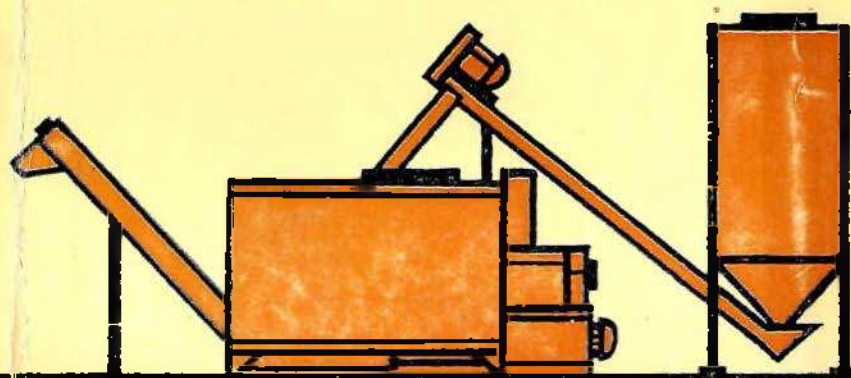


В. М. Голушко

В. Б. Иоффе

В. Н. Гутман

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОРМОВ ДЛЯ СВИНЕЙ



В. М. Голушко
В. Б. Иоффе
В. Н. Гутман

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОРМОВ ДЛЯ СВИНЕЙ



МИНСК «УРАДЖАЙ» 1990

БКБ 46.5-4

Г 62

УДК 636.4.085.6

Рецензент д-р с.-х. наук *Н. В. Редько*

Голушко В. М. и др.

Г 62 Приготовление кормов для свиней / В. М. Голушко, В. Б. Иоффе, В. Н. Гутман. — Мн.: Ураджай, 1990. — 216 с.: ил.

ISBN 5-7860-0376-0.

Освещены вопросы приготовления кормов для свиней из зеленой массы, корнеплодов. Описаны способы изготовления комбикормов, БВМД, премиксов, закладки силоса. Большое внимание уделено методам подготовки к скармливанию зерновых кормов: их влаготепловой обработке, включая экструдирование, измельчение, микронизацию и др.

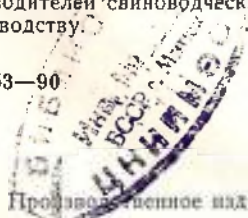
Для руководителей свиноводческих хозяйств, специалистов по кормопроизводству.

3705020500—125

Г. _____ 53—90

M305(03)—90

БКБ 46.5-4



ГОЛУШКО Василий Михайлович, **ИОФФЕ** Владимир Борисович,
ГУТМАН Василий Николаевич

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОРМОВ ДЛЯ СВИНЕЙ

Зав. редакцией *Л. В. Ядренцева*. Редакторы *Б. Б. Пятченко, В. Д. Новик*. Обложка художника *Т. М. Наулович*. Художественный редактор *Л. М. Рудаковская*. Технический редактор *А. Н. Хейфец*. Корректоры *Л. В. Сёмкина, Е. А. Мурнева*.

ИБ № 2657

Сдано в набор 28.04.89. Подписано в печать 13.11.89. Формат 84×108^{1/2}. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 11,34. Усл. кр.-отт. 11,65. Уч.-изд. л. 11,54. Тираж 6100 экз. Заказ 964. Цена 55 к.

Издательство «Ураджай» Государственного комитета Белорусской ССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 220600. Минск, проспект Машерова, 11.

Типографии им. Франциска Скорины издательства «Наука и техника». 220072. Минск, Ленинский пр. 68.

ISBN 5-7860-0376-0

© Издательство «Ураджай», 1990

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим условием успешного развития свиноводства, а следовательно обеспечения населения качественной свининой, является наличие прочной кормовой базы. Только при организации полноценного кормления свиней всех половозрастных групп можно достичь высокой эффективности производства, максимальной продуктивности животных при наименьших затратах кормов на единицу продукции.

Полноценным кормление считается тогда, когда животные обеспечиваются всеми необходимыми элементами питания — протеином, аминокислотами, жирами, углеводами, минеральными веществами, витаминами и т. д. Для организации полноценного кормления, рационального использования кормов важно правильно подготавливать их к скармливанию.

Существует много способов приготовления кормов для свиней: измельчение зерна, грубых и сочных кормов, запаривание, гранулирование, экструдирование, микронизация и др. Широкое распространение получило приготовление комбинированных силосов, силосов из запаренного картофеля и кукурузных початков.

В предлагаемой книге показаны особенности кормления свиней, описаны основные виды кормов, способы подготовки их к скармливанию, механизация кормоприготовления. По мнению авторов, она окажет большую помощь специалистам сельского хозяйства и комбикормовой промышленности, работникам свиноводческих ферм и комплексов по организации полноценного кормления свиней как на обычных фермах, так и промышленных комплексах, повышению эффективности производства свинины.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА СВИНЕЙ

По способности использовать корма свиньи превосходят все другие виды сельскохозяйственных животных. При сбалансированном кормлении уровень преобразования питательных веществ кормов в вещества продукции (мяса) может составлять при откорме свиней 45—50% и более, а крупного рогатого скота — лишь 14%. Свинья, особенно отселекционированных скороспелых пород, линий, гибридов, является настоящей машиной для переработки кормов в мясо. Кроме всеядности она отличается прожорливостью, благодаря которой может потреблять и хорошо переваривать большое количество кормов. Другой особенностью свиньи является ее высокая плодовитость, скороспелость и кратность биологического цикла. При полноценном кормлении и нормальных условиях содержания от свиноматки за опорос можно получить 10—14 поросят, за 2,0—2,3 опороса и более — до 30 поросят за год.

Свиньи быстро достигают половой зрелости и уже в 8—9-месячном возрасте способны к воспроизводству, а в 12—13 мес могут давать первый приплод. При соответствующих условиях кормления и содержания свиньи современных пород способны достигать живой массы 100 кг к 6-месячному возрасту и ранее.

При выборе способов подготовки кормов к скармливанию важное значение имеет знание особенностей процессов пищеварения у свиней различных половозрастных групп и направления продуктивности. Поступающие в пищеварительный тракт секреты образуются в слюнных, желудочных, поджелудочной и кишечных железах и печени. Пищеварение начинается в ротовой полости. Пережевывание пищи способствует измельчению крупных частиц корма, а также смешиванию его со слюной, которая действует в качестве смазки. Кроме 99% воды в слюне содержатся белок, муцин, неорганические соли и фермент альфа-амилаза (птиалин). рН слюны у свиней составляет около 7,3. Действие альфа-амилазы на крахмал осуществляется не только в процессе пережевывания корма, но и в желудке, поскольку пищевая масса не сразу смешивается с желудочным соком.

Желудок взрослых свиней имеет объем около 8 л и представляет собой простую камеру, которая служит не только для переваривания корма, но и для его хранения. Желудочные железы постоянно выделяют желудочный сок, состоящий из воды, неорганических солей, слизи, соляной кислоты и пепсиногена — предшественника фермента пепсина. рН содержимого желудка колеблется от 1,1 до 4,0. Кислота действует как активатор пепсиногена, превращая его в протеолитический фермент пепсин.

После приема корма в желудке происходят процессы гидролиза углеводов (крахмала) под действием амилазы слюны и пептическое переваривание белков под действием соляной кислоты и пепсина. Решающим фактором в преобладании того или иного гидролитического процесса является активность водородных ионов, определяющая условия действия амилазы и пепсина. В незначительной мере в желудке могут перевариваться и жиры под действием ферментов, поступающих в желудок из двенадцатиперстной кишки.

Свиньи относятся к группе животных с преобладанием кишечного типа пищеварения. В желудке у них пища пропитывается желудочным соком и частично расщепляются белки и крахмал. Основные процессы переваривания пищи до веществ, которые могут усваиваться организмом, и процесс всасывания последних в кровь и лимфу происходят в кишечнике. Гидролиз белков, углеводов и жиров осуществляется под действием протеолитических, амилолитических и липолитических ферментов. В полость тонких кишок выделяется сок поджелудочной железы, двенадцатиперстной кишки и кишечный, а также желчь. Основные функции кишечника (секреторная, всасывательная и двигательная) протекают одновременно. Завершается процесс переваривания и всасывания питательных веществ в толстом отделе кишечника. Слизистые железы толстых кишок не выделяют ферментов, поэтому продолжающийся процесс переваривания в них происходит под действием ферментов, поступивших вместе с химусом из верхних отделов пищеварительного тракта или образующихся в результате интенсивной деятельности микрофлоры. В толстых кишках имеются бактерии протеолитического типа, которые воздействуют на непереваренные протеины и образуют ряд продуктов, в том числе скатол, индол, фенол, жирные кислоты, сероводород и аминокислоты. Здесь

также происходит бактериальное расщепление клетчатки, хотя и в ограниченных количествах. Бактериальная активность в толстых кишках способствует синтезу некоторых витаминов группы В, которые могут всасываться и утилизироваться животным-хозяином. Однако всасывание большинства витаминов в толстом кишечнике свиней является недостаточным для удовлетворения их суточной потребности, поэтому необходимы пищевые источники витаминов. В опытах БелНИИЖ установлено, что выделение витаминов В₂ и В₁₂ с калом и мочой на 30—50% превышает их поступление с кормом. Бактериальный синтез усиливается при обогащении рационов витаминным и минеральным премиксами.

Физиологическими исследованиями содержимого разных участков пищеварительного тракта обнаружено присутствие молочной кислоты. Больше всего молочно-кислых бактерий находится в слепой кишке. Скармливание силоса и кормов с высоким содержанием сахаров тормозит молочно-кислое брожение.

Кроме молочно-кислых в органах пищеварения свиней находятся и гнилостные бактерии. У животных 60-дневного возраста их больше, чем у более старших. Количество гнилостных бактерий уменьшается при сбалансированном полноценном кормлении и увеличивается при неполноценном. Полноценное кормление снижает количество кишечной палочки.

В пищеварительном тракте свиней происходит также метановое брожение, однако оно незначительно и потери энергии с газами не превышают 1% энергии переваримых питательных веществ, тогда как у жвачных достигают 15—17%.

Бактериальная активность пищеварительного тракта свиней позволяет, хотя и в ограниченных количествах, использовать небелковые соединения азота для трансформации их в белковые. Наряду с этим установлена возможность непосредственного включения мочевины, двузамещенного фосфата или цитрата аммония в белковый обмен и восполнения за счет их до 10% переваримого протеина (А. Н. Кошаров, 1973; В. М. Голушко, Л. И. Винник, 1986).

В первые дни жизни поросят наиболее интенсивно растут желудок и тонкие кишки. Увеличение объема толстых кишок начинается с 30-дневного возраста. В этот период поросята кроме молока начинают поедать различные менее питательные корма, содержащие

большое количество балластных веществ, функциональная нагрузка толстых кишок возрастает, что и вызывает значительное увеличение интенсивности их роста.

Концентрация и активность многих пищеварительных секретов у поросят до 5-недельного возраста и взрослых животных существенно отличаются. Активность пепсина у новорожденных низкая и заметно возрастает к 3-недельному возрасту, что связано с уровнем секреции соляной кислоты. В первые 15—20 дней жизни в желудочном соке поросят отсутствует свободная соляная кислота. Это лишает желудочный сок бактерицидных свойств и снижает барьерную функцию желудка, в результате чего могут легко возникать желудочно-кишечные заболевания. Свободная соляная кислота начинает вырабатываться с 25—30-го дня жизни поросят, а заметное бактерицидное действие желудочного сока проявляется лишь к 40—50-му дню.

Кишечное пищеварение с мощным белковым ферментом поджелудочной железы трипсином, способным расщеплять протеин до аминокислот независимо от степени расщепления их пепсином, компенсирует недостаточность функции желудка, которую можно частично уменьшить при раннем приучении поросят к поеданию зерновых, сочных и зеленых кормов. Ферменты амилаза и липаза, содержащиеся в соке поджелудочной железы, обладают высокой переваривающей способностью, которая с возрастом несколько снижается. Установлено, что у животных всех возрастов поджелудочной амилазы выделяется достаточно для того, чтобы обеспечить переваривание крахмала, включаемого в кормосмеси для рано отнятых поросят, но мальтоза является лимитирующим ферментом на ранних стадиях их жизни.

Принято считать, что активность липазы у поросят достаточно высокая с момента рождения и липиды, поступающие с кормом, гидролизуются с большой скоростью. Недостаток протеаз на определенных стадиях их развития затрудняет переваривание протеинов зерновых кормов и может быть одной из причин кишечных заболеваний (гастроэнтеритов). Усвоение поросятами протеинов и углеводов зависит от природы последних. Протеины материнского и коровьего молока, а также рыбной и соевой муки в наибольшей мере отвечают потребностям организма поросят раннего возраста, протеины гороха, наоборот, имеют низкую питательную ценность (Е. З. Ткачев, 1981).

Переваримость крахмала зависит от величины его зерен. Например, кукурузный крахмал усваивается лучше, чем картофельный. В целом можно отметить, что поросята лучше используют углеводы с меньшим молекулярным весом. Глюкоза и лактоза очень хорошо усваиваются ими в любом возрасте, а использование крахмала, сахарозы и мальтозы повышается с возрастом. Некоторые способы технологической обработки, вызывающие разбухание, декстринизацию, повышают атакуемость ферментами зерен крахмала. Однако, как указывает Е. З. Ткачев (1981), зоотехнические исследования, проведенные на поросятах раннего отъема с использованием различного по происхождению крахмала и его технологической обработкой, не выявили различий в скорости их роста.

ЗНАЧЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Закон сбалансированного кормления, определяющий количество и соотношение отдельных веществ в рационах, отражает всю сумму обменных реакций, характеризующих химические процессы, лежащие в основе жизни животного и его продуктивности. Главную роль при этом играют компоненты корма, которые не имеют замены. Их химические структуры, не синтезирующиеся ферментными системами организма, совершенно необходимы для поддержания нормального обмена и получения высокой продуктивности животных. Наличие в кормах свойств, необходимых для удовлетворения определенной потребности животных в доступной энергии, протеине (аминокислотах), минеральных веществах, витаминах, характеризует питательность кормов. Задачи оценки питательности сводятся к выяснению, присутствуют ли в кормах необходимые компоненты и соответствует ли их форма, состояние и количество потребностям животных.

В составе кормов насчитывается свыше 70. компонентов (питательных веществ), очень разнообразных по свойствам и роли в питании животных. На основании сходства химического состава или биологической роли питательных веществ выделяют протеины, углеводы, липиды (жиры и жироподобные вещества), минеральные вещества, витамины, антибиотики, антиокислители и другие регуляторы, катализаторы и стимуляторы роста

и обмена веществ у животных. В кормах могут присутствовать также ядовитые и антипитательные вещества (алкалоиды, глюкозиды, авитамины и др.).

Важными показателями питательности корма являются его калорийность, активная кислотность, объемность, переваримость. Их определяют методами зоотехнического анализа, органической, биологической и физической химии, физиологическими. В соответствии со схемой зоотехнического анализа корма разделяют на шесть фракций: вода, эфирный экстракт (сырой жир), сырая клетчатка, сырой протеин, безазотистые экстрактивные вещества, зола. Каждая из них, за исключением воды, представляет собой сложную комбинацию питательных веществ, имеющих общие свойства, позволяющие провести химическое определение всего компонента. Зоотехнический анализ кормов в сочетании с другими методами является наиболее распространенным при определении их питательной ценности.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Вода. К минеральным веществам кормов и тела животных относится вода и зола. В составе тела животных и кормов вода находится в связанном с коллоидами (белками, углеводами) и частично в свободном состоянии. Содержание ее определяется как потеря массы после высушивания образца при температуре 102—105 °С. Высушивание при таких условиях ведет к потере летучих жирных кислот, некоторых сахаров, разрушающихся при температуре выше 70 °С, вследствие чего эти вещества будут засчитаны как вода. Избежать таких потерь можно путем высушивания образца под вакуумом при более низких температурах.

Наибольшие различия в питательной ценности многих кормов зависят от содержания в них воды. Так, например, содержание обменной энергии в сухом веществе зерновых кормов и корнеплодов почти одинаковое, в то время как в естественном состоянии эти корма по энергетической ценности различаются весьма существенно. Поэтому сравнительная оценка кормов по содержанию питательных веществ в сухом веществе является наиболее точной. Чем выше содержание воды в корме, тем ниже его питательность. Содержание более 14% воды в корме затрудняет его хранение, так как повышенная влажность благоприятствует развитию микрофлоры и

активизации ферментов самих кормов, что приводит к их порче. Высушивание скоропортящихся кормов является универсальным способом предохранения их от порчи. Например, сушка картофеля, корнеплодов позволяет до минимума (2—5%) снизить потери питательных веществ при хранении. Избежать потерь при хранении влажного зерна можно путем его обработки органическими кислотами, например, пропионовой или путем укладки его после измельчения в силосохранилища, уплотнения и герметизации. Очень важно при силосовании для нормального течения бродильных процессов обеспечить оптимальную влажность силосуемой массы в пределах 35—50%.

Вода, как незаменимое питательное вещество, должна обязательно поступать животным в определенных количествах. Потребление ее регулируется центральной нервной системой и зависит от целого ряда факторов: возраста, физиологического состояния, массы тела, уровня продуктивности, состава и вида корма, метеорологических условий, в частности, температуры окружающей среды.

По мнению С. Н. Хохрина (1982), заметное влияние на потребление воды оказывает вид корма. Например, при скармливании кормов, богатых протеином, животным требуется воды больше. При высокой температуре окружающего воздуха (29—30 °С) они выпивают воды меньше, если она холодная. С повышением температуры окружающего воздуха потребление воды увеличивается. При скармливании сухого рассыпного или гранулированного комбикорма свиньи потребляют воды больше (до 2,6 л на 1 кг корма), чем при кормлении жидкими кормами. Большинство исследователей как в нашей стране, так и за рубежом на основании проведенных исследований считают, что кормление свиней влажной кормосмесью более эффективно, чем сухим кормом. Оптимальной влажностью кормосмеси принято считать 65—72% (Н. Г. Гринюк, С. И. Плященко, 1970; Р. Брауде, 1973). При использовании жидких кормосмесей (свыше 80%) снижается эффективность использования кормов, возрастают энергетические затраты на утилизацию поступающего с ними избытка воды. Количество воды, необходимое для поения животных и приготовления влажных кормосмесей, приведено в табл. 1.

Зола является неорганическим остатком после сжигания образца корма при температуре около 600 °С. В

Таблица 1. Потребность свиней в золе на 1 голову в сутки, л

Группа	Зима	Лето
Хрюки-производители	5—8	7—10
Свиноматки супоросные до 2 лет	6—8	7—10
» старше 2 лет	6—9	8—12
Свиноматки подсосные	8—10	10—14
Поросята 2—4 мес	3—4	3—5
Ремонтный молодняк 4—10 мес	4—5	5—7
Откармливаемый молодняк	4—6	5—8

состав ее входят многие элементы, выполняющие важную роль в кормлении животных. Среди них выделяют макроэлементы, образующие кислоты (серу, фосфор, хлор, силиций) и щелочи (кальций, магний, калий, натрий, железо). В золе присутствуют в небольших количествах микроэлементы: кобальт, медь, цинк, марганец, бор, йод, селен, фтор, молибден, алюминий и др. В составе золы растений большую часть занимает окись кремния (SiO_2), не имеющая питательной ценности. В некоторых кормах показатели золы могут быть сильно занижены из-за наличия примеси песка или почвы. Более точную характеристику уровня зольного питания дает содержание чистой золы, в состав которой не входят посторонние примеси — уголь, песок и неусвояемая часть кремнекислоты.

В опытах на животных доказано, что при определении норм минерального питания необходимо контролировать и регулировать содержание и соотношение в рационах не только отдельных минеральных веществ, но и сумму зольных элементов (чистой золы) (А. П. Дмитроченко и др., 1973). Уровень чистой золы в рационе определяется как фактор, влияющий на осмотическое давление в тканях, органах и содержанием пищеварительного тракта, на раздражение пищеварительных желез. Нормальная деятельность пищеварительного тракта, достаточная возбудимость пищеварительных желез и необходимая концентрация зольных элементов в химусе достигаются в том случае, если в рационах свиней содержится 4—6% чистой золы в расчете на абсолютно сухое вещество, что составляет 40—60 г на каждый килограмм потребленного сухого вещества. Учитывая огромное физиологическое значение золы, необходимо строго норми-

ровать и контролировать ее содержание в кормах рациона.

Наибольшее значение в обмене веществ имеют соли натрия, калия, кальция, магния, соляной, фосфорной, угольной и серной кислот. При их участии происходят важнейшие физико-химические процессы, совершающиеся в организме. Содержание минеральных солей в теле животного колеблется от сотых долей до нескольких процентов. Они необходимы для образования костяка, участвуют в процессах всасывания питательных веществ из желудочно-кишечного тракта, поддержания кислотно-щелочного равновесия и сохранении относительного постоянства активной реакции крови и тканей. Минеральные соли способствуют сохранению коллоидного состояния живой протоплазмы. Необходимость постоянного поступления их в организм объясняется значительной потерей с мочой, потом и калом; у молодых животных они, кроме того, участвуют в процессах роста.

Велика роль минеральных солей в обезвреживании вредных продуктов обмена веществ. Недостаток минеральных веществ приводит к тяжелым нарушениям жизнедеятельности организма. Они не могут быть заменены другими группами питательных веществ. При избыточном поступлении минеральных соединений происходит отложение их запаса в различных органах. Например, при увеличении поступления хлористого натрия содержание его в подкожной клетчатке возрастает; при уменьшении поступления и голодании используются запасы в подкожной клетчатке — депо натрия и хлора в организме — и других органах. Железо накапливается в печени, кальций и фосфор — в костях, калий — в мышцах. При голодании или недостаточном усвоении кальция наблюдается обеднение костей кальцием и фосфором. Точное представление о состоянии минерального обмена можно составить на основе изучения баланса минеральных солей. Для этого определяют содержание того или иного элемента в потребляемых кормах и воде и в выделяемых моче, кале, поте и продукции (молоко). С мочой преимущественно выводятся натрий, хлор, калий и фосфор, с калом — железо, кальций и магний, последних два элемента выводятся и с мочой.

Натрий необходим для построения тканей, поддержания осмотического давления и регуляции водного, минерального, азотистого и жирового обмена. В кормах растительного происхождения он содержится в незначи-

Таблица 2. Потребность свиней в натрии и поваренной соли в расчете на 1 кг сухого вещества корма, г

Группы животных	Потребность	
	в натрии	в поваренной соли
Свиньи в период роста	1,5	4,4
Свиноматки легкосупоросные	1,2	3,5
» тяжело­супоросные и под­сосные	2,0	5,8

тельном количестве, поэтому нарушения натриевого обмена встречаются часто. Недостаток его в кормах восполняют введением в рацион поваренной соли, фосфатов натрия, двууглекислой соды. Минимальная потребность животных в натрии определяется скоростью роста, стадией беременности или лактации, уровнем молочной продуктивности, содержанием калия в кормах. При кишечных заболеваниях, сопровождающихся ускоренным прохождением пищевой кашицы, потребность в натрии также возрастает. Свиньям поваренную соль дают в молотом виде в смеси с концентратами и в составе комбикормов. Потребность их в натрии и поваренной соли приведена в табл. 2.

В Белоруссию кормовую поваренную соль завозят из Украины. Однако потребности животноводства в ней удовлетворяются не полностью. В БелНИИЖ проведены комплексные исследования по определению кормовых достоинств поваренной соли галитовых отходов Солигорского калийного комбината. По химическому составу галитовые отходы незначительно отличаются от кормовой поваренной соли. Они содержат 94,5—96% хлористого натрия, 1,3—3% хлористого калия, до 3,5 нерастворимого в воде остатка. В качестве микропримесей в них содержится серебро — $3 \cdot 10^{-4}\%$, титан — $1 \cdot 1 \cdot 10^{-2}$, стронций — $1 \cdot 3 \cdot 10^{-3}\%$; бор, селен, цинк, ртуть, медь, железо, бром, фтор, свинец, марганец, мышьяк отсутствуют. В опытах на растущем молодняке свиней установлено, что поваренная соль галитовых отходов Солигорского калийного комбината является вполне пригодной в качестве минеральной подкормки как источник натрия и хлора, так как по физиологическому действию на организм животных не отличается от обычной кормовой поваренной соли.

Калий относится к числу главных питательных ве-

ществ растений, его количество изменяется в зависимости от запасов в почве, возраста растений и водного режима. Он находится в тканях, участвует в осмотических, биохимических процессах и многих физиологических функциях организма. Калий — антагонист натрия и обмен этих элементов тесно связан. Если в рационе мало одного элемента или избыток другого, дефицит недостающего усиливается. Содержание калия в зерновых и зеленых кормах, корнеклубнеплодах составляет более 5 г/кг сухого вещества, что полностью покрывает потребность в нем свиней. Потребность в калии сельскохозяйственных животных составляет 3—6 г/кг сухого вещества и не превышает 7 г. В связи с применением повышенных доз калийных удобрений под кормовые культуры и увеличением отложения калия в кормах необходимо следить за оптимальным соотношением натрия : калий, которое в норме должно составлять 1 : 5.

Кальций является постоянной составной частью организма растений и животных. В растениях он образует сложные соединения с протепном, в их соке содержится в форме солей угольной, щавелевой, лимонной, винно-каменной, яблочной и других слабых органических кислот. Кальций составляет значительную часть золы растений, причем в форме щавелево-кислого кальция. Содержание его в теле взрослых животных составляет 1,2—2,0%, главным образом в составе костяка (98%) в виде солей фосфорной кислоты, в теле поросят в расчете на обезжиренное вещество — 1,0%.

Содержание кальция в сыворотке крови невелико — от 10 до 25 мг/100 мл. Снижение этого показателя ниже 8 мг/100 мл связано с нарушением обмена веществ. По показателям содержания кальция в сыворотке в диагностических целях практически нельзя судить о степени обеспеченности животного кальцием за счет кормов. Однако уже небольшое снижение его уровня в сыворотке крови приводит к существенным нарушениям, в том числе к функциональным расстройствам нервной системы. В организме роль кальция сводится к следующему: он незаменимый компонент скелета и зубов; необходим для нормального функционирования нервной ткани, преобразования протромбина в тромбин (свертывание крови), оказывает влияние на эффективность гормонов; от содержания кальция зависит нормальная функция скелетной и сердечной мускулатуры, а также гладких мышц, поддержание нормальных условий в клетках.

Таблица 3. Потребность свиней в кальции в расчете на 1 кг сухого вещества корма, г

Группы животных	г/кг
Хряки-производители	9,3
Свиноматки холостые и супоросные	8,7
» лактирующие	9,3
Поросята-отъемыши	9,3
Ремонтный молодняк живой массой 40 — 80 кг	9,3
» 81 — 150 кг	8,7
Откармливаемый молодняк живой массой 40 — 70 кг	8,4
» 71 — 120 кг	8,1

для создания биоэлектрического потенциала на клеточной поверхности и т. д.

Если в рационе растущих животных не хватает кальция, нарушается нормальное формирование костей и возникает заболевание рахитом. У взрослых животных недостаток кальция вызывает остеомаляцию, при которой кости становятся слабыми и легко ломаются, продуктивность животных падает. Рахит и остеомаляция могут возникать и при недостатке фосфора и витамина D, а также при ненормальном соотношении кальция и фосфора. Наиболее благоприятным соотношением этих элементов является 1 : 1—2 : 1.

Главными источниками кальция в рационах свиней являются корма животного происхождения, а также разнообразные кальциевые подкормки — мел, молотый известняк, костная мука, обесфторенные фосфаты, фосфогипс, сапропель, ракушечник и др. Потребность свиней в нем зависит от уровня продуктивности, интенсивности роста, возраста и физиологического состояния животных (табл. 3).

Магний в растениях входит в состав органических соединений — хлорофилла, фитина, фосфатов магния. В хлорофилле его содержится 2,7%. В животном организме магний содержится в виде солей фосфорной, угольной и соляной кислот и частично белково-связанных комплексов. Количество его составляет 0,4—0,5 г/кг обезжиренной массы тела. У новорожденных животных концентрация магния в теле более низкая. Основными депо его в организме являются скелет (до 70%) и мышцы (до 20%). Нормальное содержание магния в сыворотке крови сельскохозяйственных животных колеблется от 1,5 до 3,8 мг/100 мл. В организме животного он

входит в состав костей и зубов, обеспечивает функциональную способность нервно-мышечного аппарата; входит в состав ферментов и действует как их активатор; участвует в окислительном фосфорилировании и терморегуляции.

Широкое использование минеральных удобрений, особенно калийных и азотных, часто приводит к снижению концентрации магния в кормах. Поэтому для известкования почв необходимо использовать доломитовую муку.

Молодые растения богаче магнием, чем старые. Растения, содержащие много кальция, как правило, богаты и магнием. В более влажные годы содержание магния в растениях ниже, чем в сухие. Высокое содержание кальция в почве оказывает отрицательное влияние на количество магния в зеленом корме.

Недостаточность по магнию у свиней мало вероятна, так как большинство кормов содержат его в нужном количестве. Потребность свиней в магнии в расчете на 1 кг сухого вещества рациона составляет 0,4—0,5 г.

Фосфор. После поваренной соли фосфор является вторым по дефицитности веществом в рационе. Поскольку почвы бедны фосфором, урожайность кормовых культур во многом зависит от обеспеченности их фосфорным питанием. Повышение содержания фосфора в почве приводит к увеличению его накопления в кормах. Молодые растения всегда богаче фосфором, чем старые. Сравнительно высокое содержание его наблюдается в зерновых кормах и продуктах их переработки — отрубях, зародышах, шротах, а также в рыбной муке.

В зерне злаковых и бобовых до 70% общего фосфора находится в форме фитина, который может быть использован только при гидролизе этого соединения. У молодых свиней фосфор фитина усваивается плохо вследствие недостаточности фермента фитазы, необходимого для расщепления фитина.

Содержание фосфора в теле животных с возрастом несколько увеличивается и в пересчете на обезжиренное вещество составляет у поросят 0,58%, у взрослых животных — 0,7%. В организме присутствуют почти исключительно соединения пятивалентного фосфора в форме фосфата. Функции фосфора в организме и обмене веществ и энергии очень обширны. Он является составной частью костной ткани и зубов, нуклеиновых кислот, фосфопротеидов, ферментов, буферного веществ-

Таблица 4. Потребность свиней в фосфоре в расчете на 1 кг сухого вещества рациона, г

Группы животных	г/кг
Хряки-производители	7,6
Свиноматки холостые и супоросные	7,2
» лактирующие	7,6
Поросита-отъемыши	7,6
Ремонтный молодняк живой массой 40 — 80 кг	7,6
» 81 — 150 кг	7,2
Откармливаемый молодняк живой массой 40 — 70 кг	7,0
» 71 — 120 кг	6,7

на крови, аккумулятором и источником энергии (макроэнергетические фосфаты), посредником при гормональной регуляции синтеза белка, расщеплении липидов и синтезе стероидов.

Поскольку фосфор необходим для формирования костей, его недостаток может вызвать рахит, остеомаляцию или остеопороз. Скармливание рационов, бедных фосфором или совсем лишенных его, приводит к резкому снижению поедаемости корма, извращению аппетита. Длительная недостаточность фосфора ведет к снижению его содержания в сыворотке крови и вызывает нарушения плодовитости, молочности и роста молодых животных.

Потребность свиней в фосфоре приведена в табл. 4.

До 1/3 количества фосфора молодые свиньи должны получать в виде неорганического фосфора.

