустимых концентрациях. Эти результаты свидетельствуют о реальной возможности наличия в кормах многих других микотоксинов, которые не в состоянии выявить лабораторные исследования.

Микотоксины обладают одним общим свойством – они являются биоцидами, разрушающими живые клетки. По другим же свойствам, в том числе физико-химическим, микотоксины различаются очень значительно, именно это делает невозможным разработать единый эффективный метод борьбы с ними.

Наиболее распространенный сегодня метод – это адсорбция микотоксинов адсорбентами органического или неорганического происхождения. Метод основан на физических свойствах молекул микотоксинов – их полярности и размере молекул. Поэтому различные по природе адсорбенты по-разному адсорбируют микотоксины.

Методом адсорбции эффективно удаляются полярные микотоксины (это в основном афлатоксины, в некоторой степени фумонизины). В то же время неполярные токсины одними адсорбентами практически не сорбируются, а другими сорбируются недостаточно эффективно. Степень нейтрализации микотоксинов зависит и от адсорбционной емкости адсорбента. Этот показатель и степень пораженности корма определяют норму ввода адсорбента в корма. Существенными свойствами адсорбентов являются способность работать в широком интервале рН и необратимость связывания микотоксинов. Известно, что микотоксины могут сорбироваться на адсорбент в желудке и десорбироваться при щелочной среде кишечника. В результате эффективность подобного адсорбента будет сомнительной. Некоторые адсорбенты обладают свойством адсорбировать еще и питательные вещества, витамины, микроэлементы.

Существуют трудности в оценке эффективности адсорбентов, что в значительной степени усложняет их отбор и получение объективных результатов. Большинство классических методов *in vitro* не может даже приблизиться к реальным условиям желудочно-кишечного тракта. Эксперименты *in vivo* слишком сложны и трудно воспроизводимы. Поэтому продолжают поиски моделей, которые позволили бы воспроизвести условия, максимально приближенные к природе и позволяющие получить более объективные результаты.

Большинство ведущих токсикологов считает, что эффективная борьба с микотоксинами возможна при использовании лишь нескольких взаимодополняющих способов их элиминации из корма, которые имеют разные механизмы действия и направлены против различных

групп токсинов. Исследования в этой области ведутся очень интенсивно. Продолжаются поиски оптимальных неорганических и органических адсорбентов.

В настоящее время созданы гидратированные натрий, кальций, алюмосиликаты, которые признаны лучшими из неорганических адсорбентов. Это доказано лабораторными и производственными исследованиями многих независимых научных центров.

Новое направление – нейтрализация микотоксинов. Нейтрализация токсического действия микотоксинов ферментами – это естественный способ борьбы микроорганизмов за существование. Как показали многочисленные исследования, он прекрасно подходит для нейтрализации микотоксинов в организме сельскохозяйственных животных и птицы. Специально подобранные ферменты модифицируют микотоксины до безопасных веществ, воздействуя на ту часть молекулы, которая ответственна за токсическое действие. Такой подход особенно важен и, возможно, единственно эффективен для неполярных микотоксинов, которые практически не связываются адсорбентами (трихотецены, зеараленон, охратоксины).

#### **4. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ**

Бактерии и грибы играют большую роль в консервировании кормовых растений, участвуя не только в процессах приготовления силоса, сенажа, но и вызывая ферментацию влажного зерна, сена в стогах. Общее положительное влияние активности молочнокислых бактерий выражается, прежде всего, в разложении сложных органических веществ на более простые формы и в образовании чаще всего органических кислот и витаминов. Однако при неблагоприятных условиях консервирования (нарушении основных технологических приемов и т. д.) могут иметь место отрицательные последствия по причине возникновения нежелательных процессов. Хороший силос, сенаж и сено, к примеру, должны быть свободны от плесневого мицелия и плесневого запаха. Появление плесени при органолептической оценке служит признаком плохого качества растительных кормов, так как представляет угрозу для здоровья животных, людей. Такой корм должен выбраковываться или подвергаться ветеринарно-токсикологическому исследованию.

