

17533

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

ОБЪЕДИНЕННЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ ИНСТИТУТОВ ПОЧВОВЕДЕНИЯ,  
БОТАНИКИ, МИКРОБИОЛОГИИ И ВИРУСОЛОГИИ

---

*На правах рукописи*

**К. А. ИЛЬИНА**

**РОЛЬ  
ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ  
БАКТЕРИЙ  
В СИЛОСОВАНИИ КОРМОВ**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

АЛМА-АТА—1965

Работа выполнена в Институте микробиологии и вирусологии АН Казахской ССР в 1960—1964 гг.

Диссертация изложена на 106 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, приложения, содержит 21 таблицу, 8 рисунков. Список литературы включает 126 названий, в том числе 42 иностранных авторов.

Защита назначена на « . . . » \_\_\_\_\_ 1965 г. на заседании Объединенного Ученого Совета Институты почвоведения, ботаники, микробиологии и вирусологии АН КазССР.

*Отзывы по автореферату просим высылать по адресу:  
г. Алма-Ата, ул. Кирова, 103. Ученому секретарю Совета.*

В создании прочной кормовой базы для успешно развивающегося животноводства страны ведущее место отводится силосу. Являясь ценным кормом для всех видов сельскохозяйственных животных, силос укрепляет их здоровье, повышает продуктивность и, что весьма важно, способствует лучшей поедаемости и переваримости других кормов.

Известно, что в основе силосования кормов лежат сложные микробиологические процессы, регулирование которыми позволяет получать сочный корм, обогащенный ценными питательными веществами.

Однако силосование кормов, богатых легкопереваримыми углеводами, при участии одних молочнокислых бактерий, нередко приводит к накоплению в силосе избыточного количества молочной кислоты, которая отрицательно сказывается на продуктивности и физиологическом состоянии сельскохозяйственных животных (Кроткова, Сафонов, 1962; Калашников, 1963).

В целях предотвращения переокисления силоса и обогащения его биологически активными веществами, нами в исследованиях были использованы пропионовокислые бактерии. Вопросы применения пропионовокислых бактерий в качестве бактериальной закваски для силосования кормов до настоящего времени детально никто не занимался (свидетельство о регистрации № 29078 от 15 мая 1962 г.).

Теоретической предпосылкой к использованию пропионовокислых бактерий в практике силосования послужило то, что они, в качестве источника углеродного питания утилизируют молочную кислоту, а взамен ее образуют пропионовую и уксусную кислоты. При этом из-за более низкого коэффициента диссоциации этих кислот силос не переокисляется.

Существенный интерес представляет также способность пропионовокислых бактерий синтезировать витамин В<sub>12</sub>.

Работами И. К. Стражко, А. Е. Фельдман (1961), О. И. Маслиевой (1961) и других авторов показано, что при недостатке витамина В<sub>12</sub> в рационе кур снижается яйценоскость, выводимость, задерживается рост, ухудшается усвое-

ние протенина из кормов растительного происхождения. Применение пропионовокислых бактерий в силосе, предназначено для кормления птиц, устраняет эти явления.

До последнего времени промышленное производство витамина В<sub>12</sub>, связанное с известными затруднениями, пока далеко еще не обеспечивает потребности животноводства. Одним из препятствий в получении этого витамина с помощью пропионовокислых бактерий является необходимость использования в качестве питательной среды ценных пищевых продуктов: глюкозы, кукурузного экстракта.

В аспекте приведенных данных, изыскание более доступных способов обогащения силоса витаминами и физиологически активными веществами представляет научное и практическое значение. И, наконец, веским подтверждением рациональности применения для силосования кукурузы и других высокосахаристых кормов с участием пропионовокислых бактерий явились комплексирующиеся с нашими работы физиологов академика АН КазССР *Н. У. Базановой*, кандидата биологических наук *Б. Н. Никитина*, зоотехников *В. П. Флёринского*, *С. А. Казаниной*. Эти авторы выявили целый ряд существенно важных физиологических особенностей при кормлении сельскохозяйственных животных силосом с закваской из пропионовокислых бактерий.

В задачу наших исследований входило выявление возможности регулирования процессов кислотообразования в силосе и выяснение консервирующих свойств уксусной кислоты на микрофлору силоса, а также выяснение возможности использования пропионовокислых бактерий в качестве бактериальной закваски для предотвращения переокисления силоса и обогащения его витамином В<sub>12</sub>.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыты проводились с пропионовокислыми бактериями штамма *Propionibacterium Shermanii*, который был получен из музея Всесоюзного научно-исследовательского института антибиотиков.

Для приготовления заквасок культура пропионовокислых бактерий выращивалась в жидком кукурузном отваре с 2% глюкозы, 1% пептона при температуре 28—30°C. При силосовании в производственных условиях закваску готовили на чистом кукурузном отваре.

Для стимулирования развития пропионовокислых бактерий в состав бактериальной закваски вносили дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, раса XII, взятые из музейных культур Института микробиологии и вирусологии АН КазССР.

Наряду с указанными микроорганизмами, в работе использовалась чистая культура молочнокислых бактерий

*Lactobacterium plantarum*, штамм 4 и 14, полученная также из музея Института микробиологии и вирусологии АН КазССР.

В приготовленных силосах определялись: актуальная кислотность — электрометрическим методом на потенциометре ЛП-58; органические кислоты — по методу Виггера (Кирш, 1932; Гардер, Чесноков, Балин, Жаботинский, 1933) и хроматографически на силикагелевой колонке по модифицированной методике, описанной А. П. Кротковой и Н. И. Митиным (1957), витамин В<sub>1</sub> — тioxромным методом, В<sub>2</sub> — флюорометрическим (Лаврова, 1960), В<sub>12</sub> — чашечным методом (диффузией в агар) с помощью тест-микроба *E. coli* 113—3 (Иерусалимский, Кононова, Неронова, 1959; Лисенкова, 1963 и др.).