Сера относится к главным питательным веществам. Большая часть ее в организме животных находится в белках, содержащих аминокислоты метионин, цистин, цистеин. Витамины биотин, тиамин, гормон инсулин, некоторые полисахариды, глутатион, таурин также содержат серу. Доля неорганической серы обычно в форме сульфатов очень невелика. Общее количество ее в кормах колеблется в зависимости от типа почвы, вида растений, обеспеченности удобрениями и стадии развития в пределах 1—20 г/кг сухого вещества. Применение серосодержащих удобрений (фосфогипс) значительно повышает долю серы в кормах и улучшает качество белка. Недостаточность этого элемента указывает обычно на недостаток протеина.

Кишечная микрофлора свиней способна включать неорганическую серу в цистин и метионин. Однако коли-

чество аминокислот, образующихся у этих животных таким путем, ограничено. Покрыть потребность свиней в сере за счет сульфата натрия, фосфогипса удается в пределах 15—18% (Я. И. Слабицкий, 1973; В. М. Голушко, 1984).

Общая потребность животных в сере в расчете на 1 кг сухого вещества рациона составляет около 2 г.

Хлор, являясь наиболее важным анионом водной фазы организма, связан с натрием и калием в регулировании кислотно-щелочного равновесия и осмотического давления. Он выполняет важную роль также в желудочной секреции, входя в состав соляной кислоты и хлористого натрия.

В зеленых кормах содержится 4—18 г хлора на 1 кг сухого вещества. Богаты хлором ботва и корни свеклы, луговые и пастбищные травы, особенно ежа сборная. Зерновые корма и проты, за исключением ячменя и овса, содержат хлора менее 1 г/кг сухого вещества. Потребность животных в хлоре составляет примерно 1—3 г/кг сухого вещества рациона и удовлетворяется за счет основных кормов рациона, поскольку в них хлора значительно больше, чем натрия. Недостаток хлора в рационах, кроме того, восполняется за счет поваренной соли.

Микроэлементы. К микроэлементам относятся железо, марганец, цинк, медь, кобальт, йод, молибден, селен, хром, фтор и др. Основным источником их для растений и животных можно считать почву. Незначительная добавка недостающих организму микроэлементов оказывает относительно сильное действие, так как они являются составными частями биокатализаторов с энзиматической, витаминной или гормональной функцией. Имеются сведения, что из 660 ферментов, обнаруженных в живых организмах, более 180 являются металлоэнзимами. Поскольку микроэлементы выполняют в организме специфические функции, их дефицит в рационе вызывает появление характерных симптомов недостаточности. Необходимый уровень микроэлементного питания обеспечивает нормальное здоровье животных и их высокую продуктивность.

Железо. В организме животных содержится около 0,004% железа. От 60 до 72% его содержится в теле животного в виде железистых порфириновых ядер в гемоглобине. Оно входит в состав некоторых белковых веществ (миоглобин, трансферрин, ферритин), а также

ферментов (каталаза, пероксидаза, цитохромоксидаза, сукциндегидрогеназа, ксантинооксидаза). Наибольшее его количество находится в селезенке, печени, почках. Переносчиком железа в плазме крови является трансферрин. Железо играет очень активную роль в обмене веществ. Наибольшая часть абсорбированного железа (около 90%) концентрируется в костном мозге, где оно включается в созревающие эритроциты.

В связи с достаточно высоким содержанием железа в кормах истинный недостаток его возможен только у молодняка раннего периода. Особенно подвержены заболеванию поросята вследствие низкого содержания железа в молоке матерей. Типичным симптомом недостаточности является гипохромная микроцитарная анемия, снижение уровня железа в печени. Анемия поросят, связанная с дефицитом железа, проявляется примерно на 3—5-й день жизни и характеризуется непрерывным снижением уровня гемоглобина в крови. Концентрация его 8 г/100 мл крови является низшим физиологическим пределом. Минимальный уровень гемоглобина 5 г/100 мл крови наблюдается на 21-й день жизни. Гибель поросят вследствие анемии может быть довольно значительной, когда уровень гемоглобина опускается ниже 5 г/100 мл.

У животных, страдающих анемией, наблюдаются задержка роста, исхудание, пониженная естественная резистентность организма. Устранить заболевание можно парентеральным или пероральным введением железа. Увеличение доз железа свинноматкам только частично может устранить недостаток его у поросят.

Нормы потребности свиней в железе в расчете на 1 кг сухого вещества рациона составляют 70 мг, поросят массой до 10 кг — 100 мг.

Марганец. Биологическое значение марганца для животных заключается в том, что он принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах, тканевом дыхании, костеобразовании, оказывает влияние на рост, размножение, кроветворение, функцию эндокринных желез. В теле сельскохозяйственных животных его содержится 450—560 мкг/кг живой массы.

Содержание марганца в рационе резко не отражается на концентрации его в теле, поскольку в основных тканях взрослых животных она довольно устойчива. При повышении уровня марганца он может накапливаться в печени и других органах, однако в меньшей степени, чем медь и кобальт. Свойство шерстного покро-

ва изменять концентрацию марганца в зависимости от его содержания в кормах может быть использовано как критерий обеспеченности сельскохозяйственных животных этим элементом. Содержание марганца в шерсти сельскохозяйственных животных составляет 5—20 мг/кг сухого вещества.

Из кормов марганец всасывается не более чем на 15—18%, а в среднем 2—5% от принятого количества. Повышение уровня марганца в рационе за счет добавок приводит к снижению относительного количества всасывания его, однако абсолютное количество всосавшегося марганца возрастает. Основная масса марганца всасывается в тонком отделе кишечника и в особенности в двенадцатиперстной кишке.

Главными симптомами недостаточности марганца являются задержание роста, нарушения нормального процесса костеобразования, функции воспроизводства и в ряде случаев расстройства нервной системы. Потребность свиней в марганце находится в пределах 40—50 мг/кг. Содержание его в кормах колеблется в довольно широких пределах — от 7,4 до 159 мг/кг корма. Бобовые растения в среднем беднее марганцем, чем разнотравье, которое в свою очередь содержит его меньше, чем злаковые. Все виды зерновых кормов и корнеплоды бедны марганцем. Содержание его в кормах зависит также от доступности растениям. Увеличение рН почвы приводит к снижению концентрации его в растениях. В среднем по республике содержание марганца в кормах находится в пределах или за нижней границей потребности в нем животных. Поэтому включение марганцевых подкормок в рационы свиней следует проводить дифференцированно после определения его содержания в кормах.

Цинк выполняет важную роль в процессах роста, развития, проявления воспроизводительной функции, костеобразовании, кроветворении, обмене нуклеиновых кислот, белков, углеводов. Соли цинка замедляют развитие дифтерийных микробов и бацилл паратифа и тифа. У свиней цинк имеет большое значение в предотвращении и лечении паракератозов, которые характеризуются появлением красных пленок на коже и их превращением в черные сыпи. Цинк необходим для зрения. Он сравнительно неравномерно распределяется в органах и тканях организма животных. Средние показатели концентрации цинка в органах и тканях взрослых животных

составляют (мг/100 г свежей ткани): в печени — 4—8, почках — 1,3—1,8, селезенке — 1,5—2,0, сердце — 1,4—1,8, скелетных мышцах 0,8—1,2, костях — 6—12, коже — 2—3. Введение обильных доз цинка в корма супоросным свиноматкам приводит к повышению его содержания в теле плодов примерно на 40%.

Цинк всасывается в желудке и тонком отделе кишечника. Доля всасываемого цинка зависит от возраста животных, содержания его в рационе и типа рациона. Уровень всасывания цинка у взрослых моногастричных животных составляет 7—15%. В бобовых растениях присутствуют вещества, которые угнетают его всасывание. Такими веществами являются фитин, а также высокомолекулярные белки, с которыми цинк находится в прочном соединении. Угнетают всасывание цинка и тяжелые металлы, прежде всего кадмий, медь, ртуть, а также кальций, вызывая вторичную недостаточность его.

Недостаток цинка в рационе характеризуется нарушениями воспроизводительной функции, снижением аппетита, задержкой роста, паракератозами кожи, пищевода, кишечника, нарушениями углеводного и жирового обмена, отеками конечностей, огрубением шерстного покрова, снижением активности щелочной фосфатазы. Эти явления предотвращаются введением в рационы животных подкормок с легкоусвояемым цинком, например, серно-кислыми или углекислыми солями.

Потребность свиней в цинке составляет 30—60 мг/кг сухого вещества рациона. При составлении рационов для высокопродуктивных животных следует отдавать предпочтение верхней границе норм потребности в этом микроэлементе. Содержание цинка в кормах положительно коррелирует с содержанием марганца. Известкование кислых почв, внесение повышенных доз фосфорных удобрений приводят к снижению содержания цинка в кормах. Очень мало цинка содержат корнеплоды, картофель, а в кормах, богатых фитином (пшеничные отруби, зерно злаков и др.), он связан с фитиновой кислотой. В связи с этим полноценность рационов свиней по цинку необходимо строго контролировать.

Медь. Биологическая роль меди в организме животных выражается ее активным участием в обеспечении нормального обмена веществ. Медь участвует в процессах кроветворения, катализируя включение железа в гемоглобин, и способствует созреванию эритроцитов.

Если в корме не хватает меди, снижается всасывание и содержание железа в теле, замедляется мобилизация его в тканях, может развиваться анемия вследствие уменьшения числа эритроцитов без изменения в них концентрации гемоглобина. Медь участвует в процессе остеогенеза, защитных функциях организма. Она является составной частью ряда ферментов организма животных, таких, как цитохромоксидаза, галактозооксидаза, диаминооксидаза, моноаминооксидаза, церулоплазмин и других, катализирующих отдельные этапы окислительно-восстановительных процессов. Медь играет также большую роль в процессах размножения, обеспечивая нормальное развитие плодов.

Содержание меди в теле зависит во многом от уровня ее в рационе, так как в стенках кишечника нет барьера, ограничивающего ее всасывание, как это имеет место в отношении некоторых других микроэлементов. В норме наибольшее количество меди содержится в печени, затем в селезенке, сердце, костях, коже, шерсти, почках, мышцах, железах внутренней секреции, половых органах. Следует отметить, что наиболее постоянная концентрация ее наблюдается в мышцах, сердце, почках, в то время как в отдельных органах изменяется в зависимости от содержания в рационе. Способность меди накапливаться в печени у разных видов животных различна. Свиньи переносят такие количества ее в рационе, которые токсичны и даже смертельны для жвачных животных. В то же время концентрация меди в их печени может достигать 1500 мг/кг и более против 65,3—112 мг/кг в печени жвачных животных. При белковом недокорме содержание меди в печени увеличивается. У молодых животных оно выше, чем у старых.

Уровень всасывания меди зависит от состава корма и составляет у взрослых животных до 5—10%, у молодняка — до 30%. Отрицательно влияют на всасываемость меди фитин, аскорбиновая кислота.

Поскольку печень является основным депо обменной меди в организме, концентрация последней в печени служит показателем усвоения ее из кормов рациона и обеспеченности организма животных. Потребность в меди у свиней во многом зависит от поступления с кормом кальция, цинка, молибдена, серы. Очень строго необходимо следить за поступлением меди в рационы животных в районах с торфяно-болотными и песчаными почвами, так как выращенные на них корма дефицитны

по этому микроэлементу. Потребность в меди молодняка свиной составляет около 8 мг/кг, взрослых свиней — 5 мг/кг сухого вещества рациона.

Недостаток меди в рационах разных видов животных выражается различными симптомами. Однако наиболее общими для большинства из них являются анемия, нарушения роста и развития, потеря аппетита, возможны депигментация шерстного покрова, диарея, нарушения костеобразования и спонтанные переломы костей. Следует иметь в виду, что симптомы недостаточности меди могут проявляться и при оптимальном ее уровне в рационе вследствие снижения усвояемости.

Зерновые корма содержат медь на уровне нижней границы потребности животных в этом микроэлементе, а зеленые корма и продукты их переработки, особенно из перестоявших трав, — половинное к потребности количество. Злаковые травы содержат меньше меди, чем бобовые, особенно мало ее в соломе, картофеле, корнеплодах. Хорошим источником меди является свекольная меласса. Поскольку практически в условиях кормопроизводства колхозов и совхозов Белоруссии корма дефицитны по меди, балансирование рационов по этому микроэлементу необходимо осуществлять за счет минеральных медьсодержащих подкормок. При этом дозировка меди должна устанавливаться с учетом содержания в кормах таких компонентов, как кальций, молибден, сера, цинк и другие, оказывающих влияние на ее усвоение.

Кобальт. Роль кобальта в организме животных в настоящее время связывается в основном с тем, что он входит в состав витамина B_{12} , являющегося фактором животного протеина. Так как витамин B_{12} регулирует кроветворение, влияет на азотный, нуклеиновый, углеводный и минеральный обмен, значение кобальта, как незаменимого фактора питания, выражается в обеспечении нормального синтеза этого витамина. В качестве кофермента витамин B_{12} участвует в реакциях метилирования, переноса кислорода.

Содержание кобальта в теле животных очень низкое — 30—60 мкг/кг живой массы. Наиболее высокая концентрация его отмечается в печени — 30—100 мкг/кг, почках — 20—30, селезенке — 20—40, поджелудочной железе — 10—30, костях — 20—230, мышцах — 3—7 мкг/кг свежей ткани. Содержание кобальта в теле животных в большей степени, чем других микроэлементов,

зависит от его уровня в кормах. В печени в обычных условиях примерно половина всего кобальта приходится на витамин В₁₂. При недостатке кобальта в рационе он практически весь находится в составе витамина. В цельной крови содержание кобальта составляет 4—9 мкг/100 мл, плазме — 0,5—0,7 мкг/100 мл, т. е. основная масса его сосредоточена в форменных элементах крови. Уровень кобальта в крови также связан с его поступлением с кормами. Усвояемость его свиньями составляет 5—10% в зависимости от возраста и типа кормления и возрастает при недостатке витамина В₁₂ и отсутствии кормов животного происхождения в рационе. Кобальт всасывается в тонком отделе кишечника. У свиней он используется для синтеза витамина В₁₂ в основном в толстом отделе кишечника, но всасывается недостаточно и должен поступать с кормом (Р. Г. Смольская, 1981).

Недостаток кобальта проявляется анемией, потерей и извращением аппетита, изменением шерстного покрова, истощением, дегенерацией печени, резким падением уровня витамина В₁₂ в крови и печени. Снижение концентрации кобальта ниже пороговой величины вызывает уменьшение прироста массы и молочной продуктивности. Потребность в нем по сравнению с другими микроэлементами относительно невелика — 0,5—1 мг/кг сухого вещества рациона для свиней.

Естественный недостаток кобальта сопровождается недостатком меди. Корма, выращиваемые на дерново-подзолистых песчаных почвах, бедны кобальтом, содержание которого в несколько раз меньше, чем в кормах, выращиваемых на черноземных почвах. Поэтому в хозяйствах республики без использования солей кобальта в качестве подкормки практически невозможно сбалансировать рационы свиней по данному микроэлементу.

Йод необходим для деятельности щитовидной железы. Он входит в состав тиреоидных гормонов и, следовательно, принимает участие в регулировании основного обмена, расхода углеводов, белков и жиров в организме на клеточном уровне, оказывает влияние на рост, развитие и функцию воспроизводства. Следует отметить, что, как и другие микроэлементы, йод необходим для нормального развития микрофлоры пищеварительного тракта животных, стимулирует ее активность по утилизации, например, клетчатки.

Содержание йода в теле животных составляет 50—

200 мкг/кг массы и зависит от содержания в кормах рациона. Кроме того, концентрация йода в теле зависит от функциональной активности щитовидной железы, которая снижается с возрастом животных. В щитовидной железе сосредоточено около 70—80% йода, в мышцах — 10—12, коже — 3—4, костях — 3 и других органах — 5—10%. Важное диагностическое значение имеет определение содержания белково-связанного йода в сыворотке крови, так как это служит критерием оценки функционального состояния щитовидной железы.

Йод, поступивший в организм с кормом и водой, всасывается в тонком отделе кишечника и с кровью поступает главным образом в щитовидную железу, где взаимодействует с аминокислотой тирозином и превращается в гормон тироксин, содержащий четыре атома йода. В организме вырабатывается также гормон трийодтиронин с тремя атомами йода. Всосавшийся в организм йод кроме щитовидной железы задерживается в печени, почках, мозгу, коже, шерсти.

Большая часть йода из организма выводится с мочой, причем выделение происходит и при его недостатке в организме. Частично он выделяется с калом, потом, молоком и выдыхаемым воздухом. Содержание йода в молоке можно существенно (почти в 10 раз) повысить за счет скармливания повышенных количеств его с кормами рациона. Недостаток его ощущается во многих местах земного шара, в том числе и в Белоруссии.

Недостаток йода в почве, воде и кормах приводит к нарушению белкового, углеводного обмена, снижению репродуктивных, продуктивных способностей и резистентности животных. Длительное йодное голодание влечет за собой тяжелое заболевание эндемическим зобом. Размеры щитовидной железы увеличиваются вследствие разрастания соединительной ткани при одновременной атрофии железистых элементов. При этом снижается синтез гормонов тироксина и трийодтиронина. У свиней выпадает щетина, уплотняется кожа (из-за увеличения содержания воды), уменьшается аппетит. Свиноматки могут приносить поросят с толстой кожей, лишенной шерстного покрова, с отеками в области шеи. Потомство рождается мертвым или маложизнеспособным. Может иметь место задержание последа. При умеренном регулярном дефиците йода нарушается овуляторная функция яичников.

Йодная недостаточность может быть вызвана причинами вторичного характера — действием зобогенных веществ, содержащихся в кормах. В соевых бобах, рапсе, горохе, арахисе, белом клевере, капусте содержатся HCN-гликозиды, которые ингибируют связывание свободного йода в щитовидной железе. Для инактивации зобогенных свойств требуется влаготепловая обработка корма. К зобогенным кормам следует отнести и травяную муку, скармливание которой не обеспечивает животных йодом. В опытах лаборатории физиологии питания сельскохозяйственных животных БелНИИЖ наблюдалось существенное увеличение щитовидной железы у молодняка овец, выращиваемого на травяных гранулах.

Критерием полноценности йодного питания может быть уровень йода в шерсти, молоке. Потребность свиней в йоде определена в 0,2—0,4 мг на 1 кг сухого вещества рациона. Очевидно, она выше при использовании кормов, содержащих ингибиторы трипсина. Корма, выращиваемые в хозяйствах Белоруссии, в целом бедны йодом. Особенно низкое содержание его в зерновых кормах, несколько выше в отрубях, шротах масличных культур. Низким содержанием йода отличаются и травянистые корма.

Для восполнения недостатка йода в рационы вводят йодные подкормки. Йод обладает значительной летучестью, поэтому в качестве подкормок используются стабильные его соединения, чаще всего йодистый калий (KI) и йодновато-кислый калий (KIO₃). Для стабилизации йодистого калия перед введением его в состав рациона, комбикорма, премикса или простой минеральной смеси берется 52 части этой соли, 3 части питьевой соды (NaHCO₃) и 2 части тиосульфита натрия (Na₂S₂O₃). С точки зрения физиологического действия йодистый и йодновато-кислый калий равноценны, если они используются в эквивалентных по йоду количествах. Исследованиями Витебского ветеринарного института установлена высокая эффективность в качестве йодной подкормки фукусовой крупки — муки из морских водорослей семейства фукусовых, содержащей 150—200 мг йода в 1 кг крупки.

Селен по своему биологическому действию близок к витамину Е. Биохимические функции его в организме связаны с каталитической ролью и заключаются в регуляции скорости окислительно-восстановительных про-

цессов, а также реакций, протекающих с участием ферментов, витаминов и гормонов. Несмотря на общность многих признаков недостаточности селена и витамина Е, они обладают различными специфическими функциями, т. е. полной взаимозаменяемости их нет. Селен известен как незаменимый элемент в питании животных и в то же время как вещество, обладающее более высокими токсическими свойствами, чем мышьяк, молибден, ванадий. О незаменимости селена для организма животных свидетельствуют наличие его практически во всех тканях, профилактическое и терапевтическое действие при ряде заболеваний (некроз печени, беломышечная болезнь ягнят, телят), наличие в сетчатке глаза и участие в фотохимических реакциях светоощущения. Недостаток селена у свиней вызывает снижение резистентности эритроцитов и повышение гемолиза.

Высказываются суждения, что селен и витамин Е в процессе обмена веществ влияют на образование перекисей. Известно, что витамин Е является сильным антиоксидантом, ингибирует образование перекисей в тканях, в то же время селен в составе некоторых ферментов (в частности глутатионпероксидазы) разлагает эти токсические продукты. Таким образом, действуя параллельно и дополняя друг друга, витамин Е и селен выполняют важные защитные функции.

В теле сельскохозяйственных животных содержание селена составляет 20—25 мкг/кг живой массы и может изменяться в зависимости от его содержания в рационе. С возрастом наблюдается некоторое увеличение его уровня в органах и тканях животных. Содержание селена в скелетных мышцах животных при мышечной дистрофии в 2—3 раза ниже, чем у здоровых. Количество селена в мышцах наиболее изменчиво, поэтому многие заболевания, причиной которых является недостаточность селена, касаются мышечной ткани.

Всасывание селена в кишечнике, главным образом в тонком, а следовательно и степень его усвоения зависят от растворимости соединений, в виде которых он поступает с кормами, уровня и соотношения его в рационе с серой, наличия компонентов, ингибирующих его всасывание. Установлено, что всасывание селена идет с затратой энергии и может осуществляться при меньшей его концентрации в содержимом кишечника, чем в крови. Степень всасывания селена у свиней составляет до 85%. В тканях он накапливается в составе глобулинов. В не-

большом количестве включается в другие серосодержащие соединения — глутатион, биотин, тиамин. Селен хорошо проникает через плаценту и может накапливаться в тканях плода. Из организма он выделяется с калом и мочой и в незначительном количестве с выдыхаемым воздухом. В опытах установлено, что несмотря на существенные различия в обмене серы и селена, один элемент может снижать потребность в другом, т. е. выявлена взаимосвязь между серой, селеном и витамином Е. Избыток селена в рационе вызывает хронические или острые отравления животных (щитовидная болезнь, характеризующаяся выпадением волос на теле и хвосте и поражением конечностей), недостаток — беломышечную болезнь новорожденных и молодняка.

Потребность всех сельскохозяйственных животных в селене составляет примерно 0,1 мг/кг сухого вещества рациона. Обогащение рационов селеном, где его содержание ниже 0,08 мг/кг корма, дает положительный эффект. Исследованиями было установлено, что в хозяйствах Верхнедвинского района Витебской области содержание селена в сене составляло 19—24,9 мкг/кг, в концентрированных кормах — 34,9, корнеплодах — 29,9 мкг/кг корма и были зафиксированы случаи беломышечной болезни. В районе, где беломышечная болезнь не распространена, содержание селена в соответствующих кормах было в 2—5 раз выше. Введение селенита натрия в количестве, соответствующем 0,05, 0,1 и 0,15 мг селенита на 1 кг живой массы, благоприятно влияло на рост и сохранность ягнят.

О. Т. Сидоренко и др. (1980) изучали эффективность обогащения витамином Е и селеном рационов хряков на свиноводческом комплексе совхоза-комбината имени 60-летия БССР Минской области. Дополнительное введение в рацион хряков-производителей витамина Е в количестве 10 мг и селена (в виде селенита натрия) 0,05 мг/кг сухого полнорационного комбикорма оказало положительное влияние на их спермопродукцию. Общее число спермиев в эякулятах было выше на 10,3—22,4%, качество спермы также характеризовалось лучшими показателями подвижности, переживаемости и оплодотворяющей способности. На основании проведенных исследований авторы пришли к выводу о целесообразности введения на 1 т премикса КС-1 для хряков-производителей дополнительно 1 кг витамина Е и 10 г селенита натрия.

О содержании селена в почвах и кормах Белоруссии имеются только отрывочные данные, из которых следует, что на территории республики встречаются районы как с явным недостатком, так и с нормальным содержанием селена в кормах. Поэтому, учитывая высокую токсичность избыточного введения селена в рационы животных, использование его в качестве стимулятора продуктивности животных должно быть регламентированным и находиться под строгим контролем. Дозировка селена в рационах животных должна быть установлена только после определения его содержания в кормах. Наиболее эффективно комплексное применение препаратов селена, особенно селенита натрия, и витамина Е при достаточном уровне серосодержащих соединений в рационе.

ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

Органические вещества кормов в целом являются незаменимыми для животных. Представленные разнообразными соединениями, они служат источником пластического материала и энергии для построения клеток тела животного и возмещения затрат энергии в результате его жизнедеятельности. Наряду с тремя основными группами (углеводы, жиры и белки) имеется ряд органических веществ, названных биологически активными веществами, такие, как витамины, гормоны, гормоноподобные вещества, ферменты, антибиотики, и оказывающих большое физиологическое влияние на процессы жизнедеятельности организма животных. Важным свойством органических веществ корма, характеризующим его питательность, является их переваримость.

Углеводы. Зоотехническим анализом кормов углеводы определяются как безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) и сырая клетчатка. БЭВ объединяют большую группу нецеллюлозной части углеводов корма. Углеводы образуют основную массу растительных кормов, в составе кормов животного происхождения они представлены небольшим количеством гликогена.

В состав БЭВ входит большая группа простых сахаров, таких, как гликоальдегид, глицероза, эритроза, треоза, арабиноза, сорбоза, манноза, ксилоза, рибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза. Сложные сахара в БЭВ могут быть представлены олигосахаридами, из них дисахаридами — сахарозой, мальтозой, лактозой, целло-

биозой, трегалозой; трисахаридами — раффинозой, маннотреозой; тетрасахаридами — стахиозой. Из полисахаридов к БЭВ относятся пентозаны — арабан, ксилан; гектозаны — крахмал, гликоген, фруктозан (инулин, флейн), декстрин, маннан, глюкозаны. К группе сырой клетчатки относятся целлюлоза и варьирующее количество гемицеллюлозы и лигнина.

Сахара и крахмалы при переваривании дают в конечном счете сахар крови (глюкозу) и через пировиноградную кислоту служат неспецифическим источником энергии. Гемицеллюлоза (ксилан, арабан, маннан) переваривается до уксусной и других летучих жирных кислот и является неспецифическим источником энергии через ацетилфосфат, а также стимулятором кишечной перистальтики. Целлюлоза в процессе переваривания дает уксусную, пропионовую, масляную кислоты и является неспецифическим источником энергии через ацетилфосфат, основным компонентом объема рациона, источником энергии для расщепляющих целлюлозу микроорганизмов пищеварительного тракта. Лигнин не является углеводом, но образует с целлюлозой физическую комбинацию, рассматриваемую в питании вместе с истинными углеводами. Он ингибирует переваривание целлюлозы микрофлорой. Чем старше растение, тем больше оно содержит лигнина, который тем прочнее соединен с целлюлозой. В зоотехнической практике кроме сырой клетчатки и БЭВ в кормах определяют и нормируют сахар и крахмал (так называемые легкоферментируемые углеводы), играющие важную роль в процессах пищеварения и усвоения других питательных веществ и отличающиеся наибольшей доступностью энергии для животных.

У свиней до 60% потребности в энергии удовлетворяется за счет глюкозы, образующейся в процессе переваривания углеводов. Соотношение фракций углеводов в различных кормах значительно варьирует и в большой степени определяет их питательность и переваримость. Так, например, в грубых кормах содержание безазотистых экстрактивных веществ составляет около 40% от сухого вещества, в злаковых зерновых — около 70%. Если в зерне злаков БЭВ в основном представлены крахмалом, то в корнеплодах — сахарами. Содержание сырой клетчатки наиболее высокое в грубых кормах, при этом, чем моложе растения, из которых приготовлены грубые корма, тем меньше они содержат

Таблица 5. Содержание углеводов в сене из злаковых трав в зависимости от дозы азотных удобрений и числа скашиваний)

Показатели	Варианты			
	N ₁₂₀ , 2-го укоса	N ₁₂₀ , 3-го укоса	N ₂₄₀ , 3-го укоса	N ₂₄₀ , 4-го укоса
В 1 кг сухого вещества содержится, г:				
сырой клетчатки	310,3	254,1	260,9	249,0
БЭВ	507,7	525,8	499,0	487,2
сахара	82,6	77,4	62,7	47,0

клетчатки, тем выше ее переваримость. Например, клетчатка корнеплодов, молодой травы, травяной муки лучше переваривается и усваивается свиньями, чем клетчатка силосов, соломы, стержней кукурузы. На соотношение углеводов в кормах большое влияние оказывает и агротехника их выращивания. Так, повышение азотного питания злаковых трав со 120 кг азота до 240 кг/га и увеличение числа скашиваний с двух до четырех привело к существенному снижению содержания сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ и сахара и повышению их переваримости (табл. 5).

Оптимальный уровень клетчатки в рационах свиней находится в пределах 4—10%, зависит от возраста, физиологического состояния и уровня продуктивности животных и значительно влияет на переваримость кормов и усвоение питательных веществ. Увеличение в рационах свиней содержания клетчатки свыше 6% снижает переваримость органического вещества и особенно протеина и БЭВ (табл. 6).

Между переваримостью всех составных частей органического вещества и содержанием сырой клетчатки существует обратная зависимость. От уровня клетчатки в сухом веществе рациона в значительной степени зависит его энергетическая ценность. Она может служить регулятором концентрации обменной энергии в сухом веществе рациона. Например, с целью снижения энергоемкости рационов холостых, супоросных свиноматок, ремонтных свинок живой массой свыше 80—90 кг в их состав вводят повышенное количество травяной муки (до 15—20%), мякину, молотую солому и др. Это способствует повышению биологической ценности рационов для данных половозрастных групп свиней и их продук-

тивности, а также экономии концентрированных кормов (В. М. Голушко и др., 1984).

Липиды представляют собой группу веществ, содержащихся в кормах растительного и животного происхождения, не растворимых в воде, но растворимых в обычных органических растворителях (бензин, эфир, хлороформ и др.). Зоотехническим анализом путем экстрагирования серным эфиром их выделяют в группу под названием сырой жир. По химическому составу липиды подразделяются на две группы — простые и сложные. Простые липиды (жиры и воски) представляют собой эфиры жирных кислот со спиртами, сложные включают другие группы веществ, например, фосфолипиды, содержащие фосфорную кислоту и холин.

Кроме фосфолипидов (лецитины, кефалины, сфингомиелины), к сложным липидам относятся гликолипиды (глюколипиды и галактолипиды). Как источник резервной энергии наибольшее значение имеют жиры и масла. Они представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина с большинством жирных кислот. Естественно встречающиеся жиры и масла представляют собой смеси простых и смешанных триглицеридов, т. е. включающих одну или несколько жирных кислот. Углеродная цепь жирных кислот может быть насыщенной или ненасыщенной. Ненасыщенные кислоты имеют одну или несколько двойных связей, более низкую точку плавления и химически более реактивны, чем насыщенные.

К насыщенным жирным кислотам относятся: масляная, капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, арахидовая, бегеновая, лигноцеридовая, церотиновая; к ненасыщен-

Таблица 6. Влияние уровня клетчатки в рационе свиней на переваримость питательных веществ (по данным Полтавского НИИС, 1972)

Содержание клетчатки в сухом веществе рациона, %	Коэффициенты переваримости				
	органиче- ских веществ	протеина	жира	клетчатки	БЭВ
До 6	85,2	79,8	56,8	36,7	90,9
6—9	79,6	76,3	59,7	31,7	86,8
9—12	75,3	74,8	51,3	34,4	83,6
12—15	73,7	73,3	55,9	32,2	83,0
15—18	70,9	71,2	44,1	34,6	82,8
18 и более	62,2	70,8	55,6	33,5	73,3

ном — пальмитоленовая, олеиновая, линоленовая, линолевая, арахидоновая. Три незаменимые жирные кислоты (линолевая, линоленовая и арахидоновая) являются незаменимыми и должны обязательно поступать с кормами. Незаменимые жирные кислоты, выполняя функцию витаминов, способствуют росту, нормальному состоянию кожи, предотвращают нарушение обмена веществ, способствуют нормализации холестерина обмена. Богатым источником незаменимых жирных кислот являются семена масличных культур и получаемые при их переработке масла, жмыхи и шроты, а также жиры животного происхождения.