Насколько важна микробиологическая оценка качества корма наряду с биохимическими анализами, очевидно из следующего примера.

При созревании сыра обнаруживалось нежелательное «вспучивание» из-за образования газов, несмотря на то, что в скармливаемом коровам силосе масляная кислота отсутствовала. В результате микробиологического анализа был выявлен высокий титр маслянокислых бактерий, которые долгое время сохранялись в силосе в виде спор и, лишь попав в благоприятные условия, они развивались из спор. Силос, содержащий споры маслянокислых бактерий, способствовал бактериальному заражению молока. Такое молоко характеризовалось плохой устойчивостью. При хранении оно было совершенно непригодно для приготовления сыров. Поэтому иногда в некоторых сыродельческих районах ошибочно считают скармливание силоса нецелесообразным. Благодаря применению микробиологического анализа в сочетании с образцовой дезинфекцией доильных установок достигается улучшение качества молока.

Ветеринарно-санитарное качество комбикормов во многом зависит от микробиологической характеристики исходного сырья, хотя и другие факторы, в том числе и технологические, могут оказывать на него определенное влияние.

Микроорганизмы являются серьезной причиной снижения качества и порчи кормов. В зависимости от вида поражения и степени развития микроорганизмов происходит разложение питательных веществ корма, образование и накопление в нем вредных продуктов обмена, а также размножение патогенных микроорганизмов и образование их токсинов.

Неблагополучное по ветеринарно-санитарному качеству сырье является причиной загрязнения микроорганизмами технологического оборудования, воздушной среды объектов комбикормового предприятия, транспортных средств, включая автомобильный и железнодорожный транспорт. Все они, обсемененные патогенными микроорганизмами, могут быть причиной производства комбикормов с отклонениями от ветеринарно-санитарных требований.

В санитарной оценке кормов особое значение имеют такие показатели, как общее бактериальное обсеменение, количественное содержание грибов, наличие патогенных микроорганизмов, токсинов и связанной с ними токсичности. Названные показатели и определяют уровень санитарного состояния кормов.

В ветеринарной практике известно распространение колиинфекций, сальмонеллез, стафилококков, микотоксикозов через используемые корма, которые могут содержать патогенные, токсигенные формы воз-

будителей этих и других заболеваний. Более того, помимо непосредственного ущерба, причиняемого животноводству, – это и снижение интенсивности роста, и падеж, и продукты питания, обсемененные сальмонеллами, кишечной палочкой, патогенными стафилококками и содержащими микотоксины, патогенные, токсигенные формы возбудителей являются опасными для здоровья человека. В связи с этим изучение ветеринарно-санитарного качества сырья и комбикормов представляется актуальным направлением для повышения экономической эффективности отрасли животноводства и профилактики опасных заболеваний людей.

Этим же целям призваны служить и исследования по разработке объективных показателей ветеринарно-санитарного качества. Как у нас в стране, так и за рубежом это направление, получая все больше информации о низком ветеринарно-санитарном качестве кормов и отрицательных последствиях использования их животными, предлагает соответствующие ограничения по ряду показателей. В развитие этих вопросов проводились и наши исследования после изучения ветеринарно-санитарного состояния сырья, поступающего на комбикормовые предприятия.

Помимо ограничения уровня некоторых показателей в сырье, поставляемом на комбикормовые предприятия, весьма актуальны исследования и по изысканию способов улучшения санитарного качества, как сырья, так и готовой продукции.

Включение в объекты исследований уже широко используемых на комбикормовых предприятиях процессов гранулирования и экструдирования, а также сравнительно недавно предложенных линий подготовки сырья по итальянской технологии позволит сделать заключение и об изменении санитарного качества под влиянием высокой температуры и давления.

Однако изыскание новых способов обеззараживания и обезвреживания сырья и комбикормов является насущной проблемой для комбикормовых предприятий. В связи с этим и было изучено влияние УФ-, ИК-лучей, а также токов СВЧ на санитарное состояние зернового сырья, сырья животного происхождения и комбикормов. В качестве критериев оценки способов обеззараживания и обезвреживания сырья и комбикормов учитывались степень снижения общей бактериальной и грибной обсемененности, инактивация стафилококков, кишечной палочки, а при обезвреживании – снижение или снятие токсичности.

