

ГЗС.09 45 451.4  
А36  
1012449

О. А. АЙБАЗОВ



ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ  
СПОСОБ  
ОБРАБОТКИ  
СОЛОМЫ

О. А. АЙБАЗОВ

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ  
СПОСОБ  
ОБРАБОТКИ  
СОЛОМЫ

1012449

МОСКВА  
РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ — 1984

ББК 45.45  
А 36  
УДК 636.04

**Айбазов О. А.**

**А 36 Ферментативный способ обработки соломы.—  
М.: Россельхозиздат, 1984.— 49 с., ил.**

В брошюре подробно характеризуется технология ферментативного гидролиза соломы и обогащения ее белком дрожжей, а также другими ферментными препаратами.

Рассчитана на специалистов животноводческих ферм.

$\frac{3804010302-027}{M104(03)-84}$  47—84

ББК 45.45  
636.04

ОЛЕГ АУБЕКIROVИЧ АЙБАЗОВ

### **ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ СПОСОБ ОБРАБОТКИ СОЛОМЫ**

Зав. редакцией Н. А. Тараненко. Редактор  
В. С. Леонтьев. Художественный редактор  
Н. Г. Глебовский. Технический редактор  
Т. Н. Каждан. Корректор А. В. Садовникова.

**ИБ № 1796**

Сдано в набор 12.10.83. Подписано в печать 14.02.84.  
Л 74283. Формат 84×108/32. Бумага тип. № 1. Гарнитура  
литер. Печать высокая. Объем усл. печ. л. 2,52, усл.  
кр.-отт. 2,83, уч.-изд. л. 2,85. Тираж 45 000. Заказ № 401.  
изд. № 1534. Цена 15 коп.  
Россельхозиздат, г. Москва, К-30, Селезневская ул., 11а

Книжная фабрика № 1 Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Электросталь Московской области, ул. им. Тевосяна, 25.

$\frac{3804010302-027}{M104(03)-84}$  47—84

© Россельхозиздат, 1984

---

## **ВВЕДЕНИЕ**

В постановлении майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС подчеркивается, что сейчас на первый план выдвигается задача более быстрого развития животноводства и последовательного перевода его на промышленную основу. Для осуществления этой задачи необходимо создать прочную кормовую базу для животноводства в каждом хозяйстве. При этом требования к хорошей кормовой базе определяются прежде всего задачами рационального и полноценного кормления животных, обеспечивающего получение наибольшего количества продукции при наименьших затратах.

Одним из возможных резервов обеспечения животных кормами является широкое применение в рационах отходов зернового производства, в частности соломы. Опыт передовых хозяйств показывает большой эффект применения после специальной обработки соломы и других отходов технических культур за счет обогащения их полноценным белком, витаминами и минеральными веществами. В настоящее время в стране создано более 80 тыс. кормоцехов, типовое оборудование которых пригодно для производства высокобелкового корма из целлюлозосодержащих отходов сельскохозяйственного производства путем их биологической обработки.

В современных условиях становится крайне необходимой целеустремленная работа по налаживанию промышленного производства биологически ценного корма для животных из отходов сельскохозяйственного производства, по дальнейшему повышению его кормовых достоинств. Применение такого корма в качестве дополнительного источника белка открывает перспективу значительного сокращения других видов кормов в рационах сельскохозяйственных животных.

## КОРМОВЫЕ ДОСТОИНСТВА СОЛОМЫ

Солома — самый дешевый и высокоэнергетический грубый корм для жвачных животных. Солома злаковых культур по энергетической ценности приближается к зерну, хотя по питательности из-за низкого содержания протеина и высокого — клетчатки уступает ему (табл. 1).

Усвояемость энергии органических веществ соломы составляет 30—35 %. Это объясняется тем, что ее органическое вещество примерно на 80—90 % состоит из сложных

Таблица 1

Состав и питательная ценность соломы

Солома	Компоненты соломы, %						В 1 кг соломы содержится	
	вода	протеин	жир	клетчатка	БЭВ	зола	корм. ед., кг	переваримого протеина, г
Виковая	15	5,5	1,9	35,3	35,0	7,3	0,23	23
Гороховая	15	6,5	2,3	38,5	31,4	6,2	0,22	31
Клеверная	15	5,9	2,2	41,9	29,9	4,1	0,14	26
Люцерновая	15	7,4	1,3	37,3	33,7	5,3	0,19	33
Овсяная	15	4,0	1,9	34,3	39,0	5,8	0,31	12
Просьяная	15	6,0	2,0	27,8	40,6	6,8	0,40	24
Пшеничная озимая	15	4,5	1,6	36,7	36,8	5,4	0,20	8
Пшеничная яровая	15	4,4	1,6	34,2	36,9	6,0	0,22	11
Ржаная яровая	15	3,6	1,5	37,3	39,6	3,0	0,23	7
Рисовая	15	4,8	1,4	25,6	39,8	12,4	0,24	20
Соевая	15	5,7	2,0	28,7	34,4	4,2	0,32	28
Чечевичная	15	7,7	2,2	33,5	34,6	7,0	0,31	35
Чина посевная	15	8,9	2,9	29,8	35,3	9,1	0,28	60
Ячменная	15	4,6	1,8	33,6	39,2	5,8	0,35	12

нерастворимых полисахаридов — пектинов, гемицеллюлозы, целлюлозы и инкрустирующих веществ — лигнина, кутина, кремниевой кислоты. Такая клетчатка слабо поддается действию бактериальных ферментов пищеварительного тракта, поэтому переваримость питательных веществ соломы незначительна (табл. 2).

Таблица 2

Переваримость соломы некоторых культур

Солома	Компоненты соломы, %			
	протеин	жир	клетчатка	БЭВ
Виковая	42,0	33,0	39,0	51,1
Гороховая	48,0	44,0	38,0	55,0
Кукурузная	44,8	53,9	61,2	62,4
Овсяная	34,0	31,0	54,0	46,0
Пшеничная озимая	34,0	33,0	50,0	37,0
Пшеничная яровая	46,6	44,2	45,1	40,8
Просьяная	42,0	63,0	47,0	42,4
Ржаная	35,4	39,4	45,2	52,3
Рисовая	46,5	41,5	58,0	38,4
Ячменная	20,0	41,0	57,0	42,0

По мере развития растения количество клетчатки в нем увеличивается, накапливается особое органическое вещество — лигнин, придающий растению большую механическую прочность.

Кроме того, в растительной клетке в значительном количестве содержится другой полисахарид — гемицеллюлоза, которая менее стойка по сравнению с клетчаткой по отношению к кислотам и щелочам.

По мнению отдельных ученых, низкая переваримость питательных веществ соломы связана еще с тем, что углеводы и белки более высокого качества по мере созревания растения переходят в зерно, а белки и углеводы низкого качества остаются в соломе. Вследствие этого кормовое достоинство соломы при скармливании ее скоту без предварительной подготовки очень низкое, хотя в соломе содержится большое количество некоторых сложных углеводов, обладающих существенной питательной ценностью для жвачных животных.

Известно, что животноводы давно и охотно используют на корм скоту овсяную солому, потому что она более мягкая, в ней все химические соединения — клетчатка, безазо-

тистые экстрактивные вещества, белок, жиры — находятся в менее связанном состоянии.

Поскольку организм животных не вырабатывает каких-либо ферментов, разрушающих основной компонент соломы — клетчатку, она переваривается только за счет ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. Целлюлозолитическое действие микроорганизмов на солому тем выше, чем их больше. Поэтому для быстрого размножения микроорганизмов необходимо обеспечить их питательными веществами и поддерживать в преджелудках животных рН 6,5—7,5.

В процессе сбраживания клетчатки образуются уксусная (50—70 %), пропионовая (15—30 %) и другие кислоты, которые резко тормозят развитие целлюлозолитических бактерий. Если рацион животных содержит достаточное количество веществ, создающих слабокислую реакцию в рубце (рН 6,0—7,0), и бактерии обеспечены питательными веществами, то условия для переваривания клетчатки соломы будут оптимальными, а значит, и переваримость соломы животными будет значительно выше.

## **ЗАГОТОВКА И ХРАНЕНИЕ СОЛОМЫ**

В настоящее время известен ряд способов уборки и хранения соломы. Наиболее широкое распространение получили обычная уборка соломы и хранение ее в скирдах и в прессованном виде.

При обычной уборке зерновые комбайны оборудуют навесными копнителями, куда собирается солома и затем выгружается на стерню в определенном месте. Оттуда с помощью копновозов или навесных волокуш копны соломы доставляют к месту хранения и укладывают в крупные скирды.

Заготовка соломы и хранение ее в тюках в прессованном виде значительно выгодны, так как во многом облегчают перевозку и укладку ее в скирды. В этом случае комбайн работает со снятым днищем копнителя и солома укладывается в валок. С валков солому подбирает пресс-подборщик типа ПС-1,6.

Пресс-подборщик прессует солому в тюки прямоугольной формы с одновременной автоматической их обвязкой шпагатом или проволокой (в зависимости от типа вязального аппарата). Агрегируется пресс-подборщик с трактором типа Т-40АН или МТЗ-52Н.

Тюки прессованной соломы с поля подбирают подборщиком-погрузчиком тюков типа МТ-1 или ПТН-4 и погружают в транспортные средства, которые доставляют тюки к месту хранения. Здесь соломенные тюки с помощью транспортера типа ТТ-4 укладывают в скирды. Своевременно убранная солома при таком способе заготовки может храниться несколько лет без заметного снижения ее кормового достоинства. Это позволяет использовать ее по мере необходимости.

## **СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ СОЛОМЫ К СКАРМЛИВАНИЮ**

Последние десятилетия научные учреждения нашей страны, а также за рубежом работают над проблемой повышения переваримости питательных веществ соломы. Исследования включают опыты по механической, химической и термической обработке соломы. Большинство из этих способов направлено на освобождение связей целлюлозы и гемицеллюлозы с лигнином, что повышает их переваримость. Как показала практика, определенный результат дает даже простая резка — измельчение соломы и ее смешивание с другими кормами. Варка и запаривание соломы улучшает ее поедаемость. В настоящее время науке и практике известны корма из соломы, обработанной кислотами, щелочами и обогащенной протеином.

Так, исследователи П. В. Котовский, Е. И. Боровкова (1939) предложили способ обработки соломы гидроокисью железа. Для этого 175 г хлорного железа растворяют в 10 л воды. К полученному раствору добавляют 2—3%-ный раствор едкого натрия до тех пор, пока отстаивающаяся сверху жидкость становится нейтральной или слабощелочной. Затем полученную жидкость разбавляют в 200—300 л воды и замачивают в ней 100 кг соломы. После одно-, двухсуточного выдерживания солому скармливают скоту.

И. М. Захарченко (1950) разработал щелочно-кислотный способ повышения питательности соломы. Для обработки 1 ц соломенной резки расходуют 250—300 л 1,5—2%-ного раствора соляной кислоты. После отжима воды с вредными веществами и промывки соломенной массы водой корм скармливают жвачным животным.

В. А. Бондаренко (1958) предложил способ обработки соломы щелочью. Сущность этого метода заключается в том, что соломенную резку (100 кг) сначала 6 ч выдерживают



в растворе едкого натрия (400 л воды и 4 кг кристаллического порошка NaOH), а затем 3 ч — в растворе соляной кислоты (5 кг кислоты, разведенной в 300 л воды).

П. А. Кормщиков (1968) рекомендует проводить известкование соломы. Для этого ее сначала выдерживают в известковом молоке (90 кг известкового теста растворяют в 2000—2500 л воды) в течение 10—15 мин, а затем от 18 ч до 3 сут — в воде. После этого корм скармливают животным.

Ряд других авторов — И. Н. Ткачев (1962), А. П. Докукин (1967), С. Я. Зафрен (1972) — приводят идентичные способы обработки соломы. Это — обработка соломы едким натрием (каустической содой). Сущность метода заключается в том, что соломенную резку послойно поливают раствором едкого натрия и выдерживают 8—10 ч, после чего ее скармливают скоту.

Обработка соломы кальцинированной содой (углекислый натрий  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) состоит в том, что соломенную резку вымачивают в 5%-ном растворе углекислого натрия, затем в траншее ее трамбуют трактором и накрывают пленкой. Через четыре-пять дней корм готов к скармливанию. Расход кальцинированной соды составляет 50 кг на 1 т соломы.