В большинстве кормов определяемый методами зоотехнического анализа сырой жир состоит из глицеридов жирных кислот, восков, свободных жирных кислот, холестерина, лецитина, хлорофилла, летучих масел, смол, щелочей. Хлорофилл, щелочи, летучие масла и смолы не являются питательными веществами. В отличие от жиров воска они не так легко гидролизуются и не имеют питательной ценности. Их присутствие в кормах в больших количествах приводит к высоким аналитическим показателям сырого жира и может обусловить завышение показателей питательной ценности. Например, в сухом веществе листьев трап содержится 4—6% сырого жира, из которого глицериды (жир) составляют 1,5—4,0%, воск — 0,5—1,0, стерины — 0,5—1,0, фосфатиды — 0,5—1,0%.

Показатели переваримости жира разных кормов имеют значительные колебания и составляют от 32 до 97% (табл. 7).

Однако при оценке коэффициентов переваримости жира необходимо иметь в виду, что в процессе определения его в кале кальциевые соли жирных кислот не могут быть выделены и содержание жира будет определено не полностью. Это дает завышенные коэффициенты, особенно для кормов с высоким содержанием кальция. Лучше перевариваются жиры с более короткой цепью жирных кислот. Нормы потребности животных в жире определены с учетом минимума незаменимых жирных кислот, обеспечения всасывания и обмена жирорастворимых витаминов в кишечнике, потребностей животных в энергии.

Для обеспечения потребностей в незаменимых жирных кислотах требуется незначительное количество жира. Является пока дискуссионным вопрос о его роли как

Таблица 7. Коэффициенты переваримости сырого жира некоторых кормов для свиней

Корма	Содержание сырого жира, %	Коэффициенты переваримости сырого жира, %
Ячменная дерть	1,7	45
Овсяная дерть	3,6	80
Люпин сладкий	5,5	42
Картофель	0,1	54
Сено травы пастбищной	2,9	47
Сено люцерны	2,5	32
Молоко	3,5	97

незаменимого питательного вещества для восполнения других функций в обмене. Однако опыты показывают, что добавление жира к рационам, как правило, снижает теплопродукцию корма, т. е. повышает эффективность использования его энергии. Жир оказывает сберегающее действие и на использование протеина. С учетом этого возможный минимум его в рационе свиней определен в 1,5—2% от сухого вещества. Оптимальная норма сырого жира лежит несколько выше и составляет 3,0—4,0%. Имеются данные, подтверждающие возможность использования до 10% жира, например, при производстве мясной свинины. Однако это должно сопровождаться повышенным содержанием в рационе протеина, лизина и клетчатки.

Жировая характеристика корма является важным показателем его питательности. Поэтому при выборе и использовании кормов на содержание жира необходимо обращать серьезное внимание. Из распространенных зерновых кормов наибольшим содержанием жира отличаются овес, люпин, кукуруза, наименьшим — ячмень, рожь, горох. Большое количество его содержат семена льна, подсолнечника, сои, рапса и других масличных. При использовании зерна рапса и продуктов его переработки необходимо следить за присутствием эруковой кислоты в масле, которая оказывает неблагоприятное влияние на сердечную мышцу. Желательно использовать на фуражные цели сорта рапса, не содержащие или содержащие минимальное количество этой кислоты. Жмыхи, полученные при термической обработке и пресовании семян этих культур, содержат ее до 5—10%, а шроты, полученные после экстракции жира растворите-

лем, только до 0,5%. Все травянистые корма характеризуются низким содержанием жира. Повышенным содержанием его отличается хвойная мука.

Следует иметь в виду, что жировая часть корма при хранении является наименее стабильной. Жиры при длительном хранении окисляются, корм прогоркает. При этом теряется значительное количество витамина А или его предшественника — каротина, подвергаются разрушению незаменимые жирные кислоты. Все растительные масла легко прогоркают. Это происходит при активизации фермента липазы, присутствующего в кормах, как правило, под воздействием тепла, влаги, в процессе обработки кормов. По этой причине не подлежит длительному хранению мука из зерна масличных культур, ЗЦМ, рыбная и мясокостная мука с повышенным содержанием жира.

Для стабилизации жира растительных и животных кормов применяют различные антиокислители — сантохин, бутилокситолуол, этилгаллат и др. Они не только задерживают окисление жиров, но и предотвращают разрушение жирорастворимых витаминов и каротина.

Белки, или протеины, по сравнению с другими группами питательных веществ занимают особое место в кормлении свиней. Они не могут быть заменены ни углеводами, ни жирами. Белки найдены во всех живых клетках, где тесно связаны со всеми процессами их жизнедеятельности, а организм животных в преобладающей части построен из белковых веществ. В состав белка в среднем входит 52% углерода, 7 — водорода, 23 — кислорода, 16 — азота, 2 — серы и 0,6% фосфора. Методы количественного определения белка в кормах построены на основе азота. Для вычисления количества сырого протеина умножают найденное количество азота на 6,25 (соответственно содержанию 16% азота в протеине). Однако в белках некоторых кормов азота содержится больше или меньше 16%. Следовательно, и коэффициенты пересчета азота в белок будут другими. Например, для зерна пшеницы, ржи, овса он равен 5,83, для люпина — 5,66, льна, конопли, подсолнечника — 5,3, других культур в среднем 6,25, для молока — 6,45.

Протеины разделяют на две большие группы: белковые вещества и небелковые азотистые соединения. Белковые вещества принято делить на несколько групп в зависимости от их строения и функционального значения. Выделяют простые белки, или протеины: 1) собст-

венно белковые тела — альбумины, глобулины, глютеины, глиадины (проламины), гистоны, протамины; 2) альбуминоиды (склеропроteinны) — кератины, эластины, коллаген. Сложные белки, или протенды включают фосфопроteinиды, нуклеинопротеиды, хромопротеиды, глюко(муко)протеиды. Отдельно классифицируют так называемые производные белки — альбумозу и пептоны — продукты неполного гидролиза белков.

В результате кислотно-щелочного или ферментного гидролиза белков образуются аминокислоты — главные составные части всех белков. В настоящее время известно более сотни аминокислот, но только 23—25 обычно считают составными частями белков. Для аминокислот характерно наличие основной азотсодержащей группы NH_2 или реже NH и кислотной карбоксильной группы ($-\text{COOH}$).

В зависимости от химического строения аминокислоты разделяют на следующие группы:

1. Аминокислоты с одной аминной и одной карбоксильной группой: глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, треонин и серин.

2. Серосодержащие аминокислоты: метионин, цистин и цистеин.

3. Аминокислоты с одной аминной и двумя карбоксильными группами: аспарагиновая и глутаминовая кислоты.

4. Основные аминокислоты: лизин, оксализин, аргинин, гистидин.

5. Ароматические аминокислоты: фенилаланин, тирозин, дибодтирозин, тироксин.

6. Гетероциклические аминокислоты: триптофан, пролин и оксипролин.

Растения и многие микроорганизмы обладают способностью синтезировать аминокислоты и белки из простых азотистых соединений типа нитратов. Животные не могут синтезировать аминокислоты, поэтому для образования белков тела они должны получать готовые аминокислоты с кормом. Некоторые аминокислоты могут быть образованы из других в процессе переаминирования, но несколько аминокислот не могут синтезироваться или синтезируются в недостаточном количестве в теле животных. Поэтому первые из них названы заменимыми, а вторые — незаменимыми и должны ежедневно поступать с кормами. К заменимым аминокислотам относят аспарагиновую и глутаминовую кислоты, аланин, гли-

цин, оксипролин, норлейцин, пролин, серин, тирозин, цистин, цитрулин. К незаменимым — лизин, метионин, триптофан, треонин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, гистидин, валин, аргинин. Отсутствие или недостаток незаменимых аминокислот приводит к снижению поедаемости кормов, отрицательному балансу азота, прекращению или снижению регенерации белков, патологическим изменениям в нервной, эндокринной и ферментной системах, составе крови и др. В конечном итоге это вызывает снижение продуктивности, естественной резистентности и даже гибель животных.

Полноценность или неполноценность белков и кормов определяется наличием и количеством незаменимых аминокислот. Неполноценными считаются кормовые протеины, не содержащие каких-либо незаменимых аминокислот или содержащие их в недостаточном для синтеза животного белка количестве. Поэтому очень важно путем балансирования по аминокислотному составу создавать такие рационы, которые бы обеспечивали поступление в места синтеза белков в организме животных всех необходимых аминокислот в определенных соотношениях. Дефицит одной или нескольких незаменимых аминокислот приводит к их дисбалансу, ограничению биосинтеза белков в организме животных и нарушениям белкового обмена (В. Г. Рядчиков, 1981).

Роль аминокислот в обмене веществ многогранна. Аминокислоты — незаменимые структурные элементы белков органов и тканей животного. Отдельные аминокислоты обладают специфическими функциями регуляторов нормального состояния организма и обмена его веществ, необходимы для образования защитных веществ (антител, антитоксинов и др.), ферментов и других регуляторов обмена веществ. Участвуя в обмене веществ, аминокислоты могут служить средством переноса многочисленных групп веществ — липидов, гормонов, минеральных веществ, витаминов, шлаков и др. Нельзя забывать и о том, что аминокислоты служат для организма источником энергии, хотя путем балансирования рационов необходимо стремиться к тому, чтобы источником энергии служили главным образом углеводы и жиры.

Азотистые соединения небелкового характера, в сумме определяемые в кормах после осаждения белковых веществ солями тяжелых металлов или трихлоруксусной кислотой, представлены свободными аминокислотами, амидами, аминами, азотсодержащими липидами, пурина-

ми, пиримидинами, нитратами, алкалоидами. Большой долей азотистых веществ небелкового характера в составе сырого протенна отличаются корнеклубнеплоды и силос — от 30 до 50%, в то время как в концентрированных кормах их доля составляет 5—10%. Так как большинство азотистых небелковых соединений в кормах представлены в основном амидами — простейшими структурными элементами белковых веществ, такими, как свободные аминокислоты или их производные, значение их в питании животных сходно со значением истинного белка. Чем больше в составе амидов свободных аминокислот, тем лучше они могут обеспечивать потребность животных в азотсодержащих соединениях.

В настоящее время накоплен большой научный материал и опыт по практическому применению в рационах свиней синтетических аминокислот с целью балансирования их рационов по аминокислотному составу. Использование синтетических аминокислот в рационах свиней позволяет повысить биологическую ценность низкокачественных протеинов основных кормов до уровня полной потребности животных в азотистых веществах. В практике кормления свиней широкое применение получили лизин и метионин, так как эти аминокислоты наиболее дефицитны в натуральных кормах, особенно растительного происхождения. Высокоэффективное использование синтетических аминокислот обусловлено рядом факторов. Во-первых, необходимо знать не только потребность животных в них, но и содержание их в кормах; во-вторых, количество добавляемой аминокислоты не должно превышать потребность в ней животного, и добавляемая аминокислота должна быть первой лимитирующей в данном рационе; в-третьих, как и при использовании карбамида для восполнения недостающего протенна, рацион должен быть сбалансирован по энергии, основным питательным веществам, в том числе, макро- и микроэлементам, витаминам. Высокая эффективность и экономическая целесообразность включения небелкового азота в форме свободных незаменимых аминокислот в рационы свиней не вызывают сомнений. Что же касается использования заменимых аминокислот, полного их набора или одной какой-либо из них, а также, например, солей аммония, то этот вопрос пока остается дискуссионным.

Известно, что если незаменимые аминокислоты являются основными источниками азота, это ведет к задержке роста и развития животных, снижению эффективности

использования питательных веществ рациона. Объясняется это тем, что в создании оптимальных условий для синтеза белка в организме важную роль играет соотношение между незаменимой и заменимой формами азота. За счет заменимого азота обеспечивается синтез заменимых аминокислот и тем самым предохраняется азот незаменимых аминокислот от расходования на эти цели. Соотношение заменимой и незаменимой форм азота в рационах свиней, близкое к единице, обеспечивает лучшее использование всего кормового азота. Проводимые в настоящее время исследования по дальнейшему изучению данного вопроса смогут помочь в решении проблемы использования небелковых азотсодержащих веществ в кормах для свиней.

Проблема обеспечения животноводства кормовым белком из года в год становится острее, что в значительной степени сдерживает интенсификацию производства продуктов животноводства. Опыт показывает, что даже довольно длительное исключение жиров или углеводов из рациона животного не вызывает тяжелых расстройств здоровья. Но прием в течение нескольких дней кормов, не содержащих белков, приводит к серьезным нарушениям обмена веществ, а продолжительное безбелковое питание — к неизбежной гибели животного. Все это имеет место даже при обильном питании углеводами и жирами. Отсюда вытекает, что белок является первым лимитирующим фактором и в соответствии с законом минимума ограничивает использование всех других питательных веществ. Решение проблемы кормового протеина возможно при всемерном увеличении его производства, использовании различных азотсодержащих веществ химического и микробиологического синтеза для восполнения недостающего белка, а также при организации наиболее рационального его использования.

Витамины являются низкомолекулярными органическими соединениями различной химической природы и строения. В организме животных они присутствуют в очень малых количествах, являясь одним из регуляторов обмена веществ. Витамины синтезируются в основном растениями и микроорганизмами. В большинстве своем они являются составными частями ферментов и тем самым служат катализаторами многочисленных реакций обмена. Без них не обходятся расщепление углеводов, распад и образование жирных кислот и жиров, обмен белков и нуклеиновых кислот, освобождение и обмен

энергии и многих других важных соединений. Катализируя многочисленные обменные реакции в организме животных, витамины воздействуют на их рост, развитие, проявление всех жизненных функций.

При отсутствии или недостатке витаминов в рационе возникают авитаминозы и гиповитаминозы. Они, как правило, сопровождаются нарушением обмена веществ и, как следствие, снижением продуктивности и воспроизводительных функций, отставанием в росте и развитии молодняка, снижением устойчивости организма к заболеваниям и различным неблагоприятным условиям внешней среды, повышением смертности животных. От авитаминозных и гиповитаминозных животных получают бедные витаминами продукты животноводства.

Полноценное витаминное питание животных в сочетании с другими незаменимыми факторами корма обеспечивает высокоэффективное и экономичное использование всех питательных веществ рациона и, наоборот, авитаминозы и гиповитаминозы снижают усвоение животными поступающих с кормами питательных веществ, ухудшают оплату корма, повышают себестоимость продукции, сокращают ее производство. В настоящее время хорошо изучены 20 витаминов, которые подразделяются на жирорастворимые: А₁, D₁, E₁, К и водорастворимые: В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₃ (пантотеновая кислота), В₄ (холин), В₅ (никотиновая кислота), В₆ (пиридоксин), В₁₂ (цианкобаламин), С (аскорбиновая кислота), Вс (фолиевая кислота), Н (биотин). Наиболее дефицитны в обычных кормах жирорастворимые витамины А₁, D, E и водорастворимые группы В (тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота, пиридоксин, цианкобаламин).

Общим свойством жирорастворимых витаминов является то, что они способны накапливаться в организме, когда их содержание в рационе превышает его потребности. Основными органами, служащими депо витаминов, являются печень, почки, жировые ткани. Водорастворимые витамины относительно устойчивы и в отличие от витаминов А, D, E не откладываются в тканях. Поэтому потребности организма в них должны удовлетворяться ежедневно за счет кормов рациона или биосинтеза в желудочно-кишечном тракте. Из водорастворимых только витамин С может накапливаться в надпочечных оболочках, печени, а витамин В₁ — в мышцах.

Для регулирования усвоения питательных веществ (углеводов, белков, жиров, минеральных веществ) доста-

точно поступления небольшого количества витаминов в сутки. Каждый витамин выполняет свойственные ему функции, причем никакой другой не может выполнить эти функции таким же образом.

Благодаря широкой витаминизации стало возможным ведение современного интенсивного свиноводства, производство полнорационных комбикормов, кормосмесей и различных кормовых обогатителей. При использовании надежных витаминных добавок осуществляется профилактика заболеваний выращиваемых животных, предотвращается падение плодовитости и снижение продуктивности, что ведет к повышению рентабельности свиноводства. Небольшие расходы на витамины не идут ни в какое сравнение с получаемыми многочисленными выгодами. По расчетам академика Н. В. Букина (1982) экономический эффект от обогащения кормов только для кур-несушек позволяет получать в течение года по стране экономию до 1 млрд. рублей. На эти средства можно построить мощную промышленность по производству витаминов, аминокислот, антибиотиков и других обогатителей.

Основным источником важнейших витаминов для свиней являются корма. Однако в процессе заготовки и хранения их часть природных витаминов разрушается, некоторые из них находятся в труднодоступной для животных форме. Поэтому проблема обеспечения потребностей свиноводства в витаминах должна решаться комплексно, как за счет производства высококачественных витаминных кормов, так и за счет использования витаминных препаратов промышленного изготовления.

Витамин А. Естественные кормовые средства, за исключением цельного молока и печеночных жиров, практически не содержат витамина А. В некоторых растительных кормах, особенно в зеленых растениях и продуктах их переработки, содержится важнейший провитамин А бета-каротин. Удовлетворение потребности в витамине А за счет каротина, содержащегося в естественных кормовых средствах, может быть обеспечено при использовании свежих зеленых кормов. Сено и силос содержат, как правило, недостаточное количество бета-каротина для удовлетворения потребностей животных в витамине А. Хорошим его источником является искусственно высушенная и размолотая молодая трава. Однако в ней, как и в других кормах, в процессе хранения идет постоянное разрушение каротина и к концу зимовки его содержание

становится угрожающе низким. А-витаминному питанию животных в этот период необходимо уделять особенно пристальное внимание и следить за содержанием витамина А в крови.

Всасывание и использование естественного каротина зависят от многих факторов: использования удобрений, особенно азотных, при выращивании кормов, метода консервирования, уровня потребности и потребляемого количества каротина. Кроме того, степень усвоения бета-каротина из кормов различными сельскохозяйственными животными имеет видовую специфичность. Крупный рогатый скот, лошади, овцы и свиньи используют приблизительно 1/7 бета-каротина, содержащегося в потребленном корме, птицы — приблизительно 1/3. Эти значения биологического превращения бета-каротина справедливы только в том случае, когда доза каротина соответствует потребности. При увеличении ее сверх потребности коэффициент использования очень быстро снижается. У свиней каротин всасывается в пищеварительном тракте только после преобразования в витамин А, т. е. каротин через стенку кишечника не проникает. Поэтому в крови, печени и молоке их каротин и каротиноиды не обнаруживаются.

Условно принято, что 1 мг бета-каротина кормов можно приравнять для свиней к 500 ИЕ витамина А. Биологическая активность витамина А определяется в интернациональных единицах (ИЕ). 1 ИЕ соответствует 0,3 мкг витамина А (ретинола) или 0,344 мкг витамина А-ацетата (ретинил-ацетата), или 0,556 мкг витамина А-пальмитата (ретинил-пальмитата). 1 мкг ретинола эквивалентен 1,147 мкг ретинил-ацетата, 1,853 мкг ретинил-пальмитата, 0,6 мкг бета-каротина, 5,33 ИЕ ретинола.

Потребность животных в витамине А колеблется в пределах 100—200 ИЕ в расчете на 1 кг живой массы и зависит от таких факторов, как погода, санитарные условия, использование нестабилизированных жиров, содержащих перекисные соединения, инфекционные и паразитарные заболевания, а также продуктивность. У молодняка и племенных животных она несколько выше. При расчете потребности следует учитывать, что в печени животного может содержаться достаточно большой запас витамина А, а также иметь в виду все факторы, положительно и отрицательно влияющие на усвоение каротина и витамина А.

Потребность в витамине А принято выражать по от-

пошению к живой массе животного, сухому веществу рациона и на 1 голову в сутки. Диапазон колебания потребностей свиней в витамине А на 1 кг сухого вещества корма довольно широк: для поросят до 20 кг — 1,4—30 тыс. ИЕ, поросят-отъемышей, ремонтного и откармливаемого молодняка — 1,3—10, супоросных и подсосных маток — 3—20 и хряков — 3,3—5 тыс. ИЕ. Причины такого варьирования объясняются неодинаковым подходом к выбору критериев для оценки достаточной обеспеченности организма витамином А. Кроме того, на комплексах при безвыгульном содержании свиней потребность в нем существенно увеличивается. В связи с тем что у поросят раннего возраста (до 7 недель) из-за малой активности специфического фермента в тонком отделе кишечника превращение бета-каротина в витамин А не происходит, они нуждаются в витамине А, а не в его предшественнике. Кроме того, необходимо иметь в виду, что усвояемость витамина А из кормов поросятами раннего возраста невысокая и вводить препарат его в рацион необходимо в повышенной дозе.

Витамин D имеется в нескольких видах. Наиболее распространенными из них являются витамин D_2 и D_3 , биологическая активность которых для животных одинакова, для птицы витамин D_3 в 20—30 раз активнее, чем D_2 . Витамин D_2 — растительный, а витамин D_3 — животный вид витамина D. Витамин D_2 образуется при ультрафиолетовом облучении предшественников — эргостерина у растений и дрожжей, D_3 — 7-дегидрохолестерина, содержащегося в кожных тканях животных. Витамин D в печени под воздействием ферментов превращается в 25-оксихолекальциферол, который является его резервной формой. При поступлении его в почки образуется наиболее активный метаболит 1,25-диоксихолекальциферол, который принимает участие в синтезе кальцийсвязывающего белка в кишечнике.

Биологическая активность витамина D выражается в интернациональных единицах. 1 ИЕ его равна 0,025 мкг витамина D_2 или 1 мкг витамина D соответствует 40 ИЕ.

Естественный витамин D содержится в очень ограниченном количестве кормовых средств: в цельном молоке, печеночных жирах, высушенном на солнце зеленом корме. Под воздействием ультрафиолетового облучения он может образовываться и в теле животных, что является одним из способов обеспечения их потребности. Потребность в витамине D зависит от потребления кальция и

фосфора. Она возрастает при недостаточном количестве поступающего с кормами кальция и фосфора или при неблагоприятном количественном соотношении этих элементов. Для свиней достаточным является содержание в 1 кг сухого вещества рациона 230—580 ИЕ витамина D.

Главными источниками витамина D являются сено, высушенное на солнце, облученные кормовые дрожжи, рыбий жир. Промышленность выпускает препарат видеин — комплекс холекальциферола с казеином, в 1 г которого содержится 200 тыс. ИЕ витамина D. В облученных дрожжах содержание витамина D составляет 4 тыс. ИЕ в 1 г. Добавки препаратов этого витамина должны полностью удовлетворять потребность животных. Отступать от этого правила можно только при пастбищном их содержании, а также при ультрафиолетовом искусственном облучении. Правильно организованное D-витаминное питание животных позволяет увеличить их продуктивность и оплату корма, сохранить высокие воспроизводительные способности.

Витамин E в теле животных и растительных кормах содержится в различных количествах. При этом решающее значение имеет не общее содержание токоферолов, а уровень самого активного соединения альфа-токоферола, играющего в питании животных особую важную роль.

Функции витамина E в обмене веществ очень разнообразны. Он является биологическим антиокислителем, предохраняющим в процессах промежуточного обмена от окисления другие витамины, гормоны и ферменты; оказывает стабилизирующее действие на растительные и животные жиры, препятствуя образованию различных перекисей; предотвращает окислительное разрушение витамина A в пищеварительном тракте, способствуя его всасыванию и накоплению в печени. Витамин E участвует в защите от деструкции богатых липидами клеточных мембран, мембран митохондрий и микросом, нормализует процессы клеточного дыхания, участвует в обмене углеводов и белков, связан с метаболизмом гормонов, аскорбиновой кислоты.

Недостаток витамина E в рационе вызывает различные нарушения, характеризующиеся снижением плодовитости, повреждением гладких и скелетных мышц, изменениями в сосудистой и нервной системах, болезнями печени, нарушением депонирования жиров. В частности, при скармливании жиров, богатых ненасыщенными жирными кислотами (рыбий жир) свиной жир становится

мягким и желтым. Ненасыщенные жирные кислоты играют роль перекисей и разрушают витамин Е.

Потребность свиней в витамине Е составляет для хряков-производителей 47 мг/кг, свиноматок — 41, ремонтного молодняка — 35 и откармливаемого молодняка — 29 мг/кг сухого вещества рациона. Она возрастает в условиях интенсивного ведения свиноводства, в стрессовых ситуациях, при использовании недоброкачественных кормов, недостатке в рационе селена, серосодержащих аминокислот. Большие дозы витамина Е способствуют лучшей сохранности мясопродуктов.

При подозрении на недостаток витамина Е у свиней рекомендуется провести пробу на гемолиз. Этим методом определяют степень устойчивости эритроцитов к окислению, которая связана с недостатком витамина Е.

Витамин К участвует в процессе свертывания крови, способствуя синтезу протромбина. В настоящее время известны различные соединения, обладающие К-витаминной активностью. В частности, витамин K_1 (α -филлохинон) образуется в растениях, K_2 (менахинон) синтезируется микроорганизмами кишечника, K_3 (менадион) — синтетическое производное нафтохинона. По биологической активности различные формы витамина К располагаются в следующем порядке: витамин $K_3 : K_1 : K_2 = 4 : 2 : 1$.

В организме свиней витамин К синтезируется кишечной микрофлорой. Синтез нарушается при воспалении желудка, заболеваниях печени и сердечно-сосудистой системы. При лечении свиней большими дозами сульфамидных препаратов иногда причиняется вред микроорганизмам и может возникнуть недостаток витамина К. Обеспеченность животных этим витамином контролируется по скорости свертываемости крови. В норме процесс длится до 4—5 мин, при недостатке витамина К — до 10—12 мин.

Главным источником витамина К являются зеленые листья растений, хорошая сенная и травяная мука, сенаж, силос, корма животного происхождения. В зерне и корнеплодах содержание его низкое.

Витамин B_1 (тиамин) участвует в регулировании углеводного обмена, необходим для превращения углеводов в жиры. Свиньи реагируют на недостаток его в рационе потерей аппетита, общей слабостью, поносами, судорогами, нервными расстройствами. Затем появляются кровоизлияния в стенках желудка и кишечника, нарушения

воспроизводительной функции и атрофия сердечной мышцы. Потребность поросят-отъемышей в тиамине составляет 2,3 мг/кг, ремонтного и откармливаемого молодняка — 2—2,6, свиноматок и хряков-производителей — 2,6—2,7 мг/кг сухого вещества рациона. Витамин В₁ содержится в дрожжах, зернах злаковых и бобовых культур, зеленых кормах и продуктах их переработки, кормах животного происхождения. Однако он чувствителен к нагреванию. Потребность свиней в тиамине, как правило, удовлетворяется за счет натуральных кормов.

Витамин В₂ (рибофлавин) участвует в многочисленных окислительно-восстановительных реакциях с белками, углеводами, жирами, некоторыми витаминами (холин, пиридоксин, пантотеновая, фолиевая кислоты). Недостаток его приводит к глубоким расстройствам во внутриклеточном обмене. При этом отмечается резкое снижение продуктивности, замедление роста, вплоть до полной остановки, снижение резистентности и повышение смертности. Даже при незначительном дефиците рибофлавина заметно уменьшается отложение белка в теле интенсивно растущих животных.

У свиноматок при недостатке его снижается оплодотворяемость и повышается эмбриональная смертность. У растущих свиней В₂-авитаминоз вызывает воспаление кожи и слизистой оболочки кишечника, выпадение щетины, скованность походки. Потребность хряков-производителей в рибофлавине составляет 5,8 мг/кг, свиноматок — 7, поросят-отъемышей — 3,5, ремонтного молодняка — 7, откармливаемого молодняка свиней — 3 мг/кг сухого вещества рациона и увеличивается при повышении уровня протеина и жира в рационе. Витамин В₂ богаты дрожжи, зеленые корма и продукты их переработки. Корма животного происхождения, корнеклубнеплоды, зерно злаковых культур содержат его очень мало. Прямое действие лучей света ведет к инактивации рибофлавина, однако он термоустойчив.

Витамин В₃ (пантотеновая кислота), как и первые два витамина группы В, участвует в углеводном, белковом и липидном обмене. Он входит в состав кофермента А (КоА), участвует в активировании уксусной кислоты, является ключевым ферментом межклеточного обмена, выполняет роль переносчика остатков уксусной кислоты — продуктов распада углеводов, жирных кислот и аминокислот, вступающих затем в лимонно-кислый цикл для окончательного окисления и генерации энергии.

Недостаток пантотеновой кислоты в рационе вызывает торможение процессов обмена веществ, замедление роста, нарушение функции воспроизводства. При продолжительном дефиците появляются поносы, кожные заболевания, опухоли и кровоизлияния внутренних органов. Потребность в витамине B_3 составляет для хряков-производителей, свиноматок и ремонтного молодняка 23 мг/кг, поросят-отъемышей — 17, откармливаемого молодняка — 14 мг/кг сухого вещества рациона. Бедны витамином B_3 корнеклубнеплоды, несколько выше его содержание в зерне злаковых. Наиболее богаты им зеленые корма и продукты их переработки, дрожжи, пшеничные отруби, подсолнечниковый шрот, корма животного происхождения. Пантотеновая кислота неустойчива к повышенным температурам.

Витамин B_4 (холин) — компонент в синтезе фосфолипидов (лецитина и сфингомиелина), участвующих в обмене жиров между печенью и жировой тканью. Он оказывает липотропное действие, благодаря чему ускоряется образование и превращение лецитина в печени, обеспечивается постоянный отток жировых веществ из нее и предотвращается ее жировое перерождение. Холин необходим и для передачи нервного возбуждения, обеспечения синтеза ацетилхолина. Он является поставщиком метильных групп CH_3 в процессах метилирования. Однако метильные группы холина начинают расходоваться только при недостаточном содержании метионина и бетаина в корме. Синтез холина в организме зависит от полной обеспеченности метионином, фолиевой кислотой и витамином B_{12} .

Недостаток холина ведет прежде всего к нарушению жирового обмена, усиленному отложению жира в клетках печени и канальцев почек. У растущих свиней дефицит холина является причиной задержки роста и нарушений координации движений, кровоизлияний в почках.

Потребность свиней в холине зависит от наличия в кормах лабильных метильных групп. Поэтому важное значение имеют вещества, которые могут быть донаторами последних (например, метионин) или участвуют в их биогенезе (фолиевая кислота и витамин B_{12}). Хрякам-производителям, свиноматкам, поросятам-отъемышам, ремонтному молодняку холина требуется 1,2 г/кг, откармливаемому молодняку — 1 г/кг сухого вещества рациона. В растениях холин находится преимущественно в

форме фосфатидов. Богаты им большинство белковых кормов, очень бедны кукуруза, сорго. Содержание холина в кормах и эндогенный синтез не всегда обеспечивают потребность свиней в нем, особенно при повышенных уровнях жира в рационе. Поэтому его необходимо включать в состав рациона как кормовую добавку.

Витамин В₅ (*РР, никотиновая кислота, никотинамид, ниацин*) входит в состав молекулы коферментов, катализирующих многочисленные реакции гидрирования и дегидрирования при синтезе и распаде жирных кислот, углеводов и аминокислот. При недостатке никотиновой кислоты или ее низкой доступности из кормов и дефиците триптофана возникают нарушения обмена веществ и развивается заболевание пеллагрой. У свиней наблюдаются потеря аппетита, поражения кожи, развитие дерматитов на ушах, желудочно-кишечные заболевания.