При оценке ветеринарно-санитарного качества кормов и эффективности обеззараживающего действия различных технологических приемов используются разнообразные методы.

Одним из основных показателей, который необходимо контролировать, является токсичность. В практической работе для определения этого показателя в зерновом сырье и комбикормах используют ряд биологических методов. Так, для предварительной оценки качества зернового сырья и комбикормов используется метод на рыбах гуппи, позволяющий сделать проверку достаточно быстро. Применявшийся достаточно продолжительное время метод по кожной пробе на кролике не лишен недостатков, так как позволяет выделить токсичные вещества, обладающие лишь дермацидными свойствами. Естественно, достоверность контроля при этом снижается. Исходя из этого, и были проведены исследования с использованием в качестве тест-объекта белых мышей.

Для определения токсичности белкового сырья животного происхождения метод трехкратного введения экстракта «рег ос» не удовлетворяет практику лабораторного контроля из-за чрезмерной трудоемкости и длительности наблюдения за белыми мышами. Поэтому очевидна необходимость проведения исследований с целью устранения названных недостатков.

Осуществление контроля травяной муки по показателю токсичности вообще невозможно из-за отсутствия соответствующего объективного метода, что указывает на необходимость проведения работ в этом направлении. В связи с широким распространением во внешней среде резистентных штаммов стафилококков, что связано с нарастанием числа носителей и воздействием антимикробных препаратов на них, возросла частота стафилококковых заболеваний. Продукты животноводства, корма, обсемененные стафилококками, могут быть опасными для здоровья животных и человека. Поэтому изучение обсемененности сырья, комбикормов стафилококками и совершенствование метода их выделения является актуальным направлением.

#### **4.1. Основные микробиологические методы определения качества кормов**

**1. Подготовка исследуемого материала (суспензии корма) к анализу.** Среднюю пробу (массой 0,5–1,0 кг) исследуемого материала (силоса или сенажа) тщательно перемешивают (с соблюдением основ-

ных правил асептики) и измельчают на кусочки длиной 1–2 см. Затем навеску (50 г) хорошо перемешанной средней пробы помещают в стерильный гомогенизатор марки M.S.E. Ato-mix, добавляют 450 мл стерильной водопроводной воды и в течение 1 минуты гомогенизируют. Полученную суспензию разбавляют до  $10^5$ – $10^6$  раз стерильной водопроводной водой (5 мл суспензии + 45 мл воды), взбалтывают каждое разведение в течение 5 минут.

**2. Высев суспензии** на элективные среды (приложение) проводят по 1 мл суспензии – при глубинном посеве, по 0,05–0,1 мл суспензии – при посеве в жидкие среды.

**3. Определение количества молочнокислых бактерий** проводят на капустном агаре с мелом (среда 1) и на капустном агаре со спиртом и мелом (среда 2) – глубинный посев.

Подсчет колоний молочнокислых бактерий на капустном агаре с мелом проводят на 5–6-й день, а на капустном агаре со спиртом и мелом – на 7–10-й день (при температуре 28 °С).

Среда 2 необходима для выявления молочнокислых бактерий в составе эпифитной микрофлоры и свежих (с высоким содержанием сухого вещества) силосов, так как спирт заметно тормозит рост посторонней микрофлоры.

**4. Количество посторонней микрофлоры (аэробных гнилостных микроорганизмов)** определяют глубинным посевом на пептонном агаре (среда 3). Подсчет колоний ведется на 5–7-й день (при температуре 28 °С).

**5. Количество спор аэробных гнилостных бацилл** на специальной среде (мясопептонный агар + сусло-агар) – среда 8. Посев поверхностный (0,05 мл), подсчет колоний ведут на 4-й день (при температуре 28 °С).

**6. Количество микроскопических грибов и дрожжей** определяют на сусло-агаре со стрептомицином (среда 4) поверхностным посевом (0,1 мл). Подсчет колоний ведут на 3–4-й день (при необходимости повторно на 7–8-й день) при температуре 28 °С.