Можно обрабатывать солому также гашеной известью. Для этого соломенную резку погружают в известковое молоко и выдерживают 5—10 мин. Затем солому укладывают на настил или площадку с наклоном и после 24 ч выдержки корм скармливают животным.

Центральная экспериментальная конструкторско-технологическая лаборатория применения жидкого аммиака и других жидких удобрений в сельском хозяйстве (ЦЭЛАЖ) совместно со Всесоюзным научно-исследовательским институтом кормов им. В. Р. Вильямса разработала эффективную технологию обработки соломы аммиаком в скирдах.

С этой целью скирду соломы покрывают газонепроницаемой полиэтиленовой пленкой и по «инглообразным» трубам в нее вводят аммиачную воду. Аммиачную воду расходуют из расчета 120 л на 1 т соломы. Скирды остаются под пологом при плюсовой температуре в течение 5—6 дней, при минусовой — 10—12 дней. После этого срока пленку снимают и после исчезновения запаха солома готова к скармливанию.

Такая обработка способствует улучшению сахаро-протеинового соотношения в соломе, поскольку создает условия для образования уксуснокислого аммония, который в определенной степени восполняет недостаток протеина.

При этом содержание протеина увеличивается до 3—4%, а переваримость соломы повышается на 10 %.

О положительном опыте химической обработки отходов полеводства сообщают А. В. Модянов и др. (1966). По данным авторов, гидролиз (осахаривание) и **обогащение дрожжевым белком** мякины, соломы и других отходов полеводства повышают питательность грубых кормов в 2,5—3 раза. Сущность этой обработки заключается в том, что измельченный грубый корм или другое растительное сырье закладывают в резервуары и заливают слабым 0,1—0,2%-ным раствором соляной кислоты. Корм, обогащенный микроэлементами (кобальтом, марганцем, медью и др.), закрывают крышкой, подогревают паром от кормозапарника и проводят гидролизную варку. В результате гидролиза происходят химические изменения клетчатки, то есть образуется некоторое количество сахаров. В зависимости от вида растительного материала, степени измельчения, температуры, концентрации кислоты и времени варки можно получить в растительной массе от 5 до 20 % различных сахаров.

Вторая часть обработки заключается в выращивании кормовых дрожжей на осахаренном (гидролизированном) грубом корме. Дрожжевые грибы, используя часть сахаров, содержащихся в растворе и в осахаренной растительной массе, быстро размножаются и обеспечивают накопление значительного количества дрожжевой массы. Грубые корма превращаются таким способом в корма, обогащенные легкоусвояемым дрожжевым белком, жиром и углеводами.

Эффективным способом обработки соломы является **щелочной способ**, предложенный С. Я. Зафреном (1977). При этом в цистерну объемом 5—7 м<sup>3</sup> наливают водопроводную воду из расчета 400—600 л на 100 кг соломы. Паром из кормозапарника нагревают воду до 60—65°C, после чего загружают корм. Тщательно измельченной соломы берут не более 30—35 % от массы смеси, остальные 65—70 % массы должны составлять измельченные крахмальные или сахаристые корма: зерно, сахарная свекла, меласса. К смеси кормов добавляют раствор из суперфосфата и сульфата аммония. Кроме этого, в цистерну вносят 10—15 кг солода и 0,2—0,3 л крепкой соляной кислоты на 1 т содержимого. После внесения всех компонентов включают мешалку и пускают в цистерну пар.

Температуру кормовой массы, равную 80—90°C, поддерживают в течение 1,5—2 ч. После истечения указанного времени смесь охлаждают пропусканием холодной воды по змеевику и воздуха через воздуходувку. Температуру смеси

доводят до 28—30°C, после чего к ней добавляют закваску дрожжей в количестве 5—8 % от массы содержимого цистерны. Все тщательно перемешивают и оставляют для выдерживания дрожжей. Для интенсивного размножения дрожжей сквозь кормовую массу через каждые 2—3 ч по 10—15 мин пропускают воздух. Через 9—12 ч корм готов к использованию. Этот способ обеспечивает обогащение соломы протеином за счет дрожжей, выращенных на сахаристых и крахмалистых кормах.

За рубежом также проводятся исследования по ферментативному гидролизу соломы с целью получения кормового белка.

Интересная технология по производству полнораціонных кормовых смесей разработана в Болгарии, где ежегодно перерабатывают около 40 тыс. т отходов растениеводства — соломы, кукурузных кочерыжек и листьев. Так, например, на кормокухне в Житарове технологический процесс обработки грубых кормов состоит в том, что помимо измельчения грубые корма обогащают раствором солей меди, железа и цинка, перманганатом калия, карбамидом и мелассой, а также производят ферментацию в специальных емкостях в течение 24—36 ч в зависимости от сезона. Обработанную солому скармливают коровам в зимний период в количестве 6—7 кг, в летний — 3—4 кг, овцам — по 1 кг на голову.

Для приготовления обогащающего раствора на 100 л воды добавляют: цинка — 50 г, сульфата меди — 5—10, сульфата железа — 50 г, перманганата калия — до порозовения, карбамида — 750 г и мелассы — 25—30 кг. По данным химического анализа, произведенного в центральной лаборатории Главной инспекции по контролю кормов в Софии, в обработанной соломе увеличивается содержание протеина, микроэлементов и снижается количество клетчатки (табл. 3).

В США известны способы обработки соломы и других целлюлозосодержащих растений щелочами, кислотами, а также способы обогащения их различными питательными веществами. Например, для повышения питательности соломы сначала готовят питательную смесь из зерна, зерновых продуктов, муки, хлопкового семени и рыбной муки с азотистыми веществами (сульфат аммония, мочевина, меласса), а затем перемешивают эту питательную смесь с соломой. Причем необходимо добавлять кислоту, вызывающую гидролиз полисахаридов. Смесь высушивают в потоке дымовых газов в сушилке при температуре 82—115°C в те-

## Химический состав обработанной и необработанной соломы

Компонент	Солома	
	необработанная	обработанная
Вода, %	5,10	51,80
Сырой протеин, %	4,6	7,34
	41,62	34,30
Сырая зола, %	7,87	7,99
Кислотность, рН	—	5,10
Кальций, г	0,30	0,42
Фосфор, г	0,34	0,33
Калий, г	—	1,03
Медь, мг %	—	2,65
Кобальт, мг %	—	0,11
Железо, мг %	—	37,00

чение 5—6 мин. После этого на кормовую смесь наносят концентрированный раствор мочевины и формальдегида в качестве покровного слоя и брикетируют.

В США применяется технология обработки соломы риса, пшеницы, овса, ячменя и ржи. Солому вымачивают в подкисленном растворе диоксана, который берут в таком количестве, чтобы солома была полностью погружена в жидкость. Подкисление диоксана осуществляют смешиванием с 1—2%-ной соляной кислотой в зависимости от массы диоксана. Вымачивание проводят постоянно или через определенные промежутки времени для обеспечения лучшего контакта соломы с подкисленным диоксаном. После вымачивания обработанную солому обдают горячей водой для удаления диоксана и соляной кислоты, а затем массу высушивают.

В США используют также следующий способ сбраживания соломы. Одну часть соломы смешивают с двумя — четырьмя частями водного раствора серной кислоты с нормальностью от 0,1 до 1,0 и в течение 0,5—1 ч пропаривают при температуре 100—125°C. Затем к массе соломы добавляют аммоний в количестве, обеспечивающем уровень рН 4,0—4,5. После этого проводят сбраживание соломенной массы, содержание сухих веществ в которой колеблется от 20 до 33 %, а влажность — до 67 %, с помощью микроорганизмов *Candida utilis*, *Pullularia pullularis*, *Trichoderma viride* при 30°C в течение одного — семи дней. Полученный продукт высушивают.

Во Франции для повышения питательной ценности лигноцеллюлозные материалы, в том числе и солому различных видов растений, обрабатывают раствором щелочи. Избытку щелочи дают стечь с корма до его значительного подщелачивания, и после того как раствор, абсорбированный кормом, прореагировал в течение определенного времени, к нему добавляют раствор кислоты, предпочтительно пищевой, для нейтрализации избытка щелочи в количестве, равном остаточной емкости абсорбции корма после отжима.

В Англии ячменную солому пропускают через молотковую дробилку, выходное сито которой имеет размер ячейки от 3 до 12,5 мм. Тонкость помола грубого корма характеризуется коэффициентом 2—4, показатель однородности — 0:4:6—4:6:0. Солома смешивается с поверхностно-активным веществом — белок-сополимер на основе гидрофобного полиоксипропилена с молекулярной массой 900—3150. В качестве поверхностно-активного вещества можно также применять силикан, полимер сложного эфира глицерина и олеиновой кислоты и полиоксиэтилированные и полиоксипропилированные продукты конденсации этилендиамина.

## **ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ СПОСОБ ГИДРОЛИЗА СОЛОМЫ И ОБОГАЩЕНИЕ ЕЕ ПРОТЕИНОМ ДРОЖЖЕЙ**

Академик Е. Ф. Лискун (1951) неоднократно высказывался в пользу биологической обработки соломы, подчеркивая, что это позволило бы значительно сократить использование зерна на корм скоту. И в настоящее время в связи с промышленным производством пектиназ, целлюлаз и гемицеллюлаз вместо кислот и щелочи стало возможным применить новый ферментативный способ обработки соломы при мягких режимах.

В целях более рационального использования соломы, повышения ее питательной ценности, а также более полной поедаемости и лучшей усвояемости питательных веществ учеными Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева и сотрудниками ВНИИ биотехники разработан состав и способ производства корма из соломы ферментно-дрожжевой обработки.

Сущность метода заключается в гидролизе соломы и обогащении ее протеином дрожжей. Гидролиз осуществляют с помощью отечественных ферментов пектолитического действия, которые нерастворимый протопектин переводят в растворимый, а затем целлюлозолитическими фермента-

ми частично гидролизуют гемицеллюлозу и целлюлозу соломы до сахаров. Из ферментных препаратов применяют пектофоетидин ГЗх в комплексе с целловиридином ГЗх или глюкававорином Пх. Затем на сахарах гидролизата из соломы выращивают дрожжи, что позволяет увеличить содержание протеина в 2—3 раза.

отходы растениеводства	40—45
пектофоетидин ГЗх	0,1—0,12
целловиридин ГЗх	0,1—0,12
дрожжи пекарские	0,2—0,22
зерномучные отходы	2,0—2,2
патока (меласса)	1,2—1,3
монокальцийфосфат	0,2—0,22
диаммонийфосфат	0,2—0,22
карбамид	0,2—0,22
поваренная соль	0,2—0,22
вода и пар	57,4—51,8

Ферментация и дрожжевание тонны соломы обеспечивают содержание протеина в получаемой кормосмеси, аналогичное внесению в солому нескольких центнеров зерна пшеницы.

Повышение питательности соломы и обогащение ее протеином и белком происходят не за счет вносимых добавок, а являются результатом синергического эффекта, когда питательность конечного продукта более чем в 2 раза превышает количество исходного белка и легкопереваримых веществ, имеющих до ферментации.

Во время ферментации и дрожжевания в каждой тонне сухого вещества соломы образуется значительное количество гескозного сахара (глюкозы), на котором выращиваются пекарские дрожжи, содержащие в своей биомассе полноценный белок.

Производство корма на основе соломы не требует ни дополнительных затрат на строительство кормоцехов, ни специального оборудования, поскольку используется имеющееся типовое оборудование. В хозяйствах такой ферментированный корм готовят в кормоцехах, оборудованных смесителями-запарниками типа С-12, за 6—8 ч.

## **ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

Ферменты — специфические белки, играющие роль катализаторов биохимических и обменных процессов. Действие ферментов обычно направлено как в сторону расщеп-

ления сложных молекул веществ, так и в сторону их синтеза (соединения).

Ферменты обнаружены у всех живых существ, начиная от самых примитивных микроорганизмов. В настоящее время известно около 1500 различных ферментов. Совокупное действие ферментов в клетке, ткани, органе обеспечивает нормальный ход обмена веществ в целом. Ферменты действуют при определенных условиях внешней среды, свойственных живым организмам: температуре, рН, объеме. Они обладают очень высокой молекулярной активностью. Например, амилаза слюны, осаживающая крахмал, проявляет свое действие даже при разбавлении в миллион раз. Многие исследователи отмечают, что при ферментативном катализе реакции часто идут в десятки тысяч, миллион раз быстрее, чем при неорганическом катализе.