Никотинамид, как и холин, может синтезироваться в организме животного из триптофана (180 мг триптофана равны 1 мг никотинамида) при его достаточном уровне в рационе и с помощью микроорганизмов пищеварительного тракта. Наиболее богаты никотиновой кислотой кормовые дрожжи, подсолнечниковый шрот, рыбный фарш. Меньше ее содержится в зерне злаковых культур и доступность, например, из зерна пшеницы, отрубей, невелика. Потребность в никотиновой кислоте хряков-производителей и свиноматок составляет 81 мг/кг, поросят-отъемышей, ремонтного молодняка — 70 и откармливаемого молодняка — 58 мг/кг сухого вещества рациона. Никотиновая кислота и никотинамид устойчивы к кислороду воздуха, свету, нагреванию и в составе минеральных и кормовых смесей.

Витамин В₆ (*пиридоксин*) в составе коферментов участвует в обмене аминокислот. Поэтому недостаток его тормозит синтез белка в организме. Витамин В₆ способствует превращению триптофана в никотинамид. У свиней он является важным фактором роста. При его недостатке появляются симптомы нервных заболеваний, судороги, расстройства движения. У животных можно обнаружить признаки анемии, ухудшение свертываемости крови, изменение соотношения белков в сыворотке крови, а также повышение содержания железа и снижение содержания меди, нарушение пищеварения, патологические изменения кожного покрова — выпадение волос, появление геморрагий в волосяных фолликулах, жировую инфильтрацию печени. Витамин В₆ особенно эффек-

тивён в стимулировании скорости роста и улучшении оплаты корма. К продуктам, богатым витамином В₆, относятся пшеничные отруби, пивные дрожжи, растительные белковые корма. Мало его содержится в кормах животного происхождения, корнеклубнеплодах. Витамин В₆ устойчив к нагреванию, действию света в кислой среде и неустойчив — в щелочной. Потребность свиней в пиридоксине составляет 3—4 мг/кг сухого вещества корма и практически всегда удовлетворяется за счет рационов из натуральных кормов.

Витамин В₁₂ (цианкобаламин) играет очень большую роль в обмене веществ в организме свиней. Совместно с фолиевой кислотой он обеспечивает образование лабильных метильных групп, необходимых для процессов биосинтеза. Цианкобаламин незаменим в процессах образования метионина и изомеризации метилмалоновой кислоты в активную янтарную. Стимулируя превращение фолиевой кислоты в активную форму, он непосредственно воздействует на обмен белков. В физиологическом отношении витамин В₁₂ является фактором белковых кормов животного происхождения, повышающим эффективность использования животными растительных белков рациона, а также фактором роста. Только при достаточном количестве его в рационе свиноматок обеспечивается их нормальная репродукция и получение жизнеспособного приплода.

При авитаминозе В₁₂ нарушается процесс кроветворения, что связано с нарушением процесса созревания эритроцитов. У свиноматок нередко наблюдаются аборт, они теряют способность выкармливать потомство. Поросята-сосуны плохо растут, у них истончается волосяной покров, нарушается двигательная функция, ухудшается использование питательных веществ корма, отмечаются рвота, понос, поражаются почки, развивается злокачественная анемия. Дефицит витамина В₁₂ усугубляется при недостатке кобальта в кормах, что задерживает синтез витамина микроорганизмами в пищеварительном тракте. Однако собственный синтез не может обеспечить полную потребность свиней в витамине В₁₂ и его добавка в растительные рационы способствует повышению продуктивности животных. В растительных кормах витамин В₁₂ отсутствует. Он содержится только в кормах животного происхождения и в некоторых продуктах микробиологического синтеза.

Потребность в цианкобаламине хряков-производите-

лей, свиноматок, ремонтного молодняка составляет 29 мкг/кг, поросят-отъемышей и откармливаемого молодняка — 23 мкг/кг сухого вещества рациона. Витамин B_{12} относительно устойчив по отношению к кислороду воздуха и нагреванию, но под действием света медленно разлагается. Он слабо устойчив к действию щелочей, сильных кислот и восстановителей. В стимулирующих добавках и комбикормах витамин B_{12} при хранении в сухом и затемненном помещении достаточно устойчив.

Витамин B_6 (фолиевая кислота) в качестве компонента активных групп многих клеточных ферментов играет большую роль в межклеточном обмене веществ: синтез аминокислот (метионина, гистидина и серина), холина, а также структурных элементов нуклеиновых кислот — тиамина, аденина, гуанина. При недостатке фолиевой кислоты в первую очередь нарушается образование ферментных элементов крови — развивается макроцитарная анемия. Эти нарушения усугубляются дефицитом витамина B_{12} . Вследствие повреждения стенок кишечника, вызванного недостатком фолиевой кислоты, появляются поносы. Потребность свиной в фолиевой кислоте удовлетворяется за счет кормов и синтеза ее микрофлорой в пищеварительном тракте. Наиболее богаты витамином B_6 зеленые корма и продукты их переработки, дрожжи, шроты, картофель. Зерновые корма, рыбная мука бедны фолиевой кислотой.

Синтетическая фолиевая кислота плохо растворяется в воде, под действием солнечного света инактивируется, но достаточно устойчива в добавках к минеральным и кормовым смесям.

Витамин H (биотин) как компонент клеточных ферментов транскарбоксилаз участвует в реакциях ацетилирования и переноса молекулы углекислоты, синтезе жирных кислот, расщеплении лейцина и изолейцина, синтезе различных белков — сывороточного альбумина, амиллазы. В обычных условиях кормления и содержания биотиновой недостаточности у свиней не наблюдается. Богаты биотином дрожжи, травяная мука, шроты, из злаковых — овес.

Витамин C (аскорбиновая кислота). В обычных условиях свиньи не ощущают недостатка витамина C в кормах, так как способны синтезировать его в печени и почках из простых сахаров. Дефицит витамина C возможен в стрессовых ситуациях. Поэтому добавка его в рационы свиней на промышленных комплексах в дозе 50—

100 мг/кг корма способствует повышению резистентности организма, лучшей сохранности поросят, повышению продуктивности.

СУХОЕ ВЕЩЕСТВО

Важнейшим показателем питательности кормов и рационов является содержание в них сухого вещества. Практически сухое вещество представляет всю сумму питательных, биологически активных, балластных и антипитательных веществ, содержащихся в корме или рационе. Большое значение сухому веществу придается при организации нормированного кормления животных, его укомплектованности энергией, питательными и биологически активными веществами. Потребление животными сухого вещества зависит от многих факторов: типа кормления, концентрации энергии, качества кормов, их вкусовых и физических свойств, подготовки к скармливанию, переваримости питательных веществ, сбалансированности рационов по важнейшим факторам питания. Вследствие низкого содержания сухого вещества в водянистых кормах, жидких болтушках животные не могут в достаточной степени потребить необходимое количество питательных веществ, что ведет к снижению их продуктивности. Как правило, высокопродуктивные животные нуждаются в более высокой концентрации энергии и питательных веществ в расчете на 1 кг сухого вещества рациона.

ОБМЕННАЯ ЭНЕРГИЯ

Источником обменной энергии являются углеводы, жиры и протенны, поступающие с кормом. Обменная энергия — это энергия усвоенных, т. е. всосавшихся в результате пищеварения веществ, равная валовой энергии корма минус энергия кала и мочи, а для жвачных — метана. В настоящее время она является научно обоснованным критерием энергетической оценки кормов и установления энергетических потребностей животных.

Оценка питательности кормов по обменной энергии значительно упрощает методику и технику определения энергетических кормовых единиц и повышает достоверность результатов вычисления. Она может быть определена на основе опытов по переваримости в научно-исследовательских учреждениях, вузах, опытных станциях, на

крупных сельскохозяйственных предприятиях, располагающих зоотехническими лабораториями, чего нельзя сделать для определения овсяных кормовых единиц.

Валовую энергию корма, кала, мочи определяют путем сжигания в калориметрической бомбе, по данным химического состава и энергетическим эквивалентам питательных веществ. Учеными ГДР (Р. Шиман, Л. Гофман, К. Неринг и др., 1971) разработано уравнение для расчета содержания валовой энергии по данным зооанализа кормов для свиней: $ОЭКДж = \text{сырой протеин (г)} \times 23,94 + \text{сырой жир (г)} \times 39,77 + \text{сырая клетчатка (г)} \times 20,05 + \text{БЭВ (г)} \times 17,45$. Наряду с этим валовую энергию кормов и продуктов выделений животных можно определить на основе учета затрат кислорода на окисление углеводов жиров и протеина. Этот метод определения содержания энергии по вакат-кислороду, предложенный Г. И. Качан (1976), отличается простотой, меньшей трудоемкостью, чем определение в адиабатическом калориметре, и по точности не уступает ему.

Обменную энергию кормов можно определить по содержанию в них переваримых питательных веществ. Л. Гофман, Р. Шиман, В. Енч (1971) для этих целей предложили следующую формулу:

$$ОЭ = 20,85 \text{ пП} + 36,63 \text{ пЖ} + 14,27 \text{ пК} + 16,95 \text{ пБЭВ},$$

где пП — переваримый протеин, г; пЖ — переваримый жир, г; пК — переваримая клетчатка, г; пБЭВ — переваримые безазотистые экстрактивные вещества, г.

Величина обменной энергии зависит от концентрации и соотношения в рационах основных питательных веществ, их переваримости и усвояемости. Уровень кормления не оказывает существенного влияния на степень использования обменной энергии для отложения ее в продукции. Использование обменной энергии корма зависит от состава рациона и его сбалансированности. Для образования жира тела обменная энергия протеина используется на 20% хуже, чем крахмала и сахаров.

ОСНОВНЫЕ КОРМА ДЛЯ СВИНЕЙ

Основой интенсификации свиноводства является прочная кормовая база. Увеличение валовых оборотов кормов, улучшение их качества и ассортимента должны достигаться за счет повышения урожайности всех кор-

мовых культур, главным образом зерновых, широкого вовлечения самых разнообразных дополнительных источников кормов — отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Особенно остро стоит проблема обеспеченности свиноводства полноценным протеином. Для ее решения необходимо расширение посевных площадей под зернобобовые культуры (горох, люпин), рапс, повышение урожайности и валовых сборов зерна с таким расчетом, чтобы горох, люпин, рапс составляли 15—20% в структуре зернофуража.

Учитывая всеядность свиней, в свиноводстве могут использоваться разнообразные корма растительного и животного происхождения. Из кормов растительного происхождения главными являются зерно и семена, зеленые корма и продукты их переработки (травяная мука, сено и сенная мука, мякина, силос, сенаж), картофель и корнеплоды, остатки технических производств (отруби, жмых и шроты, жом, барда, пивная дробина и др.).

В повышении биологической полноценности рационов и комбикормов для свиней большую роль играют корма животного происхождения (рыбная и мясокостная мука, молочные отходы и др.). Учитывая ограниченность ресурсов этих кормов, важное значение имеет их рациональное использование. Разные корма, используемые в свиноводстве, требуют различных способов их подготовки к скармливанию.

КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ КОРМА

К концентрированным кормам относятся зерно и семена злаковых, бобовых и других растений, отходы мукомольной промышленности и маслоэкстракционного производства, содержащие в своем составе не более 18% клетчатки и 40% воды. По составу концентрированные корма богаты углеводами (зерна и семена злаковых, высушенные остатки крахмального и свеклосахарного производства), протеином (зерна и семена бобовых), протеином и жиром (зерна рапса, подсолнечника и других масличных культур). Злаковые зерновые корма и побочные продукты их переработки содержат большое количество легкопереваримых питательных веществ, главным образом безазотистых. Содержание протеина в них, как правило, не превышает 16%. Причем протеин зерна злаковых имеет невысокую биологическую ценность. В нем содержится недостаточно таких незаменимых аминокис-

лот, как лизин, триптофан, иногда треонин и др. В этих кормах отсутствует каротин (за исключением желтозерной кукурузы), витамин D, мало кальция и микроэлементов, недостаточно витаминов группы В и Е.

Ячмень

Ячмень является одним из лучших зерновых кормов для свиней и занимает ведущее место в производстве фуражного зерна в хозяйствах Белоруссии — свыше 50%. Зерно ячменя большинства сортов снаружи покрыто плотной цветочной пленкой, под которой расположено клейковинный слой, окружающий ядро, состоящее в основном из крахмала. Содержание цветочной пленки в зерне составляет от 7 до 17%. В нем содержится мало жира, уровень протеина колеблется от 8 до 16%, клетчатки — 3,5—6%. Содержание питательных веществ в зерне ячменя и их переваримость свиньями высокие и в большой степени зависят от агротехники возделывания и доз вносимых азотных удобрений.

В комплексных исследованиях, проведенных БелНИИЖ (В. М. Голушко, В. К. Пестис, 1978), установлено, что повышение доз азота с 80 до 120—160 кг/га сопровождалось не только ростом урожая, но и существенным повышением белковости зерна (табл. 8).

В опытах на растущем молодняке свиней с использованием полученного зерна ячменя установлено, что полнорационные комбикорма на основе ячменя с повышенным содержанием протеина в зерне в сочетании с 7,6% белковых кормов имеют такую же эффективность, как и комбикорма из ячменя с меньшим содержанием протеина и 12,7% белковых кормов. Среднесуточный прирост за весь период выращивания с 26 до 100 кг составил 625—631 г. Экономия дефицитных белковых кормов (шроты, сухой обрат) при скармливании свиньям моноячменных зерновых рационов с высоким содержанием протеина составила 32,1—44,8%, или 15,3—17,1 кг на каждой выращенной голове. Введение в комбикорм, основу которого составляет высокопротеиновый ячмень, с минимальным количеством белковых кормов кормового 7%-ного лизина в количестве 20—25 кг/т комбикорма повышает биологическую ценность такого комбикорма, который по своему продуктивному действию равноценен комбикорму с полной нормой белковых кормов.

Повышение биологической ценности комбикормов с

Таблица 8. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество зерна ячменя

Показатели	1976			1977			
	фон+ N ₉₀	фон+ N ₁₂₀	фон+ N ₁₅₀	фон+ N ₉₀	фон+ N ₁₂₀	фон+ N ₁₅₀	фон+N ₁₅₀ +фосфорит 500 кг/га
Урожай, ц/га	32,3	35,2	37,8	32,7	36,8	39,0	41,4
% к 1-му варианту	100	109	117	100	112	119	129
Валовой сбор протеина с га, кг	465	528	604	356	419	464	513
в % к 1-му варианту	100	113,5	129,9	100	117,7	130,3	144,1
Содержится в зерне:							
протеина	14,4	15,0	16,0	10,9	11,4	11,9	12,6
лизина, г/кг	4,56	4,73	4,94	3,44	3,54	3,77	3,63
лизина, % от протеина	3,17	3,15	3,08	3,14	3,10	3,16	2,89

высокопротеиновым ячменем связано не только с белковым комплексом, но и с повышением переваримости органических веществ зерна ячменя, выращенного на высоком фоне азотных удобрений. Результаты балансовых опытов, проведенных по изучению переваримости подсынками ячменной дерти, и изучения ее химического состава приведены в табл. 9. При этом не отмечено существенного влияния различных доз азотных удобрений на минеральный состав зерна ячменя.

Рассматривая зерно ячменя с точки зрения источника разнообразных питательных веществ для свиней, следует отметить достаточно высокое содержание в нем обменной энергии, пониженное количество отдельных незаменимых аминокислот, главным образом лизина, иногда треонина. В ячмене содержится умеренное количество клетчатки, близкое к нормам концентрации в кормах для свиней, за исключением поросят. Для них предпочтительнее ошелушенный ячмень. Как правило, только за счет ячменя не удается удовлетворить потребность свиней в кальции, меди, цинке, марганце, кобальте, йоде, рибофлавине, пантотеновой кислоте, никотиновой кислоте, витамине Е. Эти факторы питания должны вводиться в состав рациона с другими кормами.

Применение ячменя в рационах свиней оказывает положительное влияние на качество мяса и сала. Он

Таблица 9. Состав и переваримость ячменной дерти зерна, выращенного на разном агрофоне

Показатели	Агрофон						
	без удобрений	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₁₀	N ₁₃₅ P ₁₄₀ K ₁₇₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₁₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₁₀	N ₁₆₀ P ₉₀ K ₁₁₀	N ₁₆₀ P ₉₀ K ₁₁₀ S ₁₁₃
Коэффициент переваримости:							
органического вещества	81,30	83,57	80,75	81,46	83,12	81,53	82,59
протеина	67,8	73,83	75,0	71,83	74,17	74,4	75,83
жира	25,31	25,00	31,50	27,29	25,18	22,42	24,71
БЭВ	87,60	89,41	88,50	88,83	90,02	88,45	88,87
В 1 кг содержится:							
сухого вещества, г	855,8	860,6	849,9	815,5	833,0	851,8	838,9
кормовых единиц	1,08	1,14	1,11	1,06	1,11	1,11	1,10
обменной энергии, МДж	11,77	12,29	12,12	11,77	12,28	12,30	12,28
сырого протеина, г	101,1	106,5	120,0	89,22	95,21	101,53	105,45
жира, г	22,3	20,1	20,5	18,27	27,90	25,98	18,71
клетчатки, г	47,3	33,1	36,1	27,65	28,90	34,58	35,32
БЭВ, г	689,6	678,9	653,1	660,7	661,0	670,9	659,9
кальция, г	2,14	2,15	3,06	3,10	3,08	2,56	3,19
фосфора, г	5,56	5,08	5,44	3,26	4,00	3,66	3,52
меди, мг	6,81	—	—	3,67	3,62	4,0	3,94
цинка, мг	28,6	—	—	16,39	17,33	18,06	18,46
марганца, мг	23,7	—	—	22,0	22,5	23,51	23,15
кобальта, мг	0,05	—	—	0,37	0,54	0,59	0,59
йода, мг	0,03	—	—	—	—	—	—
лизина, г	3,57	—	—	2,77	2,92	3,15	3,02
метионина+цистина, г	4,15	—	—	3,18	3,33	3,49	3,36
треонина, г	7,21	—	—	2,61	2,86	3,28	3,11

широко используется во всем мире при производстве беконной свинины. В рационах свиней и в составе комбикормов ячмень может занимать до 60—70% от питательности рациона, а в некоторых случаях и более. При скармливании его в комплексе с белково-витаминно-минеральными добавками достигают высоких показателей производства свинины.

Кукуруза

Кукурузное зерно — наиболее питательный концентрированный корм. По содержанию обменной энергии в 1 кг сухого вещества кукуруза превосходит все виды зерновых кормов — 14,3—15,0 МДж. Она содержит до 70% углеводов, представленных в основном крахмалом, 4—8% жира (намного выше, чем ячмень), всего 2—3% клетчатки, что способствует высокой переваримости всех органических веществ. Кукуруза бедна протеином (до 11%), причем основной белок ее зерна — зеин беден лизином и триптофаном. Характерной особенностью кукурузного протеина является низкая его растворимость (сумма водо- и солерастворимых фракций составляет всего лишь 25—35%). Желтая кукуруза является хорошим источником каротина — от 3,2 до 9 мг/кг, зерно белых сортов или вовсе не содержит каротина, или количество его не превышает 1 мг/кг.

В настоящее время все большее распространение получают выведенные сорта и гибриды так называемой высоколизиновой кукурузы, содержащей до 3,7—4,0% лизина. Зерно ее содержит несколько меньше золы и больше протеина, жира и клетчатки по сравнению с зерном обычной кукурузы (табл. 10).

Протеин, жир, клетчатка высоколизиновой кукурузы перевариваются свиньями лучше, чем обычной, однако безазотистые экстрактивные вещества ее несколько хуже. По энергетической питательности зерно этих сортов одинаково, но биологическая ценность протеина значительно выше. Содержание лизина в зерне высоколизиновой кукурузы выше на 40%, триптофана — на 50, гистидина — на 11,5, аргинина — на 28,6, аспаратина — на 14,4%, чем в обычной кукурузе, содержание треонина, метионина и изолейцина, наоборот, несколько ниже. Зерно кукурузы бедно кальцием, микроэлементами кобальтом, медью, марганцем, йодом, а содержание витаминов группы В — удовлетворительное, хотя за его счет нельзя

Таблица 10. Состав и переваримость свиньями зерна кукурузы (по данным Всесоюзного института кукурузы)

Показатели	Сорта кукурузы	
	обычные	высоколизинные
Коэффициент переваримости:		
органического вещества	88,5	92,3
протеина	80,0	83,4
жира	78,1	81,3
клетчатки	30,3	40,9
БЭВ	92,0	90,7
В 1 кг содержится:		
сухого вещества, г	870	870
кормовых единиц	1,28	1,30
обменной энергии, МДж	13,71	13,73
сырого протеина, г	106,5	87,1
жира, г	39,7	47,7
клетчатки, г	23,9	32,1
БЭВ, г	686	690
зола, г	13,2	12,7
лизина, г	2,68	3,75
триптофана, г	0,70	1,05
гистидина, г	2,86	3,19
аргинина, г	4,05	5,21
треонина, г	2,93	2,68
валина, г	4,37	4,04
изолейцина, г	3,49	2,80
лейцина, г	11,3	6,86
фенилаланина, г	3,08	3,42
аспарагиновой кислоты, г	6,04	6,9

покрыть потребность свиней в рибофлавине, пантотеновой и никотиновой кислотах, холине. Усвояемость никотиновой кислоты из зерна кукурузы низкая.

Кукурузное зерно является одним из лучших кормов для всех сельскохозяйственных животных при условии скармливания его в составе сбалансированных рационов и комбикормов. Кукуруза обладает хорошими вкусовыми качествами благодаря сравнительно высокому содержанию жиров. Однако они имеют низкую точку плавления, что приводит к снижению качества мяса и сала свиней при скармливании кукурузы в заключительный период откорма. Норма ввода зерна кукурузы в состав комбикормов для свиней составляет 35—45%. В США, где свиней выращивают и откармливают на кукурузных рационах, количество кукурузного зерна доводят до 75—80%.

Кукуруза на корм скоту идет в виде початков, луще-

ного и дробленого зерна, дробленных вместе с зернами початков. Хранится лучше всего кукуруза в початках, если влажность их не превышает 20—25%. Лущеное зерно может испортиться при хранении, если содержит больше 14—15% воды. Особенно подвержена плесневению и прогорканию молотая кукуруза, поэтому не рекомендуется хранить ее в течение длительного периода (более 70 дней), если содержание воды в ней выше 12%. Даже при кратковременном хранении она может постепенно закинуть в результате прогоркания жира. Комбикорма, содержащие в своем составе размолотую кукурузу, также не подлежат длительному хранению.

В последнее время все большее распространение находит силосование измельченного, лущеного зерна кукурузы и в початках. Использование скороспелых гибридов дало возможность выращивать зерно кукурузы в таких «некукурузных» районах, как Белоруссия. Опыт возделывания кукурузы по зерновой технологии в хозяйствах Калининковского, Добрушского, Рогачевского, Кобринского районов показывает, что с внедрением в производство более скороспелых гибридов кукурузы можно собирать с каждого гектара 50—60 ц зерна. Как правило, выращенное зерно кукурузы имеет повышенную влажность — 30—40%, и возникают проблемы его хранения и использования. В настоящее время в нашей стране и за рубежом разработаны надежные технологии консервирования влажного зерна кукурузы, позволяющие свести потери питательных веществ к минимуму — 3—5%. Зерно и початки кукурузы могут силосоваться как в чистом виде, так и в составе комбинированных силосов.

Пшеница

Для кормовых целей, как правило, используется зерно пшеницы, имеющее пониженные хлебопекарные свойства, засоренное другими видами зерна, шуплое, не отвечающее качественным нормам стандарта на продовольственную пшеницу. Кроме этого, для животноводства имеют огромное значение пшеничные отруби — побочные продукты от мукомольного производства.

В 1 кг зерна пшеницы содержится питательных веществ: сухого вещества — 850 г, кормовых единиц — 1,28, обменной энергии — 13,56 МДж, сырого протеина — 133 г, сырого жира — 20, клетчатки — 17, крахмала — 515, сахара — 20, лизина — 3, метионина + цистина — 3,7, трео-

нина — 2,8, кальция — 0,8, фосфора — 3,6 г, меди — 6,6 мг, цинка — 23, марганца — 46, кобальта — 0,07, йода — 0,06, витамина Е — 11,9, тиамина — 4,6, рибофлавина — 1,4, пантотеновой кислоты — 9,6, холина — 969, никотиновой кислоты — 53, пиридоксина — 6,1 мг.

Зерно пшеницы по содержанию протеина превосходит все виды других хлебных злаков (в среднем 13% с колебаниями от 10 до 17%). Протеин, содержащийся в оболочке и зародыше, полноценнее, чем в эндосперме. Поэтому пшеничные отруби содержат более полноценный протеин по сравнению с мукой и зерном. По содержанию безазотистых экстрактивных веществ, состоящих почти исключительно из крахмала, пшеница равноценна кукурузе, но содержит немного больше клетчатки. Количество жира в ней составляет только 2% по сравнению с кукурузой (4% и выше). Пшеница отличается также высоким содержанием обменной энергии, что связано не только с низким содержанием клетчатки (до 3%), но и высокой переваримостью всех органических веществ: протеина — 74,5%, жира — 35,2, клетчатки — 48,5, БЭВ — 90,2%. Пшеница бедна кальцием, но по содержанию фосфора (0,4—0,5%) она превосходит все другие зерновые злаки. Однако до 70% общего фосфора ее находится в форме фитата, который плохо усваивается молодым свиней. С возрастом свиньи приобретают способность хорошо усваивать фитиновый фосфор, благодаря увеличению образования фермента фитазы. Пшеница содержит также значительно больше, чем кукуруза, кобальта, меди, марганца, цинка, а также витаминов группы В.

Аминокислотный состав пшеницы различных сортов и разного агрофона выращивания колеблется в широких пределах. Как и у ячменя, с увеличением количества протеина в пшенице обычно снижается уровень лизина, который является в ней первой лимитирующей аминокислотой, затем метионин и треонин. Высокоэффективное использование пшеницы в рационах свиней должно сопровождаться включением кормов, богатых лизином, или кормовых его препаратов.

В наших исследованиях (В. М. Голушко и др., 1977) повышение энергетического уровня комбикормов за счет включения в их состав 60—67% пшеницы в сочетании с балансированием по лизину за счет повышенного количества высокобелковых кормов (гороха, кормовых дрожжей и сухого обрат) обеспечивает такие же показатели продуктивности откармливаемого молодняка свиней, как

и на ячменных комбикормах. Среднесуточный прирост за период откорма составил 616—622 г, расход сухого вещества комбикорма на 1 кг прироста — 2,81—3,04 кг. Однако более постная свинина получена на ячменных комбикормах: толщина шпика — 2,48 см, на пшеничных — 2,8—2,9 см.

Высокое содержание обменной энергии и низкий уровень клетчатки позволяют использовать пшеницу в качестве основного корма в составе комбикормов для рано отнятых поросят. Оптимальное количество ввода ее в комбикорма для поросят-сосунов и отъемышей, ремонтного молодняка, свиноматок первого периода супоросности составляет 30%, свиноматок второго периода супоросности, подсосных свиноматок и хряков-производителей — 20, свиней беконного откорма — 25%. Однако некоторые специалисты считают, что при беконном откорме можно вводить до 80% пшеницы при условии балансирования по лизину, макро- и микроэлементам, витаминам. Более высокая доза пшеницы увеличивает количество жира в тушах свиней.

Овес

Овес как фуражная культура для свиней используется в небольшом количестве. В основном его применяют в качестве диетического корма, характеризующегося значительной объемистостью. Количество клетчатки в овсе различное и зависит от содержания пленок. В среднем зерно содержит 30% пленок с колебаниями от 20 до 40%, что во многом зависит от сорта и агротехники выращивания. Нами (В. М. Голушко и др., 1982) изучались химический состав и переваримость питательных веществ зерна овса молодняком свиней. Овес выращивался с применением 90 и 135 кг/га азота, 80—110 — фосфора и 110—170 кг/га калия. Результаты опыта приведены в табл. 11.

Установлено, что содержание протеина в зерне овса увеличивается с повышением доз азотных удобрений, вносимых при его выращивании. Однако содержание жира при этом несколько снижается. В целом необходимо отметить довольно высокое содержание жира в зерне овса, из которого более половины находится в эндосперме. Овес богат ненасыщенными жирными кислотами, отрицательно влияющими на качество сала, и поэтому малопригоден для откорма свиней. Протеин овса биологически бо-

Таблица 11. Химический состав и переваримость молодняком свиной дерти овса, выращенного на разном агрофоне

Показатели	Агрофон		
	без удобрений	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	N ₁₃₅ P ₁₁₀ K ₁₇₀
В 1 кг содержится:			
сухого вещества, г	862,3	867,8	876,2
кормовых единиц	1,03	1,11	1,04
обменной энергии, МДж	11,47	12,10	11,76
сырого протеина, г	77,6	99,8	114,4
жира, г	60,1	53,7	48,9
клетчатки, г	90,4	65,4	92,6
БЭВ, г	610,1	626,3	596,2
зола, г	24,1	22,6	24,1
кальция, г	2,59	2,43	2,28
фосфора, г	4,31	5,29	5,61
лизила, г	2,77	—	—
метионина + цистина, г	2,37	—	—
треонина, г	2,27	—	—
Коэффициент переваримости:			
протеина	73,43	80,7	81,61
жира	71,48	70,1	63,31
клетчатки	30,00	36,30	33,50
БЭВ	80,36	82,50	81,38

лее полноценен, чем кукурузы и пшеницы благодаря лучшему соотношению незаменимых аминокислот.

По своим диетическим свойствам овес является желательным компонентом в рационах и комбикормах для супоросных и подсосных свиноматок, ремонтного молодняка, хряков-производителей, а также в кормовых добавках для поросят-сосунов. Оптимальное количество его в кормовых смесях для поросят-сосунов в ошелушенном виде составляет 10—35%, в неошелушенном — до 10% от массы. В комбикорма для мясного откорма овса вводят не более 20%, для беконного — не более 10%, свиноматок — 20—30%.

Рожь

Зерно ржи по питательной ценности и химическому составу почти не отличается от ячменя и очень близко к пшенице. Основную массу его составляют БЭВ — более 70%, содержание протеина колеблется от 8 до 15%, жира — 1,3—2, клетчатки — 1,3—4%. В мелком шуплом

зерне, которое, как правило, используется на фуражные цели, протеина содержится около 15%, клетчатки — до 4%. На химический состав зерна ржи сильное влияние оказывают агротехника ее возделывания и применение повышенных доз минеральных удобрений, особенно азотных (табл. 12).

С повышением доз азота в зерне ржи увеличивается содержание не только протеина, но и фосфора, а жира и клетчатки несколько снижается. С увеличением содержания протеина закономерно возрастает его переваримость, что связано с изменением фракционного состава: с увеличением доз азотных удобрений в зерне повышается содержание проламиновой фракции и снижается альбуминовой и глобулиновой. Проламиновая фракция протеина переваривается свиньями лучше, чем другие, улучшая тем самым переваримость протеина в зерне с повышенным его содержанием.

Рожь беднее пшеницы незаменимыми аминокислотами, за исключением лизина. Основная часть питательных веществ в зерне ее приходится на БЭВ, переваримость которых свиньями довольно высокая. Жира содержится

Таблица 12. Состав и переваримость питательных веществ ржаной дерти в зависимости от агрофона выращивания ржи (В. М. Голушко и др., 1982)

Показатели	Агрофон		
	без удобрений	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₂₅₀ P ₁₂₀ K ₁₅₀
В 1 кг содержится:			
сухого вещества г	850	850	849,7
кормовых единиц	1,14	1,17	1,16
обменной энергии, МДж	12,19	12,39	12,35
сырого протеина, г	80,2	84,2	94,5
лизина, г	4,35	—	—
метионина+цистина, г	2,03	—	—
треонина, г	2,90	—	—
жира, г	20,4	14,2	12,8
клетчатки, г	23,6	14,9	12,2
БЭВ, г	703	716,5	710
кальция, г	1,87	1,62	1,61
фосфора, г	4,25	4,34	4,50
Коэффициент переваримости:			
протеина	68,13	72,18	75,00
жира	28,42	30,3	31,50
клетчатки	34,63	35,72	37,80
БЭВ	89,80	89,48	88,50

мало и переваримость его низкая. То же самое можно сказать и о содержании клетчатки. В зерне ржи содержится мало кальция, кобальта, йода, а также рибофлавина. Рожь очень часто поражается спорыньей, что может привести к снижению продуктивности и отравлению животных. Содержание спорыньи не должно превышать 0,1—0,5% (Н. А. Слесивцева, Б. Н. Хмелевский, 1975).