Учет микроорганизмов в опытах производили на средах: травяном агаре с мелом с 2% сахарозы и 1% пептона (молочнокислые бактерии); на МПА (гнилостные бактерии) и на травяном агаре с 2% глюкозы и 1% пептона (пропионовокислые и общее количество микробов).

Для силосования использовались следующие кормовые культуры: кукуруза в восковой спелости, сахарная свекла, кормовая желтая тыква, соя, морковь и люцерновая мука.

Опыты проводились в лабораторных условиях и в различных хозяйствах Алма-Атинской и Чимкентской областей. Закваска вносилась в силос в количестве 2% при лабораторном силосовании и 1% при силосовании в траншеях.

#### **РОЛЬ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК В РЕГУЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОМ КИСЛОТООБРАЗОВАНИЯ В СИЛОСЕ; КОНСЕРВИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА МОЛОЧНОЙ И УКСУСНОЙ КИСЛОТ**

Известно, что молочнокислое брожение может быть представлено двумя отличными в биохимическом отношении процессами, — гомо- и гетероферментативными. В связи с этим необходимо было выявить, какой из этих процессов развивается в силосе, и можно ли путем внесения заквасок создать преимущество одному из них.

Для этой цели из музейных культур молочнокислых бактерий *Lactobacterium plantarum*, по характеру образуемых ими продуктов брожения, были отобраны штамм 4 из гомоферментативной и штамм 14 из гетероферментативной групп.

Опытное силосование проводилось в августе 1959 г. в бетонированных круглых ямах емкостью 2 тонны на производственной базе Института микробиологии и вирусологии АН КазССР в учебно-опытном хозяйстве Талгарского сельскохозяйственного техникума.

Измельченная кукурузная масса укладывалась в ямы и послойно подивалась закваской из молочнокислых бактерий.

В качестве контроля в одной яме масса была засилосована без закваски.

Параллельно с опытными силосами, заложенными на базе института, анализировались образцы силосов, доставленные нам из колхозов и совхозов Алма-Атинской и Северо-Казахстанской областей. В таблицах 1 и 2 даны результаты анализа этих силосов.

Из показателей силосования, представленных в таблице 1, видно, что при гомоферментативном процессе молочнокислого брожения (*Lactobacterium plantarum*, штамм 4) большему содержанию молочной кислоты в силосе соответствует меньшее количество уксусной. Меньше молочной и больше уксусной кислоты было получено там, где силосование проводилось с участием бактерий гетероферментативной группы (*Lactobacterium plantarum*, штамм 14). Несброженного сахара больше в том силосе, где шел гетероферментативный процесс, меньше — при гомоферментативном, при спонтанном брожении сахар совершенно не обнаружен. Иная картина была выявлена в отношении содержания общего и белкового азота. Больше азота обнаружено при гомоферментативном молочнокислом брожении, меньше — при гетероферментативном, незначительное количество — при спонтанном брожении.

Результаты анализов хозяйственных силосов, представленные в таблице 2, указывают на высокое содержание в них уксусной кислоты. Несмотря на это, анализируемые производственные силосы по органолептическим данным оценивались как хорошие, это подтверждается также литературными данными (Зубрилин, 1964).

Таблица 1

Показатели анализов силосов, полученных с участием заквасок и спонтанным брожением

Варианты опыта	рН	Количество свободных кислот, в %			Количество связанных кислот, в %		Влажность силоса, %	Количество сахара, в % на сухое вещество	Количество азота, в %	
		молочной	уксусной	масляной	уксусной	масляной			общего	белкового
Кукурузный силос, полученный при спонтанном брожении	4,2	1,18	0,31	нет	0,14	нет	65	нет	0,340	0,205
Кукурузный силос с закваской гомоферментативной группы, штамм 4	4,0	1,24	0,24	нет	0,15	нет	66	1,66	0,765	0,650
Кукурузный силос с закваской гетероферментативной группы, штамм 14	4,2	0,85	0,58	нет	0,18	нет	64	2,05	0,683	0,590

Таблица 2

Средние показатели анализа производственных кукурузных силосов, полученных спонтанным брожением

Место и время взятия образца	pH	Влажность, в %		Свободные кислоты, в %			Связанные кислоты, в %		Количество общего сахара на сухое вещество, в %
		молочная	уксусная	масляная	уксусная	масляная			
							молочная	уксусная	
Колхоз им. Мичурина Алма-Атинской области, МТФ № 2, траншея. 2.II.1960 г.	4,4	76,8	0,63	0,87	нет	0,28	0,07	нет	
Колхоз им. Мичурина Алма-Атинской области, МТФ № 1, траншея. 2.II.1960 г.	4,3	75,2	1,31	0,35	нет	0,14	нет	2,3	
Колхоз «Луч Востока» Алма-Атинской области, траншея. 3.III.1960 г.	4,15	70,0	1,0	0,44	нет	0,17	нет	нет	
Колхоз «Дружба» Каскеленского района Алма-Атинской области, траншея. 2.III.1960 г.	4,7	75,6	0,46	0,92	нет	0,50	нет	нет	
Колхоз «Ала-Тау» Илийского района Алма-Атинской области, траншея. 5.III.1960 г.	4,15	71,0	1,25	0,34	нет	0,16	нет	нет	
Табаксовхоз Илийского района Алма-Атинской области, траншея. 2.II.1960 г.	4,5	73,2	0,90	0,90	нет	0,30	нет	нет	
Молжизхоз хозяйство ХОЗУ Совета Министров, Илийский район Алма-Атинской области, траншея 2 и 5. Февраль 1960 г.	4,25	82,0	0,44	0,94	нет	0,36	нет	нет	
Пришимский совхоз Пресновского района Северо-Казахстанской области, отделение 3, траншея. 5.III.1960 г.	4,35	55,8	1,25	0,70	нет	0,34	нет	0,38	