**7. Титр маслянокислых бактерий** устанавливают на жидкой картофельной среде (среда 5). Для определения количества спор маслянокислых бактерий проводят посев из суспензии после пастеризации в течение 10 минут при температуре 75 °С.

Учет результатов анализа ведут по интенсивности выделения газа (кусочки картофеля всплывают на поверхность жидкости), титр маслянокислых бактерий и их спор устанавливают по методу предельных разведений.

**8. Анаэробные протеолитические бактерии** определяют на мясопептонном бульоне (среда 6) по выделению газа в поплавках. Посевы выдерживаются при температуре 28 °С в течение 2 недель.

**9. Денитрифицирующие бактерии** учитывают на среде Гильята (среда 7) при анализе корма из трав, выращенных по фону высоких доз азотных удобрений. Подсчет ведется по интенсивности выделения газа, и посевы выдерживают в течение 10–12 дней при температуре 28 °С.

**10. Тест микробиологического роста.** Для определения фунгистатических (фунгицидных), бактериостатических (бактерицидных) свойств соединений две пробирки (в трех повторностях) с элективной средой, в одной из которых добавлен изучаемый препарат, засеваются тест-культурой. Из пробирки с культурой, в которой после добавления того или иного ингибирующего препарата не наблюдалось роста, переносится петля на свежую среду (не содержащую препарата). Если через 24 часа начинается усиленный рост, изучаемый препарат обладает фунгистатическим, бактериостатическим (тормозящим) действием. Если через неделю роста не наблюдается, делается вывод о фунгицидном, бактерицидном (ингибирующем) действии изучаемого вещества.

В качестве тест-культуры используют наиболее часто встречающиеся представители нежелательной микрофлоры (гнилостные и маслянокислые бактерии, дрожжи, плесневые грибы).

## **5. БИОПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ КОРМОВ**

Сегодня микробиологическая промышленность стран СНГ и дальнего зарубежья предлагает достаточно много разнообразных заквасок для консервирования зерна, сочных кормов и отходов растениеводства. Каждый из таких препаратов содержит одну или несколько культур микроорганизмов, которые, попадая в среду, богатую питательными веществами, начинают размножаться, выделять определенный продукт своей жизнедеятельности и таким способом создают эффект консервирования сырья. Но следует отметить, что не каждая культура бактерий выделяет нужное вещество консерванта, невзирая на то, что растительной смеси необходимо их не так уже и много.

Обычный традиционный метод силосования непригоден для трав с высоким содержанием протеина (более 17 % в сухом веществе). В та-

ком силосе отмечаются высокое содержание летучих жирных кислот, в том числе значительное количество масляной кислоты, низкая протеиновая и энергетическая питательность сухого вещества. В решении вопроса повышения сохранности, качества и продуктивного действия консервированных кормов все более важное место отводится экологически чистым биопрепаратам на основе молочнокислых бактерий. Консервирование с использованием заквасок основано на искусственном увеличении численности молочнокислых бактерий, выделенных из растительной массы, с целью более быстрого подкисления корма до оптимального значения.

Основными консервирующими факторами являются активная кислотность, токсическое действие самой молекулы молочной кислоты и специфические антибиотические вещества молочнокислых бактерий.

Немаловажным фактором является то, что молочнокислые бактерии обогащают силосуемый корм некоторыми витаминами, например, В<sub>1</sub>, С и т. д. Кроме того, некоторые молочнокислые бактерии, нуждаясь в одном факторе роста, в то же время обогащают среду, в которой они развиваются, другими ростовыми веществами. В некоторых случаях из отдельных фрагментов молекул ростовых веществ микроорганизмы синтезируют полные частицы необходимых им соединений.

В связи с вышеизложенным неудивительно, что постоянно ведется поиск новых биологических препаратов, регулирующих и стимулирующих микробиологические процессы в нужном направлении при консервировании кормов.