Рожь — менее вкусный корм для свиней, чем другие хлебные злаки, из-за наличия гликозидов — 5-алкилрезорцинола и 5-Н-алкинилрезорцинола. Крахмал ржи сильно набухает в желудке животного, что может вызывать расстройство пищеварения, колики. Все это является сдерживающими факторами использования ржи в качестве основного компонента комбикормов и рационов для свиней. Однако включение оптимальных норм ее в рационы свиней может быть эффективным.

В США был проведен опыт по замене кукурузы рожью в кукурузо-соевых рационах поросят с живой массой 11 кг. В результате опыта было установлено, что скармливание ржи, а также включение в основной рацион стержней початков кукурузы с целью уменьшения энергоемкости комбикормов снижали скорость роста (440—470 г против 530 г в сутки в контрольной группе). Обогащение рациона с рожью жиром (7,3%) увеличивало скорость роста до уровня контроля. Опыт по переваримости показал, что на рационах с рожью снижалась переваримость основных питательных веществ корма, которую улучшала добавка жира (М. D. Harison и др., 1983).

В ПНР принято считать, что по вкусовым качествам и диетическим свойствам рожь уступает ячменю, однако при правильно составленном рационе могут быть получены хорошие показатели продуктивности свиней. В связи с пониженными вкусовыми и диетическими качествами (по сравнению с ячменем и пшеницей) рожь не следует использовать в качестве единственной зерновой культуры в рационе свиней. Максимальный уровень содержания ржи в кормосмесях рекомендуется для поросят-отъемышей не выше 10%, свиноматок — 10—20%, откормочного молодняка — 20—30% (М. Flis, D. Minakowski, 1984). Такие же нормы ввода ржи в рационы свиней приняты в СССР.

Горох

Горох является одним из лучших питательных высокобелковых растительных кормов и в хозяйствах Белоруссии занимает ведущее место среди других культур. Он имеет преимущество перед другими зернобобовыми, так как не содержит вредных веществ, отрицательно влияющих на переваримость, использование питательных веществ и здоровье животных. Зерно гороха по сравнению с другими бобовыми содержит несколько меньше протеина, который тем не менее хорошо укомплектован незаменимыми аминокислотами. Содержание питательных веществ в горохе в расчете на 1 кг составляет: сухого вещества — 860 г, кормовых единиц — 1,19, обменной энергии — 13,06 МДж, сырого протеина — 218 г, сырого жира — 13, сырой клетчатки — 53,2, лизина — 14,2, метионина + цистина — 5,5, кальция — 2,0, фосфора — 4,3 г, меди — 7,0 мг, марганца — 12, цинка — 34, кобальта — 0,07, йода — 0,03, витамина Е — 86, тиамина — 7,0, рибофлавина — 5,4, пантотеновой кислоты — 14,3, холина — 1850 мг, никотиновой кислоты — 21 мг (В. М. Голушко и др., 1983). Зерно гороха отличается хорошим углеродным составом, хотя содержит мало жира. В нем невысокий уровень кальция, но много тиамина, холина. Питательные вещества гороховой муки хорошо перевариваются свиньями (табл. 13).

Как белковая кормовая добавка горох ценен для всех половозрастных групп свиней. Включение его в состав кормосмесей для откармливаемого молодняка позволяет получить мясную и беконную свинину высокого качества. Нормы ввода гороховой дерти в состав комбикормов и рационов для поросят-сосунов, поросят-отъемышей, свиноматок и хряков-производителей составляют до 20%, ремонтного и откармливаемого молодняка старше 4 мес — до 25%.

Таблица 13. Переваримость питательных веществ гороховой дерти свиньями

Показатели	Питательные вещества					
	органическое вещество	протеин	жир	клетчатка	БЭВ	зола
В 1 кг содержится, г	836	222	19	54	541	28
Коэффициент переваримости	92	90	38	74	96	—

Люпин

В условиях Белоруссии кормовой люпин является важным источником полноценного протеина. Наблюдавшийся спад в производстве фуражного зерна люпина вследствие ряда технологических и экономических причин в последние годы прекратился. Его производство начинает возрастать, появились новые высокопродуктивные сорта, что дает основание считать, что в ближайшие годы зерно люпина займет важное место в решении проблемы белка в свиноводстве. Наиболее распространены три вида люпина: желтый, синий и белый, из них сладкие сорта желтого и белого люпина содержат практически безопасное для животных количество алкалоидов — 0,002—0,12%, горькие — до 3,87% на сухую массу. Токсические свойства люпина обуславливаются главным образом алкалоидом люпинином, оказывающим парализующее действие на центральную нервную систему и окончания моторных нервов. В настоящее время выделены и внедряются сладкие сорта люпина с минимальным содержанием алкалоидов (до 0,1%) и хорошей переваримостью питательных веществ. Данные о химическом составе и переваримости желтого и белого люпина (В. М. Голушко и др., 1982) приведены в табл. 14.

Желтый люпин содержит значительно больше протеина, чем белый. Протеин люпина состоит из глобулинов альфа-конглобулина, содержащего 17,9% азота, и бета-конглобулина, содержащего 18,21% азота. Кроме того, в его состав входит альбумин. В протеине зерен содержится 23—50% водорастворимой, 47—70% солерастворимой и 3—9% щелочерастворимой фракций (в % на извлеченный азот). Аминокислотный состав белка люпина удовлетворяет потребности свиней в незаменимых аминокислотах. Белый люпин содержит больше жира, чем желтый. Зерно люпина отличается высоким содержанием клетчатки, что отрицательно влияет на его энергетическую ценность. Минеральный состав зерна люпина хороший, в нем содержится достаточно витаминов, за исключением рибофлавина. Переваримость органических веществ дерти желтого люпина выше, чем белого, однако БЭВ белого люпина свиньями перевариваются лучше.

Люпиновая дерть является ценным белковым кормом для свиней, но для повышения его биологической ценности необходимо регулировать аминокислотный состав рационов, в которые он входит.

Т а б л и ц а 14. Состав и переваримость дерти люпина
молодняком свиней

Показатели	Люпин	
	желтый	белый
В 1 кг содержится:		
сухого вещества, г	845,7	884,6
кормовых единиц	1,0	0,83
обменной энергии, МДж	12,54	10,79
сырого протеина, г	420,2	348,5
сырого жира, г	36,5	53,1
сырой клетчатки, г	124,2	141,7
БЭВ, г	226,0	299,4
зола, г	36,8	41,9
кальция, г	2,3	6,81
фосфора, г	1,1	7,08
лизина, г	14,4	15,9
метионина+цистина, г	4,8	8,8
треонина, г	14,9	14,1
меди, мг	5,28	—
цинка, мг	22,9	—
марганца, мг	75,9	—
кобальта, мг	0,075	—
йода, мг	0,17	—
витаминов, мг:		
тиамина	22,6	—
рибофлавина	1,1	—
пантотеновой кислоты	93	—
холина	1825	—
никотиновой кислоты	25,0	—
Коэффициент переваримости:		
протеина	86,0	73,5
жира	72,0	32,5
клетчатки	68,0	38,7
БЭВ	68,0	81,1

В опытах J. Ryszkowski (1976) было установлено, что для повышения эффективности откорма молодняка свиней в рационы с 6—15% безалкалоидного люпина необходимо добавлять лизин и метионин, особенно в первый период откорма подсвинков живой массой 45—80 кг. На необходимость обогащать рационы с люпином аминокислотой лизином указывает и австрийский ученый (M. Taverner, 1981).

В БелНИИЖ проделана большая работа по определению питательности люпина в зависимости от сортового состава, агротехники возделывания и оптимизации его количества в составе рационов свиней. Установлено, что за счет зерна сладкого люпина можно сбалансировать

протеиновое питание свиноматок и растущего молодняка. Оптимальными нормами ввода дерти люпина в состав комбикормов и кормосмесей являются для молодняка — до 20%, свиноматок — до 10%. В рационах откармливаемого молодняка большую часть кормов животного происхождения можно заменять люпином.

Бобы кормовые

Бобы в качестве кормового средства в последнее время находят все большее распространение как источник протеина, содержание которого в них составляет до 28—33%. Выведены сорта бобов с урожайностью 35—40 ц/га и выше. В протеине зерна содержатся все необходимые для организма животных аминокислоты, большая часть которых хорошо растворима. Водорастворимая фракция протеина составляет 50—78%, солерастворимая — 20—43, щелочерастворимая — 7—8% (от протеина). Протеин зерна бобов на 53,7—78,4% состоит из глобулинов (легумина и вицилина); 7,1—20,5% его составляют альбумины и 13,4—36,2% — глютелины. Количество отдельных фракций белков в протеине варьирует в зависимости от сорта, района, агротехники возделывания и др. Соответственно изменяется содержание аминокислот и переваримость протеина.

Химический состав и питательность кормовых бобов в расчете на 1 кг следующие: сухого вещества — 850 г, кормовых единиц — 1,1, обменной энергии — 12,45 МДж, сырого протеина — 261 г, сырого жира — 15, сырой клетчатки — 75, БЭВ — 468 г, в том числе крахмала — 380 г, сахара — 35, лизина — 16,2, метионина + цистина — 4,8, кальция — 1,5, фосфора — 4,1 г, меди — 3,9 мг, цинка — 42, марганца — 11, кобальта — 0,11, йода — 0,18, витамина Е — 25, тиамин — 4,9, рибофлавин — 2,5 мг, пантотеновой кислоты — 13,5, холина — 1800, никотиновой кислоты — 24,5, пиридоксина — 3,0 мг. Кормовые бобы являются не только хорошим источником протеина и аминокислот (кроме метионина), но и углеводов, фосфора, микроэлементов (кроме кобальта), витаминов (кроме рибофлавина). Питательные вещества кормовых бобов хорошо перевариваются свиньями (табл. 15).

В составе зерна кормовых бобов содержатся дубильные вещества, которые могут вызывать запоры у животных. Поэтому в состав комбикормов и рационов одновременно с кормовыми бобами рекомендуется вводить

Т а б л и ц а 15. Переваримость питательных веществ
кормовых бобов свиньями

Показатели	Вода	Про- теин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Зола
Состав, %	13	31,5	1,3	6,6	44,6	3,0
Коэффициент перева- римости	—	84	75	26	88	—

пшеничные отруби, мелассу, оказывающие послабляющее действие на кишечник.

Кормовые бобы успешно используют при откорме свиней, сало получается твердое, зернистое, мясо постное. В ВНР (I. Теер и др., 1979) проведены исследования по изучению эффективности замены соевого шрота кормовыми бобами в рационах откармливаемого молодняка свиней. Установлено, что замена в рационе половины соевого шрота кормовыми бобами (17,5 и 10,7%) не оказала достоверного влияния на продуктивность поросят и убойные качества туши. В двух опытах прирост живой массы поросят контрольной и опытных групп составил 614—637 и 627—642 г, суточное потребление корма — 2,39—2,47 и 2,40—2,47 кг. Оптимальной нормой ввода кормовых бобов в комбикорма и рационы для поросят-отъемышей, ремонтного и откармливаемого молодняка считается до 15%, хряков-производителей и свиноматок — до 10%.

Рапс и продукты его переработки

В последние годы рапс приобретает все большее распространение как масличная культура и как хороший белковый корм для всех видов сельскохозяйственных животных, особенно для свиней. Много сеют рапса на зерно в Канаде, Швеции, Польше, ГДР. С каждым годом увеличиваются посевные площади, урожайность и валовые сборы его в СССР. В Белоруссии посевы рапса на зерно составляют около 130 тыс. га. В семенах его содержится 35—45% масла и 20—29% сырого протеина. При средней урожайности в условиях БССР 15—20 ц/га посевов рапса позволяет получить около 8 ц масла и 4—6 ц кормового протеина. Следует отметить холодостойкость и скороспелость рапса. Однако семена его содержат

глюкозиды (глюкозинолаты), которые при наличии влаги и тепла легко гидролизуются ферментами (мирозиной), образуя едкие горчичные масла и токсические соединения. Кроме того, семена многих давновыращиваемых сортов рапса содержат много эруковой кислоты — до 40—50% от общего содержания жирных кислот. Считается, что эруковая кислота способствует возникновению коронарной недостаточности у людей.

В настоящее время выведены сорта с низким содержанием как эруковой кислоты, так и глюкозинолатов. В кормлении свиней могут использоваться не только жмыхи и шроты после извлечения масла, но и мука из семян. Семена рапса, а также жмыхи имеют довольно хорошую энергетическую питательность, несмотря на высокое содержание клетчатки (табл. 16).

Рапсовые шроты из-за более низкого содержания

Таблица 16. Химический состав и питательность муки, жмыха и шрота из рапса (В. М. Голушко, О. С. Федосенко, Л. Н. Вишник, 1987)

Показатели	Вид корма из рапса		
	мука	жмых	шрот
В 1 кг содержится:			
сухого вещества, г	910	900,8	882
кормовых единиц	1,49	1,51	1,17
обменной энергии, МДж	15,8	17,13	14,35
сырого протеина, г	239,5	369,6	383,0
лизина, г	17,14	21,5	16,9
метионина+цистина, г	12,3	16,85	19,50
сырой клетчатки, г	110,9	111,6	78,6
жира, г	476,5	297,5	72,5
кальция, г	5,49	8,3	12,7
фосфора, г	6,15	10,8	11,4
меди, мг	1,02	4,0	6,7
цинка, мг	53,8	26,75	55,1
марганца, мг	42,97	12,75	68,1
кобальта, мг	0,23	0,23	0,2
йода, мг	0,44	0,44	0,62
витаминов, мг:			
токоферола	13,3	13,3	10,8
тиамина	1,88	1,89	3,8
рибофлавина	4,0	4,0	5,4
пантотеновой кислоты	10,2	10,2	9,2
холина	7414	7444	7444
никотиновой кислоты	180	177	176
пиридоксина	20	20	8,8
глюкозинолатов, %	3,3	2,7	5,0
эруковой кислоты, %	До 5	До 2	—

жира по энергетической ценности значительно уступают муке из семян и жмыху. Довольно высокое содержание жира в рапсовом жмыхе вызвано несовершенством технологии его извлечения (методом прессования в шнековом прессе). В рапсе и продуктах его переработки отмечается сравнительно невысокое содержание лизина, умеренное кальция и фосфора, микроэлементов и витаминов, но высокое холина. В исследованных образцах содержится довольно много глюкозинолатов, особенно в шроте, и небольшое количество эруковой кислоты. Высокое содержание глюкозинолатов ограничивает возможности ввода рапса в рационы свиней.

В серии опытов, проведенных в БелНИИЖ (В. М. Голушко, Л. Н. Винник, О. С. Федосенко, 1987), изучалась эффективность включения различных дозировок рапсовой муки, жмыха и шрота в состав комбикормов для растущего молодняка свиней. В результате исследований установлено, что включение 5% рапсового шрота, 4 — муки и 5—7% жмыха в комбикорма для откармливаемых свиней позволяет заменить ими часть подсолнечникового и льняного шротов без снижения продуктивности. Включение такого количества рапса и продуктов его переработки позволило получать довольно высокие среднесуточные приросты живой массы (653—706 г) при затратах 4,16—4,48 к. ед. на 1 кг прироста. Такие дозировки не влияли отрицательно на вкусовые качества и поедаемость кормов животными. Более высокие дозы (10—15% рапсового шрота, 8 — муки и 10% жмыха) вызывали снижение поедаемости кормосмесей на 2,2—7,1%, прироста живой массы на 3,5—10,4%, повышали расход корма на 2,3—4,3%. Убойные качества животных, выращенных на рационах с использованием рапса и продуктов его переработки, были достаточно высокими. Дозы рапсовой муки 4%, жмыха и шрота по 5% не оказали отрицательного влияния на качество мяса и сала, соотношение ценных частей туши, массу внутренних органов. Однако более высокие дозы вызывали увеличение содержания сала в тушах на 1,6—3,7%, уменьшение содержания мяса на 1,9—2,9%. Качество сала при этом ухудшалось ввиду увеличения содержания непредельных жирных кислот. Изучаемые дозы рапсовой муки, жмыха и шрота вызывали увеличение содержания щитовидной железы, печени и почек подопытных животных, а рационы с 6—8% рапсовой муки, 7—10 — жмыха и 10—15% шрота вызывали снижение содержания в сыворотке крови белков, связанных с йо-

дом, на 8,0—23,5%. Более низкие дозы не оказывали достоверного влияния на этот показатель. Проведенные исследования и экономические расчеты позволили сделать вывод, что для балансирования рационов растущего откармливаемого молодняка по энергии и протеину можно включать в состав кормосмесей и комбикормов 4% рапсовой муки, 5% шрота и жмыха, при этом уровень содержания в них глюкозинолатов не должен превышать 3%.

Исследованиями зарубежных ученых установлено, что дозировка рапсовой муки, жмыха и шрота может быть значительно увеличена (10—15—20%) без отрицательного влияния на здоровье и продуктивность животных при условии использования сортов рапса с низким содержанием глюкозинолатов, так называемых нулевых. Однако при этом рекомендуют включать рапсовый шрот в стартерные комбикорма для поросят до 5%, комбикорма для откармливаемого молодняка свиней — до 10% и свиноматок — до 15% (P. A. Thacker, F. X. Aher, 1984). Таким образом, 5% рапсовой муки, жмыха и шрота в рационах свиней пока являются наиболее приемлемой и безопасной дозой.

Отходы мукомольно-крупяных предприятий и элеваторов

Отходы мукомольно-крупяных предприятий — мельничная пыль, мучки кормовые, зерновые отходы — широко используются в кормлении свиней. Особенно ценными для свиней являются пшеничные отруби, в меньшей степени ржаные. В табл. 17 приведены состав и питательность отрубей.

По химическому составу и питательности пшеничные и ржаные отруби сходны, однако ржаные богаче лизином и метионином, но беднее по содержанию макро- и микроэлементов. В пшеничных отрубях содержится почти в 2 раза больше холина. Норма скармливания пшеничных отрубей пороссятам-сосунам и пороссятам-отъемышам составляет до 15%, ремонтному и выращиваемому на мясо молодняку свиней — до 25—30, свиноматкам и хрякам-производителям — до 35%. Пшеничные отруби в рационы свиней включают как диетический корм.

Таблица 17. Состав и питательность пшеничных и ржаных отрубей

Показатели	Отруби	
	пшеничные	ржаные
В 1 кг содержится:		
сухого вещества, г	850	850
кормовых единиц	0,75	0,71
обменной энергии, МДж	9,28	10,87
сырого протеина, г	151	153
лизина, г	5,4	7,3
метионина+цистина, г	3,9	5,5
жира, г	41	34
клетчатки, г	88	80
БЭВ, г	526	530
кальция, г	2,0	1,1
фосфора, г	9,6	5,7
меди, мг	11,3	11,3
цинка, мг	81	46
марганца, мг	117	89
кобальта, мг	0,1	0,03
йода, мг	1,75	0,04
витаминов, мг:		
токоферола	21	10
тиамина	6	4,7
рибофлавина	2,9	2,6
пантотеновой кислоты	23,5	17,5
холина	1300	600
никотиновой кислоты	150	140
пиридоксина	15	13

Отходы маслозаводов — жмыхи и шроты

Жмыхи и шроты масличных культур используются при балансировании рационов свиней по протеину и аминокислотам. Они различаются между собой в зависимости от вида семян и способа извлечения масла. Жмыхи являются продуктом, получаемым при отжиме масла на шнековых или гидравлических прессах из предварительно очищенных, перемолотых и обработанных теплом и влагой семян масличных растений. Шроты получают при экстрагировании масла органическими растворителями (бензин, дихлорэтан) также из предварительно очищенных и перемолотых семян масличных растений. После экстрагирования из остатков семян удаляют растворитель с помощью пара и высушивают их. Жмыхи и шроты характеризуются большим содержанием протеина, они богаты витаминами группы В и Е. В шнек-прессовых и гид-

равлических жмыхах количество жира составляет 7% и более. В шротах содержание сырого жира по действующим техническим условиям должно быть не более 2,5% в расчете на сухое вещество. В настоящее время маслобойные заводы вырабатывают в основном шроты. Наибольшее распространение при производстве комбикормов для свиней в Белоруссии получили подсолнечниковый, льняной, соевый и рапсовый шроты, а также обезжиренный хлопковый шрот. В табл. 18 приведены состав и питательность шротов.

Наиболее высоким содержанием протеина отличается соевый, затем подсолнечниковый и хлопковый шроты. Льняной шрот содержит несколько меньше протеина и лизина. Сравнительно небогат лизином и подсолнечниковый шрот. Подсолнечниковый и хлопковый шроты содержат значительное количество клетчатки, уровень

Таблица 18. Состав и питательность шротов

Показатели	Шроты				
	подсолнечниковый	льняной	соевый ветости- рованный	соевый тостиро- ванный	хлоп- ковый
В 1 кг содержится:					
сухого вещества, г	900	900	850	900	900
кормовых единиц	1,03	1,07	0,93	1,21	0,89
обменной энергии, МДж	12,54	12,44	10,28	14,49	10,96
сырого протеина, г	429	340	442,5	439	411
переваримого протеина, г	386	282	352,2	400	329
жира, г	37	17	8,4	27	13
клетчатки, г	144	96	49,4	62	124
БЭВ, г	224	384	293	311	279
лизина, г	14,2	12,6	26,39	27,7	17,7
метионина, г	16,7	13,0	11,27	11,9	11,5
кальция, г	3,6	2,8	2,78	2,7	4,1
фосфора, г	12,2	8,3	7,63	6,6	10,1
меди, мг	24,1	15,9	—	16,7	15,9
цинка, мг	40,8	52	—	41,6	42,5
марганца, мг	48,5	37	—	37,0	17,7
кобальта, мг	0,41	0,28	—	0,12	0,14
йода, мг	0,66	0,88	—	0,49	0,26
витаминов, мг:					
токоферола	3	8	4,0	3	20
тиамина	7	7,2	6,5	5,4	4
рибофлавина	3	4,4	3,2	3,8	4,5
пантотеновой кислоты	13	12	14,8	14,5	11
холина	2200	1300	2668	2500	2500
никотиновой кислоты	175	40	25,7	42,5	40
пиридоксина	11	9	8,9	9,5	5,4

которой зависит от технологии переработки семян и количества лузги. По содержанию питательных веществ наиболее полноценным является соевый шрот, однако переваримость протеина и усвояемость аминокислот его зависят от условий температурной обработки. Это вызвано тем, что соевые бобы содержат ингибиторы трипсина и другие антипитательные вещества, которые при нагревании шротов разрушаются, что способствует более эффективному гидролизу протеина соевого шрота ферментами поджелудочной железы. Оптимальный процесс влаготепловой обработки соевого шрота (тостирование) должен обеспечивать разрушение антипитательных веществ и не ухудшать доступность аминокислот.

О достаточности влаготепловой обработки судят по активности фермента уреазы, содержащейся в соевом шроте, и сумме растворимых фракций протеина. Обработка считается проведенной правильно, если активность уреазы (изменение рН за 30 мин) снижается до 0,1, а содержание суммы растворимых фракций составляет не менее 75% от общего белка. Контроль за качеством соевого шрота на комбикормовых заводах должен быть обязательным, так как позволяет своевременно принять меры по дополнительной его обработке, если будет установлено несоответствие качества стандарту по активности уреазы и сумме растворимых фракций протеина.

Все шроты характеризуются невысоким содержанием кальция, а фосфора содержится достаточно много, хотя три четверти его находится в форме фитиновой кислоты или фитина. Шроты богаты микроэлементами, витаминами Е и группы В.

Ограничительным фактором использования хлопкового шрота в рационах свиней является наличие в нем ядовитого вещества госсипола. В семенах хлопчатника его содержание колеблется от 0,15 до 1,59%. В пригодных для скармливания хлопковых шротах оно не должно превышать 0,02%. Это достигается в процессе извлечения масла и методами влаготепловой обработки. Однако при неправильной влаготепловой обработке снижается биологическая ценность протеина хлопчатниково-го шрота.

Нормы ввода шротов в состав рационов и комбикормов для разных половозрастных групп свиней существенно различаются. Принято считать, что подсолнечниковые, льняные, соевые, арахисовые шроты взаимозаменяются, однако при этом необходимо строго следить за балансом незаменимых аминокислот, так как протеины различных

видов шротов отличаются по аминокислотному составу. Оптимальными нормами ввода подсолнечникового шрота в рационы всех половозрастных групп свиней являются 10—15% по массе, соевого — до 20%, льняного для поросят-сосунов и поросят-отъемышей — 12%, для ремонтного и выращиваемого на мясо молодняка, свиноматок и хряков-производителей — до 10%. Более высокие нормы льняного шрота могут привести к дисбалансу аминокислот, а для откармливаемых свиней к ухудшению качества мясосальной продукции. Хлопковый шрот рекомендуется использовать в рационах откармливаемого молодняка в пределах до 10% по питательности и при условии, что содержание госсипола в нем не превышает 0,02%.

СОЧНЫЕ КОРМА

Корма, содержащие в своем составе свыше 40% влаги, относятся к группе сочных. Из них в свиноводстве наиболее широко используются картофель, корнеплоды, зеленая масса, силос.

Сухое вещество корнеклубнеплодов характеризуется высоким содержанием легкорастворимых углеводов, обменной энергии и низким — протеина, жира, клетчатки. В сухом веществе зеленых кормов достаточно высокое содержание протеина, углеводов, жира, комплекса биологически активных веществ, но высокое содержание клетчатки обуславливает снижение переваримости органических веществ и энергоемкость. Картофель как корм для свиней несколько лет назад в хозяйствах Белоруссии занимал в структуре рациона 20—30% и более. Однако в связи с тем, что увеличилось выделение его на пищевые цели, доля фуражного сократилась до 8% в годовой структуре кормов. Эта цифра прогнозируется и на будущее. Кормовая, полусахарная и сахарная свекла и морковь используются в незначительных количествах — до 5%.

В табл. 19 приведены данные о химическом составе и питательности наиболее употребляемых в кормлении свиней корнеклубнеплодов. Содержание питательных веществ в них в большой мере зависит от сорта и агротехники выращивания. Достаточно сказать, что уровень крахмала в клубнях картофеля колеблется в пределах 15—26%, сахара в кормовой, полусахарной и сахарной свекле — 35—200 г и выше. В корнеклубнеплодах содержатся многие витамины, хотя большинство из них в не-

Таблица 19. Химический состав и питательность
корнеклубнеплодов (В. М. Голушко и др., 1985)

Показатели	Корма				
	картофель сырой	мор- ковь	свекла кормо- вая	свекла полуса- харная	свекла сахар- ная
В 1 кг содержится:					
сухого вещества, г	220	120	125	160	230
кормовых единиц	0,30	0,15	0,13	0,18	0,26
обменной энергии, МДж	3,19	1,75	1,78	2,00	2,75
протеина сырого, г	18,1	12,2	13,4	9,4	13,9
жира, г	0,8	2,0	1,7	0,9	1,2
клетчатки, г	4,3	12,0	9,7	8,4	11,1
БЭВ, г	186	86,1	96,5	113,5	156,4
в том числе сахара, г	8	35	40	80	120
зола, г	10,8	7,7	8,7	7,8	7,4
кальция, мг	1,2	0,5	0,5	0,8	0,8
фосфора, мг	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7
обменной энергии, МДж	14,5	14,6	14,2	12,5	12,0
лизина, г	1	0,5	0,4	0,5	0,5
метионина + цистина, г	0,5	0,4	0,2	0,4	0,2
витаминов, мг:					
каротина	—	63	—	—	—
токоферола	0,8	1,5	0,7	0,5	0,4
тиамина	1,2	0,6	0,1	0,1	0,2
рибофлавина	0,3	0,3	0,25	0,3	0,45
пантотеновой кислоты	37	1,2	1,2	0,7	1,4
холина	20	50	330	510	300
никотиновой кислоты	13	8	1,8	1,9	3,8

большом количестве. Свекла является хорошим источником холина, картофель — тиамина, пантотеновой и никотиновой кислот.

Эффективность использования корнеклубнеплодов в рационах свиней и их оптимальная дозировка зависят не только от сбалансированности по протеину, аминокислотам, но и от себестоимости кормовой единицы. Все рационы с картофелем, корнеплодами необходимо дополнять высокопротеиновыми кормами. Кроме того, рациональное использование этих кормов во многом определяется способами консервирования, хранения и подготовки к скармливанию.

Обстоятельный опыт по определению оптимального уровня картофеля в рационах выращиваемого на мясо молодняка свиней провел Л. Л. Нигул в Эстонском научно-исследовательском институте животноводства и ветеринарии. Первую подопытную группу кормили без картофеля, вторая получала 16% его, третья — 30—32 и чет-

Таблица 20. Результаты опыта по определению оптимального уровня картофеля в рационах выращиваемого на мясо молодняка свиней ($n = 10$)

Показатели	Подсвинки живой массой 36—55 кг				Подсвинки живой массой свыше 55 кг			
	Картофеля в рационе, %							
	0	16	32	47	0	16	30	46
Рацион, кг:								
картофель	—	1,23	2,38	3,32	—	1,49	3,01	4,30
ячмень	2,1	1,83	1,43	1,00	2,75	2,45	2,05	1,44
БВМД	0,5	0,5	0,5	0,5	0,303	0,316	0,321	0,307
В рационе содержится:								
кормовых единиц перепарированного протеина, г	2,85	3,04	3,00	2,84	3,58	3,83	3,96	3,72
Суточный прирост, г	239	240	222	199	290	291	285	250
Расход на 1 кг прироста, к. ед.	647	687	647	547	767	816	830	763
Стоимость 1 к. ед., коп.	4,41	4,42	4,63	5,19	4,71	4,71	4,79	4,90
Стоимость 1 ц прироста, руб.	7,5	8,1	8,7	9,4	7,1	7,7	8,3	9,0
Стоимость 1 ц прироста, руб.	46,9	51,38	57,78	69,39	47,52	51,71	56,62	62,69

вертая — 46—47%. Картофель мыли, парили и измельчали. Основным концентратом был ячмень, к которому добавляли БВМД следующего состава: горох — 53%, кормовые дрожжи — 17, рыбная мука — 18, мел — 7 и соль 5%. Кроме того, подсвинкам (36—55 кг) давали по 0,5 л обрат на 1 голову в сутки. В табл. 20 приведены результаты опыта.

С добавлением в рацион подсвинков 1,23 кг картофеля (16% от питательности рациона) поедаемость кормов увеличилась на 7%, среднесуточный прирост на 40 г, или 6%, но его стоимость также увеличилась на 4,4 руб., или 9%. С повышением количества картофеля в рационе до 2,38 кг, или 32% питательности, наблюдалось снижение суточного прироста, ухудшение оплаты корма и повышение себестоимости прироста на 10,8 руб., или 23%. При дальнейшем увеличении доли картофеля до 3,32 кг, или 47% от питательности рациона, суточный прирост уменьшился на 16%, оплата корма — на 18%, а стоимость прироста в этой группе была выше на 22,41 руб., или 48%.

Картофель влияет на поедаемость всех кормов рациона. Во второй период выращивания с заменой 16% яч-

меня картофелем беконные свиньи съедали на 0,25 к. ед., или 7% больше, чем с рационом без картофеля. При дальнейшем увеличении доли картофеля в рационе до 3,01 кг поедаемость рациона еще более улучшилась и была на 0,38 к. ед., или 11% выше. При содержании картофеля в рационе 4,3 кг, или 46% от общей питательности, поедаемость кормов снизилась почти до уровня контрольной группы. Наибольший среднесуточный прирост в этот период получен при скармливании в составе рациона 16—30% картофеля. Рацион с 46% картофеля обеспечивал суточный прирост такой же, как в контрольной группе. С увеличением удельного веса картофеля в рационе себестоимость прироста также увеличилась.