Под действием ферментов в желудочно-кишечном тракте животного происходит расщепление питательных веществ корма: сложные углеводы (клетчатка, крахмал) распадаются на простые сахара (белки — на пептиды, аминокислоты; жиры — на высшие жирные кислоты, глицерин). Эти продукты распада превращаются животными в энергию и структурные материалы, необходимые для роста тканей тела, воспроизводства и образования продукции.

Ферменты выделяют из растений, животных и микробов. Наиболее высокоэффективными продуцентами ферментов являются микроорганизмы, поэтому промышленное производство ферментов основано на культивировании их различных штаммов. В настоящее время микробиологическая промышленность выпускает значительное количество ферментов в виде комплексных препаратов, которые используют в различных отраслях народного хозяйства.

В сельском хозяйстве ферментные препараты применяют в рационах животных при заготовке кормов в целях повышения переваримости и усвояемости питательных веществ кормов, повышения продуктивности животных и птиц. Характеристика наиболее эффективных ферментных препаратов, используемых для ферментативной обработки соломы, приводится в таблице 4.

#### **ТЕХНОЛОГИЯ ФЕРМЕНТАЦИИ И ДРОЖЖЕВАНИЯ СОЛОМЫ**

При соответствующей технологии органическое вещество соломы, включающее в себя протопектин, гемицеллюлозу, целлюлозу и лигнин, разрушается комплексным фер-

## Характеристика ферментных препаратов

Препарат	Микроорганизм- продуцент	Краткая характеристика препарата и способ получения	Условия действия препарата	
			pH	°C
Пектофое- тидин ГЗх	<i>Aspergillus foetidus</i>	Препарат в виде по- рошка Получается высуши- ванием concentra- та культурной жидкости на рас- пылительной су- шилке Содержит в основ- ном пектолитичес- кие ферменты	3,5—4,0	37—40
Глюкавамо- рин Пх	<i>Aspergillus avamori</i>	Высушенная поверх- ностная культура гриба, выращен- ная на пшеничных отрубях и содер- жащая главным образом амилоли- тические фермен- ты Наряду с высокой активностью фер- ментов амилоли- тического комп- лекса глюкавамо- рин Пх имеет ци- топектолитические ферменты, катали- зирующие гидро- лиз гемицеллюло- зы, пектиновых и других веществ корма	4,5—7	37—45
Целлови- ридин ГЗх	<i>Trichoderma viride</i>	Препарат в виде по- рошка. Получает- ся высушиванием концентра культурной жидкости на распылительной сушилке. Содер- жит в основном целлюлозолитичес- кие ферменты	4,5—5,0	50—55



ментным препаратом на пектиназы, целлюлазы, гемицеллюлазы и целлобиазы. Пектиназа разрушает протопектины до пектовой кислоты и галактуроновых кислот, что открывает доступ гидролизующих ферментов к гемицеллюлозе, а затем к целлюлозе. Гемицеллюлоза разрушается ферментным препаратом гемицеллюлазой до целлюбиозы, которая, в свою очередь, расщепляется ферментом целлюбиазой до простого сахара — глюкозы — конечного продукта распада целлюлозы.

Для проведения дрожжевого гидролиза солома и другое целлюлозосодержащее сырье должны быть измельчены на дробилке, увлажнены и пропарены. Ферментативный гидролиз соломы и различных целлюлозосодержащих отходов полеводства проводится при невысокой температуре (30—55°C), обычном атмосферном давлении, без применения концентрированных кислот и щелочей.

### **Дрожжевание соломы**

Дрожжевание повышает вкусовые качества корма. Дрожжи — это одноклеточные микроорганизмы растительного происхождения, овальной и круглой формы, размером от  $\frac{4}{1000}$  до  $\frac{9}{1000}$  мм. Они широко распространены в природе. В животноводстве используют кормовые, пивные и пекарские дрожжи в сухом и жидком видах. Они являются очень хорошей белковой добавкой к рациону скота, которую выработывают из отходов пищевого и непищевого сырья.

Дрожжевой белок очень питательный и лучше усваивается организмом, чем растительный; в нем имеются все жизненно необходимые аминокислоты, витамины В и провитамины D. Например, кормовые дрожжи содержат 46—52 % белка, 36—45 — углеводов, 2—4 — жира, 5—10 % — минеральных солей. В 100 кг кормовых дрожжей содержится 94,17 кг кормовых единиц. Витамины, ферменты и гормоны дрожжей способствуют улучшению обмена веществ в организме животных, повышают усвояемость белков и углеводов, содержащихся в обычных кормах, что позволяет снизить их расход.

На углеводистых кормах и питательных средах дрожжи очень быстро растут и размножаются. Питаясь легкоусвояемыми углеводами, они разлагают их на спирт и углекислый газ. При этом образуется огромное количество микробных (дрожжевых) клеток, в которых и содержится белок.

При дрожжевом способе обработки соломы пекарские дрожжи растут и размножаются во влажной среде — субст-

рате при оптимальной температуре 25—30°C. Из этого субстрата они получают все необходимые питательные вещества. Как указывалось выше, ферментные препараты целлюлолитического и пектолитического действия разлагают полисахариды грубых кормов в определенных условиях до простых сахаров. Простые сахара — пентоза, гексоза и глюкоза, находящиеся в ферментативном гидролизе соломы, являются для дрожжей легкодоступным источником питания. Дрожжи используют также сахар и минеральные вещества мелассы.

Меласса (патока) содержит 75—80 % сухого вещества, богатого сахаром, минеральные соли, в том числе микроэлементы. Она имеет следующий химический состав: воды — 25—26 %, протеина — 8,0—8,5, безазотистых экстрактивных веществ — 59,0—59,5, минеральных веществ — 8—8,5 %. Протеин мелассы состоит преимущественно из азотистых веществ небелковой природы, поэтому он лучше усваивается животными.

Безазотистые экстрактивные вещества мелассы содержат в основном сахар и небольшое количество органических и других кислот. В составе минеральных веществ мелассы много калия (4,9 %), значительно меньше натрия (0,75 %) и кальция (0,29 %), совсем незначительное количество фосфора (0,02 %). Кроме того, для своего развития дрожжи используют также минеральные вещества карбамида.

Выпускаемый отечественной промышленностью карбамид ( $\text{NH}_2\text{CO}_2$ ) под названием «техническая мочеви́на» — белое кристаллическое вещество без запаха, солонатового вкуса. Он содержит 46—46,5 % азота, или 27 % протеинового эквивалента (NX 6,25). Карбамид хорошо растворяется в воде при значительном поглощении тепла. Хорошо сохраняется гранулированный карбамид, он меньше слеживается и легче измельчается в порошок.

Под воздействием микробной уреазы желудка животного в рубце карбамид гидролизуеться до аммиака и двуокиси углерода, а затем освободившийся аммиак усваивается микрофлорой преджелудков. При скармливании животным больших количеств малопитательных грубых кормов (соломы и др.) карбамид в смеси с мелассой, которая в этом случае является одновременно источником легкоперевариваемых углеводов и микроэлементов, необходимых для хорошего использования азота карбамида, способствует лучшему поеданию грубых кормов.

Содержание в кормосмеси (после ферментативного

1012449

ВОЛОГОДСКАЯ

гидролиза соломы) достаточного количества простых сахаров улучшает синтез бактериального белка и повышает эффективность карбамида как заменителя кормового протеина. Вносимый в кормосмесь карбамид имеет значение не только минеральной подкормки дрожжей, но и стимулирует развитие микроорганизмов в желудке животного, что способствует повышению переваримости клетчатки.

Необходимо отметить, что и в соломе имеются такие минеральные вещества, которые благоприятствуют развитию дрожжей. Это можно показать на примере минерального состава зерна и соломы пшеницы. Так, если в зерне яровой пшеницы содержится (мг %): серы — 1,43, фосфора — 3,5, калия — 4,44 и меди — 0,93, то в соломе их находится соответственно — 1,04; 0,93; 7,98 и 1,35.

### Ферментация соломы

Солому измельчают до величины частиц 2—3 см с расщеплением вдоль волокон. Такое измельчение достигается двойной механической обработкой соломы. Первая обработка производится фуражиром ФН-1,2 у скирды, вторая — одним из измельчителей грубых кормов типа ИГК-30Б-I, ИГК-30Б-II, ИГК-30Б, ИРТ-16,5 или ИСК-3 перед дачей скоту. Характеристика некоторых типов измельчителей представлена в таблице 5.

Предварительная обработка соломы создает более благоприятную ее структуру, несколько увеличивает поверхность ее площади, что способствует более активному доступу ферментов и ускорению частичного гидролиза клетчатки.

Таблица 5

Краткая техническая характеристика машин для измельчения грубых кормов

Характеристика	Марка машины					
	ИГК-30	ИГК-30Б	РСС-6	РСС-6Б	РСБ-3,5	ИЗМ-5
Производительность при измельчении соломы, т/ч	3,0	3,0	1,5	3,0	2,0	2,0
Частота вращения ротора, об/мин	980	1124	450	580	500	600
Потребная мощность, кВт	12—17	17	7	17	2,8	13,0
Количество обслуживающего персонала, чел.	3—4	2—5	3—4	2—3	2—3	3

Измельченную солому загружают в смеситель-запарник С-12 с помощью наклонного транспортера ТС-40 и горизонтального модернизированного транспортера. После накопления 500—700 кг соломы включают мешалку смесителя, заливают 600—800 л горячей воды и вносят 10—15 кг карбамида (мочевины), 10 — диаммонийфосфата, 10 — мопокальцийфосфата, 10 кг — поваренной соли. Пар подают в смеситель-запарник через 5—10 мин после начала загрузки соломы и других компонентов и не прекращают подачу до окончания всего процесса.

В смеситель продолжают загружать солому до нормы 1800—2000 кг. Одновременно вместе с соломой вводят химические добавки, пар и перемешивают до уплотнения массы и дополнительного разрушения клетчатки. Запаривание кормовой массы при температуре плюс 90—100°C длится 50—60 мин. В течение этого времени мешалка смесителя работает 10—15 мин с перерывами 5—10 мин.

Нагревание кормовой массы необходимо для лучшей пастеризации, растворения минеральных солей и других добавок, а также для дальнейшего разрушения клетчатки соломы под действием пара и аммиака, выделяющегося при разложении мочевины в период ее нагревания. Контроль за температурой массы осуществляют с помощью датчиков, установленных в стенках смесителя, или с помощью термометра, погружаемого в нагреваемую массу на глубину 0,25—0,5 м.

После пастеризации смесь охлаждают до температуры 50—55°C путем подачи водопроводной воды в количестве 1000—1200 л, а также воздуха. При температуре массы в смесителе выше 55°C ферменты теряют свои гидролизующие свойства.

Затем в смеситель засыпают ферментные препараты. Расход препаратов составляет 5 кг на тонну сухой соломы, в том числе целловиридина ГЗх-2,5 кг, пектофоептидина ГЗх — 2,5 кг. Ферментацию соломенной кормосмеси продолжают в течение 2 ч. В процессе ферментации мешалка смесителя работает по 20 мин с перерывами 10 мин. По окончании ферментации температуру смеси снижают до 28—32°C и в смеситель вводят дрожжевое молоко в количестве 100—150 л. Расход пекарских дрожжей в расчете на 1 т сухой соломы составляет 5 кг.

Для получения дрожжевого молока на 4,5—5,0 т (общий объем одного смесителя) кормосмеси из соломы необходимо взять 30—40 кг муки тонкого помола или 20 кг пакки и тщательно размешать в 100—150 л горячей воды.