Молочнокислые бактерии, используемые для приготовления заквасок, должны отвечать следующим требованиям:

- быть энергичными кислотообразователями, т. е. производить преимущественно молочную кислоту из доступных водорастворимых углеводов;
- не утилизировать органические кислоты;
- быть устойчивыми к кислой среде (при pH 4,0);
- обладать способностью к росту при температуре до 50 °С;
- быть достаточно осмоотолерантными.

В последние годы достигнут значительный прогресс в решении данного вопроса, предложен ряд заквасок отечественного (Силлаким, Лаксил, Амилонитробактерин) и зарубежного производства (Био-Сил, Бонсиллаге, Лабоксил, Биотроф, Лактофлор и др.). Особой популярностью пользуются новые препараты, созданные на основе гомофермен-

тативных осмотолерантных штаммов молочнокислых бактерий, способных успешно развиваться в проявленной массе.

Большая часть биопрепаратов содержит, по крайней мере, один или два вида молочнокислых бактерий: *Streptococcus*, действующего как затравка для быстрого понижения рН до 5,0, и *Lactobacillus*, которая увеличивает кислотность до стабильного значения рН 3,9–4,2.

Для улучшения процесса брожения при силосовании растительной массы разработаны биопрепарат Силлактим на основе культуры молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* с использованием жидкой питательной среды и Лаксил – комплексный биологический консервант (Беларусь). В состав входят два штамма молочнокислых бактерий, обладающих высокой энергией кислотонакопления, антагонистическими свойствами по отношению к микроорганизмам, вызывающим порчу корма. Установлено, что Силлактим и Лаксил обеспечивают хорошую сохранность корма с минимальными потерями основных питательных веществ, обогащают силос биологически активными веществами, позволяют повысить продуктивность животных, не оказывают отрицательного действия на организм животных и окружающую среду, значительно удешевляют процесс приготовления силосованного корма.

Лабоксил, Бонсилаге и Био-Сил – препараты, созданные в Германии, для создания оптимальных условий силосования травяных кормов. Лабоксил – специально подобранная смесь штаммов гомоферментативных молочнокислых микроорганизмов (*Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum*) для консервирования культур с низким содержанием сухого вещества. Действие препарата основано на том, что *Enterococcus* ферментирует углеводы уже в первые 3–5 часов и снижает кислотность силосуемого сырья до уровня 5,4. Затем штамм *Pediococcus*, обладая высоким кислотонакоплением (до рН 4,5–4,0), сам прекращает активность при таком уровне рН, а штамм *Lactobacillus* продолжает некоторое время поддерживать оптимальный уровень кислотности для силосования.

Основным преимуществом при применении препаратов Био-Сил и Бонсилаге, которые содержат специально подобранные штаммы гомоферментативных молочнокислых бактерий, является быстрое снижение показателя рН (стабильный рН достигается уже через 1–2 дня) (рис. 4, 5).

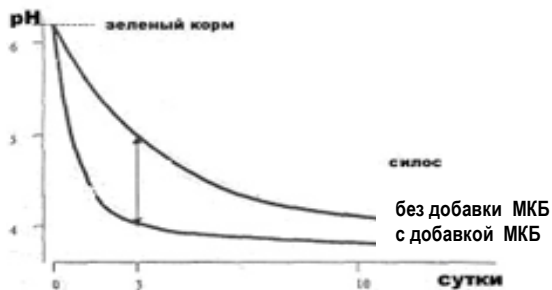


Рис. 4. Ход снижения рН в силосном штабеле с добавкой Био-Сил и без

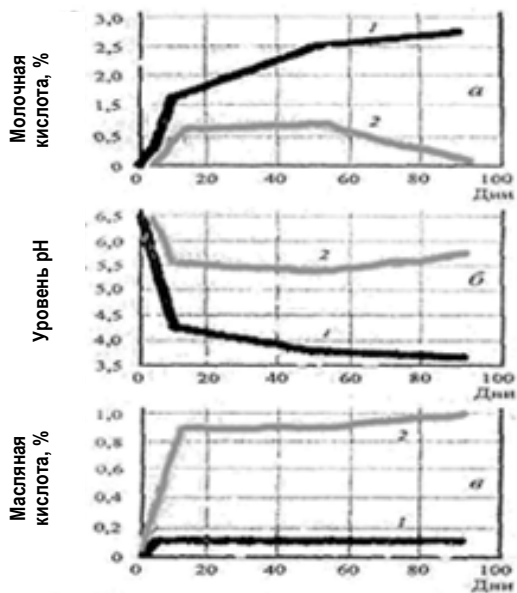


Рис. 5. Интенсивность образования молочной кислоты (а), снижение рН и стабильный уровень рН (б) и содержание масляной кислоты (в); 1 – Бонсилаге; 2 – необработанный силос