Нашими наблюдениями установлено, что чистый гомоферментативный процесс молочнокислого брожения можно наблюдать лишь в условиях стерильно поставленного лабораторного опыта. В условиях же производственного силосования, даже при внесении в силосуемую массу заквасок из чистых культур гомоферментативных молочнокислых бактерий, в силосе всегда наблюдается гетероферментативный процесс, когда, наряду с молочной, образуется уксусная кислота и другие сопутствующие этому процессу продукты брожения.

В связи с тем, что при гетероферментативном процессе молочнокислого брожения, наряду с молочной кислотой, накапливается значительное количество уксусной, то следующая серия опытов была посвящена вопросу сопоставления влияния этих кислот на микрофлору силоса. Для этой цели в чашки Петри с мясопептонным агаром и агаризованным кукурузным

отваром с мелом и с добавкой разных доз молочной и уксусной кислот и без них (контроль) вносилось по 1 мл водного смыва кукурузного силоса четырнадцати-тридцати- и пятидесятидневной выдержки. После этого на пятые сутки культивирования производился подсчет выросших колоний.

Этим опытом было выявлено более высокое консервирующее действие уксусной кислоты в отношении микрофлоры силоса, для которой МПА является селективной средой.

Микрофлора силоса четырнадцатидневной выдержки на МПА прекращает свое развитие при наличии 0,1% уксусной кислоты, молочной же кислоты для этой цели требовалось 0,7%. Из тридцатидневного силоса задержка роста микрофлоры на МПА происходила под влиянием 0,1% уксусной кислоты и соответственно 0,5% молочной. Молочнокислые бактерии из силоса четырнадцати- и тридцатидневной выдержки прекращают свое развитие при добавлении в среду 0,9% как молочной, так и уксусной кислот.

Для выяснения вопроса о том, как отражаются добавки смеси молочной и уксусной кислот на качество силоса и его микрофлоре был проведен следующий опыт. В литровые стеклянные банки плотно набивалась кукуруза, до этого смешанная с различными дозами органических кислот. Контролем служил силос без добавления кислот. Через 14 и 30 дней силос подвергался анализу. Результаты приведены в таблице 3.

Данные таблицы 3 показывают, что нарастание кислот шло в тех силосах, в которые добавляли меньший процент органических кислот. Последнее обусловлено слабым подавлением микробиологических процессов. Высокая активность микроорганизмов проявлялась в контроле, куда органические кислоты не вносились. Этому соответствует полное отсутствие сахара в этом силосе и высокая численность микроорганизмов. Больше несброженного сахара в готовом силосе осталось в тех вариантах опыта, где вносилось больше кислот, а особенно там, где преобладала уксусная кислота.

Этими опытами подтверждаются данные *Е. А. Болотина* (1935), *Ф. В. Цереветникова* (1949), *А. А. Зубрилина* (1958) и др. авторов о высоких консервирующих свойствах уксусной кислоты.

### РОЛЬ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В СИЛОСОВАНИИ КОРМОВ

Применение пропионовокислых бактерий в силосовании высокосахаристых растительных кормов основывалось на способности последних использовать молочную кислоту в качестве источника углеродного питания. Таким путем мы предполагали предотвратить перекисление силоса от избытка молочной кислоты. Опасение, что уменьшение молочной кислоты в силосе, в результате деятельности пропионовокислых бак-



Таблица 3

Показатели кислотности, сахаристости и численности микроорганизмов в силосе при добавлении в кукурузную массу молочной и уксусной кислот

Варианты опыта	рН	Свободные кислоты, в %			Связанные кислоты, в %		Количество сахара в исходной кукурузной массе, в %	Количество сахара в силосе, в % на сухое вещество	Количество бактерий в 1 а силоса на срезах		
		молочная	уксусная	масляная	уксусная	масляная			ТА	ТАСМ	МПА
Контроль	4,5	0,25	0,12	0,045	0,12	0,004	18	следы нет	122·10 <sup>6</sup>	217·10 <sup>6</sup>	силос. рост на чашки
	4,3	0,60	0,33	0,05	0,29	0,04			204·10 <sup>6</sup>	288·10 <sup>6</sup>	
Силос с добавлением 1% молочной + 0,5% уксусной кислот	4,2	0,79	0,31	0	0,14	0	18	18 17,3	61·10 <sup>4</sup>	0	0
	4,0	0,90	0,42	0	0,15	0			22·10 <sup>4</sup>	23·10 <sup>4</sup>	0
Силос с добавлением 0,5% молочной + 0,5% уксусной кислот	4,2	0,94	0,42	0	0,22	0	16,3	16,1 11,0	360·10 <sup>4</sup>	38·10 <sup>4</sup>	0
	4,2	0,88	0,38	0	0,15	0			300·10 <sup>4</sup>	94·10 <sup>4</sup>	0
Силос с добавлением 0,3% молочной + 1% уксусной кислот	4,3	0,4	0,83	0	0,12	0	16,3	16,3 16,3	80·10 <sup>4</sup>	35·10 <sup>4</sup>	0
	4,3	0,41	1,06	0	0,19	0			98·10 <sup>4</sup>	33·10 <sup>4</sup>	0
Силос с добавлением 0,2% молочной + 0,2% уксусной кислот	4,3	0,61	0,25	0	0,15	0	16,3	2,3 1,7	49·10 <sup>6</sup>	61·10 <sup>6</sup>	0
	4,1	0,83	0,36	0	0,13	0			23·10 <sup>6</sup>	584·10 <sup>6</sup>	0

\* Примечание: а) в числителе — показатели через 14 дней,  
в знаменателе — через 1 месяц;

б) 0 — отсутствие роста микроорганизмов и кислоты.