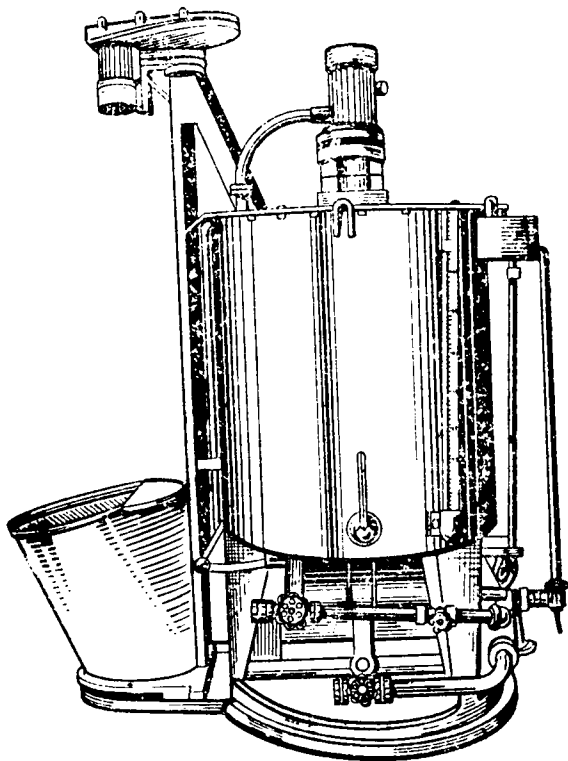


Рис. 1. Агрегат для приготовления заменителя молока АЗМ-0,8

В эту жидкую массу при температуре 28—32°C вносят 10 кг пекарских дрожжей, 0,5 кг ферментных препаратов — глюкаваморина Пх и пектофоетидина ГЗх в соотношении 4:1.

Дрожжевое молоко (суспензию) готовят в инокуляторе, имеющем мешалку, барабатель для подачи воздуха, рубашку для нагревания и охлаждения, или в обычном АЗМ-0,8 (рис. 1). В целях активизации дрожжей дрожжевое молоко выдерживают в инокуляторе 4 ч при кратковременном перемешивании и аэрации воздухом, подаваемым компрессором или воздуходувкой. Процесс дрожжевания обрабатываемой кормовой массы длится 2 ч.

В период дрожжевания происходит нарастание биомассы дрожжей, которые используют для своего питания простые сахара (главным образом глюкозу) и минеральные

добавки (диаммонийфосфат и монокальцийфосфат). Снижение концентрации сахаров в кормовой массе вновь активизирует ферментативный катализ, что усиливает дальнейший гидролиз клетчатки (целлюлозы) соломы. В 1 кг кормовой смеси влажностью 65—70 % содержится 0,35—0,40 кг корм. ед. Свежеобработанный корм имеет консистенцию силоса злаковых трав, запах — хлебный, вкус — слабокислый, рН 5,5—6,0.

Такую кормосмесь легко транспортировать. Для раздачи соломы можно использовать кормораздатчики типа КР-3 или КТУ-10. При необходимости корм из соломы ферментно-дрожжевой обработки высушивают до влажности 10—14 % и гранулируют. Гранулы хранят в крафт-меш-

Т а б л и ц а 6

Калькуляция корма на основе соломы, обогащенной протеином зерна, и кормосмеси из соломы ферментно-дрожжевой обработки (в расчете на 1 т при влажности 65—70%)

Показатель	Стоимость 1 ц, руб.	Корм из соломы, обогащенной протеином зерна			Корм из соломы ферментно-дрожжевой обработки		
		сырье		заготовки, руб.	сырье		заготовки, руб.
		%	кг		%	кг	
Заработная плата	—	—	—	1,33	—	—	1,33
Стоимость всего сырья	—	—	—	23,79	—	—	18,51
В том числе соломы	—	37,0	370	3,70	45,0	450	4,50
Горячая вода, пар	—	43,0	430	0,43	53,7	537	0,54
Дрожжи пекарские	56,6	0,3	3	1,70	0,2	2,25	1,27
Дерь зерновых	8,79	18,0	180	15,82	—	—	—
Патока	15,0	1,0	10	1,50	1,0	10,0	1,50
Поваренная соль	10,0	0,4	4	0,40	0,2	2,0	0,20
Карбамид	7,0	—	—	—	0,3	3,2	0,22
Монокальцийфосфат	8,0	0,3	3	0,24	0,2	2,0	0,16
Диаммонийфосфат	6,0	—	—	—	0,2	2,0	0,12
Целловиридин ГЗх	250,0	—	—	—	0,2	2,0	5,00
Пектофоедин ГЗх	250,0	—	—	—	0,2	2,0	5,00
Расход электроэнергии	—	—	—	0,41	—	—	0,41
Амортизация	—	—	—	0,41	—	—	0,41
Текущий ремонт	—	—	—	0,32	—	—	0,32
Транспортные расходы	—	—	—	0,82	—	—	0,82
Накладные расходы	—	—	—	0,20	—	—	0,20
Себестоимость 1 т кормосмеси	—	—	—	27,28	—	—	22,00

как или закрытых емкостях. Продолжительность хранения свежего корма — не более суток, сухого корма — до года.

Готовый корм скармливают как в свежем, так и в гранулированном видах крупному рогатому скоту и овцам в количестве до 40—50 % от питательности рациона.

Затраты на приготовление 1 т соломенной кормосмеси с употреблением зерна, например, в совхозе «Куйбышево» Московской области (исследования 1978 г.) составили 27 р. 28 к., а стоимость 1 т кормосмеси с применением ферментов и дрожжей — 22 руб., то есть затраты на 1 т продукции снизились на 19,4 % (табл. 6).

В совхозе «Бухоловский» Шаховского района Московской области от каждой тонны соломы дополнительно получают 5 ц корм. ед. и 60 кг белка. Себестоимость 1 ц корм. ед. Московской области (исследования 1978 г.) составили 5,04 руб., или в 2,5 раза меньше, чем средняя стоимость 1 ц корм. ед., израсходованных в совхозе в 1980 г.

#### **КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ПЕКАРСКИХ ДРОЖЖЕЙ В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВ**

При отсутствии пекарских дрожжей промышленного производства их выращивание можно организовать непосредственно в хозяйстве. Культивирование пекарских дрожжей состоит из лабораторной и производственной стадий.

**Лабораторная стадия.** В лабораторных условиях при культивировании дрожжей используют следующее оборудование: две колбы объемом 100—200 мл каждая, две колбы объемом 1—2 л каждая, две 10-литровые бутылки, два термостата объемом 30—40 л каждый, спиртовый термометр, спиртовку, ареометр-сахариметр, электроплитку, сушильный шкаф, автоклав, рН-метр и универсальную индикаторную бумагу, а также применяют реактивы: формалин, питательную среду А. П. Крючковой (на 1 л воды — 2,5 г сернокислого кальция, 2,5 г сернокислого магния, 20 г фосфорнокислого аммония, 50 г глюкозы).

Размножение дрожжей начинают с одной пробирки чистой культуры. Содержимое пробирки вливают в 200-миллилитровую колбу, наполовину заполненную простерилизованной (прокипяченной) и охлажденной до 30°С питательной средой. При этом соблюдают правила стерильности. После перемешивания (покачиванием) колбу с содержимым ставят на 12—24 ч в термостат при температуре 30°С. В течение этого времени дрожжи интенсивно размножаются.

До 90 % содержимого колбы переливают (пересеивают) в 1—2-литровую колбу, наполненную простерилизованной питательной средой, охлажденной до 30°C, и ставят в термостат на 12—24 ч. Остальные 10 % содержимого переносят в другую колбу или оставляют на дне первой колбы для начала нового цикла дрожжевания. Содержимое 1—2-литровой колбы после выдержки в термостате переносят в 10—20-литровую бутылку, наполовину заполненную питательной средой, и ставят в термостат на 12—24 ч.

**Производственная стадия.** В производственных условиях культивирования дрожжей используют следующее оборудование: один запарник кормов ВКС-3М, два аппарата АЗМ-0,8 для приготовления заменителя молока, гаражный компрессор, центробежный насос.

На 1 т культивируемой среды расходуют 100 кг муки, 1—2 кг ферментных препаратов. Вместо муки можно брать 60—90 кг патоки, или 200 л молочной сыворотки, или 200 кг картофеля. При этом 10—20-литровую бутылку вынимают из термостата и ее содержимое переносят в аппарат АЗМ-0,8, в котором содержится 700 л питательной среды при температуре 30°C.

В емкость от компрессора подают воздух, необходимый для аэрации и перемешивания, в течение 3—5 мин через каждые 0,5 ч. Температуру в аппарате поддерживают 28—32°C. По истечении процесса размножения дрожжей в аппарате АЗМ-0,8 полученное дрожжевое молоко перекачивают в смеситель-кормозапарник С-12 для дрожжевания проферментированной, обогащенной гидролизными сахарами, соломенной кормосмеси.

При отсутствии патоки ее можно заменить зерновым размолом, молочной сывороткой, картофелем. Зерновой разمول или картофель сначала варят в варочных котлах (можно использовать ВКС-3М) при температуре 130—160°C. Температуру разваренной массы снижают путем добавления воды до 50—55°C и осахаривают ее ферментными препаратами — глюкавамоорином Пх и пектофоетидином ГЗх. Ферментных препаратов вносят 1—2% от сухой массы сырья. Процесс осахаривания длится 20—30 мин.

## **ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ СОЛОМЫ В ХОЗЯЙСТВАХ**

Процесс ферментации соломы в хозяйствах рассмотрим на примере совхоза «Куйбышево» Московской области, где построена и действует технологическая линия производства



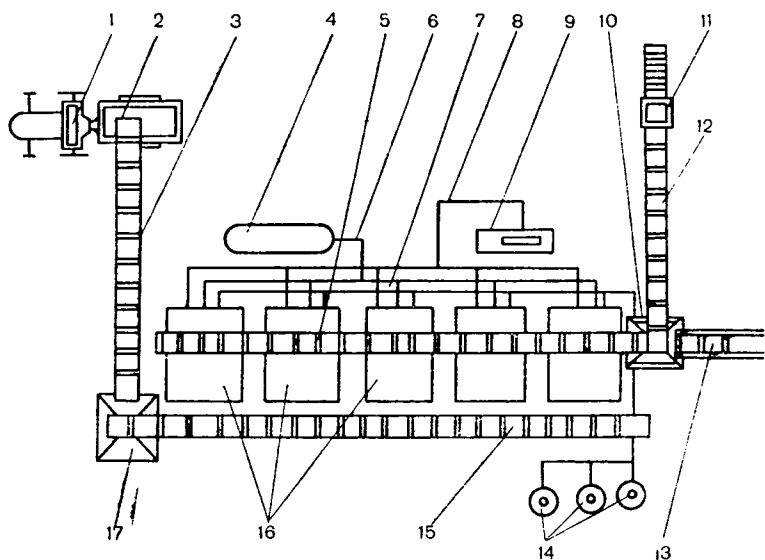


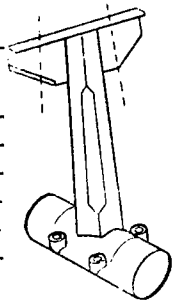
Рис. 2. Схема технологической линии производства ферментированной и дрожжеванной соломы в совхозе «Куйбышево» Московской области: 1 — трактор МТЗ-50 «Беларусь», 2 — кормораздатчик КТУ-10К, 3 — модернизированный выгрузной скребковый транспортер ТС-40, 4 — инокулятор для приготовления дрожжевого молока, 5 — модернизированный загрузочный горизонтальный транспортер, 6 — трубопровод для подачи дрожжевого молока, 7 — трубопровод для подачи пара и воды, 8 — трубопровод для подачи воздуха, 9 — компрессор М-155-2 ГАРА, 10 — бункер-накопитель для измельченной соломы, 11 — измельчитель грубых кормов ДИС-3, 12 — модернизированный загрузочный транспортер для подачи соломы, 13 — транспортер ТС-40 для подачи минеральных солей, 14 — парообразователи КВ-300М, 15 — модернизированный транспортер ТС-40 для выгрузки готового корма, 16 — смесители-кормораздатчики С-12, 17 — бункер-накопитель готового корма

ферментированной и дрожжеванной соломы. Схема линии приведена на рисунке (рис. 2).

Технологическая линия состоит из смесителей-кормозапарников С-12, измельчителя грубых кормов ДИС-3, или ИСК-3, инокулятора для приготовления дрожжевого молока, компрессорной установки М-155-2 ГАРА, парообразователя КВ-300М, бункеров с дозаторами, взаимосвязанных между собой системой трубопроводов и загрузочными транспортерами.