В таких условиях другие виды нежелательных бактерий, в том числе маслянокислые бактерии (*Clostridium sp.*), не имеют шанса повлиять на процесс силосования, т. е. становятся управляемыми процессами брожения (табл. 14).

Таблица 14. Влияние Бонсилаге на развитие клостридий в силосе (сухое вещество 23 %)

Показатели	Необработанный силос	Обработанный силос
Уровень pH	6,0	4,9
Количество молочной кислоты, %	0,05	1,1
Количество колоний клостридий	100	7

Кроме того, важным моментом является то, что обработка Бонсилаге предотвращает размножение вредных бактерий (в том числе клостридий и плесневых грибов) при доставке силоса из траншеи в кормушку (аэробная стабильность силоса), что гарантирует снижение потерь и отличное качество силоса.

Особенно эффективно применение препарата Бонсилаге при силосовании люцерны (содержание сухого вещества 35–48 %), которую относят к трудносилосуемым растениям. Био-Сил рекомендуют применять при силосовании растительной массы с содержанием сухого вещества до 30 %, а также от 35 до 50 %, но с достаточным количеством углеводов (злаковые травы, кукуруза).

Биопрепараты типа Биотроф, Лактофлор (Россия) на основе особых осмоотерантных штаммов молочнокислых бактерий находят все большее распространение в сельскохозяйственной практике. По надежности и консервирующему действию Биотроф не уступает признанному в мировой практике аналогу – Кофасил-Лак. При силосовании провяленных злаково-клеверных смесей, а также бобовых (кроме люцерны) препарат Биотроф обеспечивает быстрое подкисление корма до уровня pH 4,3 и ниже, а также сокращение питательных веществ в 2,0–2,5 раза.

Сущность силосования с применением препарата Лактофлор силосный заключается в искусственном обогащении силосуемого материала молочнокислыми бактериями *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis*, выделенными из силоса высокого качества.

Данные микроорганизмы являются представителями нормальной эпифитной микрофлоры и обитают на поверхности растений и на разлагающихся растительных остатках. Это грамположительные бакте-

рии, не образующие спор и представляющие собой неподвижные длинные палочки. *Lactobacillus plantarum* осуществляют гомоферментативное молочнокислое брожение, т. е. они образуют практически только одну молочную кислоту, которая составляет не менее 90 % всех продуктов брожения. За счет этого они снижают рН до значения меньше 5,0 и тем самым подавляют рост других бактерий, которые не способны развиваться в кислой среде.

Внесение препарата Лактофлор в растительное сырье приводит к быстрому накоплению молочной кислоты и подавлению гнилостной микрофлоры в первые же дни силосования. Это исключает протекание маслянокислого брожения, которое наблюдается при силосовании сырья, богатого белком или недостаточно уплотненного.

Силос, полученный с использованием Лактофлора, отличается от необработанного более высоким содержанием питательных веществ и отличными органолептическими характеристиками, поэтому значительно лучше поедается животными и положительно влияет на их продуктивность.

*Таким образом, использование биопрепаратов на основе молочнокислых бактерий при консервировании кормов обеспечивает:*

1) улучшение процесса брожения – быстрое снижение уровня рН и оптимальное соотношение органических кислот;

2) улучшение органолептических показателей корма и сохранность корма с минимальными потерями основных питательных веществ (протеина и сахара);

3) обогащение корма биологически активными веществами (витаминами, аминокислотами);

4) повышение аэробной стабильности консервированных кормов, а также повышение переваримости и усвояемости питательных веществ на 2–8 %;

5) повышение продуктивности животных – удоев молока до 1 л в сутки и прироста живой массы до 100–108 г;

6) отсутствие отрицательного действия на организм животного и окружающую среду;

7) удешевление процесса в 2–3 раза по сравнению с применяемыми химическими консервантами.