Проведенные автором расчеты по рентабельности производства свинины со 100 га посевных площадей и употребленных с них кормов показали, что она была наиболее высокой при содержании в рационе 16% картофеля. При удельном весе картофеля 30—32% рентабельность снизилась, но все же превышала этот показатель при бескартофельном рационе. При дальнейшем увеличении содержания картофеля до 46—47% доход со 100 га был наименьшим.

В. Г. Огий и Я. А. Буток (1968) при откорме свиней сравнивали рационы с картофелем и сахарной свеклой. Рацион обеих групп состоял из 1,8 кг вымоченной дерти, 0,15 — китовой муки, 0,1 кг сенной муки, минеральных кормов. Кроме того, в рацион первой группы входило 2,4 кг запаренного картофеля, второй — 3,0 кг измельченной до пастообразного состояния сахарной свеклы. Среднесуточный прирост на картофельном рационе составил 528 г, на свекольном — 475 г, затраты кормовых единиц на 1 кг прироста — соответственно 4,3 и 5,1. Однако себестоимость прироста живой массы на свекольном рационе была ниже на 15,4%, чем на картофельном, что обусловлено значительно меньшей себестоимостью 1 к. ед. свекольного рациона. Авторы отмечают плохую поедаемость свекольного рациона свиньями в молодом возрасте, что отрицательно сказывается на их росте. Ряд других исследователей считают, что сахарную свеклу с большим эффектом можно включать в рационы свиней в количестве до 20—25%. Столько же полусахарной свеклы рекомендуется включать в рационы откармливаемого молодняка и свиноматок, особенно лактирующих. Н. А. Коваленко и В. А. Журба (1971) рекомендуют включать в рационы свиноматок до 7—8 кг сахарной свеклы, хряков-

Таблица 21. Состав и питательность бобовых и бобово-злаковых трав для свиней

Показатели	Клевер			Люцерна (бу- тонизация)	Люпин	Горох +овес	Клевер +тимо- феевка	Вика+ овес
	буто- низа- ция	нача- ло цве- тения	цве- те- ние					
В 1 кг содержится:								
сухого вещества, г	165	206	242	166	130	166	200	190
кормовых единиц обменной энергии, МДж	0,14	0,15	0,16	0,13	0,11	0,14	0,16	0,16
протенна, г	1,62	1,89	2,02	1,6	1,3	1,6	2,0	2,0
лизина, г	31	33	34	37	27	27	30	26
метионина + цистина, г	1,0	1,8	1,8	3,0	1,3	1,2	1,3	1,8
жира, г	1,0	1,0	1,0	2,1	0,9	1,3	1,0	1,6
клетчатки, г	6	6	6	6	4	9	1,0	1,6
БЭВ, г	38	54	71	43	37	53	59	57
в том числе	73	95	111	62	52	64	98	86
сахара, г	14	15	14	16	15	31	27	28
зола, г	17	18	20	18	13	13	18	16
кальция, г	2,5	2,6	2,9	3,8	1,1	1,0	1,8	1,7
фосфора, г	0,4	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4
меди, мг	9	5	8	2	2	1	2	2
цинка, мг	28	26	20	5	9	3	8	6
марганца, мг	55	50	40	13	15	22	15	5
кобальта, мг	0,3	0,24	0,13	0,03	0,02	0,05	0,05	0,07
йода, мг	—	0,08	0,13	0,1	0,02	0,01	0,01	—
витаминов, мг:								
каротина	41	40	36	54	45	35	31	36
токоферола	35	35	40	50	45	55	38	20
тиамина	1,0	1,0	1,0	1,5	2,2	2,5	2,3	3,1
рибофлавина	4,0	4,0	4,0	2,0	2,6	1,5	4,3	2,3
пантотеновой кислоты	1,5	1,5	2,0	2,0	6,5	5,5	9,5	5,0
холина	80	80	80	110	244	293	78	3,7
никотиновой кислоты	6	6	6	7	5,5	7,5	79	6

производителей — 2,5—3,7, ремонтного молодняка — 1—2,4, откармливаемого — до 3,5 кг. Поскольку корнеклубнеплоды — скоропортящиеся продукты, наиболее целесообразно из них готовить комбинированный силос, высушивать, хотя это требует больших энергозатрат.

В группе сочных кормов особое положение занимают зеленые. По набору и концентрации незаменимых факторов питания они не имеют себе равных, однако высокое содержание клетчатки отрицательно влияет на переваримость органической части зеленой массы и ее энергети-

ческую ценность. Поэтому доля зеленой массы в рационах свиней варьирует в широких пределах в зависимости от ее качества, физиологического состояния и направления продуктивности животных. Наиболее приемлема для свиней зеленая масса молодых бобовых и бобово-злаковых трав, которая кроме значительного содержания протеина является хорошим источником витаминов, минеральных веществ, макро- и микроэлементов (табл. 21).

Продукты переработки зеленой массы (силос, сенаж, сенная и травяная мука, продукты фракционирования зеленой массы — ПЗК и др.) также имеют большое значение в организации биологически полноценного кормления свиней. Оптимальное количество зеленой массы в их рационах составляет 10—20% по питательности. При этом в рационах супоросных свиноматок и ремонтных свинок зеленая масса занимает больший удельный вес. Основным лимитирующим фактором при определении нормы ввода зеленой массы в рационы является содержание клетчатки, превышение уровня которой может привести к снижению переваримости и усвоения органических веществ. Зеленая масса должна скармливаться в свежем виде без признаков самосогревания. Ориентировочно хрякам-производителям и супоросным свиноматкам можно давать до 4 кг зеленой массы, подсосным свиноматкам — до 6, ремонтному молодняку — до 2,5, откармливаемому — до 2 кг.

ГРУБЫЕ КОРМА

Из продуктов переработки зеленой массы особое место в свиноводстве занимает травяная и сенная мука. Химический состав и питательность травяной и сенной муки во многом зависят от исходного сырья, а также технологии сушки. Искусственная сушка травы на высокотемпературных сушильных агрегатах позволяет почти полностью сохранить ее кормовое достоинство. Мука, приготовленная из молодых, хорошо облиственных трав, по питательности приравнивается к некоторым зерновым концентратам, а по полноценности белка, содержанию минеральных веществ, витаминов и других биологически важных соединений превосходит их. Сенная мука, приготовленная из хорошего бобового или бобово-злакового сена, хотя и несколько уступает травяной (муке, приготовленной из одних и тех же трав, является также хорошим источником протеина, минеральных веществ, витаминов. Ее

Таблица 22. Состав и питательность грубых кормов для свиней

Показатели	Травяная мука				Сенная мука		
	клевер- ная	люцер- ноная	разно- травная	клеве- роти- мофе- ечная	клевер- ная	клеве- роти- мофе- ечная	разно- травная
В 1 кг содержится:							
сухого веществ- ва, г	900	900	900	840	830	830	830
кормовых единиц обменной энер- гии, МДж	0,71	0,72	0,63	0,41	0,59	0,47	0,5
протенна, г	7,98	7,73	8,01	4,3	6,87	6,67	5,7
лизина, г	171	189	99	133	141	98	90
метионина + цис- тина, г	8,7	10,6	4,5	7,5	7,2	2,9	4,1
жира, г	4,8	6,4	4,2	2,8	4,0	1,9	3,8
клетчатки, г	31	29	18	26	25	25	21
БЭВ, г	207	211	280	277	249	265	261
БЭВ, г	392	362	409	349	344	388	375
в том числе							
сахара, г	20	40	50	59	45	26	25
кальция, г	14	17	5,8	5,3	9,6	7,6	5,2
фосфора, г	2,9	3	3,1	2,2	2,1	2,5	2
меди, мг	9	8,4	2,9	5	10	2	5,8
цинка, мг	37	29	22	32	6,3	17	25
марганца, мг	57	27	66	54	64	53	135
кобальта, мг	0,2	0,2	0,6	0,2	0,8	0,2	0,05
йода, мг	0,35	0,4	0,8	0,4	0,3	0,3	0,4
витаминов, мг:							
каротина	170	200	120	180	40	21	15
токоферола	65	93	75	80	128	90	50
тиамина	2,8	2,3	1,8	1,3	1,9	1,8	2,4
рибофлавина	13,7	9	6	9	12,7	11	3,8
пантотеновой кислоты	24,2	20	13	15	13,5	18	4
холина	600	830	800	700	600	580	600
цикотиневой кислоты	21	40	29	22	23	21	8
ипридоксина	6	8,5	6,6	—	6	5	1

качество и питательность зависят от качества и питательности исходного продукта — сена, которые в свою очередь определяются качеством трав и технологией приготовления. Из древесной зелени муку готовят путем искусственной сушки на агрегатах типа АВМ. Состав и питательность травяной и сеной муки приведены в табл. 22.

Травяная и сенная мука из молодых бобовых трав представляет собой белково-витаминный концентрат, насыщенный протеином, с достаточно высоким аминокислотным составом и содержанием кальция, микроэлемен-

тов, витаминов. Несколько беднее по этим элементам питания мука из разнотравья и бобово-злаковых смесей. Однако невысокая энергетическая ценность вследствие большого содержания клетчатки обуславливает определенные ограничения при вводе травяной и сеной муки в рационы свиней. Максимальная ее доза в комбикормах и кормосмесях может составлять для ремонтных свинок и супоросных свиноматок — до 15—20%, в рационах остальных половозрастных групп — 5—7%. При определении нормы ввода травяной и сеной муки в рационы свиней следует иметь в виду, что чем выше качество, тем больше и эффективнее можно скармливать ее животным.

В БелНИИЖ проведены длительные и всесторонние исследования по определению эффективности различных норм травяной муки в рационах ремонтных свинок (М. В. Голушко, Д. К. Пляго, 1978). Установлено, что для ремонтных свинок живой массой свыше 60 кг и до покрытия наиболее эффективен комбикорм с пониженной концентрацией обменной энергии за счет введения в него 15—20% травяной муки (табл. 23).

Из приведенных данных следует, что при включении в состав комбикормов для ремонтных свинок до 19,5% травяной муки значительно улучшаются их воспроизводительные качества и на каждой выращенной голове экономится около 40 кг зерновых концентратов.

Метод искусственной сушки трав был разработан в первую очередь с целью производства богатого кароти-

Таблица 23. Результаты опыта по выращиванию ремонтных свинок на комбикормах с включением повышенных количеств травяной муки

Показатели	Группы	
	контрольная n=120	опытная n=120
Состав комбикорма, %:		
концентраты	93,2	80,5
травяная мука	6,8	19,5
Затрачено комбикормов на выращивание		
1 головы, кг	327	323
в том числе травяной муки, кг	22,2	63,0
Экономия концентратов, кг	—	40,8
Многоплодие выращенных свиноматок	8,8	10,9
Масса гнезда (кг) в возрасте:		
1 мес	58,6	65,4
2 мес	146,1	168,6

ном корма. Однако исследования показали, что функции травяной муки как кормового средства очень разнообразны. Одной из них является регулирование энергопротеинового отношения в рационах ремонтного молодняка свиней и свиноматок. Требования к травяной муке как каротиноносителю в этом случае могут быть значительно снижены, не затрагивая требований по содержанию протеина, других витаминов и минеральных веществ. Известно, что содержание каротина в травяной муке колеблется в больших пределах и зависит не только от качества исходного сырья, но и от технологии производства. В частности, частичное подвяливание массы в первые 3—5 ч после скашивания ведет к потере до 20% от исходного количества, но значительно сокращается расход жидкого топлива на производство 1 т травяной муки.

Об эффективности приготовления травяной муки из трав, проявленных в течение 3—5 ч, свидетельствуют следующие расчеты. За указанное время проявлявания в травах влажностью 82% содержание сухого вещества увеличивается с 18 до 25%. Одновременно снижается объем перевозки сырья — 1,4 т воды на 1 т готового корма. При заготовке 1000 т травяной муки снижение объема перевозок составляет 1400 т на сумму 19,6 тыс. руб. (из расчета стоимости 1 т/км 9 коп. и расстояния перевозки 10 км). Кроме того, расход топлива при сушке проявленного сырья снижается на 98 т (снижение влажности травы с 82 до 75% приводит к уменьшению расхода топлива на 1 т муки на 98 кг) на сумму 6566 руб. (при цене 1 т дизтоплива 67 руб.). Снижаются затраты на подбор и измельчение проявленной массы в расчете на 1 т проявленной травы на 0,67 руб., на 1000 т травяной муки — на 2412 руб. ($3600 \text{ т} \times 0,67$).

Всего затраты сокращаются на 28 578 руб. Проявление зеленой массы в процессе производства травяной муки существенно не отразится на обеспечении потребностей свиноводства в каротине. Однако необходимо предотвращать огромные его потери во время хранения путем ввода антиокислителей.

Большое значение в кормлении животных и птицы имеет использование витаминной муки из древесной зелени, в частности хвойной муки. Первые успешные опыты по скармливанию хвои цыплятам проведены в СССР еще в 1935 г., после чего она как ценный витаминный корм получила широкое распространение. С середины 60-х годов в нашей стране началась промышленная выработка

хвойной муки. В 1987 г. лесоводы БССР заготовили ее 35,0 тыс. т.

Зелень хвойных пород деревьев — сосны и ели является настоящей кладовой витаминов и минеральных веществ. Питательные свойства хвои связаны с наличием в ее составе каротина, витаминов группы В, К, аскорбиновой кислоты, фолиевой кислоты, провитамина D, калия, фосфора, железа, кобальта, марганца, цинка, меди. Смолистые вещества, эфирные масла и фитонциды хвои в умеренных количествах оказывают определенное положительное влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта. Питательность 1 кг хвои из лапок ели и сосны составляет 0,15—0,2 к. ед. и 10—15 г переваримого протеина.

Содержание каротина в хвое составляет от 67 до 290 мг/кг, что равно или превышает его содержание в моркови и злаково-бобовых травах. В хвое содержится до 2000 мг/кг витамина С, что в 6 раз больше, чем в лимонах и апельсинах, и в 25 раз больше, чем в муке и картофеле. Витамин D представлен в хвое провитамином эргостерином, который при ультрафиолетовом облучении переходит в антирахитический витамин D. Содержание витамина Е в хвое составляет 350—360 мг/кг сухого вещества, в люцерновой муке — 130—140 мг/кг, т. е. в 2,5 раза меньше. Содержание витаминов группы В представлено в табл. 24. В 1 кг сухого вещества хвои содержится до 5340 мг хлорофилла, ели — до 6650 мг. В хвое найден также нетоксичный хромагенлейкосантоцин с физиологической ролью Р-витаминной активности.

Кроме рассмотренных питательных и биологически активных веществ хвоя содержит жироподобные вещества — около 6,5%. Примерно 1/2—2/3 так называемого сырого жира в хвойной зелени состоит из смолистых веществ, к которым относятся воскообразные продукты, пигменты, стиролы. Хвоя содержит до 36% клетчатки, причем более высокое ее содержание отмечается у ели.

Таблица 24. Содержание витаминов группы В в хвое сосны и ели, мг/кг сухого вещества

Древесная порода	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₅	В ₇	В _с
Сосна	19	5	27,7	141,9	1,95	0,153	8,2
Ель	8	7	15,7	28,9	1,06	0,063	7,1

Таблица 25. Содержание

Порода	Общее содержание золы	Содержание, % к сухому веществу				
		Na	Ca	P	Mg	K
Ель	4,16—5,01	0,91—1,73	0,7	0,17	0,6	0,14—0,53
Сосна	2,27—2,78	0,89	0,5	0,15	0,1	0,51

Зольные вещества в хвое составляют от 2 до 6%. Наличие минеральных веществ в ней представлено в табл. 25.

В хвое сосны и ели содержится 2,5—4,8% дубильных веществ, обладающих вяжущим свойством, кроме того имеются эфирные масла, глюкозиды, что, по-видимому, является основной причиной ограничения ее использования в кормовых рационах. Количество питательных веществ в зелени хвойных пород увеличивается осенью и зимой.

Таким образом, высокое содержание в хвое различных питательных веществ, витаминов, минеральных солей обусловило широкое использование свежей хвои в рационах животных и производство витаминной хвойной муки, имеющей высокие кормовые достоинства.

Производство витаминной хвойной муки из древесной зелени является достижением отечественной науки и техники. Принципиальная технологическая схема в стационарном цехе витаминной муки состоит в следующем. Заготовленные на лесосеках ветки подвозят в цех и пропускают через отделитель древесной зелени в универсальную дробилку. Отделенная хвоя с частью измельченных веток поступает в сушильную камеру. Высушенная зелень направляется на мельницу, где размалывается в муку и затаривается. Выход хвойно-витаминной муки из сырья составляет 45—50%, т. е. расход сырья на 1 т муки не превышает 2—2,2 т. Себестоимость витаминной муки из зелени древесных пород на 5—15%, выше, чем из трав, что объясняется высокой трудоемкостью ее заготовки.

Производство витаминной муки из древесной зелени имеет ряд преимуществ по сравнению с производством муки из травяной зелени. К ним относятся:

1. Возможность круглогодичной организации производства витаминной муки на сырьевой базе хвойных насаждений. По сравнению с цехами травяной витаминной муки, действующими сезонно, это обеспечивает большую рентабельность производства: высокий уровень использования оборудования, капитальных вложений, равне-

минеральных веществ в хвое

Содержание, мг/кг сухого вещества				
Fe	Mn	Cu	Zn	Co
158—178	292—316	6—14	29—31	0,08—0,16
156—187	245—318	7	30—44	0,09

мерную загрузку и постоянство рабочей силы, исключает необходимость производства больших запасов, снижает расходы на ее хранение и потери биологически активных веществ, вызванные длительным хранением.

2. Снижение затрат на транспортировку сырья и расхода топлива в процессе его сушки в связи с меньшей влажностью древесной зелени по сравнению с травяной (на 15—20%).

3. Возможность более рациональной организации землепользования: переключение части площадей, занятых под травами, на посевы основных сельскохозяйственных культур, высвобождение части средств и техники, используемых для выращивания трав.

4. Возможность попутной (при отделении зелени) заготовки мелкого древесного сырья, которое может быть использовано для изготовления технологической щепы, а в перспективе — для выработки углеводно-целлюлозных кормов.

5. Возможность получения необходимого объема сырья со значительно меньшей площади в связи с тем, что урожайность зеленой биомассы древесостоев в 2—3 раза превышает урожайность трав. С 1 га сплошных рубок леса можно получить столько же витаминной муки, сколько с 3—4 га хорошего луга.

Зеленая биомасса при сушке на открытом воздухе, даже в наиболее благоприятных условиях, теряет 30—50% общего количества питательных веществ и 65—95% витаминов. При искусственной сушке в течение 5—50 с питательные вещества сохраняются полностью, витамины — на 60—95%.

Витаминная мука является единственным кормовым продуктом из древесной зелени, на который имеется общесоюзный стандарт ГОСТ 13797—68 «Мука витаминная из древесной зелени». Согласно этому ГОСТ, для приготовления витаминной муки следует производить заготовку зелени хвойных пород, кроме сосны, в течение всего года, сосны — с 15 июня по 31 марта, лиственных пород—

Таблица 26. Химический состав витаминной муки из древесной зелени

Вид муки	Протеин, %	Жир, %	Клетчатка, %	БЭВ, %	Зола, %	Са, %	Р, %	Каротин, мг/кг
Из хвойн ели	5,5	4,9	35,1	50,9	3,6	8,3	0,8	109,6
Хвойная I с	6,5	6,9	31,7	51,6	4,3	0,9	0,1	73,7
Хвойная II с	6,7	5,5	33,0	50,2	4,6	1,0	0,1	61,6

Таблица 27. Содержание аминокислот (г/кг муки в пересчете на сухое вещество)

Аминокислоты	Сорт		Аминокислоты	Сорт	
	I	II		I	II
Лизин	1,7	2,2	Фенилаланин	4,5	4,0
Метионин	0,5	0,7	Аспарагиновая кислота	5,9	5,9
Триптофан	2,0	2,5	Серин	3,4	2,5
Аргинин	3,8	4,1	Глутаминовая кислота	8,3	9,4
Гистидин	1,3	1,8	Пролин	2,4	3,5
Треонин	2,9	3,1	Глицин	3,1	3,5
Валин	2,9	2,9	Аланин	4,4	4,1
Изолейцин	2,9	2,4	Цистин	1,2	0,8
Лейцин	5,0	5,3	Тирозин	2,3	2,0

с момента полного распускания листьев до начала их пожелтения и опадания.

Химический состав основных видов витаминной муки приведен в табл. 26.

В 1 кг хвойной витаминной муки в среднем содержится от 5 до 14 г хлорофилла, общая питательность колеблется от 0,37 до 0,64 к. ед. при содержании переваримого протеина около 36—40 г. В протеине витаминной муки присутствуют все незаменимые аминокислоты (табл. 27).

В целом по общей питательной ценности хвойная витаминная мука приближается к травяной, а по биологической полноценности превышает ее. При сушке хвои в процессе изготовления муки удаляется до 60% содержащихся в ней вредных для животных эфирных масел.

Применение витаминной муки в качестве корма положительно влияет на продуктивность животных. Так, при скормливании свиньям по 150—200 г хвойно-витаминной муки на 1 голову в сутки их прирост массы увеличивался на 13% и на 9,8% превышал прирост массы свищей, которым специально в рацион добавляли витамин

А. Опыты с откормочным молодняком показали, что добавление в рацион витаминной муки из еловой хвои обусловило повышение суточных приростов массы почти на 45% (по сравнению с животными, получавшими рацион с дефицитом каротина).

В комбикормах для свиней, вырабатываемых комбикормовой промышленностью БССР в течение последних пяти лет, количество вводимой в них муки из древесной зелени (главным образом хвойной) составляет 2—5%. Использование таких комбикормов (около 700 тыс. т в год) в практике кормления свиноматок, других групп свиней не вызвало отрицательных последствий. Ветеринарной службой республики не зафиксировано ни одного случая неблагоприятного воздействия хвойной пасты и хвойной муки на здоровье и воспроизводительные способности свиней. Принято считать, что допустимой нормой включения хвойной пасты в рационы свиней является 1,5—2 г/кг живой массы, а хвойной муки — до 1 г. Следовательно, максимально допустимой нормой хвойной пасты для взрослых свиней можно считать 0,4—0,5 кг, а хвойной муки — 0,2—0,25 кг.

ПОДГОТОВКА ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРНА

Из всех известных способов подготовки зерновых кормов к скармливанию наиболее эффективным и широко используемым является измельчение. Физиологическое значение размола зерна заключается в том, что при разрушении облегчается его разжевывание животными, значительно увеличивается площадь соприкосновения измельченного зерна с пищеварительными соками желудочно-кишечного тракта, питательные вещества становятся более доступными их воздействию, переваримость вследствие этого повышается. При поедании свиньями целого или крупноразмолотого зерна усиливается напряженность деятельности желез переднего отдела пищеварительного тракта (слюнных и желудочных), что характеризуется как негативное явление. Установлено, что свиньи очень плохо пережевывают корм, особенно увлажненный, и целое зерно переваривается значительно хуже, чем плющенное или дробленое. При выборе степени измельчения зерна для свиней необходимо учитывать, что оно,

как правило, должно входить в состав комбикорма или кормосмеси. Использование чистого зерна в целом или дробленном виде без обогащения его дополняющими кормами и добавками является нерациональным и неэффективным.

Научными исследованиями и практикой свиноводства установлено, что в кормлении свиней существенное значение имеет степень (тонина) помола зерна. Многими опытами установлена оптимальная степень помола зерна злаков различных видов, оказывающая благоприятное влияние на физиологию пищеварения и использование питательных веществ. Принято считать, что любой процесс измельчения, обеспечивающий тонину помола до 2,2 мм включительно, не влияет на переваримость корма. Данные о влиянии способов обработки ячменя на его переваримость и эффективность использования приведены в табл. 28.

Следует отметить, что плющение может обеспечить получение более тонких частиц корма, чем помол на молотковых дробилках, но пылеватость при этом будет меньше.

Наблюдениями установлено, что при кормлении свиней зерном мелкого помола появляются паракератозы или язвенные поражения слизистой пищевода и желудка, сопровождающиеся более высокой кислотностью содержимого желудка и активностью пепсина. При поедании комбикорма тонкого помола в рассыпном виде повышение общей кислотности содержимого желудка происходит за счет нарастания количества органических кислот при снижении концентрации соляной кислоты (табл. 29).

Таблица 28. Влияние способов обработки зерна ячменя на реакцию слюны (Т. Л. Дж. Лоуренс, 1987)

Показатели	Помол			Дробление	Плющение	Целое зерно
	сито 1,56 мм	сито 4,68 мм	сито 9,36 мм			
Размер частиц, мм	1,42	2,16	2,52	4,16	3,35	—
Переваримость, %:						
сухого вещества	80,5	79,8	78,2	79,2	80,09	63,6
валовой энергии	80,3	79,8	78,0	80,9	79,6	63,8
Прирост, г/сутки	660	650	640	590	660	510
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	3,14	3,17	3,19	3,40	3,10	3,98

Таблица 29. Кислотность содержимого желудка свиней (в среднем по 3 зонам, титр. ед. на 100 мл) (Е. З. Ткачев, 1981)

Тонина	За 1 ч до кормления	Часы после кормления			В среднем за 5 ч после кормления
		1-й	3-й	5-й	
Общая кислотность:					
средний помол	62,7	50,7	75,2	77,4	68,8
тонкий помол	35,8	68,2	83,6	76,8	76,4
Содержание соляной кислоты:					
средний помол	32,9	7,5	50,0	46,9	34,9
тонкий помол	3,6	0	33,2	50,9	24,2
Содержание органических кислот:					
средний помол	29,8	43,2	25,2	30,4	33,9
тонкий помол	32,2	68,2	50,4	26,8	52,2

Приведенные данные свидетельствуют о том, что при тонком размоле комбикормов в желудке свиней более интенсивно протекают процессы молочно-кислого брожения. Очевидно, тонкоразмолотое зерно (особенно пшеница, богатая клейковиной) может образовывать в желудке тестообразные комочки, что затрудняет проникновение желудочного сока в корм. Снижение скорости пропитывания содержимого соляной кислотой, играющей бактерицидную роль, повышает интенсивность бродильных процессов.

В ФРГ было обследовано 302 желудка свиней породы ландрас массой 110 кг для изучения взаимосвязи величины частиц корма и заболевания животных язвой желудка. Установлено, что если в рационе частиц корма диаметром менее 1 мм было 72%, то нарушение слизистой оболочки желудка отмечено у 99% свиней. В группе животных, где рацион содержал частицы корма менее 1 мм в количестве 52—56%, нарушения слизистой оболочки желудка обнаружены только у 48%.

Серьезные проблемы возникают при выборе тонины помола пшеницы в связи с высоким содержанием глютелина и овса из-за избытка сырой клетчатки. Пшеница при слишком мелком помоле может терять вкусовые качества, плохо пережевывается и в ротовой полости становится липкой и пастообразной. Зерновая часть пшеницы плохо переваривается. Поэтому большая часть этих проблем исключается при скармливании плющеного зерна, которое в таком виде имеет высокие вкусовые ка-

чества и вызывает положительную реакцию животных (Т. Л. Дж. Лоуренс, 1987). Овес лучше использовать размолотым до частиц мелкого размера.

Классификация степени размола и методика ее определения. Степень размола определяется остатками на ситах. Мелкий (тонкий) размол — остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм не более 5%; на сите с отверстиями 5 мм не допускается. Средний размол — остаток на сите с отверстиями 3 мм не более 12%; на сите с отверстиями 5 мм не допускается. Крупный размол — остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм не более 35%; на сите с отверстиями 5 мм не более 5%; наличие цельных зерен не допускается.

Для определения крупности размола навеску размолотого корма или комбикорма массой 100 г просеивают через набор штампованных сит с отверстиями 1, 2, 3 и 5 мм, составленный в порядке уменьшения размеров отверстий сверху вниз. По окончании просеивания, которое должно продолжаться в течение 5 мин с числом колебаний сит в минуту 190—210, остаток на каждом из сит взвешивают отдельно на технических весах с точностью до 0,1 г.

В Великобритании (Т. Л. Дж. Лоуренс, 1987) тонину помола рассматривают как величину частиц данного размера (табл. 30).

Каждое сито имеет определенный диаметр ячейки, равный половине диаметра ячейки предыдущего сита. Таким образом, тонина помола по этой методике может

Таблица 30. Определение тонины помола

Размер ячейки сита	Масса на сите
9,5 мм	M_1
4,7 мм	M_2
7 ниток/мм	$M_1 + M_2$
14 ниток/мм	$M_1 + M_2 + M_3$
25 ниток/мм	$M_1 + M_2 + M_3 + M_4$
52 нитки/мм	$M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$
100 ниток/мм	$M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6$
Менее 100	$M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7$
Всего	M_8
Тонина помола, мм	$\frac{7M_1 + 6M_2 + 5M_3 + 4M_4 + 3M_5 + 2M_6 + M_7}{100}$

быть от 0,7 до 7. Показатель 7 характеризует самое грубое измельчение.

Однако независимо от методики определения тонины помола она должна обязательно контролироваться как производителями комбикормов, так и их потребителями с целью внесения корректив в технологию обработки зерна. По данным Полтавского института свиноводства и НИИ животноводства Лесостепи и Полесья УССР, оптимальный размер частиц измельченного зерна должен быть следующим: для поросят-сосунов — 0,5—0,8 мм, отъемышей — 0,9—1,1, других групп — 1,0—1,4 мм. Принято считать, что в комбикормах для свиней содержание пылеобразных частиц не должно превышать 20%.

В Латвийской научно-исследовательской лаборатории ВНИИ КП и Латвийской сельскохозяйственной академии изучалась эффективность использования комбикормов с различной величиной частиц. Проведенная биологическая оценка качества комбикормов разной дисперсности дала возможность установить, что наибольшую эффективность дает скормливание комбикормов со следующей средней величиной частиц: поросятам-сосунам — 0,7—0,8 мм, отъемышам — 0,9—1,1, свиньям беконного откорма — 1,2—1,6 мм. Скормливание полпорационных комбикормов с указанной величиной частиц обеспечивает хороший рост поросят и интенсивный откорм свиней до беконных кондиций: масса поросят 2-месячного возраста составила 17—20 кг, 4-месячного — 53—58, свиней беконного откорма в 6-месячном возрасте — 98—105 кг. При скормливании таких комбикормов была достигнута большая экономия кормов — 12,5—15%. Очень тонкое измельчение ингредиентов комбикормов — до 0,3—0,5 мм — не улучшает, а ухудшает их качество, снижает эффективность использования в питании свиней, невыгодно и признано нецелесообразным.

Фуражное зерно в настоящее время измельчают на молотковых дробилках КДМ-2, КДМ-3, Ф-1М, КДУ, а также на вальцовых мельницах ЗН, ВМП и др. Использование вальцовых мельниц, в которых каждое зерно тщательно раздавливается, обеспечивает более равномерное измельчение фуражного зерна. Для получения необходимой тонины помола на молотковых дробилках необходимо тщательно подбирать сита с соответствующим диаметром отверстий, а также следить за их исправностью, так как при повреждении их посторонними предметами наблюдается некачественное дробление.

Шроты и жмыхи необходимо использовать также в размолотом виде с той же тониной помола, что и зерно. Следует помнить, что корма с высоким содержанием жира (зерно овса, кукурузы, рапса, жмыхи) не подлежат длительному хранению в измельченном виде, так как происходит прогоркание (окисление) содержащегося в них жира. Это отрицательно сказывается на поедаемости кормов, их переваримости и состоянии здоровья животных. Оптимальный срок хранения таких кормов не более 10 дней.