В целях увеличения производства соломенной кормосмеси в хозяйстве модернизирован транспортер ТС-40: повышена механическая прочность лопастей-мешалок смесителя С-12 путем дополнительной проварки основания

Р и с. 3. Мешалка с изображением линии среза пера



мешалок, укрепления ребер мешалок металлическими уголками. Электродвигатель смесителя мощностью 13 кВт заменен на 15-киловаттный электродвигатель (рис. 3). Производительность технологической линии составляет 45—50 т ферментированной и дрожжеванной соломы в сутки.

### Рабочие технологические параметры линии при производстве корма

#### Измельчение соломы

Степень измельчения соломы	1,5—3 см
Температура проведения процесса	25—30°C
Продолжительность процесса	1,0—1,5 ч

#### Запаривание соломы

Температура запаривания	90—100°C
pH	5,5—6
Продолжительность процесса	0,5 ч
Концентрация сухих веществ	40—45%
Количество подаваемой воды	1000—1200 кг

#### Охлаждение массы соломы до 50°C

Температура охлаждения	От 90—100 до 50°C
Температура подаваемого воздуха	10—50°C
Количество подаваемой воды	1200—1300 кг

#### Ферментативный гидролиз полисахаридов 1 т соломы до простых сахаров

Поваренная соль	5 кг
Монокальцийфосфат	5 кг
Карбамид	10 кг
Диаммонийфосфат	5 кг
Целлюлозолитические ферментные препараты типа ГЗх	2,5 кг
Пектофоедин	2,5 кг
Температура протекания процесса	50°C
Продолжительность процесса	2,0 ч

**Получение мальтозной патоки из зерноотходов  
с помощью ферментативного гидролиза крахмала  
и других полисахаридов**

Зерноотходы	180 кг
Вода	800 кг
Пектофетидин ГЗх	0,04 кг
Целловеридин ГЗх	0,02 кг
Продолжительность гидролиза	4 ч
Температура протекания процесса	40°С

**Получение дрожжевого молока**

Прессованные дрожжи	10 кг
Количество воздуха	1 м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> среды в минуту
Температура протекания процесса	28—32°С
рН	5,5—6,0
Концентрация дрожжевой суспензии	20 %
Продолжительность процесса	2,0—4,0 ч

**Обогащение корма с помощью выращивания  
дрожжей на ферментативных гидролизатах**

Количество подаваемого дрожжевого молока на 1 т соломы	100—150 кг
Температура протекания процесса	28—32°С
Продолжительность процесса	2—3 ч
Количество воздуха	1 м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> среды в минуту

**Сушка и грануляция влажной массы**

Количество подаваемой массы на сушилку	5,0 т
Влажность подаваемого на сушку полупродукта	45—70 %
Температура сушки	200° С
Размеры гранул	8—16 мм и 10—12 мм
Влажность гранул	12—11 %

**Расфасовка и упаковка гранул**

Масса гранул в одном крафт-мешке	15—20 кг
Производительность упаковочного автомата	800 кг/ч

**Порядок мойки и дезинфекции.** Все емкостное оборудование непосредственно перед мойкой освобождают от раствора и тщательно очищают от загрязнений. Особое внимание обращают на гнезда для контрольно-измерительных приборов, фланцевые соединения, проботборные краны, изгибы трубопроводов, тупики.

Для мойки емкостей рекомендуется применять гидромониторы, за счет ударного действия струй которых последовательно омывают все внутренние поверхности. Все емкости

моют водой 1 раз в месяц. Промывные воды возвращают в реактор для приготовления суспензии кормовых дрожжей. Один раз в месяц проводят стерилизацию емкостного оборудования и трубопроводов острым паром.

## **МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ И ОТБОРА ПРОБ В ХОЗЯЙСТВАХ**

Пробы отбирают и испытания проводят при соблюдении санитарных правил, а также правил по технике безопасности, принятых для работы с химическими веществами и утвержденных в установленном порядке. Разовые пробы берут деревянным или металлическим щупом, погружаемым на всю глубину мешка (если сырье находится на складе без тары, то на глубину 0,5 м) от каждой единицы упаковки или из бункера перед затариванием корма в каждом цехе. Масса разовой пробы должна быть не менее 350 г.

Из отобранных разовых проб составляют общую пробу. Масса общей пробы должна быть не менее 4 кг. Общую пробу тщательно перемешивают и сокращают ее массу методом квадратирования до 2 кг. Оставшуюся часть пробы делят пополам и помещают в две чистые сухие банки с притертыми пробками (вместимостью — 2 л каждая). Одну банку передают в лабораторию для проведения испытаний, а другую хранят в течение двух месяцев на случай повторных испытаний.

На банки с пробами наклеивают этикетки с указанием наименования продукта, даты изготовления продукта, номера партий (даты и места отбора пробы), обозначения настоящего стандарта.

**Определение внешнего вида и цвета.** Навеску соломоконцентрата массой около 100 г помещают на гладкую чистую белую поверхность и рассматривают при естественном свете. Осторожно перемешивая, определяют цвет корма.

**Определение запаха.** Навеску массой 20 г высыпают на чистую бумагу и органолептически определяют запах. При необходимости усиления запаха навеску помещают в фарфоровую чашку, которую накрывают стеклом, ставят на предварительно нагретую до кипения водяную баню и прогревают в течение 5 мин, после чего определяют запах испытуемого продукта.

**Определение содержания влаги.** Для проведения испытаний по определению содержания влаги применяют: стаканчики (бюксы) стеклянные с шлифованной крышкой по ГОСТ 7148—70, ступку фарфоровую по ГОСТ 9147—73,

шкаф сушильный лабораторный по ГОСТ 7565—55 или шкаф сушильный электрический с терморегулятором (СЭШ), весы аналитические марки АДВ-200 или других аналогичных марок, эксикатор типа Э по ГОСТ 6371—73, кальций хлористый по ГОСТ 4141—66.

В предварительно высушенную бюксу помещают навеску массой 5 г, взвешенную на аналитических весах с погрешностью не более 0,001 г.

Бюксу с навеской корма и крышку к ней помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до 130°C, и высушивают в течение 40 мин при температуре 130±2°C. Затем бюксу вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышкой и ставят в эксикатор для охлаждения. После охлаждения бюксу с навеской взвешивают.

Содержание влаги (W) в процентах вычисляют по формуле:

$$W = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100,$$

где  $m$  — масса навески до высушивания, г;

$m_1$  — масса навески после высушивания, г.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Допускаемые расхождения между результатами определений не должны превышать ±0,05 абс. %.

**Определение содержания сырого протеина.** Для проведения испытания применяют: весы аналитические марки АДВ-200 или других аналогичных марок, измельчитель механический или ступку фарфоровую по ГОСТ 9147—73, колбу Кьельдаля вместимостью 1000 или 700 мл или колбы конические вместимостью 150—250 мл по ГОСТ 10394—72, пробирки стеклянные диаметром 4—5 см по ГОСТ 8613—64, бюретку вместимостью 50 мл по ГОСТ 20292—74, колбонагреватель, цилиндры мерные по ГОСТ 1770—74, холодильник стеклянный лабораторный по ГОСТ 9499—70, воронки капельные, прибор для отмеривания жидкости по ГОСТ 6859—72 (автоматическая пипетка на 10 мл), каплеуловитель по ГОСТ 10359—63, промывалку стеклянную лабораторную, бумагу лакмусовую красную, кислоту серную по ГОСТ 4204—66 х. ч., концентрированную плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup> и 0,1 н. раствор, гидрат окиси натрия по ГОСТ 4329—66 х. ч., 33%-ный и 0,1 н. растворы, перекись водорода (перегидроль) по ГОСТ 10929—63 плотностью

1,11 г/см<sup>3</sup> 30%-ный раствор, индикатор смешанный по ГОСТ 4919—68, воду дистиллированную по ГОСТ 6709—72.

Навеску корма массой около 15 г дополнительно растирают и отвешивают около 0,5 г с погрешностью не более 0,0002 г в длинную пробирку, свободно входящую в горлышко колбы Кьельдаля. В сухую колбу Кьельдаля осторожно всыпают навеску продукта, по возможности глубже опуская пробирку в горлышко колбы. Пробирку вновь взвешивают. По разнице между первым и вторым взвешиванием определяют массу навески, взятой для анализа. Прилипшие к горлышку колбы частицы продукта смывают концентрированной серной кислотой. В колбу с навеской вливают около 15 мл концентрированной серной кислоты. Колбу с содержимым ставят в наклонном положении на колбонагреватель, закрепив горлышко колбы в штативе.

Сжигают продукт под тягой, так как при этом происходит выделение сернистого ангидрида. Для уменьшения испарения жидкости горлышко колбы закрывают воронкой. При сжигании необходимо следить, чтобы содержимое колбы сильно не вспенивалось. Сжигание продукта с кислотой производят в течение 40 мин. По истечении этого времени, отключив нагрев, в колбу Кьельдаля из автоматической пипетки вместимостью 10 мл приливают перекись водорода. Перекись водорода приливают осторожно по стенке колбы, сначала по каплям, а затем быстрее по мере уменьшения выделения белых паров. Скорость приливания перекиси водорода увеличивают до 1—2 мл за один прием. Перекись водорода приливают до полного обесцвечивания раствора. Общий расход перекиси водорода составляет 10—20 мл. После окончания приливания сжигание продукта продолжают еще 20 мин. Общее время сжигания продукта продолжается около 1 ч 10 мин. По окончании сжигания продукта колбу охлаждают и добавляют дистиллированную воду, доводя общий объем раствора до 200—250 мл.

Образовавшуюся соль сернокислого аммония разрушают гидратом окиси натрия и отгонку аммиака производят в специальном приборе. Колбу Кьельдаля соединяют через каплеуловитель с шариковым холодильником. Нижний конец трубки холодильника, удлиненный до 16—17 см, погружают в 0,1 н. раствор серной кислоты, налитый в приемную коническую колбу вместимостью 250 мл в количестве 50 мл. В раствор кислоты добавляют 5—6 капель смешанного индикатора. После окончания подготовки установки для проведения анализа включают нагрев и осторожно при-

ливают из капельной воронки 100 мл 33%-ного раствора едкого натрия. Капельную воронку промывают два-три раза 10—15 мл дистиллированной воды, оставляя небольшое количество жидкости в воронке для создания гидрозатвора.

В процессе отгонки аммиака следят за тем, чтобы конец трубки холодильника был погружен в раствор, находящийся в приемной колбе, на глубину не более 1 см. Отгонку ведут до тех пор, пока объем раствора в приемной колбе увеличится примерно в три раза. Окончание отгонки аммиака проверяют по лакмусовой бумажке. Для этого удаляют подставку и опускают приемную колбу. Конец трубки промывают дистиллированной водой, после чего смачивают красную лакмусовую бумажку каплей жидкости, стекающей из трубки холодильника. Если лакмусовая бумажка не изменяет окраску, отгонку аммиака считают законченной, если посинеет — отгонку следует продолжать.

По окончании отгонки аммиака приемную коническую колбу опускают с таким расчетом, чтобы конец трубки холодильника не касался раствора. Колбу Кьельдаля отсоединяют от холодильника, затем через воронку промывают дистиллированной водой внутреннюю поверхность трубки холодильника, потом обмывают и наружную часть трубки, которая опускалась в кислоту. Содержимое приемной колбы титруют 0,1 н. раствором едкого натра до обесцвечивания (одна капля избытка едкого натрия дает зеленое окрашивание раствора).

Контрольный опыт в аналогичных условиях, но без навески анализируемого продукта проводят при использовании заново приготовленных реактивов.

Содержание сырого протеина ( $X$ ) в пересчете на абсолютно сухое вещество в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(Y_1 - Y_2) \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 6,25 \cdot 100}{m \left( 1 - \frac{W}{1000} \right)},$$

где  $Y_1$  — количество 0,1 н. раствора едкого натрия, израсходованного на титрование 50 мл 0,1 н. раствора серной кислоты в контрольном опыте, мл;

$Y_2$  — количество 0,1 н. раствора едкого натрия, израсходованного на титрование остатка серной кислоты, не связанной с выдлившимся аммиаком при его отгонке, мл;

$K$  — поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора едкого натрия;

0,0014 — количество азота, эквивалентное 1 мл точно 0,1 н. раствора серной кислоты;

6,25 — коэффициент для пересчета азота на сырой протеин;

$m$  — масса навески корма, г;

$W$  — влажность корма, %.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Допускаемые расхождения между результатами параллельных определений не должны превышать  $\pm 0,3$  абс. %. При разногласиях, возникших в оценке содержания сырого протеина, испытания производят по ГОСТ 17681—72.