терий, приведет к его порче, отпадало, так как взамен ее образуются пропионовая и уксусная кислоты, а бактериоцидность уксусной кислоты выше молочной. Следует учесть также, что уксусная кислота в этих условиях накапливается в силосе в результате молочнокислого и пропионовокислого брожений.

Большой интерес представляет синтез пропионовокислыми бактериями витамина В<sub>12</sub>, которого в силосе явно не достает.

Для выяснения условий развития пропионовокислых бактерий на кукурузном отваре с добавлением 2% глюкозы и 1% пептона был поставлен следующий опыт. Суспензию пропионовокислых бактерий вносили в питательную среду, разлитую по 70 мл в эрлеймейровские колбы емкостью 150 мл, которые выдерживались в термостате при температуре 28—30°. В одном варианте опыта вносили одни пропионовокислые бактерии, в другом пропионовокислые бактерии и дрожжи, в третьем варианте — пропионовокислые и молочнокислые бактерии, в четвертом — одни молочнокислые бактерии. Через 7 дней культуральная жидкость анализировалась, при этом было выяснено, что в среде, в которую вносили одни пропионовокислые бактерии, рН был равен 4,15, при их смеси с дрожжами — 5,2, а в среде, где присутствовали молочнокислые бактерии — 3,2. Летучих кислот (общая сумма) накапливалось больше в среде с чистыми пропионовокислыми бактериями (0,55%).

Во всех вариантах опыта на жидкой среде, в которую вносили пропионовокислые бактерии, имело место накопление витамина В<sub>12</sub>.

Хорошее развитие пропионовокислых бактерий на кукурузном отваре позволило нам перейти к непосредственному применению этих бактерий при силосовании зеленой массы кукурузы. Первая серия опытов была поставлена в лабораторных условиях. Силосование проводилось без всякой закваски, с закваской пропионовокислых бактерий, с закваской пропионовокислых бактерий в смеси с дрожжами и в смеси с молочнокислыми бактериями. Эти опыты повторялись в течение двух лет (1960—1961 гг.). Средние данные химического и бактериологического анализов представлены в таблице 4.

Из таблицы 4 видно, что рН опытных силосов в течение 6 месяцев не превышал 3,8—4,2, рН силоса с закваской из пропионовокислых бактерий и дрожжей через 2 месяца достигал 4,6, а затем к 6 месяцам повысился до 5,0. Витамин В<sub>12</sub> был обнаружен только в тех силосах, где вносились закваска из пропионовокислых бактерий. При хранении витамин В<sub>12</sub> почти не разрушался. Больше всего витамина В<sub>12</sub> накапливалось в силосе, приготовленном с закваской из пропионовокислых бактерий с дрожжами.

В зависимости от закваски был различным и кислотный состав силосов. Количество молочной кислоты в контрольном

Таблица 4

Показатели химического состава силосов из кукурузы, заложенных в лабораторных условиях

Варианты опыта	рН			Определение по Вигнеру						Определение хроматографическое						Витамины В <sub>12</sub> , в мкг/г		
	1	2	6	количество молочной кислоты, в %			количество уксусной кислоты, в %			количество пропионовой кислоты, в %			количество уксусной кислоты, в %			1	2	6
				1	2	3	1	2	6	1	2	6	1	2	6			
Силос без закваски (контроль)	4,2	3,8	4,1	1,26	1,2	1,52	$\frac{0,3}{0,13}$	$\frac{0,3}{0,13}$	$\frac{0,32}{1,15}$	нет	нет	нет	0,3	0,31	0,34	нет	нет	следы
Силос с закваской пропионовокислых бактерий	4,4	3,9	4,0	1,59	1,26	1,53	$\frac{0,26}{0,12}$	$\frac{0,25}{0,1}$	$\frac{0,24}{0,12}$	0,09	0,06	0,05	0,48	0,3	0,3	0,04	0,04	0,02
Силос с закваской пропионовокислых бактерий и дрожжей	4,2	4,6	5,0	0,56	0,58	0,13	$\frac{0,36}{0,47}$	$\frac{0,46}{0,44}$	$\frac{0,62}{0,71}$	0,1	0,15	0,6	0,5	0,3	0,71	0,08	0,08	0,1
Силос с закваской пропионовокислых и молочнокислых бактерий	4,2	3,85	4,0	1,36	1,71	1,53	$\frac{0,11}{0,04}$	$\frac{0,14}{0,06}$	$\frac{0,13}{0,06}$	0,08	0,07	0,04	0,36	0,15	0,17	0,01	следы	0,02

Примечание: а) в числителе — показатели свободных летучих, а в знаменателе — связанных летучих кислот;

б) в этой и последующих таблицах цифры 1, 2, 6 в шапке означают месяцы, после которых проводились анализы.