Мелкосемянное зерно таких культур, как рапс, сорго, можно размалывать на молотковых дробилках более успешно, если его предварительно смешать с ячменем, пшеницей или другим крупносемянным зерном в соотношении приблизительно 1 : 1.

ОШЕЛУШИВАНИЕ ЗЕРНА

Комбикорма для поросят-сосунов и отъемышей должны содержать пониженное количество клетчатки. В них нежелательно содержание пленок ячменя и овса, присутствие которых может привести к увеличению уровня клетчатки сверх нормы — 2—4,5%. Для снятия цветочных пленок с зерна ячменя и овса при подготовке их к скармливанию молодяку свиней применяют ошелушивание. Ошелушенное зерно позволяет снизить содержание клет-

Таблица 31. Содержание и переваримость питательных веществ в ошелушенном и неошелушенном зерне ячменя и овса, %

	Про- теин	Жир	Клет- чатка	БЭВ	Содержится в 1 кг		
					к. ед.	обменной энергии, МДж	перевари- мого про- теина, г
Ячмень неошелушен- ный	10,7	1,8	3,3	68,2	1,13	12,29	81
Коэффициенты пере- варимости	76	45	26	88			
Ячмень ошелушенный	11,3	1,6	1,7	70,2	1,29	13,79	94
Коэффициенты пере- варимости	83	23	64	97			
Овес неошелушенный	10,4	4,0	10,8	56	1,13	12,72	87
Коэффициенты пере- варимости	74	90	15	75			
Овес ошелушенный	11,5	7,1	2,7	64,1	1,49	15,75	106
Коэффициенты пере- варимости	93	97	91	98			

чатки в рационах до минимума, что обеспечивает лучшую их поедаемость и переваримость. В табл. 31 приведены сравнительные данные о содержании и переваримости питательных веществ в ошелушенном и неошелушенном зерне ячменя и овса. В ошелушенном зерне ячменя содержится обменной энергии на 12,2% больше, чем в неошелушенном, а в овсе эта разница еще большая — 23,8% в пользу ошелушенного. Ошелушивание зерна ячменя и овса проводят на шелушильных машинах различных модификаций.

СПОСОБЫ ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Стремление к повышению эффективности использования зерна животными стимулировало разработку других, принципиально новых способов его обработки. В последние годы все большее внимание стала привлекать гидробаротермическая обработка зерна как способ повышения его питательности. Однако при скармливании животным обработанного таким образом зерна не всегда получают одинаковые результаты. Причина такой вариабельности заключается в неоднозначном влиянии физических факторов воздействия на различные питательные вещества его. Чтобы яснее понять роль предварительной горячей обработки зерна, необходимо вспомнить схему расщепления белков и углеводов в процессе пищеварения.

Питательные вещества с момента поступления их в пищеварительный тракт до всасывания подвергаются механическому воздействию, гидрированию (смачиванию), кислотной обработке и ферментативному расщеплению, причем в очень узком диапазоне температур, характерном для организма животного. Это преобразование веществ от сложных к простым требует значительных затрат физиологической энергии. Преобразование сложных биополимеров как в пищеварительном тракте, так и вне его осуществляется по следующей схеме:

Белок нативный → белок денатурированный → полипептиды → пептиды → аминокислоты.

Крахмал → декстрины → мальтоза → глюкоза.

Целлюлоза → амилоид → целлобиоза → глюкоза.

Преобразование каждого компонента по мере продвижения по цепочке идет с меньшими затратами физиологической энергии.

Как известно, основную массу зерна злаковых и не-

которых бобовых культур составляет крахмал. Очевидно, повышение его усвояемости животными могло бы способствовать в целом улучшению использования кормов рациона. Крахмал накапливается в отдельных гранулах, которые вкрапливаются в белковую матрицу, имеют слоистую или чешуйчатую структуру с отдельными слоями вокруг центра крахмального ядра и содержат 10—17% влаги. Крахмалы можно разделить на две группы на основе их содержания в органах, накапливающих влагу (например, крахмал в корнеклубнеплодах), и в органах с небольшим содержанием воды, к тому же уменьшающихся по мере созревания. Крахмал зерна злаковых относится к последней группе. Полагают, что в результате снижения содержания воды в процессе созревания в гранулах образуются микроскопические трещины, в которые могут проникать пищеварительные ферменты, расщепляющие крахмал. Поверхность крахмальных гранул картофеля, не подвергнутых обработке, остается интактной и препятствует доступу ферментов.

При нагревании крахмала с большим количеством воды обычно происходит его желатинизация, т. е. разрушение крахмальных зерен. Этот метод можно было бы использовать для тепловой обработки зерна, однако из-за большого количества воды возникли бы трудности при хранении, увеличались расходы при транспортировке, а также сократилось потребление корма животными. Недобства в использовании традиционных методов тепловой обработки кормов заставили работников кормопроизводящей промышленности разработать методы желатинизации крахмала с небольшим количеством воды. Была выявлена зависимость между питательной ценностью крахмала и степенью его желатинизации и создано специальное оборудование для производства экономически выгодного продукта.

При выборе оптимальных режимов обработки зерна необходимо знание химических и физических аспектов явления желатинизации крахмала. Физическое состояние и свойства крахмальных зерен зависят от вида растений, так как биосинтез крахмала находится под генетическим контролем. Кукурузный крахмал, например, состоит из круглых зерен размером 4—26 МК, в пшеничном преобладают зерна двух видов — круглые размером около 5 МК или продолговатые — около 35 МК. Крахмальные зерна злаковых состоят в основном из углеводов и небольшого количества (0,5—1%) жирных кислот,

способных влиять на некоторые их свойства. Углеводная часть крахмальных зерен неоднородна по составу. Она представлена смесью двух компонентов с высоким молекулярным весом, отличающихся по структуре, — амилозой и амилопектином. Крахмал различных злаковых содержит 73—80% амилопектина, глютенных сортов кукурузы, сорго, ячменя и рапса — 93—100%.

В настоящее время распространено мнение, что молекулы амилозы и амилопектина крепко соединяются водородными связями, образуя трехмерный гель в виде гранул. Гель содержит высокоупорядоченные кристаллики или мицеллы. Они взаимосвязаны и распределены в преобладающей аморфной массе (75%), в которой цепи полимеров не упорядочены.

С точки зрения кормоприготовления интересен вопрос о химизме взаимодействия крахмала с водой. Молекулы воды способны свободно проникать внутрь крахмальных зерен. Вода в зерне находится в равновесии с атмосферной влажностью и при обычных условиях крахмал содержит ее в количестве 10—17% в зависимости от вида. Часть воды (примерно 10%) является кристаллизационной, так как обезвоженный крахмал аморфен. Остальная вода адсорбируется аморфной частью крахмальных зерен. Адсорбция воды сопровождается некоторым обратимым набуханием крахмальных зерен, степень которого зависит от структуры.

Крахмальные зерна не растворимы в холодной воде. Это свойство очень важно для использования крахмала растениями в качестве запасного материала. Когда суспензию крахмала в воде нагревают, зерна сначала поглощают небольшое количество воды, но у них еще сохраняются кристаллические структуры и способность вследствие этого к двойному лучепреломлению. Затем при какой-то критической температуре часть крахмальных зерен претерпевает изменения — они быстро и необратимо набухают и одновременно теряют способность к двойному лучепреломлению. Это явление и называется желатинизацией. Если температура суспензии продолжает повышаться, процент необратимо набухающих зерен увеличивается до тех пор, пока процесс желатинизации не завершится. Помимо потери двойного лучепреломления желатинизированные крахмальные зерна становятся более проницаемыми для света, теряют способность к дифракции рентгеновских лучей и легче подвергаются различным химическим и физическим воздействиям.

Своеобразные изменения происходят с крахмальной суспензией выше точки желатинизации. По мере повышения температуры кашицы крахмальные зерна набухают все больше, пока их объем не станет в несколько раз больше первоначального. Вязкость суспензии постепенно возрастает, а растворимые вещества из зерен переходят в водную фазу благодаря освобождению молекул полимера из набухших зерен и, наконец, некоторые зерна лопаются.

Продолжительное кипячение или механическое воздействие постепенно разрушает все зерна, и вязкость водного раствора достигает величин, характерных для соответствующих видов крахмала.

Под желатинизацией еще понимают необратимое разрушение нативных вторичных структур в кристаллических участках крахмальных зерен. Желатинизация крахмала происходит не только в воде. Он легко желатинизируется и даже растворяется в таких широко известных органических растворителях, как этилендиамин и диметилсульфоксид (даже при комнатной температуре). Если в качестве растворителя применять воду, температуру, при которой будет происходить желатинизация, можно понизить добавлением некоторых солей, щелочей, мочевины или других химических веществ, разрушающих водородные связи. Вторичные связи в кристаллической части крахмальных зерен разрушаются в процессе желатинизации. Обычное механическое воздействие на зерна крахмала, например, при помоле зерна, не сопровождается желатинизацией, так как кристаллики слишком малы и в таких условиях не разрушаются. Однако механически поврежденные зерна проявляют некоторые свойства, характерные для желатинизированного крахмала: их поверхность значительно увеличивается; разрушенный поверхностный слой не препятствует проникновению некоторых реагентов внутрь зерна.

Молекулы полисахаридов внутри нативных крахмальных зерен недостижимы для больших молекул ферментов. Этим объясняется причина незначительного переваривания нативного крахмала *in vitro* α -амилазой и отсутствия переваривания β -амилазой. В результате желатинизации крахмальные зерна становятся доступными для проникновения высокомолекулярных ферментов и деполимеризация идет с большой скоростью.

Установить степень желатинизации крахмала в обработанном теплом и влагой зерне злаковых гораздо

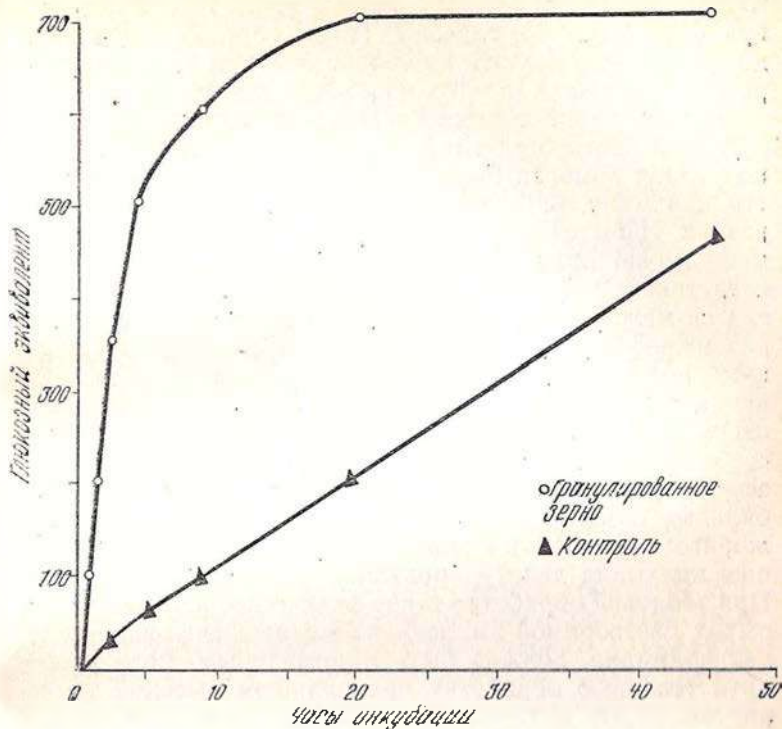


Рис. 1. Влияние продолжительности инкубации обработанного зерна на освобождение глюкозы.

труднее, чем в очищенном крахмале, так как конец желатинизации в таких неоднородных образцах нельзя определить по потере двойного лучепреломления. Имеется несколько методов для определения степени желатинизации крахмала. Наиболее популярные основаны на повышенной доступности желатинизированного крахмала для амилолитических ферментов. Преимущество этого способа состоит в том, что он позволяет судить о перевариваемости крахмала *in vivo*. Лучшим считается метод, основанный на действии глюкоамилазы, — фермента, обеспечивающего количественное превращение амилозы и амилопектина в глюкозу. В необработанных образцах идет медленное, почти линейное освобождение глюкозы с увеличением времени инкубации, в то время как в обработанных оно происходит в основном на начальной стадии инкубации, а затем замедляется (рис. 1). Необходимо от-

метить способность глюкоамилазы почти полностью превращать крахмал в глюкозу. Таким образом, этим методом можно определять не только относительную переваримость крахмала *in vitro*, но и абсолютную.

Исследований о химических превращениях крахмала зерна злаковых при гидротермической обработке очень мало. Они помогли бы объяснить снижение переваримости крахмала, наблюдающееся в «переработанных» образцах. Избыток тепла в течение продолжительного времени может привести к следующим нежелательным последствиям: образованию ненатуральных глюкозидных связей между остатками сахаров в цепях полимеров; образованию перекрестных связей эфирного типа между цепями полимеров; деполимеризации крахмала с последующим включением в реакцию с ϵ -аминогруппой лизина вновь образовавшихся альдегидных групп; появлению свободных жирных кислот благодаря гидролизу жиров в семенах и последующему образованию относительно стабильных комплексов амилозы с вновь образовавшимися жирными кислотами и моноглицеридами; инкапсулированию крахмала денатурированной оболочкой из белка. При тепловой обработке такое физическое изменение, как выход растворимой амилозы из желатинизированных зерен крахмала, должно быть минимальным. Если проводить тепловую обработку при слишком высокой температуре, то эти нитевидные молекулы могут при сушке так крепко соединяться друг с другом, что станут практически не растворимыми в обычных условиях. Это явление хорошо известно в химии под названием деградации.

Серьезные изменения при барогидротермических воздействиях на корма могут происходить с белками, в частности, их денатурация. Предполагают, что молекула нативного белка глобулярна, а при денатурирующих воздействиях она разворачивается, становится фибриллярной и белок приобретает ряд новых свойств. Одним из свойств белка, подвергшегося некоторой денатурации, считается большая чувствительность к протеолитическим ферментам, вследствие более легкого доступа их к активным белковым группам.

Различные режимы тепловой обработки по-разному действуют на белки. Умеренное тепловое воздействие улучшает переваримость протеина корма за счет денатурации нативных белков и инактивации некоторых ингибиторов протеаз. Сильное повреждение белковой моле-

кулы возникает при обработке в условиях высокой температуры в течение длительного периода времени. В этом случае происходит взаимодействие между функциональными группами самих белков или с другими компонентами, в частности, с липидами и редуцирующими сахарами корма. Наиболее выраженное значение для снижения переваримости белков и доступности аминокислот имеет так называемая реакция Мейларда, в результате которой образуются меланоидиновые соединения (коричневая реакция). Хорошо известно, что в реакцию побурения вовлекается главным образом лизин, который может реагировать своими свободными и очень активными ϵ -аминогруппами, образуя вначале недоступные лизинуглеводные комплексы, что в дальнейшем приводит к полному разрушению молекулы лизина. Наряду с этим в белках при длительном воздействии высокой температуры аминокислотная группа лизина реагирует с карбоксильными группами белков и таким образом формируются новые связи, устойчивые к воздействию пищеварительных ферментов.

Следует подчеркнуть, что при горячей обработке зерна органические структуры претерпевают серьезные изменения, которые могут как способствовать, улучшению их переваримости в желудочно-кишечном тракте свиней, так и влиять на нее отрицательно. Разработаны следующие способы горячей обработки кормового зерна: поджаривание, экструдирование, микронизация, гранулирование, варка, запаривание, флокирование. В основе этих способов обработки кормового зерна лежит его нагрев до определенной температуры с целью изменить структуру содержащегося в нем крахмала, сделав его более доступным для воздействия ферментов пищеварительного тракта поросят. Наряду с этим влияние тепловой обработки проявляется в инактивации ингибиторов ферментов пищеварительного тракта и нейтрализации некоторых токсических веществ, улучшении вкусовых качеств зерна и результате образования в нем различных ароматических веществ.

Вместе с тем следует отметить, что по мере повышения температуры и увеличения продолжительности обработки зерна снижается растворимость белка, уменьшается содержание и доступность незаменимых аминокислот, термонеустойчивых витаминов (К, В₁, В₃, С), возрастают энергозатраты и стоимость обработанного зерна. Таким образом, эффективность использования обработанного

зерна будет зависеть от положительного воздействия повышенной температуры в определенных пределах на усвояемость крахмала, протеина и отрицательного влияния слишком высокой температуры на его белковую полноценность и усвояемость углеводов. Обработку зерна можно проводить влажным (гидротермическим) или сухим методом. В первом случае применяется вода и тепло, во втором — только тепло. Кроме того, следует использовать и такой способ, как осолаживание, осуществляемое с помощью ферментов.

Осолаживание

Осолаживание — традиционный способ, улучшающий вкус зерновых кормов (ячмень, кукуруза, пшеница). При осолаживании количество сахара увеличивается в 2—2,5 раза, достигает 10—20% и корм становится сладковатым. Процесс осуществляется следующим образом. Размолотое зерно злаков насыпают в смксти слоем не толще 40—50 см и обливают водой, нагретой до температуры 90 °С (на одну часть корма 1,5—2,5 части воды), хорошо перемешивают, накрывают крышкой или мешковиной и оставляют на 3—4 ч, поддерживая температуру, способствующую ферментации (55—60 °С). Для ускорения процесса желательно добавить солод (1—2% от массы корма). В результате осолаживания часть имеющегося в корме крахмала под действием фермента диастазы зерна и солода переходит в сахар (мальтозу).

Помимо ячменя, солод можно получать, например, из пшеницы, ржи, которые после увлажнения рассыпают в ящики, противни слоем до 10 см и оставляют для проращивания на 2—3 дня. Температура воздуха в помещении должна составлять около 20—25 °С. Наибольшая ферментативная активность солода наблюдается при появлении у него росточков 4—8 мм. Пророщенное зерно после измельчения или после высушивания и измельчения используют для осолаживания кормов. Такова подготовка зерна к скармливанию на мелких фермах (ввиду громоздкости технологии и полного отсутствия механизации). К сожалению, эффективность использования обработанного таким образом зерна в рационах свиней достаточно не изучена, хотя в официальных справочниках приготовленный корм рекомендуется использовать для кормления поросят-сосунов и поросят-отъемышей в количестве 10—20% от зерновой части рациона.

Экструзия

Обработка зерна под воздействием высокого давления и температуры называется экструзией. В ее основе два процесса — механохимическое деформирование и «взрыв» продукта во фронте ударного разрежения. Последний процесс происходит в результате резкого переноса продукта из зоны высокого давления в область атмосферного. Оба процесса непрерывны и проходят при определенных скоростях подвода и отвода тепла и давления.

Суть экструдирования в том, что предварительно очищенное и высушенное до влажности 12—16% зерно подается в экструдер. По мере перемещения корма с помощью пресс-шнека в рабочей камере увеличивается степень сжатия, которая определяется отношением площади рабочего канала к суммарной площади фильер на выходе продукта из матрицы. Под действием высокого давления (28—39 атм) продукт прогревается за счет сил трения частиц о поверхности вращающихся рабочих органов и деформации сдвига в самом продукте, а в некоторых типах экструдеров и за счет дополнительного источника тепла: корм разогревается до температуры 120—150 °С. Как показали исследования, под действием этих двух факторов почти все зерно может превращаться из хрупкого стеклообразного состояния вначале в высокоэластическое, затем в вязкотекучее.

Фазовые переходы состояния материала и его компонентов позволяют процесс экструдирования разделить на ряд технологических зон — загрузки, сжатия, гомогенизации и экструзии. Высокоэластическое состояние продукт приобретает в зоне сжатия. Здесь происходит частичное разрушение клеточной архитектоники продукта, структуры его природных компонентов — крахмала, белков, целлюлозно-лигнинового комплекса. В зоне гомогенизации продукт приобретает особое вязкотекучее состояние. В отдельных биополимерах (белке, крахмале, клетчатке) появляются структурные преобразования. Основные и наиболее важные изменения в названных компонентах происходят в зоне экструзии при быстром переносе материала из зоны высокого давления в область атмосферного. Аккумулированная продуктом энергия приводит к вспучиванию, «взрыву» продукта, сопровождающемуся глубоким преобразованием структуры и свойств отдельных питательных веществ. В частности, крахмал подвергается желатинизации, белок — частичной

Таблица 32. Влияние экструдирования на углеводный состав зерна, % абсолютно сухого вещества (НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР)

Зерно	Способ обработки зерна	Растворимые и легкогидролизуемые углеводы				Целлюлоза	Лигнин
		сахар	декстрин	крахмал	гемицеллюлоза		
Кукуруза	Обычное	3,08	1,53	49,59	27,18	4,64	1,83
	Экструзия	11,60	2,05	31,31	31,75	3,46	2,10
Пшеница	Обычное	5,32	3,94	52,14	18,29	4,24	2,39
	Экструзия	8,67	12,91	28,91	37,05	2,86	1,64
Горох	Обычное	2,90	1,02	29,75	26,79	6,51	3,96
	Экструзия	4,55	3,36	17,87	38,62	5,47	3,93
Вика	Обычное	1,35	0,90	28,48	31,72	4,58	5,56
	Экструзия	2,89	3,24	18,35	45,80	4,52	5,22

денатурации, происходят реакции деполимеризации и полимеризации различных органических веществ (табл. 32).

Экструзия зерна приводит к увеличению в его составе сахара, декстринов, гемицеллюлозы и снижению содержания крахмала, целлюлозы.

Процесс экструзии оказывает существенное влияние на белковый комплекс зерна и зерносмеси, его биологическую ценность. Исследованиями ВНИИФИБП (В. Ф. Коленик, 1987) установлено, что по мере повышения температуры при экструзии содержание аминокислот существенно снижается, и особенно это касается незаменимых аминокислот (табл. 33).

Содержание лизина в кормосмеси после экструзии при температуре 120 °С снизилось на 14,2%, а при повышении температуры до 150 °С — на 32,0% по сравнению с содержанием лизина в кормосмеси до экструзии. Примерно такая же закономерность наблюдалась и в содержании триптофана (7,6—16,5%). Показатели биологической ценности белка по мере увеличения температуры (150°) экструзии снижались с 76,4 в неэкструдированной зерносмеси до 71,6 в экструдированной. Доступность и использование аминокислот были наиболее высокими у кормов, не подвергавшихся влаготепловой обработке. Содержание аминокислот, особенно лизина и триптофана, зависит от сроков хранения экструдированной кормосмеси. По-видимому, они должны составлять месяц.

По заключению некоторых исследователей, экструзи-

Таблица 33. Влияние технологии приготовления и срока хранения на содержание аминокислот в зерносмеси ячмень — кукуруза — пшеница

Аминокислоты, г	Корм до экструзии	Экструдирование кормосмеси					
		120°C	% от исходного	120°C, месяц хранения	% от исходного	150°C	% от исходного
Лизин	3,03	2,60	85,8	2,57	84,8	2,06	68,0
Метионин	1,52	1,42	93,42	1,42	93,4	1,27	83,5
Треонин	3,52	3,34	94,8	3,32	94,3	3,16	89,7
Триптофан	1,46	1,35	92,4	1,31	89,7	1,22	83,5

рованный корм целесообразно использовать в составе рационов и комбикормов для поросят-сосунов и поросят-отъемышей, потому что пищеварительная система их якобы не способна расщеплять сложные питательные вещества. Однако, как указывает Е. З. Ткачев (1981), при переходе к потреблению растительной пищи, богатой крахмалом, гидролиз которого протекает в несколько сложных этапов, в значительной мере увеличиваются синтез и выделение поджелудочной железой амилазы. После раннего отъема поросят от маток амилолитическая активность поджелудочного сока увеличивалась в два, а общее количество амилолитических ферментов в связи с повышением интенсивности поджелудочной секреции — в четыре раза. При переводе поросят на стартерные комбикорма общее количество амилазы в выделившемся поджелудочном соке было почти в 36 раз больше, чем в молочный период.

Глюкоза и лактоза очень хорошо усваиваются организмом в любом возрасте, а использование крахмала, сахарозы и мальтозы повышается с возрастом в соответствии с увеличением карбогидраз, выделяемых с пищеварительными соками. Однако опыты по возмещению недостаточности пищеварительных карбогидраз за счет ферментных препаратов не дали положительных результатов. Попытки повышения использования углеводов поросятами раннего отъема дачей разного по природе крахмала или путем технологической его обработки также пока не дали четких результатов.

В то же время в ряде работ установлено положительное влияние использования в рационах поросят экструдированного зерна злаковых и бобовых. Так, О. Л. Ива-

новой (1980) выявлено, что скармливание пороссятам, рано отнятым от свиноматок (26 дней), полнорационных комбикормов, зерновая часть которых подвергнута экструдированию, способствует повышению поедаемости кормов, снижению переваримости протеина на 2,4% и лучшей переваримости жира и клетчатки, обеспечивает более высокую энергию роста отъемышей. К сожалению, при проведении опыта наблюдались расстройства функций желудочно-кишечного тракта, что не могло не сказаться на результатах выращивания подопытного поголовья.

О положительном влиянии на результаты выращивания поросят использования в их рационах экструдированного зерна ячменя сообщают Ю. С. Шкункова и В. Г. Ткачук (1981); П. И. Тищенко (1978); М. Гутиев, Г. Проценко (1981) и др. По данным В. Горина и Ю. Засуха (1988), поросята, которым скармливали комбикорм с экструдированными горохом, пшеницей и ячменем, в первый месяц после отъема росли медленнее, чем те, которые потребляли комбикорм с необработанным зерном. Но к концу опыта они достигли живой массы 112 кг против 107 кг в контрольной группе, т. е. эффективность применения комбикормов с экструдированным зерном с возрастом животных повышалась. Однако в опытах Ю. С. Шкунковой и В. Г. Ткачук (1983) экструдированные корма были эффективны только в рационах поросят-сосунов и отъемышей.

Эффективность и целесообразность использования экструдированного гороха в составе комбикормов для поросят вместо части кормов животного происхождения установлена в опытах НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР. Такая замена эффективна и в комбикормах для ремонтных свинок. Использование при их выращивании экструдированного гороха и травяной муки вместо жмыха подсолнечника, рыбной муки и части концентратов, а также дача их в период супоросности и лактации не вызывают снижения продуктивности свиноматок, а по некоторым показателям даже способствуют ее увеличению (С. А. Ульянов, 1987). Положительное влияние рационов с экструдированным горохом по сравнению с неэкструдированным связано с инактивацией ингибиторов протеиназ, содержащихся в сыром зерне гороха, под воздействием повышенной температуры (М. Г. Таранов, А. Х. Сабилов, 1987).

При комплексной оценке эффективности влаготепло-

вой обработки зерна следует обратить внимание на улучшение его санитарного состояния и снижение бактериальной обсемененности. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте комбикормовой промышленности (1984) сравнивали различные способы обеззараживания и обезвреживания кормового зерна.

Установлено, что все испытанные способы и режимы инфракрасного нагрева, ультрафиолетового облучения, термического нагрева не приводили к полной детоксикации искусственно зараженной пшеницы (результаты токсикобиологических испытаний на рыбах гуппи). Полная детоксикация зараженного зерна наблюдалась при экструдировании с температурой нагрева 145—155 °С. Таким образом, экструдирование можно эффективно использовать с целью улучшения санитарного состояния не только зерна, но и комбикормов, пораженных токсическими грибами и вредной микрофлорой.

Гранулирование

Гранулируют комбикорма главным образом с целью улучшения их вкусовых качеств, удобства для хранения и транспортирования, а также предотвращения потерь. В гранулах лучше сохраняется сбалансированность комбикормов, особенно по витаминам, микроэлементам, антибиотикам, и другим микродобавкам, предотвращается произвольная сепарация ингредиентов во время транспортировки. По сравнению с мучнистыми комбикормами увеличивается их плотность, гранулы имеют повышенную объемную массу, что определяет более экономное использование складских помещений и тары. Хорошая сыпучесть позволяет хранить их в обычных зерновых силосах, из которых они свободно выходят. Гранулы хорошо транспортируются механическим и пневматическим транспортом (не нарушается гомогенность комбикормов), удобны для погрузки и выгрузки при доставке бестарным способом.

Гранулирование комбикормов по существу является процессом термопластической формовки мучнистых смесей в гранулы преимущественно круглой формы диаметром от 2,4 до 20 мм и длиной приблизительно от 1 до 2—3 диаметров.

В последнее время гранулированию подвергают и отдельные ингредиенты (зерно, дрожжи, шроты) с целью повышения их кормовых достоинств, так как происходит

гидротермическая обработка, аналогичная экструдированию, хотя при более низких температурах. Эти два вида обработки настолько близки, что в практике часто гранулирование отдельных ингредиентов комбикормов называют экструдированием, хотя «взрыва» продукта при гранулировании не происходит. Обработка зерна, кормовых дрожжей, шротов гранулированием используется на Заднепровском экспериментальном заводе спецкомбикормов и регенерированного молока в г. Орша. Кормосмесь или зерно с силой продавливается через специально нагретые паром матрицы гранулятора. В отдельных случаях этого не делают, поэтому процесс гранулирования может обеспечивать или «сухое», или «влажное» нагревание.

Влияние грануляции комбикормов и отдельных ингредиентов на их кормовое достоинство изучалось во многих опытах. Однако результаты довольно противоречивы. Т. Л. Дж. Лоуренс (1987) пишет о проведенном анализе результатов 117 опытов, в которых использование гранулированных кормов повышало продуктивность свиней. Однако в другом обзоре (57 опубликованных работ) об улучшении скорости роста сообщается в 39 случаях, в 16 из 57 изученных статей данные об улучшении не сообщаются. Остается без ответа и вопрос о том, сохраняются ли преимущества гранулирования, если корма размолоть и скормить в виде муки. В одних случаях продуктивность свиней оказывается ниже, чем при кормлении в виде гранул, в других — одинаковой.

Многие авторы считают, что основным фактором повышения продуктивности поросят при использовании гранулированных комбикормов является снижение потерь гранул при скармливании. Это подтверждается и тем, что во всех опытах наблюдается лучшая эффективность использования корма по сравнению с рассыпным.

Питательность гранулированного корма характеризует и степень твердости, которая связана с технологией его изготовления. При использовании пара гранулы получаются более твердыми, чем при холодном гранулировании. Переваримость органических веществ очень твердых гранул у свиней несколько снижается, а эффективность использования корма была наивысшей при скармливании поросятам-отъемышам корма, полученного в результате «сухого гранулирования». При его предпочтении «влажному гранулированию» могут возникнуть трудности, связанные со снижением производительности оборудования и недостаточной прочностью гранул.

Эффективность гранулирования связана также с уровнем клетчатки и антибиотиков в рационе. Гранулирование кормов с высоким содержанием клетчатки более благоприятно способствует переваримости и продуктивности, чем высококалорийные рационы. При увеличении количества сырой клетчатки в рационе на 1% эффект гранулирования возрастает по среднесуточным приростам подсосников на 0,74% и использованию кормов на 0,79%. Влияние гранулирования на потребление корма, его использование и среднесуточные привесы было большим, если рационы не содержали антибиотиков. Включение в рацион антибиотиков и гранулирование повышают переваримость кормов, но эффект не является суммирующим (Ф. Ваншауброк и др., 1984).

Большим преимуществом гранулированных комбикормов являются их высокие санитарно-гигиенические качества. Так, количество грибков в корме после гранулирования оказалось меньше на 95% и плесеней — на 85% по сравнению с содержанием их в исходном материале. В процессе гранулирования при температуре 80 °С значительно уменьшается зараженность корма сальмонеллами.