Проведенные исследования позволяют заключить, что независимо от формы препарата (жидкая или сухая) он должен обеспечить попадание в силосуемую растительную массу не менее 100 000 бактерий на 1 г (т. е.  $10^5$ – $10^7$ ).

В случае низкого титра микроорганизмов не может быть получен желаемый положительный эффект. В связи с этим необходимо проведение анализов титра, ферментативных свойств, стабильности биопрепаратов, предлагаемых для использования при консервировании кормов.

У всех теплокровных животных есть микробные популяции, которые заселяют пищеварительный тракт вскоре после рождения. И только штаммы *Lactobacillus* имеют способность производить большое количество молочной кислоты из простых углеводов и могут существовать при высокой кислотности, которая создает барьер для патогенных микроорганизмов.

Следовательно, применяя биологические консерванты – закваски лактобацилл для заготовки сочных кормов, отходов растениеводства, влажного и измельченного зерна – хозяйства имеют тройную выгоду. Во-первых, заготовленные корма лучше и дольше сохраняются, не портятся; по химическому составу они напоминают свежее сырье; имеют приятный запах. Во-вторых, такие корма животные поедают с большим желанием, они возбуждают аппетит, стимулируют лучшее выделение пищеварительных соков в организме. И, наконец, в-третьих, потребляя корма, заготовленные с молочнокислыми заквасками, животные, можно сказать, заселяют пищеварительный тракт пробиотиками, а это, в свою очередь, способствует улучшению процессов пищеварения, повышению уровня усвояемости питательных веществ, увеличению производительности и сохранению сельскохозяйственного поголовья.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Состав элективных сред

#### *Среда 1. Капустный агар с мелом*

Капустный бульон	900 мл
Дрожжевой экстракт	100 мл
Пептон	10 мл
Глюкоза	20 г
Ацетат натрия	3,35 г
Марганец сернокислый	0,025 г
Агар	15–20 г

Стерильный мел добавляют в колбы из расчета 1 г на 200 мл среды. Стерилизуют в течение 30 минут при 0,5 атм.

#### *Среда 2. Капустный агар со спиртом и мелом*

В расплавленную и охлажденную до температуры 50 °С среду прибавляют 20 мл этилового спирта (96 %) на 200 мл среды, тщательно взбалтывают и заливают в чашки Петри с посевным материалом.

#### *Среда 3. Пептонный агар*

Пептон	5 г
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1 г
K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,5 г
MgSO <sub>4</sub>	0,5 г
NaCl	следы
Водопроводная вода	1 л
Агар, хорошо промытый	15–20 г

Стерилизация при 1 атм. в течение 20 минут.

#### *Среда 4. Сусло-агар со стрептомицином*

Сусло, разбавленное до 3 % по Баллингу	1 л
Агар	15–20 г

Стерилизовать в течение 30 минут при 0,5 атм.

Перед разливкой среды в чашки Петри в сусло-агар добавляют 80–100 ед. стрептомицина на каждый миллилитр среды.

#### *Среда 5. Картофельная среда с мелом*

В пробирки вносят стерильный мел (на кончике скальпеля) и картофельные кубики величиной 2–3 мм (8–10 шт.), заливают водопроводной водой до  $\frac{3}{4}$  объема пробирок. Стерилизуют в течение 30 минут при 1 атм.

**Среда 6. Мясопептонный бульон**

Пептон	10 г
NaCl	5 г
Мясной бульон	1 г

Заливают в пробирки с поплавками до  $\frac{3}{4}$  объема. Стерилизуют в течение 20 минут при 1 атм.

**Среда 7. Среда Гильтая (видоизмененная)**

Лимоннокислый натрий	2 г
KNO <sub>3</sub>	1 г
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1 г
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1 г
MgSO <sub>4</sub>	2 г
CaCl <sub>2</sub>	0,2 г
FeCl <sub>3</sub>	следы

Дистиллированная вода 1 л  
1%-ный раствор бром тимолблам (рН 6,8–7,0)

Стерилизуют при 1 атм. в течение 20 минут.