**Определение содержания золы.** Сущность метода заключается в озолении навески корма в присутствии раствора уксуснокислого магния, который легко растворяется при нагревании и образует в навеске корма большое количество пор. Для проведения испытания применяют тигли фарфоровые по ГОСТ 9147—73 диаметром 4—5 см, высотой 3—4 см, спирт этиловый по ГОСТ 18300—72 или ГОСТ 5962—67, йод по ГОСТ 4159—64, эксикатор типа Э по ГОСТ 6371—73, печь муфельную, магний углекислый по ГОСТ 10829—72, щипцы муфельные для тиглей, кальций хлористый по ГОСТ 4141—66.

Приготавливают спиртовой раствор уксуснокислого магния следующим образом. Навеску уксуснокислого магния массой 16,1 г растворяют в мерной колбе вместимостью 1 л в 96%-ном этиловом спирте, добавляют 2—3 кристаллика металлического йода и доливают спиртом до метки. Содержимое колбы хорошо размешивают. Раствор должен иметь стойкую желтоватую окраску.

Для проверки точности приготовления раствора уксуснокислого магния пипеткой вливают 3 мл раствора в прокаленный до постоянной массы фарфоровый тигль. Спирт выпаривают и остаток раствора прокаливают. При прокаливании 3 мл раствора уксуснокислого магния должно получиться 0,01 г окиси магния.

В прокаленный до постоянной массы фарфоровый тигль помещают навеску корма массой 1 г. В тигль добавляют из бюретки 3 мл спиртового раствора уксуснокислого магния и оставляют на 3 мин, чтобы корм пропитался раствором. Затем тигль помещают на откидную дверцу муфельной печи, нагретой до темно-красного каления (не более  $600^{\circ}\text{C}$ ), и поджигают спирт, после чего тигль переносят в муфельную печь.

Озоление корма проводят в течение 40 мин. Зола в тигле должна быть пушистой и иметь белый цвет. После ох-



лаждения в эксикаторе тигль взвешивают и прокаливают вторично.

Содержание золы ( $X$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m \left( 1 - \frac{W}{100} \right)} \cdot 100,$$

где  $m$  — масса навески корма, г;

$m_1$  — масса золы в тигле после озоления корма и прокаливания 3 мл спиртового раствора магния, г;

$m_2$  — масса окиси магния, полученная от прокаливания 3 мл спиртового раствора уксусного магния, г;

$W$  — влажность корма, %

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Допускаемые расхождения (между параллельными определениями) не должны превышать  $\pm 0,05$  абс. %.

**Определение содержания липидов.** Для проведения испытания применяют: весы аналитические марки АДВ-200 или других аналогичных марок, аппарат Сокслета вместимостью 100—250 мл, бумагу фильтровальную по ГОСТ 12026—66, воронку стеклянную диаметром 4 см по ГОСТ 8613—64, шкаф сушильный электрический, эксикатор по ГОСТ 6371—73, холодильник стеклянный лабораторный шариковый по ГОСТ 9499—70, насадку по ГОСТ 9777—74, алонж по ГОСТ 9425—71, баню водяную лабораторную, колбу коническую по ГОСТ 10394—72 вместимостью 300—500 мл, эфир этиловый медицинский, кальций хлористый прокаленный по ГОСТ 4141—66.

Из пробы, подготовленной для определения содержания липидов, в патрон из фильтровальной бумаги берут навеску корма массой 10 г с погрешностью не более 0,001 г. Патрон с навеской помещают в экстрактор аппарата Сокслета. К экстрактору присоединяют колбу с налитым в нее эфиром, количество которого должно превышать объем примерно в 1,5 раза. Пустую колбу предварительно взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г.

Собранный прибор устанавливают на водяную или паровую баню, пускают в холодильник воду и включают обогрев бани. Экстракцию ведут 8 ч при режиме, обеспечивающем 8—10 сливов растворителя в час. За начало экстракции принимают время первого слива эфира из экстрактора.

После прекращения экстракции колбу с экстрактором присоединяют к прибору для отгонки и эфир отгоняют. После отгонки эфира колбу с липидами ставят в нагретый до 60°C шкаф удаления остатков растворителя и воды. Через 2—3 ч колбу вынимают, охлаждают в эксикаторе, взвешивают и снова помещают в сушильный шкаф. Последующие взвешивания проводят через каждые 30 мин до достижения постоянной массы. Массу липидов считают постоянной, если разница между двумя последовательными взвешиваниями составит не более 0,0004 г. Проводят два параллельных определения.

Содержание липидов ( $X$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m \left(1 - \frac{W}{100}\right)},$$

где  $m$  — масса навески корма, г;  
 $m_1$  — масса колбы с липидами, г;  
 $m_2$  — масса пустой колбы, г;  
 $W$  — содержание влаги в корме, %.

За окончательный результат принимают среднюю арифметическую величину двух параллельных определений, значения которых не должны отличаться от средней величины более чем на  $\pm 0,5$  абс. %.

**Определение содержания редуцирующих веществ.** Навеску корма массой 5 г тщательно растирают в фарфоровой ступке и переносят в мерную колбу емкостью 200 мл, ступку обмывают 50 мл холодной дистиллированной воды, которую затем переливают в колбу с кормом. Смесь тщательно перемешивают и доводят до метки дистиллированной водой. Содержимое колбы фильтруют через сухой бумажный фильтр в сухую коническую колбу. В фильтре определяют содержание глюкозы йодометрически.

Содержание редуцирующих веществ ( $X$ ) в процентах рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(Y - Y_1) \cdot Y_2 \cdot 0,009 \cdot 100}{a \cdot Y_3},$$

где  $Y$  — количество 0,1 н. раствора тиосульфата, израсходованного на титрование в контроле, мл;  
 $Y_1$  — количество 0,1 н. раствора тиосульфата, израсходованного на титрование в опыте, мл;  
 $Y_2$  — объем жидкости, в которой растворена навеска корма (в данном случае 200 мл), мл;

- $U_3$  — объем фильтрата, взятого для йодометрического определения глюкозы (10 мл), мл;  
0,009 — коэффициент пересчета результатов титрования на содержание глюкозы;  
а — навеска исследуемого материала, г.

**Определение содержания аминного азота медным методом.** Для проведения испытания применяют: фильтры бумажные по ГОСТ 1678—72, колбы мерные на 100 и 25 мл по ГОСТ 12738—67, пипетки с меткой на 1, 2 и 10 мл по ГОСТ 1770—74, бюретки прямые с краном на 25 и 50 мл по ГОСТ 20292—74, воронки стеклянные диаметром 4—5 см по ГОСТ 8613—69, колбы конические объемом 100 мл по ГОСТ 10394—72, цилиндр мерный на 10 мл по ГОСТ 1770—74, раствор хлорида меди по ГОСТ 4167—61 (27,3 г в 1 л раствора), раствор фосфата натрия по ГОСТ 9337—60 (68,5 г  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  в 1 л раствора или 64,5 г  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  растворяют в 500 мл дистиллированной воды, из которой кипячением удален  $\text{CO}_2$ , и добавляют 7,2 г  $\text{NaOH}$  с последующим доведением объема до 1 л дистиллированной водой), боратный буферный раствор (28,6 г натрия тетраборокислого по ГОСТ 4199—66 растворяют в 750 мл воды, добавляют 50 мл 1 н. раствора соляной кислоты по ГОСТ 3118—67 и доводят объем до 1 л, рН 8,8), суспензию фосфата меди (смешивают один объем раствора хлорида меди с двумя объемами раствора фосфата натрия и приливают два объема боратного буфера; суспензию готовят только перед работой в необходимом объеме), тимолфталени по МРТУ 609—2724—65, 0,25%-ный раствор в этиловом спирте (50%-ном), тиосульфит натрия по ГОСТ 4215—66, 0,1 н. раствор (из этого раствора разбавлением готовят 0,01 н. раствор, титр которого устанавливают по точному раствору 0,01 н. йодида калия), крахмал (1%-ный раствор) йодид калия по ГОСТ 4232—65, 10%-ный раствор, уксусную кислоту, 12%-ной концентрации, гидроксид натрия по ГОСТ 4328—66, 0,5 н. раствор.

Навеску корма в количестве 1 г, взятую с точностью 0,0002 г, тщательно растирают в фарфоровой ступке и переносят в мерную колбу на 100 мл, тщательно перемешивают и доводят объем дистиллированной водой до метки. В мерную колбу на 25 мл берут 2 мл суспензии корма и добавляют 2 капли тимолфталена и по каплям 0,5 н. раствор гидроксида натрия до слабо-голубого окрашивания (рН раствора 10,2). После этого добавляют 10 мл суспензии фосфата меди, хорошо перемешивают. При

исчезновении осадка следует добавить еще 5 мл суспензии. Раствор в колбе доводят до метки водой, затем тщательно перемешивают многократным поворачиванием колбы и отфильтровывают избыток фосфата меди через плотный бумажный фильтр.

Фильтрат должен быть совершенно прозрачным. Этого добиваются многократным фильтрованием. Из фильтрата пипеткой берут две пробы по 10 мл в конические колбы для титрования, подкисляют 0,4 мл концентрированной уксусной кислотой, добавляют 6—8 мл 10%-ного раствора йодита калия и выделившийся йод титруют 0,01 н. раствором тиосульфата натрия. Крахмала в количестве 1—2 мл на 100 мл раствора добавляют в тот момент, когда титруемый раствор примет соломенно-желтую окраску. Титрование продолжают до исчезновения появившейся после добавления крахмала синей окраски. Затем проводят контрольное определение, в котором вместо суспензии корма берут такой же объем воды.

Содержание аминного азота (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 0,28 \cdot 100 \cdot 125}{1000},$$

где  $V_1$  — количество 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование в опыте, мл;  
 $V_2$  — количество 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование в контроле, мл;  
0,28 — эквивалент 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата натрия аминному азоту, мг;  
125 — коэффициент, учитывающий разведение навески корма;  
1000 — коэффициент, переводящий 1 мг аминного азота в грамм.

За окончательный результат принимают среднюю арифметическую величину двух параллельных определений, значения которых не должны отличаться от средней величины более чем на +0,5% относительных.

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ СОЛОМЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ**

Способ приготовления корма на основе соломы и других растений, богатых целлюлозой, заключается в том, что механическая, термическая и ферментно-дрожжевая обработки повышают их питательность, переваримость и усвоя-

емость. Об этом свидетельствуют проведенные нами научные исследования в ряде областей нашей страны.

В совхозе «Новоселовский» Ростовской области в 1978 г. провели опыты на овцах с целью определения переваримости корма из соломы ферментно-дрожжевой обработки. Для этого были использованы гранулы из ферментированной соломы и свежеобработанная солома. Опыты осуществили на шести валушках кавказской породы 5-месячного возраста. Три из них получали гранулированный корм из ферментированной соломы, а три других — из свежеферментированной (влажной) соломы.

Переваримость гранул из ферментированной соломы и свежеферментированной соломы оказалась в 3 раза выше, чем переваримость пшеничной необработанной соломы (установлена М. Ф. Томме в 1953 г.), а у первых двух коэффициент переваримости был выше в кормах, состоящих из гранулированной ферментированной соломы, чем из свежей ферментированной соломы (84,30% против 79,84).

По данным химического анализа, выполненного Цимлянкой зональной агрохимлабораторией, в соломе до обработки содержалось протеина 4,6% и клетчатки 51,2% при влажности 14,0%, а после обработки — соответственно 9,5, 40,9 и 73,3. Тогда как в гранулах из обработанной соломы протеина находилось 11,98%, клетчатки — 33,09% при влажности 14,6%. Животные охотно поедали корм как в свежем виде, так и в гранулах.

На ферме ТСХА также были проведены опыты по изучению возможности использования высокобелкового корма из обработанной соломы в рационах при откорме овец. Их осуществили на баранчиках романовской породы 6-месячного возраста с 10 февраля по 10 апреля 1981 г. Для этой цели было сформировано две группы баранчиков по пять голов в каждой. Животные по живой массе были аналогами и содержались в одинаковых условиях.