силосе и в силосе с закваской из смеси пропионовокислых и молочнокислых бактерий при их хранении достигало 1,53%. В силосе же с закваской из пропионовокислых бактерий с дрожжами количество молочной кислоты уменьшилось. Во всех вариантах опыта количество летучих жирных кислот в течение 6 месяцев изменялось незначительно. Исключение составляет силос, в который вносили закваску пропионовокислых бактерий в смеси с дрожжами: количество уксусной кислоты через месяц составляло 0,5%, пропионовой — 0,1%, а через 6 месяцев — соответственно 0,7 и 0,6%. Масляная кислота не была обнаружена ни в одном из вариантов опыта.

Так как на птицефермах комбинированный силос готовится из кукурузы, желтой тыквы, моркови, сои, люцерновой муки и других растительных компонентов, то возникла необходимость в выявлении характера влияния на его качество применения бактериальной закваски из пропионовокислых бактерий. Силосовали желтую тыкву, сахарную свеклу как в отдельности, так и в смеси с кукурузой, люцерновой мукой. В одном из вариантов опыта было проверено влияние добавок кобальта на витаминобразующую способность пропионовокислых бактерий. Хлористый кобальт вносился в кукурузный силос в количестве 0,4 мг% как с закваской пропионовокислых бактерий, так и без них.

Химические и микробиологические анализы этих силосов, проведенные в динамике, показали, что закваска из пропионовокислых бактерий, как и в предыдущем опыте, способствовала уменьшению количества молочной кислоты и увеличению летучих жирных кислот. Причем в результате жизнедеятельности пропионовокислых бактерий силос обогащается витамином В<sub>12</sub> в количестве 0,06—0,07 мкг/г. Внесение микроэлемента кобальта в кукурузный силос не вызвало существенных изменений в биосинтезе витамина В<sub>12</sub>. Актуальная кислотность силосов с закваской пропионовокислых бактерий была выше, чем в силосах без нее. Так, например, в комбинированном силосе без закваски через 6 месяцев рН составлял 4,2, а с закваской — 4,65. Масляная кислота нигде не была обнаружена.

Таким образом, лабораторными опытами выяснено, что пропионовокислые бактерии могут развиваться не только в кукурузном силосе, но и в силосах из различных высокосахаристых растительных компонентов. Лучший рост и развитие пропионовокислых бактерий всегда имели место при внесении их в силос в смеси с дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*, раса XII. По всей вероятности, здесь имеет место стимулирующее действие дрожжей на пропионовокислые бактерии, подобно тому, как это наблюдается с молочнокислыми бактериями при их симбиозе с дрожжами. Механизм симбиоза пропионовокислых бактерий и дрожжей требует специального исследования.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОПИОНОВОКИСЛОЙ ЗАКВАСКИ ПРИ СИЛОСОВАНИИ КОРМОВ В ЯМАХ И ТРАНШЕЯХ

На экспериментальной базе Института микробиологии и вирусологии АН КазССР в учебно-опытном хозяйстве Талгарского сельскохозяйственного техникума мы силосовали кукурузу с участием пропионовокислых бактерий два сезона (1960—1961 гг.). Силос закладывали в цилиндрические цементированные ямы емкостью 2 тонны каждая. Силосование кукурузы осуществлялось в следующих вариантах: с пропионовокислой закваской, с пропионовокислой закваской в смеси с дрожжами и в смеси с молочнокислыми бактериями. Контролем служил силос без всякой закваски. Открытые ямы производили приблизительно в одно и то же время, через шесть месяцев. Средние данные химических и микробиологических анализов сведены в таблицу 5.

Из данных таблицы 5 видно, что в силосах с пропионовокислой закваской рН выше. Количество молочной кислоты в контрольном силосе и в силосе с бактериальной закваской из пропионовокислых бактерий в смеси с молочнокислыми равнялось 1,28—1,53%, в силосах с пропионовой и пропионоводрожжевой закваской — 1,17—1,03%. При хроматографическом определении на силикагелевой колонке установлено, что уксусной и пропионовой кислот накапливалось больше в тех силосах, в которые вносились закваски пропионовокислых бактерий. Внесение закваски способствовало лучшему сохранению общего и белкового азота и накоплению витамина В<sub>12</sub>.

Количество микроорганизмов в экспериментальных силосах через 6 месяцев было незначительным на всех средах.

Масляная кислота отсутствовала во всех силосах, и по органолептическим данным они оценивались как хорошие.

Кукурузный силос с пропионовокислой закваской, заложённый в Талгарском учхозе в 1961 г., скармливался курам-несушкам. Опыт проводился с целью выявления эффективности влияния обогащенного витамином В<sub>12</sub> силоса на яйценоскость кур. В результате было установлено, что специализированный силос с закваской из пропионовокислых бактерий способствовал повышению яйценоскости кур. Опытная группа кур, получавшая силос, обогащенный витамином В<sub>12</sub>, повысила яйценоскость на 14,8% по сравнению с контрольной группой (Шамис, Никитин, Ильина, Ким, 1964).

Силосование кукурузы осуществлялось нами также на экспериментальной базе Института физиологии АН КазССР в течение трех сезонов (1960—1962 гг.) в цементированных ямах емкостью 2 тонны.

Силосование проводили в тех же вариантах, что и в учебно-опытном хозяйстве Талгарского сельскохозяйственного техникума. Этими опытами, как и предыдущими, преследовалась

Средние показатели анализов кукурузных силосов из ям Талгарского учхоза, заложенных в 1960 и 1961 гг.