**Среда 8. Мясопептонный агар и сусло-агар 1:1**

Стерилизовать при 0,5 атм. в течение 30 минут.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарно-биологическое исследование кормов животного и растительного происхождения : учеб.-метод. пособие / А. А. Вербицкий, А. А. Гласкович, А. В. Сандул, М. А. Гласкович. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 44 с.
2. Соляник, Т. В. Микробиология : метод. указания к лаб. занятиям / Т. В. Соляник, М. А. Гласкович. – Горки : БГСХА, 2014. – 40 с.
3. Гласкович, М. А. Основы технологии производства и переработки продукции животноводства. Основы кормления сельскохозяйственных животных : метод. указания к лаб.-практ. занятиям / М. А. Гласкович. – Горки : БГСХА, 2013. – 81 с.
4. Микробиология : учеб.-метод. пособие / Т. В. Соляник, А. А. Гласкович, А. А. Вербицкий, М. А. Гласкович. – Горки : БГСХА, 2009. – 115 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ОСОБЕННОСТЯМИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ .....	5
1.1. Химический состав и питательность сена .....	5
1.2. Химический состав и питательность сенажа .....	8
1.3. Химический состав и питательность силоса и силаж .....	10
2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРООРГАНИЗМОВ КОРМОВ .....	15
2.1. Эпифитная микрофлора, ее состав и особенности .....	15
2.2. Микрофлора сена и влажного зерна .....	16
2.3. Микробиологические процессы, происходящие при созревании сенажа .....	19
2.4. Микробиологические процессы, происходящие при силосовании .....	20
2.4.1. Кукурузный силос .....	24
2.4.2. Микрофлора зеленой массы кукурузы .....	24
2.4.3. Микрофлора силосованной кукурузы .....	25
2.4.4. Микрофлора кукурузы, замороженной заморозками .....	27
2.4.5. Влияние кукурузного силоса на обмен веществ в организме животных .....	28
2.4.6. Аэробное разложение кукурузного силоса .....	30
2.4.7. Причины аэробного разложения корма .....	31
2.4.8. Микрофлора аэробного разложения корма .....	31
2.4.9. Способы повышения аэробной стабильности силоса .....	33
2.5. Влияние основных факторов внешней среды на жизнедеятельность молочнокислых бактерий .....	36
2.5.1. Влияние химического состава исходной растительной зеленой массы на ферментативную активность молочнокислых бактерий .....	36
2.5.2. Влияние кислотности среды на скорость кислотонакопления .....	38
2.5.3. Влияние температуры на энергию кислотообразования молочнокислых бактерий .....	39
2.5.4. Влияние аэрации на активность молочнокислых бактерий .....	41
2.5.5. Влияние повышенного осмотического давления среды на развитие молочнокислых бактерий .....	43
2.6. Маслянокислые бактерии .....	45
2.7. Гнилостные бактерии ( <i>Bacillus, Pseudomona</i> ) .....	47
2.8. Плесневые грибы и дрожжи .....	49
3. МАСШТАБЫ ПОТЕРЬ В КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМАХ, ВЫЗВАННЫХ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ МИКРООРГАНИЗМОВ .....	55
3.1. Потери при брожении .....	55
3.2. Кормовые микотоксикозы .....	56
4. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ .....	61
4.1. Основные микробиологические методы определения качества кормов .....	64
5. БИОПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ КОРМОВ .....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	73
ЛИТЕРАТУРА .....	75

Учебное издание

**Соляник** Татьяна Владимировна  
**Гласкович** Мария Алевтиновна

МИКРОБИОЛОГИЯ

МИКРОБИОЛОГИЯ КОРМОВ  
ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Курс лекций

Редактор *Н. А. Матасёва*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 29.12.2014. Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Гаймс». Усл. печ. л. 4,42. Уч.-изд. л. 3,82.  
Тираж 75 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.