По кормовым достоинствам суточный рацион опытных и контрольных животных существенной разницы не имел. В среднем на протяжении всего опыта на каждую голову овцы было скормлено по контрольной группе животных 108 кг сена, по опытной — 90 кг гранул из соломы ферментно-дрожжевой обработки. Количество концентратов (18,0 кг) и кормовой свеклы (18,0 кг) было одинаковым в обеих группах овец.

Данные химического анализа обработанной соломы и

сена показали, что в гранулах из соломы ферментно-дрожжевой обработки содержание протеина повысилось от 4,6 до 10,2%, а содержание клетчатки снизилось соответственно от 47,91 до 29,5%.

Содержание кальция и фосфора в гранулах также было несколько выше.

Известно, что главной составной частью каждого организма являются белки, которые представляют собой высокомолекулярные органические соединения, построенные главным образом из аминокислот. Они играют ведущую роль, выполняя в организме функции, обеспечивающие его жизнедеятельность.

Например, обеспечение животных определенным количеством незаменимых аминокислот, которые сами они не могут синтезировать, позволяет устранить специфические нарушения обмена веществ, вызываемые недостатком отдельных аминокислот, максимально выявить генетически обусловленную продуктивность организмов. Отсюда следует, что при составлении рациона очень важно учитывать потребность животных в аминокислотах, особенно незаменимых.

Как показывают данные аминокислотного анализа, проведенного Всесоюзным институтом удобрений и агропочвоведения (ВИУА), содержание основных жизненно важных аминокислот в гранулах из соломы ферментно-дрожжевой обработки гораздо выше, чем в натуральной соломе и сене (табл. 7).

Как видно из данных таблицы 11, содержание глутаминовой кислоты в обработанной соломе повысилось до 9,191 г против 3,0 г в натуральной соломе и 5,871 г в сене. Это можно объяснить тем, что меласса, которую предварительно вносили в кормосмесь, содержит в пересчете на сухое вещество значительное количество глицерина, триметилглицина, аминокислот, в том числе и глутаминовой кислоты 7—12%.

По сообщениям М. Ф. Томмэ (1972), белок рассматривают как источник аминокислот для производства животными белка тела и продукции. Поэтому наличие значительного количества белка в гранулах из соломы ферментно-дрожжевой обработки — 10,2% против 4,6% в натуральной соломе и 6,5% в сене — явилось, по-видимому, причиной повышенного содержания большинства жизненно важных аминокислот в соломоконцентрате, а особенно таких, как цистин, аргинин, пролин, тирозин и глицин.

Аминокислотный состав соломы, гранул из обработанной соломы и сена, г/кг

Аминокислота	Солома натуральная (по данным М.Ф. Томмэ, 1972)	Солома ферментно-дрожжевой обработки	Сено злаковое разнотравное
Лизин	1,0	2,796	2,650
Цистин	0,3	2,715	1,397
Аргинин	1,0	3,321	2,986
Гистидин	0,7	1,493	1,371
Лейцин	1,3	4,553	4,584
Изолейцин			
Пролин	—	3,362	2,414
Аланин	1,9	3,635	3,039
Валин	—	2,673	2,313
Серин	2,5	2,731	2,297
Глутаминовая	3,0	9,191	5,871
Треонин	—	2,629	2,558
Тирозин	1,3	2,020	1,944
Глицин	1,2	3,084	2,770
Фенилаланин	0,8	2,974	2,708

Многие исследователи утверждают, что количество и соотношение белковых фракций сыворотки крови являются наглядными показателями состояния организма. Поэтому нами были изучены общий белок, резервная щелочность, сахар, белок и некоторые другие показатели крови.

Увеличение общего белка в сыворотке крови у опытных баранчиков свидетельствовало о более высоком содержании белка в соломоконцентрате, чем в сене. При этом наблюдалось изменение фракционного состава белка крови в сторону увеличения количества альбуминов, альфа- и гамма-глобулинов. Количество бета-глобулинов в крови у опытных животных было несколько ниже, чем у контрольных.

Такие изменения белкового спектра в сыворотке крови принято считать признаком усиления иммунологической защиты организма.

Уровень сахара в крови опытных животных (29,60 мг%) был незначительно выше, чем у контрольных (28,44 мг%).

Все это говорит о том, что использование соломоконцентрата в рационе откармливаемых баранчиков благотворно влияет на обменные процессы их организма. В период откорма общее физиологическое состояние животных было хорошим, о чем говорят достаточно высокие среднесуточные приросты живой массы как контрольных (175,3 г), так и опытных (174,0 г) баранчиков (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Изменение живой массы баранчиков на откорме

Показатель	Группа животных (n=5)	
	контрольная	опытная
Живая масса в начале опыта, кг	30,30±0,42	30,50±0,37
Живая масса в конце первого месяца, кг	36,39±0,61	36,62±0,51
Прирост живой массы за первый месяц, кг	6,09±0,38	6,12±0,21
Среднесуточный прирост за первый месяц, г	203±0,19	204±0,31
Живая масса в конце опыта, кг	40,82±0,27	40,97±0,46
Прирост живой массы за второй месяц, кг	4,40±0,37	4,35±0,28
Среднесуточный прирост за второй месяц, г	146,6±0,25	145,0±0,19
Прирост живой массы за весь период откорма, кг	10,52±0,32	10,47±0,30
Среднесуточный прирост за весь период откорма, г	175,3±0,123	174±0,111

Следует отметить, что в первый месяц откорма прирост живой массы у опытных животных был несколько выше и составил  $6,120 \pm 0,21$  кг против  $6,09 \pm 0,38$  кг у контрольных баранчиков.

С удалением от начальной стадии откорма у овец наблюдалось снижение среднесуточных приростов живой массы. Эта закономерность была отмечена в обеих группах. Если среднесуточный прирост опытных животных в первый месяц откорма составил  $204 \pm 0,31$  г, то во второй месяц этот показатель был равен  $145,0 \pm 0,28$  г. Такая же закономерность наблюдалась по контрольным баранчикам. В целом за весь период откорма (два месяца) прирост живой массы составил по контрольной группе  $10,52 \pm 0,32$  кг, по опытной —  $10,47 \pm 0,30$  кг.



По мере снижения энергии роста баранчиков как контрольных, так и опытных расход питательных веществ корма на единицу прироста живой массы возрастал. Например, в первый месяц откорма расход питательных веществ на 1 кг прироста живой массы по контрольной группе составил 5,81 кг корм. ед. и 576 г переваримого протеина, а по опытной — 6,32 кг корм. ед. и 623 г переваримого протеина.

На 1 кг прироста живой массы на втором месяце откорма по сравнению с первым было затрачено на 2,24 кг больше кормовых единиц по контрольным баранчикам и на 2,57 кг — по опытным; соответственно больше было израсходовано переваримого протеина (на 222 и 252 г).

В конце откорма провели контрольный убой опытных и контрольных животных и определили выход туши, мяса (мякоти), костей и коэффициент мясности (табл. 9).

Таблица 9

**Результаты убоя сравниваемых групп баранчиков**

Показатель	Группа животных	
	контрольная	опытная
Живая масса перед убоем, кг	40,82±0,27	40,97±0,46
Масса парной туши, кг	16,86±0,34	17,04±0,29
Выход туши, %	41,3	41,6
Масса остывшей туши, кг	16,02±0,18	16,18±0,31
Масса мякоти, кг	12,28±0,11	12,20±0,13
Масса костей, кг	3,64±0,41	3,83±0,23
Выход мякоти, %	76,7	75,4
Выход костей, %	22,7	23,7
Коэффициент мясности	3,33	3,18
<b>Химический состав мяса, %</b>		
Сухое вещество	32,11	32,41
Белок (в сухом веществе)	60,50	70,22
Жир (в сухом веществе)	20,61	23,65
Зола (в сухом веществе)	3,44	3,46

Согласно полученным данным, по этим показателям разница между животными опытной и контрольной групп оказалась несущественной, хотя она была несколько благоприятнее для контрольной.

Результаты исследований химического состава мяса показали, что у животных опытной группы содержание белка в сухом веществе составило 70,22% против 60,5%

у контрольной, содержание жира также было больше в мясе опытных баранчиков — на 3,04% (табл. 9).

По содержанию аминокислот в мясе баранчиков опытной и контрольной групп существенных различий не наблюдалось, хотя по отдельным аминокислотам, как например аргинин, треонин, пролин и другие, имелись некоторые недостоверные различия, что можно объяснить влиянием различных видов кормов (табл. 10).

Таблица 10  
Аминокислотный состав мяса баранчиков,  
% к сырому протеину

Аминокислота	Группа животных (n=3)	
	контрольная	опытная
Лизин	7,36	7,12
Гистидин	4,41	3,71
Аргинин	6,29	4,87
Аспарагиновая	6,36	6,81
Треонин	7,24	6,43
Серин	4,86	5,16
Глутаминовая	18,00	17,88
Пролин	12,22	11,50
Глицин	6,57	7,73
Аланин	6,62	6,43
Цистин	1,80	1,81
Валин	5,70	5,85
Метионин	6,46	5,85
Изолейцин	3,45	3,59
Лейцин	7,87	6,72
Тирозин	2,85	4,13
Фенилаланин	5,28	5,94
Триптофан	1,75	1,94

Таким образом, на основании проведенного опыта видно, что 100%-ная замена сена в рационе откармливаемых баранчиков гранулами из соломы ферментно-дрожжевой обработки существенно не сказалась на приросте живой массы, выходе туши, мяса (мякоти), коэффициенте мясности и аминокислотном составе мяса.

Для проверки влияния при скормливании ферментированной соломы на продуктивность овец специалистами совхоза «Новоселовский» Ростовской области в 1978 г. был также проведен производственный опыт. Как показали данные опыта, овцематки, получавшие в рационе ферментированную и обогащенную белком (опытные) солому,

превосходили по настригу шерсти маток, содержащихся на обычном хозяйственном рационе (контрольные) на 1,2 кг.

От опытных маток получили также больше ягнят (на 22 головы от каждой 100 маток), чем от контрольных. По предварительным подсчетам, экономический эффект дополнительной продукции от 4500 маток составил 50,8 тыс. руб. (Г. А. Должиков, 1979).

По сообщениям К. А. Калунянц и др. (1980), в опытах, проведенных на стендовой установке в ферментерах, способных поддерживать нужную температуру и аэрируемых воздухом, удалось из соломы при мягких режимах и температуре 30—35°C без давления получить корм, содержащий 10—12% протеина и до 7—8% сахаров.

После стендовых испытаний в совхозе «Куйбышево» Московской области осуществили научно-хозяйственный опыт. Здесь по принципу аналогов сформировали две группы коров черно-пестрой породы. Опыт продолжался три месяца. Все корма, входившие в рацион, коровы поедали полностью. За период опыта удой коров, получавших кормосмесь ферментно-дрожжевой обработки, по сравнению с контрольными животными был на 1,3 кг в день больше и жирность молока на 8,68% выше.

Молочная продуктивность коров контрольной и опытной групп в начале опыта составила соответственно: среднесуточный удой — 15,7 и 15,8 кг, жирность молока — 3,55 и 3,55%; в конце опыта в контрольной и опытной группах — среднесуточный удой — 11,9 и 13,2 кг, жирность молока — 3,57 и 3,88%.

Как подчеркивают авторы, затраты на приготовление 1 т соломы, обогащенной протеином зерна, составили 20 р. 83 к., а обогащенной протеином путем ферментации — 18 р. 15 к., то есть на 2 р. 68 к. меньше.

При поедании этого корма в рубце коров создается благоприятная среда для развития микрофлоры. По данным ветбаклаборатории Ворошиловоградской области, при кормлении коров ферментированной соломой в единице объема рубцовой жидкости количество микроорганизмов увеличивается в 2 раза, одновременно повышается резервная щелочность крови и улучшаются другие биохимические показатели.

Отделом микробиологии АН Молдавской ССР с 1978 г. ведутся исследования в направлении повышения питательной ценности соломы злаковых культур путем использования биологических методов ее обработки. За основу взята

разработанный ВНИИ биотехники и Московской сельскохозяйственной академией им. К. А. Тимирязева метод обработки соломы, позволяющий ограничиться существующим оборудованием кормоцехов и заключающийся в запаривании измельченной соломы, обработке ее ферментными препаратами пектофоетидином ГЗх и глюкаваморином ПХ с последующим дрожжеванием пекарскими дрожжами.