Варианты опыта	pH	Количество кислот, в %			Определение хроматографическое		Влажность, в %	Количество витаминов, в мкг/с		Количество азота, в %		Количество общего сахара, в %	Количество микроорганизмов в 1 г силоса на срезах		
		молочной	укусной	масляной	общее количество летучих кислот, в %			В <sub>12</sub>	В <sub>1</sub>	общего	белкового		МПА	ТАСМ	ТА
					пропионовой	уксусной									
Кукуруза без закваски	4,15	1,28	$\frac{0,31}{0,16}$	нет нет	0,06	0,21	68,3	0,01	1,24	0,960	0,558	0,795	11·10 <sup>4</sup>	12·10 <sup>4</sup>	13·10 <sup>4</sup>
Кукуруза с пропионовокислой закваской	4,3	1,17	$\frac{0,38}{0,18}$	нет нет	0,19	0,27	72,7	0,047	1,2	1,250	0,727	1,3	7·10 <sup>4</sup>	19·10 <sup>4</sup>	4·10 <sup>4</sup>
Кукуруза с пропионовокислой закваской с дрожжами	4,2	1,03	$\frac{0,33}{0,16}$	нет нет	0,17	0,31	72,2	0,04	1,2	1,180	0,654	0,9	19·10 <sup>4</sup>	17·10 <sup>4</sup>	28·10 <sup>4</sup>
Кукуруза с закваской пропионовокислых и молочных бактерий	4,2	1,53	$\frac{0,39}{0,21}$	нет нет	0,1	0,2	72,0	0,024	—	1,220	0,510	1,6	50·10 <sup>4</sup>	5·10 <sup>4</sup>	11·10 <sup>4</sup>

Примечание: в числителе — показатели свободных летучих, а в знаменателе — связанных летучих кислот.

цель получить силос, обогащенный летучими жирными кислотами и витамином В<sub>12</sub>.

Учитывая специфическое влияние пропионовой кислоты на организм крупного рогатого скота и зная взаимозаменяемость легкопереваримых углеводов и пропионовой кислоты у жвачных, мы использовали кукурузный силос, приготовленный с участием пропионовокислых бактерий, в качестве профилактического мероприятия против кетоза крупного рогатого скота. Работы проводились комплексно. Технологические и микробиологические разделы опыта осуществлялись нами, кормление и изучение физиологии животного организма при скормливании указанного силоса — физиологами.

Микробиологическими и биохимическими анализами полученных силосов установлено, что рН силосов с пропионовокислыми бактериями несколько повышается. Если в контрольных силосах (без пропионовокислой закваски) рН в среднем составлял 3,9, то в силосах с пропионовокислой закваской его величина достигала 4,1. Отмечалось также постоянное понижение содержания молочной кислоты в силосах с пропионовокислыми заквасками — 0,97—1,2%, тогда как в контрольном силосе ее было в среднем 1,48%.

Кроме того, в силосах с заквасками из пропионовокислых бактерий пропионовой кислоты было в 2—3 раза больше, чем в силосах без закваски. Витамин В<sub>12</sub> в количестве до 0,04 мкг/г было обнаружено в тех силосах, куда вносилась закваска из пропионовокислых бактерий.

Трехлетние данные микробиологического анализа опытных силосов показали, что микроорганизмов на среде МПА в силосах с заквасками в 2 раза меньше, чем в контрольных. На травяном агаре с мелом молочнокислые бактерии выявлялись и в момент вскрытия ям. Цвет экспериментальных силосов был зеленовато-коричневым или же зеленовато-желтым, запах — приятный, кислый. Опытные силосы скормливались fistульным коровам алатауской породы.

Результаты физиологических опытов показали хорошую поедаемость силосов с пропионовой и пропионоводрождевой заквасками, при этом физиологи в крови животных отмечали понижение концентрации кетоновых тел и возрастание сахара. Показатели процента молочного жира были наивысшими при кормлении коров силосом с бактериальными заквасками пропионовокислых бактерий. Молоко коров, содержащихся на силосе, приготовленном с участие этих заквасок, органолептически и по другим показателям было вполне пригодным для получения сыров и высококачественного масла. (Базанова, Никитин, 1963).

Для проведения широких производственных опытов в 1962—1963 гг. в колхозе «Победа» Сайрамского производ-

ственного управления Чимкентской области в цементированных полуназемных траншеях был заложен кукурузный силос с пропионово-дрожжевой закваской (204 т). Контролем служил силос, заложенный в тех же условиях, но без закваски.

При вскрытии через 4 месяца силос, приготовленный с участием закваски пропионовокислых бактерий, был зеленоватого цвета, имел приятный запах и нормальную консистенцию. Данные микробиологического и химического анализов силосов приведены в таблице 6.

Из таблицы 6 видно, что в силосах, полученных с участием пропионово-дрожжевой закваски, как и в предыдущих опытах, уменьшается содержание молочной кислоты по сравнению с контролем, соответственно увеличивается также количество летучих жирных кислот. Содержание пропионовой кислоты в них в 2—3 раза больше, чем в силосах без закваски.

Бактериальная закваска способствовала увеличению белкового состава силосов. Витамины В<sub>12</sub> и В<sub>2</sub> обнаружены в больших количествах в тех силосах, куда вносились бактериальная закваска из пропионовокислых бактерий. Наличие масляной кислоты было отмечено только в силосах при спонтанном брожении.

В 1963 и 1964 гг. опытные силосы скармливались лактирующим коровам аулиеатаинской породы.

Проведенными опытами было выявлено, что жирность молока и суточный удой животных, получавших силос без закваски, во все периоды проведения экспериментов оставались на одном уровне. В других группах в опытный период, т. е. когда коровы получали силос, приготовленный с участием закваски, удой сохранился на одном уровне, но зато значительно изменилась жирность молока (в среднем по группам на 0,27—0,21%). Улучшилось также качество молока, оно содержало больше белка, казеина и молочного сахара. Столь заметные изменения молочной продуктивности подопытных коров происходили одновременно с изменением гематологических показателей. В опытный период у животных увеличилась резервная щелочность и концентрация сахара в крови. Наряду с этим произошло снижение концентрации кетоновых тел крови (Базанова, Никитин, и др. 1964).

Все изменения, происходящие в организме подопытных коров, специалисты склонны относить к действию изменившегося комплекса кислот в экспериментальных силосах, так как на протяжении всех периодов опыта рацион не изменялся, а менялось только качество корма (кислотный и витаминный состав кукурузного силоса).

Физиологи считают (Базанова, Никитин, 1963, 1964), что введение в рацион молочных коров силоса, обогащенного пропионовой закваской, позволит свести к минимуму подкормку концентратами и кормовой свеклой и полностью отказаться



Таблица 6

Данные химического и микробиологического анализов силосов, заложенных в различных хозяйствах

Варианты опыта	pH	Влажность силоса, в %	Количество молочной кислоты, в %	Определение по Ригнеру		Хроматографическое определение			Количество общего азота, в %	Количество белкового азота, в %	Количество витаминов		Количество микроорганизмов в 1 г силоса на срезах		
				количество летучих кислот, в %		уксусной кислоты, в %	пропионовой кислоты, в %	масляной кислоты, в %			В <sub>12</sub> , в мкг/г	В <sub>2</sub> , в мг/г	МПА	ТА (травяной агар)	ТАСМ
				уксусной	масляной										
Силос, заложенный из кукурузы в 1962 г. в колхозе „Победа“ Сайрамского производственного управления	4,3	72	1,22	0,85	0,06	1,20	0,14	0,08	0,980	0,507	0,07	0,46	150,0 <sup>5</sup>	136,10 <sup>5</sup>	20,10 <sup>5</sup>
				0,52	нет										
1) контрольный															
2) с пропионово-дрожжевой закваской.	4,3	74,5	0,90	1,08	нет	1,27	0,22	нет	1,155	0,690	0,04	1,86	нет	15,10 <sup>5</sup>	нет
				0,42	нет										
Силос, заложенный из кукурузы в 1963 г. в колхозе „Победа“ Сайрамского производственного управления,															

Исследования выполнены  
Мисюковой Е. С. под руководством  
Семанова А. А. в лаборатории  
Мисюковой Е. С.

14533

Варианты опыта	pH	Влажность силоса, в %	Количество молочной кислоты, в %	Определение по Вигнеру		Хроматографическое определение			Количество общего азота, в %	Количество белкового азота, в %	Количество витаминов		Количество микроорганизмов в 1 г силоса на средах		
				Количество летучих кислот		уксусной кислоты, в %	пропионовой кислоты, в %	масляной кислоты, в %			В <sub>12</sub> , в мкг/г	В <sub>2</sub> , в мкг/г	МПА	ТА (гравийной агар)	ТАСМ
				уксус- ной	масля- ной										
1) контрольный	4,0	76,2	1,17	$\frac{0,55}{0,21}$	нет $\frac{0,03}{0,03}$	0,71	0,03	0,04	0,980	0,691	сле- ды	—	115·10 <sup>5</sup>	нет	50·10 <sup>5</sup>
2) с пропиново- дрожжевой заквас- кой	4,5	75,8	0,64	$\frac{1,26}{1,40}$	нет $\frac{0,025}{0,025}$	1,3	0,1	0,02	1,470	0,927	0,041	—	12·10 <sup>5</sup>	нет	нет
Силос комбини- рованный, zalo- женный в 1962 г. в подсобном хо- зяйстве КИЗа															
1) контрольный без закваски	4,1	79,1	1,5	$\frac{0,96}{0,59}$	нет нет	1,01	0,06	нет	1,01	0,682	0,02	0,83	18·10 <sup>4</sup>	42·10 <sup>4</sup>	нет
2) с пропиново- дрожжевой заквас- кой	4,2	74,6	0,78	$\frac{1,27}{0,48}$	нет 0,02	0,96	0,2	нет	1,26	0,857	0,07	1,25	11·10 <sup>4</sup>	86·10 <sup>4</sup>	нет

Примечание: в числителе — показатели свободных летучих, а в знаменателе — связанных летучих кислот.

от дачи патоки и осоложенных кормов для ликвидации кетонообразования.

Параллельно с опытами в колхозе «Победа» было проведено производственное испытание пропионовокислой закваски в приготовлении комбинированного силоса. Для этой цели в подсобном хозяйстве Казахского института земледелия в 1962 г. в цементированные полузаземные траншеи заложили комбинированный силос из следующих компонентов: кукурузной массы — 42,9%, моркови — 0,6%, свеклы сахарной — 50,3%, початков кукурузы — 0,9%, тыквы желтой — 1,8%, люцерны — 3,4%.

Комбинированного силоса с пропионово-дрожжевой закваской было заложено 1055 тонн, а контрольного (без закваски) — 450 тонн.

Вскрытие траншей было произведено одновременно, через 4 месяца. По мере скармливания силосов с различных мест брались образцы для химического и микробиологического анализов. Результаты анализов представлены в таблице 6. Из данных таблицы 6 видно, что опытный силос содержал 0,78% молочной кислоты, 0,96% уксусной (общее количество) и 0,2% пропионовой. В контрольном силосе молочной кислоты было почти в 2 раза больше — 1,5%, общее количество уксусной — 1%, пропионовой — 0,06%. Закваска обогатила также комбинированный силос и витамином В<sub>12</sub>. Так, в контрольном силосе его содержалось 0,02, а в опытном — 0,07 мкг/г. В силосе с пропионово-дрожжевой закваской было выше также содержание общего и белкового азота.