Как сообщает старший научный сотрудник Н. М. Трофименко (1979), с 1978 г. исследователями были налажены и испытаны технологические линии для ферментативной обработки и дрожжевания соломы в колхозе «Правда» Новоаненского района, на молочном комплексе села Чобручи Слободзейского района, в колхозе им. Бориса Главана Дрокиевского района, колхозе «Маяк» Комратского района, в колхозе «Путь Ленина» Фалештского района Молдавской ССР. При этом использовались ферментные препараты пектофоетидин ГЗх, глюкаваморин ПХ и целовиридин ГЗх. Данные о содержании клетчатки, сахара, сырого протеина и белка в отобранных пробах ферментированной соломы представлены в таблице 11.

Т а б л и ц а 11

**Данные химических анализов ферментированной и дрожжеванной соломы, %**

Корм	Компонент	Молочный комплекс Слободзейского района	Колхоз им. Бориса Главана Дрокиевского района
Солома запаренная	Клетчатка	46,91	48,60
	Сахар	0,28	0,15
	Сырой протеин	8,3	6,5
	Белок	6,5	5,3
Солома ферментированная	Клетчатка	45,63	46,75
	Сахар	0,49	0,56
	Сырой протеин	7,7	7,0
	Белок	6,1	6,1
Солома ферментированная и дрожжеванная	Клетчатка	42,60	45,53
	Сахар	0,61	0,80
	Сырой протеин	11,5	10,2
	Белок	9,5	8,5

Во всех отобранных пробах отмечалось снижение клетчатки и увеличение содержания сахара, сырого протеина и белка. Лучшие результаты получены в колхозе «Маяк» Комратского района и колхозе им. Бориса Главана Дро-

киевского района, где использовались ферментные препараты целловиридин ГЗх и смесь пектофоетидина ГЗх с целлигнирином П10х.

В колхозе «40 лет Октября» Котовского района налажена регулярная обработка соломы с помощью ферментного препарата целловиридина ГЗх и пекарских дрожжей. За период с июня 1979 г. по май 1980 г. в этом хозяйстве скормлено дойным коровам около 600 т ферментированной и дрожжеванной соломы. При этом была отмечена хорошая поедаемость корма и увеличение жирности молока на 0,12%. В связи с этим руководство колхоза приняло решение реконструировать кормоцех, установить дополнительные смесители С-12 с расчетом на полную обработку новым методом всей получаемой в хозяйстве соломы.

На молочнотоварной ферме Молдавского планово-экономического совхоза-техникума (с. Гыска Каушанского района) скармливание дойному стаду, состоящему из 500 коров, смеси грубых кормов (на основе кукурузной кочерыжки и соломы), запаренных и обработанных ферментным препаратом пектофоетидин ГЗх, способствовало увеличению надоев молока на 1—1,5 л на голову в сутки и повышению жирности молока на 0,12%.

В этом же хозяйстве внедряется разработанный отделом микробиологии АН Молдавской ССР способ получения силоса из несилоуемого сырья — соломы и люцерны с добавками ферментных препаратов. В 1979 г. с помощью этого способа было получено 300 т хорошего качества силоса, а в 1980 году заложено такого силоса уже 600 т. Скармливание указанного корма молодняку крупного рогатого скота при постановке научно-хозяйственного опыта обеспечило увеличение прироста живой массы в опытной группе на 28,4 % по сравнению с контрольной.

Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота силоса, приготовленного с добавкой ферментного препарата пектофоетидина ГЗх, по данным Молдавского планово-экономического совхоза-техникума, составила по контрольной группе из шести животных за 30 дней производственного опыта: прирост живой массы в группе — 126 кг, прирост живой массы на одну голову — 20,5 кг, среднесуточный прирост живой массы — 683 г; по опытной группе также из шести животных за тот же период опыта — соответственно 158 кг, 26,3 кг и 878 г. Полученные данные являются статистически достоверными ( $P < 0,05$ ).

Что касается химического состава силоса, то в опытной

партии отмечены более высокие показатели активной кислотности и суммы масляной кислотности. Количество клетчатки в обработанном ферментами силосе оказалось несколько ниже (2—3%), а содержание сахара и протеина — выше. Значительные изменения претерпел аминокислотный состав опытного силоса. От 2 до 4 раз увеличилось содержание незаменимых аминокислот, что значительно повысило питательную ценность корма.

На основе разработанного институтом ВНИИ биотехники способа обогащения соломы белком в отдельных хозяйствах используют различные модификации его приготовления. Так, в совхозе «Куйбышево» Московской области в 1979 г. в кормосмесь перед ее ферментацией стали добавлять по 1 ц мельничной пыли («мучки») из расчета на 1 т соломы. В результате был получен корм, о котором академик ВАСХНИЛ Н. А. Шманенков и заведующий лабораторией ферментов В. М. Газдаров сообщили следующее.

В результате анализов установлено, что приготовленный по указанной технологии корм на основе соломы содержит в расчете на сухое вещество: сырого протеина — 18,25—18,31%; азота общего — 2,92—2,93; азота небелкового — 0,60—0,74; азота белкового — 2,18—2,33; сырой клетчатки — 25,3—25,5%.

Анализы показали, что в процессе ферментной обработки и дрожжевания корма на основе соломы не наблюдается заметного снижения уровня клетчатки, но отмечается повышение содержания белкового азота.

В процессе подготовки соломы к скармливанию наибольшие изменения претерпевают углеводы (крахмал) зерновой части кормосмеси. С внесением в кормосмесь «мучки» из зерна содержание крахмала возрастает в 30—40 раз, содержание глюкозы — в 30—40 раз, содержание глюкозы — в 20 раз (табл. 12).

После гидротермической обработки содержание крахмала снижается (на  $\frac{1}{4}$ ), а глюкозы увеличивается вдвое. После закладки ферментов и обработки кормосмеси крахмал интенсивно переходит в глюкозу, которая сбраживается до молочной кислоты и летучих жирных кислот (в основном в уксусную кислоту). В период дрожжевания кормосмеси продолжается сбраживание глюкозы, и в конечном продукте обнаруживается минимальное количество крахмала и глюкозы, но максимальный уровень молочной (до 553 мг/кг корма) и уксусной кислоты (до 2,2 г/кг корма). Характерно также преобладание в конечном про-

Содержание крахмала, глюкозы  
и продуктов брожения в корме на основе соломы

Корм	Крах- мал, г%	Глю- коза, г%	Летучие жирные кислоты (ЛЖК), ммоль 100 г	Молярные соотношения кислот брожения, %		
				уксусной	проп- ионовой	масляной
Измельченная со- лома	0,07	0,003	—	—	—	—
Зерноотходы	16,51	0,639	—	—	—	—
Кормосмесь перед запаркой	2,78	0,065	1,46	95,33	2,60	2,00
Кормосмесь в конце запарки	2,03	0,118	1,30	97,80	1,40	0,79
Кормосмесь в на- чале фермента- ции	1,64	0,537	1,17	97,22	1,20	1,08
Кормосмесь в конце фермен- тации	0,88	0,259	1,23	95,43	1,76	2,78
Кормосмесь после дрожжевания	1,03	0,183	3,16	98,07	1,00	0,92
Готовая кормо- смесь	0,91	1,104	3,70	98,08	1,20	0,71

дукте уксусной кислоты (95—98 молярных процентов) по сравнению с другими кислотами брожения.

Результаты этих анализов показывают, что в процессе обработки ферментами и дрожжевания кормосмесь на основе соломы и зерновой «мучки» претерпевает изменения, характерные для ускоренного силосования.

Проведенными анализами не обнаружено заметного «осахаривания» соломы под действием ферментов, однако это не означает, что солома не подвергается воздействию ферментов. Вполне допустимо, что в процессе гидротермической и ферментной обработок происходит гидролиз (расщепление) определенных связей между компонентами соломы, что повышает доступность этих компонентов ферментации и усвоению микроорганизмами преджелудков. Эти процессы — микробная ферментация и усвоение подготовленной соломы — будут особенно эффективными на фоне скармливания рационов, сбалансированных по комплексу важнейших питательных веществ, в том числе по легкоусвояемым углеводам.

Необходимо дальнейшее расширение масштабов использования больших запасов органических веществ, находя-

щихся в отходах сельскохозяйственного производства. Колхозам и совхозам целесообразно применять весь арсенал средств обработки соломы, от простого запаривания до биологического обогащения.

Дальнейшие научные разработки должны обеспечить более быстрый процесс переработки и обогащения кормов питательными веществами, в особенности белком, то есть процесс, пригодный для применения в любом хозяйстве.

Интенсификация земледелия, увеличение посевов зерновых и технических культур приводит к сокращению производства сена и пастбищного корма. В этих условиях использование высокобелкового корма из соломы ферментно-дрожжевой обработки позволит значительно увеличить кормовые ресурсы хозяйств и получить дополнительную продукцию животноводства.

## **ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ**

Поскольку при производстве корма из соломы ферментно-дрожжевой обработки применяют карбамид, натрий хлористый, диаммонийфосфат, то при работе с ними необходимо выполнять Правила обращения с вредными и опасными веществами.

Безопасная эксплуатация трубопроводов должна осуществляться в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасности эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды применительно к трубопроводам. Для защиты работающих от избыточных тепловыделений и случайных ожогов необходима теплоизоляция всех горячих поверхностей аппаратов, трубопроводов, при этом температура на поверхности изоляции не должна превышать 40°C.

Работу с грузами обязательно выполняют двумя рабочими. Запрещается переносить бутылки на спине и впереди себя. При транспортировке агрессивных жидкостей бутылки закупоривают прочными пробками. Водители погрузочно-разгрузочных механизмов, грузчики и другие рабочие, связанные с подготовкой и выполнением погрузочно-разгрузочных работ, должны соблюдать Инструкцию по технике безопасности при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, каждый по своему профилю работы.

В производственных, вспомогательных и бытовых помещениях устраивают приточно-вытяжную вентиляцию с меха-



ническим и естественным побуждением. Технологическое оборудование (бункер для подачи компонентов питательной среды, гранулятор, расфасовочный автомат) с выделением пыли в окружающую среду обеспечивают местными аспирационными отсосами с очисткой удаляемого воздуха. Аспирационная установка должна автоматически включаться при запуске технологического оборудования.

Вентиляционные шахты для лучшего рассеивания удаляемого воздуха в атмосферу снабжают полуфакельными выбросами. Во всех производственных помещениях предусматривают дежурное отопление для поддержания температуры  $+10^{\circ}\text{C}$  при неработающем оборудовании.

Шум и вибрацию вентиляторных установок снижают путем выбора оптимальных скоростей на турбинах вентиляторов, применением виброизолирующих оснований и гибких вставок, покрытием воздуховодов в приточных камерах звукоизолирующей облицовкой.

Для внутреннего пожаротушения в зданиях оборудуют противопожарный водопровод, для наружного — устанавливают гидранты в колодцах. В помещениях для приготовления растворов кислот и щелочей предусматривают раковины самопомощи.

При осмотре и ремонте технологического оборудования необходимо обеспечить безопасное проведение этих работ. В емкостях они должны проводиться только в дневное время и по письменному разрешению начальника цеха. Перед проведением работ емкости освобождают от продуктов обработки, отключают от действующей аппаратуры, а систему трубопроводов промывают и продувают воздухом. Работы внутри аппарата проводить при температуре  $+50^{\circ}\text{C}$  и выше запрещается. На время работы необходимо вывешивать трафареты с надписью «Не включать. Работают люди!». Ремонтные работы внутри емкости проводятся бригадой, состоящей не менее чем из двух человек, один из которых все время наблюдает за рабочими.

Работающий внутри аппарата всегда должен быть в соответствующей спецодежде, с предохранительным поясом и сигнально-спасательной веревкой. Для освещения он использует переносную лампу напряжением не выше 12 В. После внутреннего ремонта следует проверить, не осталось ли посторонних предметов внутри аппарата, после чего его промыть водой, а в журнал записать время окончания работы внутри аппарата. По окончании всего ремонта технологическое оборудование должно быть принято в эксплуатацию по акту.

15 коп.

МОСКВА  
РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ  
- 1984