В комбинированном силосе микроорганизмы выявлялись только на травяном агаре. Молочнокислых и гнилостных бактерий ни в том, ни в другом силосе к моменту вскрытия не было обнаружено.

С целью выявления действия витамина В<sub>12</sub>, накопленного в комбинированном силосе с пропионовокислой закваской, было проведено скармливание его в условиях производства уткам и курам.

Если при кормлении крупного рогатого скота силосом с пропионовокислой закваской на первый план выступает изменение кислотного состава силоса, играющее существенную роль в физиологии обмена животного организма, а витамин В<sub>12</sub> синтезируется самими животными, то при кормлении домашней птицы витамин В<sub>12</sub>, образуемый пропионовокислыми бактериями, имеет в составе силоса первостепенное значение. Опыты по скармливанию приготовленного нами комбинированного пропионово-дрожжевого силоса проводили сотрудники Казахского научно-исследовательского института животноводства.

В результате проведения трехмесячного опыта были получены следующие результаты: группа уток, получавшая сп-

дос с пропионово-дрожжевой закваской, съела яиц на 6,57% больше, чем группа, получавшая силос без закваски. У группы уток, получавшей силос с этой закваской, повысилась яйценоскость, вес суточных утят и их сохраняемость (Базанова, Казанина и др., 1964).

У кур при кормлении их силосом с бактериальной закваской из пропионовокислых бактерий было отмечено повышение яйценоскости на 17,5%, выводимости — на 8% по сравнению с группой кур, которая получала контрольный силос (без закваски). Средний вес цыпленка при выводе в опытной группе был на 7,6% выше, чем у цыплят контрольной группы. Сохраняемость цыплят в месячном возрасте была также выше у кур опытной группы.

Из работ многих специалистов (Вальдман, 1957; Маслиева, 1961) известно, что витамин В<sub>12</sub>, добавленный к растительному рациону, повышает его полноценность, способствует лучшему усвоению общего азота корма, улучшает переваримость протеинов, тем самым удешевляет стоимость кормов, расходуемых на производство птичьего мяса. Следовательно, использование в птицеводстве комбинированного пропионово-дрожжевого силоса, обогащенного витамином В<sub>12</sub>, может стимулировать все функции организма и способствовать усвоению других кормов.

## ВЫВОДЫ

1. Независимо от того, как силосуются кукуруза, — с заквасками молочнокислых бактерий homo, гетероферментативной группы или спонтанным брожением, — в силосе неизменно превалирует процесс гетероферментативного молочнокислого брожения со свойственным ему соотношением образуемых молочной и уксусной кислот.

2. При сравнении бактерицидного действия молочной и уксусной кислот на нежелательную микрофлору силоса преимущества оказались на стороне менее диссоциированной уксусной кислоты, в бактерицидном действии которой участвует и ее недиссоциированная часть молекулы.

3. В целях регулирования процессов кислотообразования в кукурузном силосе впервые в практике силосования кормов предложена закваска из пропионовокислых бактерий.

4. Внесение пропионовокислых бактерий в силосуемую кукурузную массу приводит к изменениям в кислотном составе силоса: уменьшается содержание молочной кислоты, образуется пропионовая кислота и за счет суммы двух брожений (молочнокислого и пропионовокислого) возрастает количество уксусной кислоты.

5. Сбраживание пропионовокислыми бактериями части молочной кислоты предотвращает перекисление силоса, а по-

высшие содержания уксусной кислоты делает его стойким при хранении.

6. Пропионовокислые бактерии лучше развиваются в силосе при добавке в закваску в качестве стимулирующего фактора дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, раса XII.

7. Силосование кормов с участием пропионово-дрожжевой закваски приводит к накоплению в силосе витамина В<sub>12</sub>, который в количестве 0,03—0,07 мкг/г сохраняется в нем до 6 месяцев.

8. На основе многократно проведенных опытов по скармливанию специализированного пропионового и пропионово-дрожжевого силоса лактирующим коровам и птице доказана хорошая его поедаемость, при этом у лактирующих коров повышается жирность молока в среднем на 0,21—0,26% без нарушений кондиций молочных продуктов, улучшается физиологическое состояние животных, снижается явление ацидоза. В птицеводстве применение в корм силоса с пропионово-дрожжевой закваской увеличивает яйценоскость кур и уток, способствует сохранению инкубационных качеств яиц и выживаемости молодняка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО  
В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Роль бактериальных заквасок в регулировании процесса кислотообразования в силосе. Консервирующие свойства молочной и уксусной кислот. Труды Института микробиологии и вирусологии АН КазССР. Т. V, 1961, стр. 51—57 (в соавторстве с Д. Л. Шамисом).

2. Роль пропионовокислых бактерий в силосовании кукурузы (сообщение 1). Труды Института микробиологии и вирусологии АН КазССР. Т. VII, 1963, стр. 3—9 (в соавторстве с Д. Л. Шамисом).

3. Влияние закваски из пропионовокислых бактерий на качество и кормовые достоинства кукурузного силоса. Известия АН КазССР. Серия биологическая, вып. 2, 1964, стр. 25—42 (в соавторстве с Д. Л. Шамисом, Н. У. Базановой, Б. Н. Никитиной, С. А. Казаниной, В. Н. Ким).

4. Роль пропионовокислых бактерий в силосовании кормов (сообщение 2). Известия АН КазССР. Серия биологическая, вып. 1, 1965, стр. 44—51 (в соавторстве с Д. Л. Шамисом).