Недостатком гранулированных кормов является возможность появления морфологических изменений в стенке желудка у свиней при их скармливании. При этом наиболее частые случаи поражения желудка наблюдаются при даче гранул с большим количеством кукурузы. Заметных изменений в слизистой желудка при скармливании сви-

Таблица 34. Коэффициенты переваримости поросятами питательных веществ комбикормов с гранулированными и негранулированными компонентами

Питательные вещества	Комбикорм СК-2Г		Комбикорм СКС-3	
	негранулированные компоненты	гранулированные компоненты	негранулированные компоненты	гранулированные компоненты
Сухое вещество	81,29	82,47	84,65	82,65
Органическое вещество	86,65	86,02	86,22	84,75
Протеин	83,04	79,57	82,03	81,33
Жир	64,78	63,59	75,85	76,93
Клетчатка	41,63	37,51	44,50	49,20
БЭВ	92,77	92,19	91,07	90,48

Таблица 35. Данные опыта по выращиванию поросят на комбикорме

Вид комбикорма	Период скармливания, дни	Масса головы	
		на начало периода, кг	на конец периода, кг
СК-11, 15 Ж, 21 (гранулированный)	99	2,51	38,67
СК-11, 15 Ж, 21 (негранулированный)	99	2,70	41,94
СКС-3, 4, 5 (гранулированный)	99	2,64	41,42
СКС-3, 4, 5 (негранулированный)	99	2,70	42,58
К-50, 51 Б (гранулированный)	100	3,02	41,63
К-50, 51 Б (негранулированный)	100	2,34	36,70

им гранулированных комбикормов с высоким содержанием ячменя (80%) не обнаружено. Размолотые гранулы вызывают более частые поражения желудка, чем комбикорма в виде муки или гранул.

В процессе гранулирования может снижаться уровень витаминов А, Е, К, В₁, В₃, С в корме, а также уменьшаться активность антибиотиков (окситетрациклина). Однако если температура в процессе гранулирования не превышает 85—90°, то разрушение витаминов и антибиотиков не может быть значительным.

ВИЖ рекомендует при гранулировании комбикормов для молодняка свиней на откорме с применением парали 5% лигносульфоната увеличивать содержание лизина на 5—16% в исходном комбикорме. Нами проведена серия экспериментов по оценке эффективности влаготепловой обработки (гранулирования) зерна и других компонентов, проводимой на Заднепровском экспериментальном заводе по производству спецкомбикормов и регмолога.

В балансовом опыте изучали переваримость питательных веществ комбикормов для поросят-отъемышей с включением в их состав гранулированных и негранулированных компонентов — зерна ячменя, кукурузы, пшеницы, шрота соевого и подсолнечникового, дрожжей кормовых (табл. 34).

Поросята лучше переваривали сухие вещества из комбикормов с негранулированными компонентами. Пред-

кормах с гранулированными и негранулированными компонентами

Прирост за период, кг	Прирост за 1 сутки, г	Расход кормов на 1 голову за 1 сутки, г	Стоимость кормов на 1 голову в сутки, коп.	Расход кормов на 1 кг прироста, кг	Их стоимость, коп.
36,16	355	584	12,8	1,60	35
39,24	396	651	13,7	1,64	34,5
38,78	392	644	16,2	1,64	41,2
39,88	403	633	15,7	1,57	38,9
38,61	390	640	11,8	1,66	30,6
34,36	347	575	9,9	1,67	28,7

варительная обработка зерновых и белковых компонентов методом гранулирования ухудшала переваримость протеина. Различия в переваривании жира и безазотистых экстрактивных веществ незначительны.

В научно-хозяйственных опытах, проведенных в трех повторностях в условиях ОПХ «Будагово» Смолевичского района Минской области, ЭПО «Заднепровское» Оршанского района Витебской области, СГЦ «Западный» Брестского района Брестской области на поросятах-сосунах и поросятах-отъемышах, было установлено, что существенных различий в среднесуточных приростах живой массы поросят в зависимости от использования комбикормов с гранулированными и негранулированными компонентами не наблюдается (табл. 35). Отъем поросят, которым скармливались комбикорма типа СК, проводился в 27-дневном возрасте, типа СКС — в 35-дневном и типа К — в 60-дневном. Существенных различий в поедаемости поросятами комбикормов разной технологии обработки компонентов и их расхода на 1 кг прироста не наблюдалось. Сохранность поросят и возникновение желудочно-кишечных заболеваний не зависели от подготовки компонентов скармливаемых комбикормов. Стоимость кормов, затраченных на прирост 1 кг живой массы, была выше на 1,4—6,2% при использовании комбикормов с предварительно обработанными методом гранулирования компонентами. Таким образом, проведенные исследования показали, что оптимального результата выращивания

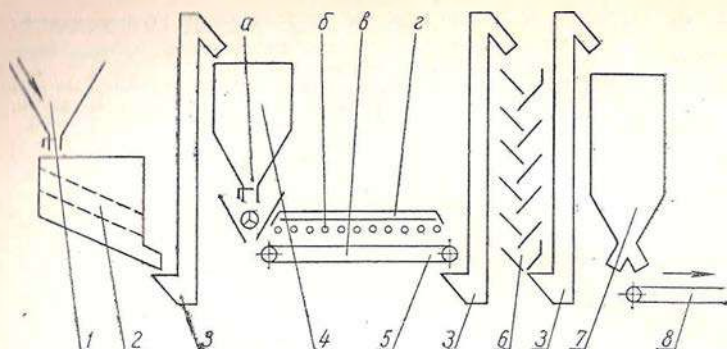


Рис. 2. Технологическая схема микронизации зерна:

1—силос; 2—сепаратор ЭСМ-10; 3—нория ИЦ-1-20; 4—накопительный бункер; 5—микронизатор; 6—охлаждающая колонка; 7—бункер; 8—транспортёр ТСЦ-25; а—дозатор; б—лампы КГ-22011000; в—металлическая лента; з—отражатель.

поросят можно добиться при использовании полнорационных комбикормов с необработанными компонентами методом гранулирования.

Микронизация

Тепловая обработка зерна инфракрасными лучами называется микронизацией. Эти лучи вызывают интенсивный внутренний нагрев зерна, повышают давление водяных паров, внутренняя влага в нем как бы «закипает». Крахмал при этом набухает и желатинизируется, структура сырого разрушается. Питательные вещества (белки, углеводы) в процессе обработки зерна таким способом подвергаются практически таким же структурным изменениям, как и при других способах гидротермической и баротермической обработки.

С 1982 г. в Тукумском районном межхозяйственном объединении по производству комбикормов «Страуме» Латвийской ССР действует технологическая линия микронизации зерна (рис. 2). Микронизатор разработан сотрудниками Латвийского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства.

Технологическая линия микронизации зерна состоит из микронизатора 5, силоса 1, сепаратора 3 СМ-10-2, нории ИЦ-1-20-3, накопительного бункера 4, охлаждающей колонки 6, бункера 7, транспортера ТСЦ-25-8. Техническая характеристика микронизатора:

Производительность	200—300 кг/ч
Установленная мощность	75 кВт
Длина рабочей части ленты	6 м
Ширина ленты	0,4 м
Время облучения зерна	40—70 с
Температура на поверхности ленты	280—320 °С

Эффективность облучения определяется по снижению объемной массы зерна, снижению влажности и таким внешним признакам, как растрескивание оболочки зерна, изменение вкуса и запаха (табл. 36). Коэффициент микронизации можно определить по формуле:

$$K_m = \frac{x}{100},$$

где x — количество зерен, подвергшихся микронизации; 100 — количество анализируемого зерна. Исследованиями было установлено, что микронизации подвергаются только жизнеспособные зерна.

После микронизации в зерне снижались содержание воды и объемная его масса. Содержание сахара в обрабатываемом зерне увеличивалось на 22,2—43,3%. Отмечено отрицательное влияние микронизации зерна на содержание пезаменимых аминокислот—цистина, аргинина.

Т а б л и ц а 36. Изменение влажности и объемной массы зерна в процессе микронизации при температуре 320 °С (Калниньш И. Я., 1987)

Культура	Влажность, %		Объемная масса, кг/м ³	
	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
Ячмень	11,3	3,2	652	375
Ячмень	13,8	6,4	655	395
Ячмень	13,9	6,8	655	430
Ячмень	14,0	6,1	655	385
Ячмень	14,0	6,1	675	396
Ячмень	14,0	7,3	647	403
Ячмень	14,8	5,4	657	397
Ячмень	15,8	5,8	679	369
Кукуруза	13,6	6,0	705	540
Кукуруза	14,4	6,2	720	520
Сорго	13,5	3,3	780	55
Пшеница	10,2	3,1	762	450
Пшеница	12,6	5,6	730	535
Пшеница	13,4	4,0	705	482
Пшеница	13,6	4,8	682	469

лизина, метионина и др. С целью изучения эффективности использования микронизированного зерна в рационах поросят-сосунов были проведены 5 научно-хозяйственных и 2 физиологических опыта и одна производственная проверка (И. Я. Қалниньш, 1987). Было установлено, что использование микронизированного зерна для подкормки поросят-сосунов позволило получить живую массу поросят при отъеме на 3,6—16,4% больше, чем у поросят, использовавших необработанное зерно. Поросята, получавшие в подсосный период микронизированное зерно, после отъема лучше использовали концентрированные корма и продолжали более интенсивно расти.

Нами проведено изучение эффективности использования зерна, обработанного методом микровизации, в составе комбикормов для поросят-сосунов и поросят-отъемышей в сравнении с необработанным зерном и гранулированным. Было сформировано три группы поросят-сосунов по 5 пометов в каждой. На протяжении 29 дней поросята-сосуны получали комбикорм СКС-3, 15 дней — СКС-4 и последующие 47 дней опыта комбикорм СКС-5. В комбикорм I (контрольной) группы зерновая часть вводилась без тепловой обработки, II (контрольной) группы — зерновая часть обрабатывалась на Заднепровском экспериментальном заводе спецкомбикормов и регмолока методом жесткого гранулирования, III (опытной) группы — зерновая часть (ячмень, кукуруза) обрабатывалась инфракрасными лучами (микронизация) на микропизаторе, описанном выше, в объединении по производству комбикормов «Страуме» Латвийской ССР. Было установлено, что скармливание поросятам-сосунам и отъемышам комбикормов с зерном, обработанных методом экструзии и гранулирования, не оказало достоверного влияния на скорость роста поросят по сравнению с комбикормами с необработанным зерном (табл. 37). Прослеживалась тенденция повышенного продуктивного действия комбикормов с обработанным зерном. Поседаемость изучаемых комбикормов существенно не различалась, но наблюдалась тенденция к большему их потреблению в группе с микронизированным зерном. Затраты комбикормов на 1 кг прироста и их стоимость были на 6,0 и 4,7% ниже в группах, получавших комбикорма с обработанным зерном. Не выявлено существенных различий в переваримости протеина и клетчатки изучаемых комбикормов. Однако лучше они переваривались из комбикорма с микронизированным зерном: жир на 8,2% по сравнению с

Т а б л и ц а 37. Результаты эксперимента по испытанию комбикормов с включением гранулированного и микронизированного зерна кукурузы и ячменя

Показатели	Группы		
	I	II	III
	зерно без обработки	зерно гранулированное	зерно микронизированное
Число поросят на начало опыта	56	58	56
Живая масса поросят, кг:			
в 7 дней	2,39 ± 0,06	2,36 ± 0,07	2,39 ± 0,06
в 35 дней	9,3 ± 0,2	9,83 ± 0,23	8,97 ± 0,23
в 50 дней	13,99 ± 0,09	14,67 ± 0,36	14,57 ± 0,43
в 97 дней	38,9 ± 0,8	40,7 ± 0,86	40,8 ± 0,94
Среднесуточный прирост за период, г:			
7—35 дней	236	254	224
36—50 дней	308	331	375
51—97 дней	524	544	554
за весь опыт	400	417	421
в % к I группе	100	104,2	105,2
Потреблено комбикорма на 1 голову в сутки, г:			
за период 7—35 дней	24	22	19,7
за период 36—50 дней	157	164	196
за период 51—97 дней	1097	1073	1092
в среднем за опыт	601	588	603
Затраты комбикорма на 1 кг прироста, кг	1,50	1,41	1,43
Их стоимость, коп.	38,64	36,55	36,99
Сохранность поросят, %	91,1	93,55	91,08
Коэффициенты переваримости:			
протеина	87,32	85,33	87,21
жира	72,52	71,12	79,48
клетчатки	75,05	70,59	72,37
БЭВ	91,48	90,71	93,91

гранулированным зерном и безазотистые экстрактивные вещества на 2,43 и 3,2% по сравнению с необработанным и гранулированным зерном.

Микронизация, как и другие способы влаготепловой обработки, наиболее эффективна для бобовых, в частности сои, а также для повышения санитарных качеств кормов. Так, по данным И. Я. Калининца (1987), микронизация уничтожает преднюю микрофлору зерна и уменьшает общее количество микроорганизмов в 5—6 раз (табл. 38).

При облучении начиная с 45 с полностью отсутствуют

Таблица 38. Количество микроорганизмов в 1 г зерна в зависимости от экспозиции микронизации

Вид корма	Время обработки, сек	Общее количество бактерий, шт.	Плесневые грибы, шт.	Дрожжи, шт.	Протеолитические бактерии, шт.
Ячмень	Необработанный	1998×10^3	2500	1458	390
Ячмень	30	1320×10^3	762	280	200
Ячмень	45	989×10^3	510	210	—
Ячмень	45	1007×10^3	320	180	—
Ячмень	60	589×10^3	—	528	—
Ячмень	70	389×10^3	—	190	—
Пшеница	Необработанная	1962×10^3	348	569	360
Пшеница	30	898×10^3	220	420	320
Пшеница	45	1065×10^3	280	—	—
Пшеница	60	286×10^3	—	118	—
Пшеница	68	266×10^3	—	118	—

протеолитические бактерии, при 60 с — отсутствуют плесневые грибы. Микронизация также предупреждала зараженность зерна амбарными вредителями. С учетом всех факторов установлено, что наилучший эффект микронизации достигается при облучении зерна 50—60 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕЛЕННЫХ КОРМОВ В СВИНОВОДСТВЕ

Свиньи хорошо приспосабливаются к любому типу кормления. Эту их особенность необходимо использовать для увеличения производства мяса за счет широкого применения кормов, производимых в хозяйствах. Следует помнить, что в отличие от крупного рогатого скота свиньи плохо переваривают корма с высоким содержанием клетчатки. Поэтому при любом типе кормления содержание ее в сухом веществе рациона должно быть на уровне 5—8% и лишь в рационах холостых и супоросных свиноматок — 11—14%.

Использование зеленой массы позволяет экономнее расходовать зерновые корма. Но дело не только в том, что в рационе можно заменить часть концентратов равноценным по общей питательности количеством травы. Такая замена позволяет получить значительно больший эффект при правильном использовании зеленых кормов. Этот эффект измеряется не только приростом живой массы, но и повышением молочности свиноматок, жизне-

способности новорожденных поросят, уменьшением их падежа.

Зеленая масса обогащает основной рацион недостающими элементами питания: незаменимыми аминокислотами, минеральными веществами, витаминами.

Так, в каждом килограмме бобовых трав (клевер, люцерна, горох, вика, люпин) содержится около 2 г лизина, который имеет важное значение в кормлении свиней. Суточная потребность в лизине в зависимости от живой массы составляет для свиноматок первой половины супоросности 11,5—16 г, второй половины супоросности и холостых — 15—19 г. Если таким свиноматкам дать всего 4 кг зеленой массы бобовых трав, например гороха или люцерны (в 1 кг их содержится 2,1—2,2 г лизина), то даже при максимальной норме 19 г за счет зеленой массы будет удовлетворяться 44—46% потребности свиноматок в лизине. Свиноматки первой половины супоросности, получившие такое количество травы, будут обеспечены лизином на 50—75%. Если откармливаемым растущим животным массой 70 кг включить в рацион 2 кг травы бобовых, то потребность их в лизине будет удовлетворена примерно на 25%. Включение в рацион всего 1—1,5 кг зеленой массы обеспечит даже взрослых свиней достаточным количеством каротина.

При включении в рационы зеленой массы следует помнить, что в ней содержится значительное количество клетчатки. Поэтому чрезмерное насыщение рационов свиней зеленым кормом может привести к ухудшению переваримости рационов, снижению приростов живой массы.

При интенсивном откорме свиней количество зеленой массы в рационе должно составлять не более 10—12% (по питательности). Это значит, что для получения среднесуточного прироста 600—650 г подсвинкам живой массой 70—80 кг необходимо вводить в рацион примерно 2 кг зеленой массы. Откармливаемым свиньям даже на заключительном этапе откорма в сутки не следует скармливать более 3 кг.

Подсосным свиноматкам живой массой 180—200 кг можно давать до 6 кг зеленой массы в сутки, холостым — до 5, супоросным — до 4 кг. В 6 кг травы содержится 1—1,1 к. ед., что соответствует питательности 1 кг зерновых концентратов. Значит, на каждой свиноматке при использовании зеленой массы за сезон можно сэкономить 150 кг зернофуража. Хрякам-производителям дают

2 кг зеленой массы в сутки. Ремонтному молодняку живой массой около 70 кг следует вводить в рацион до 2,5 кг травы.

Использовать можно только молодую траву с невысоким содержанием клетчатки и только в измельченном виде. Огрубевшую свиньи едят неохотно, она плохо переваривается. Так, переваримость органического вещества зеленой массы клевера красного при уборке его до бутонизации составляет 70%, а в период полного цветения — 54%.

В табл. 39 приведены химический состав и питательность зеленой массы культур зеленого конвейера.

Приучать свиней к зеленой массе надо постепенно. Например, если подсвинку положено ввести в состав суточного рациона 2 кг травы, то в первый день ее дают не более 0,5 кг и затем в течение 4—5 дней доводят до необходимого количества. При включении в первый день в рацион максимального количества зеленой массы животные будут плохо поедать кормосмесь, что отрицательно отразится на их продуктивности. Привыкнув к одному виду травы, свиньи тут же отреагируют на включение в рацион травы другого вида. Это выразится в худшей поедаемости корма. Чтобы этого не случилось, при переходе на новый вид травы количество ее в рационе должно быть сначала минимальным, а затем постепенно увеличиваться.

Траву лучше скармливать в составе густых мешанок влажностью 65—70%. Такая кормосмесь не разделяется на составляющие ее компоненты. Причем эффективность кормления свиней густыми мешанками выше, чем жидкими.

Для обеспечения свиней высококачественной зеленой массой в течение всего летнего периода в хозяйствах должен быть организован зеленый конвейер. Посевы крестоцветных культур (озимой суреницы и озимого рапса) позволяют вводить зеленую массу в рационы свиней в первых числах мая. На смену крестоцветным культурам приходят озимая рожь, затем многолетние бобовые травы. Их сменяют однолетние травы разных сроков сева (горох, вика, люпин), затем используется отава многолетних трав, кукуруза. Замыкают зеленый конвейер пожнивными посевами крестоцветных культур, ботва свеклы.

Что касается степени измельчения травы, то имеются разные рекомендации. Ряд ученых считает, что зеленую

Таблица 39. Состав и питательность 1 кг зеленой массы

Показатели	Вид зеленой массы								
	рожь озимая	клевер красный в стадии бутонизации	клевер красный в стадии цветения	люпин желтый	кукуруза молочно-восковой спелости	янко-овсяная смесь	горохо-овсяная смесь	рапс	ботва кормовой свеклы
Кормовые единицы	0,15	0,14	0,15	0,11	0,21	0,16	0,14	0,12	0,11
Обменная энергия, МДж	1,56	1,69	1,97	1,36	2,48	2,10	1,67	—	1,26
Сухое вещество, г	150	165	209	130	249	190	166	121	130
Сырой протеин, г	25	31	33	28	21	26	28	27	21
Сырая клетчатка, г	38	38	34	37	55	58	52	19	16
Лигнин, г	1,0	1,9	1,9	1,9	0,9	2,0	2,0	1,3	0,8
Метокси- $\frac{1}{2}$ целлюза, г	1,1	1,0	1,0	1,0	0,5	1,3	1,3	1,1	0,9
Кальций, г	0,4	2,7	2,6	1,1	1,2	1,8	1,0	1,4	1,9
Фосфор, г	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,4	0,6	0,4	0,3
Железо, мг	30	38	62	38	86	33	30	88	34
Медь, мг	6,0	9,0	3,2	2,0	0,5	2,0	0,9	1,8	2
Цинк, мг	8,9	3,0	3,3	8,9	3,5	5,2	3,2	4,5	4
Марганец, мг	5,8	56,0	5,3	15,0	11,0	5,0	18,5	18,0	20,0
Кобальт, мг	0,3	0,3	0,24	0,02	0,05	0,06	0,05	0,12	0,04
Йод, мг	0,01	0,05	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,13
Каротин, мг	37	40	36	37	56	36	95	30	10
Витамин Е, мг	38	35	40	45	45	45	45	28	20
« В ₁ , мг	2,6	1,0	1,0	5,2	1,0	3,1	2,5	2,5	3,5
« В ₂ , мг	2,7	4,0	4,0	1,3	1,7	3,0	3,0	0,7	3,0
« В ₃ , мг	7,3	10,5	2,0	10,5	5,6	10,0	8,5	11,0	11,0
« В ₆ , мг	75	80	80	244	45	307	293	17	300
« В ₁₂ , мг	20	6,0	6,0	5,5	4,4	30	24	13	24

массу надо превращать в мезгу или пасту. По мнению других исследователей, степень измельчения может варьировать в весьма широких пределах, например, от 5 до 15 мм («Кормовая база промышленного животноводства». М.: «Колос», 1978. С. 373). Если это действительно так, то возникает вопрос, надо ли измельчать траву до 5 мм или доводить ее до состояния мезги. Ведь энергозатраты на измельчение в этом случае будут значительно выше, чем при измельчении травы до частиц размером 15 мм.

Академик А. П. Дмитроченко и профессор П. Д. Пшеничный (1975) считают, что мелкостебельчатую траву при небольших и умеренных дачах желательно скармливать в цельном виде, так как это способствует развитию у поросят жевательного аппарата и пищеварительного сокоотделения.

Широкое распространение мнения о необходимости превращения зеленой массы в мезгу или пасту является, видимо, результатом экстраполяции переваримости зернового корма на переваримость травы. Дело в том, что в ряде экспериментов доказана необходимость более тонкого измельчения зерновых кормов для свиней.

В одном из наших опытов тонкостебельную, хорошо облиственную отаву клевера измельчали на частицы 5, 15 и 30 мм. Рацион состоял из комбикорма и измельченной травы (30% по массе). Опыт проводили на подсвинках крупной белой породы средней живой массой 70 кг.

Переваримость рациона с зеленой массой, измельченной на частицы длиной 15 мм, была примерно такой же, как и рациона с травой, измельченной на частицы длиной 5 мм. Некоторая разница в переваримости этих рационов была статистически недостоверной. Заметно хуже переваривались питательные вещества рационов, включающих траву, измельченную на частицы длиной 30 мм (табл. 40).

Кроме того, часть наиболее грубых частиц стеблей оставалась в кормушках несъеденной. Животные III группы хуже усваивали азот корма (табл. 41). В их организме оставалось 41,78% азота (от принятого) против 48—48,58% азота, отложенного у животных I и II групп.

Приготовить кормосмесь из концентрированных кормов и травы, измельченной на частицы длиной 30 мм, сложно из-за низкой объемной массы травы.

В следующем опыте мы изучали переваримость зеле-

Таблица 40. Переваримость питательных веществ рационов подсвинками

Группа	Средняя длина частиц зеленой массы, мм	Коэффициенты переваримости, %				
		сухого вещества	протеина	жира	клетчатки	БЭВ
I	5	82,6	75,9	52,2	50,9	89,9
II	15	83,9	78,1	55,1	53,4	90,8
III	30	79,2	71,0	44,5	40,8	87,8

Таблица 41. Баланс азота у подсвинков

Показатели	Группы		
	I	II	III
Принято азота с кормом, г	66,22	69,05	71,14
Выделено с калом, г	16,24	15,2	20,86
Выделено с мочой, г	18,17	20,3	20,57
Переварено, г	49,98	53,85	50,28
Баланс азота, г, ±	+31,81	+33,55	+29,71
Отложено в организме, %:			
от принятого	48,04	48,58	41,78
от переваренного	63,64	62,3	59,09

ной массы, превращенной в мезгу и измельченной на частицы длиной 15 мм. Свиньям скармливали последовательно зеленую массу клевера и горохоовсяной смеси. Переваримость сечки была не только не хуже, но даже несколько лучше переваримости мезги. Наблюдения за характером поедаемости кормов свиньями показали, что зеленая масса, измельченная на частицы длиной 15 мм, доизмельчается в ротовой полости, другими словами, превращается (благодаря тщательному пережевыванию) в мезгу. При этом в процессе пережевывания трава обрабатывается обильно выделяемой слюной и, таким образом, уже в ротовой полости питательные вещества ее подвергаются частичному ферментативному расщеплению. Этот процесс, видимо, менее выражен при использовании травяной мезги, которая поступает в желудочно-кишечный тракт животных практически без пережевывания. Использование травяной мезги технологичнее, она легко перемешивается с концентратами, что важно при раздаче корма по трубам. Если для раздачи кормосмеси используются кормораздатчики, зеленую массу можно измельчать на частицы до 15 мм.

Следует отметить, что и в зимний период рацион свиней будет значительно полноценнее, если в его состав будут включены корма, приготовленные из трав (высококачественные силос, сенаж, сено, травяная мука).

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТРАВЯНОЙ МУКИ

Травяная мука является ценным компонентом комбикормов. Ее с успехом можно вводить в состав рационов различных видов животных, в том числе свиней, непосредственно в хозяйствах. В ней наиболее полно сохраняются питательные вещества исходной зеленой массы. Она богата витаминами, минеральными веществами, содержит все аминокислоты, в том числе незаменимые.

Производство травяной муки почти не зависит от погодных условий. Для ее приготовления можно использовать травы, когда содержание клетчатки в них составляет в расчете на сухое вещество всего 18—20%. Уборка многолетних трав в ранние фазы вегетации обеспечивает многоукосное использование их и заготовку травяной муки высокого качества.

Во Всесоюзном институте животноводства проведена сравнительная оценка различных способов заготовки кормов из трав (табл. 42).

Как видно, при производстве травяной муки суммарные потери сухого вещества наименьшие, а выход кормовых единиц и переваримого протеина с 1 га наибольший.

Таблица 42. Сравнительная эффективность приготовления различных кормов из клеверотимофеечной смеси урожайностью 160 ц/га (П. Е. Ладан и др., 1978)

Показатель	Сенаж, 50% сухого вещества	Силос, 25% сухого вещества	Травяная мука	Сено
Потери сухого вещества, %	13,5	15,3	6,7	20,6
Питательность 1 кг сухого вещества, к. ед.	0,71	0,75	0,8	0,62
Количество каротина в 1 кг сухого вещества, мг	86	65	122	28
Выход с 1 га:				
кормовых единиц, ц	28,8	27,4	34,7	23,0
переваримого протеина, ц	3,6	3,7	4,0	3,1
Себестоимость 1 к. ед., коп.	6,1	5,9	8,6	7,4

Таблица 43. Расход сырья и топлива на получение 1 т травяной муки 10%-ной влажности (по В. Валушису, 1968)

Начальная влажность сырья, %	Выход муки из 1 т сырья, ц	Расход травы на 1 т муки, т	Количество испаряемой воды для получения 1 т муки, т	Расход жидкого топлива, кг/т
85	1,67	6,00	5,00	470
80	2,22	4,50	3,50	330
78	2,45	4,09	3,09	280
77	2,56	3,91	2,91	260
75	2,78	3,60	2,60	220
73	3,00	3,33	2,33	200
70	3,33	3,00	2,00	180
65	3,90	2,57	1,57	150

Травяная мука значительно превосходит другие корма по содержанию каротина. Правда, себестоимость ее выше, чем других кормов, потому что производство травяной муки — процесс энергоемкий, требует большого расхода жидкого топлива (табл. 43), хотя он не одинаков и зависит от влажности травы. Уборка трав в более поздние фазы развития отрицательно сказывается на качестве травяной муки.

Снизить влажность травы можно кратковременным провяливанием ее в течение 2—3 ч. Потери каротина при этом составят не более 10%. Потеря сухого вещества за такой короткий промежуток времени может вообще не произойти, поскольку в свежескошенных растениях продолжают процессы фотосинтеза.

Для производства травяной муки необходимо использовать только высококачественные травы, убираемые в ранние фазы вегетации. Только в этом случае высокие затраты будут окупаться дополнительно полученной продукцией. Так, в травяной муке из люцерны, убираемой в фазу бутонизации, содержится 23—25% сырого протеина и более 250 мг каротина, а при скашивании растений в начале цветения — соответственно 18% и 160 мг. Разница будет еще большей, если сравнивать муку, приготовленную из травы, убираемой в фазе бутонизации и скошенной в стадии полного цветения растений.

Зеленую массу необходимо измельчать на частицы длиной 20—30 мм. При поступлении в агрегат частиц более крупного размера не исключено их воспламенение. Доставленную к сушильному агрегату траву необходимо

переработать в травяную муку быстро — в течение не более чем 2 ч, так как она самосогревается и качество травяной муки ухудшается. Качество травяной муки зависит также от температурного режима сушки: температура отработанных газов на выходе должна быть 90—100 °С. Если она повысится до 130—140 °С, усвояемость питательных веществ травяной муки снизится в 1,5 раза и более, значительно снизится и количество легкоусвояемых (водо- и солерастворимых) белков, аминокислот, каротина.

Влажность травяной муки должна быть в пределах 8—12%. В пересушенной травяной муке каротин разрушается быстрее (табл. 44).

В процессе хранения травяной муки происходят потери питательных веществ. Причем если потери протеина незначительны, то каротина в зависимости от способов хранения муки могут достигать 70% и более. Конечно, полностью избежать потерь каротина невозможно. Но уже разработаны способы, позволяющие сохранять до 80% каротина от исходного его количества. Установлено, что на сохранность каротина в муке влияют такие факторы, как воздух, температура окружающей среды. При температуре 15—20 °С через 6—7 мес хранения содержание каротина снижается в два раза и более, чем при температуре 5—6 °С. При хранении травяной муки в рассыпном виде в обычных складских помещениях через несколько месяцев каротин полностью разрушается. Поэтому ее рекомендуется упаковывать в специальные бумажные крафт-мешки. Значительно лучше сохраняется каротин в гранулированной муке. Кроме того, снижается потребность в мешках.

Значительно лучше сохраняется каротин в травяной муке, обработанной антиокислителями (антиоксиданта-

Таблица 44. Влияние влажности травяной муки на сохранность каротина

Влажность муки, %	Содержание каротина, мг/кг		Сохранность каротина, %
	в начале хранения	через 9 мес хранения	
4,5	221	73,3	33
8,3	216	118,5	52
12,9	220	140,0	64

ми) — сантохином и дилудином в дозах 0,02%. В опытах БелНИИЖ сохранность каротина в травяной муке через 8 мес хранения при использовании растворов сантохина и дилудина достигала 65—76%. Сохранность каротина в контрольном варианте (без антиокислителей) составляла всего 26%.

Есть сообщения об успешном хранении гранулированной травяной муки в атмосфере углекислого газа в герметичных хранилищах. Сохранность каротина при этом составляет 60—80%. Во ВНИИ кормов предложен способ хранения травяной муки в бетонированной секционной траншее, основанный на поглощении остаточного кислорода в хранилище с помощью свежескошенной зеленой массы. Достаточно на травяную муку положить слой свежескошенной травы (всего 5% к массе муки), чтобы через 2—3 дня весь кислород воздуха был полностью поглощен. Клетки живых растений в процессе дыхания, поглощая кислород, выделяют углекислый газ. Таким образом, в хранилище создается анаэробная среда, способствующая хорошей сохранности каротина.

Ценной добавкой к рациону свиней может быть сенная мука. Готовится она путем измельчения сена на различных дробилках. По общей питательности она уступает высокосортной травяной. Сено нельзя приготовить из трав, убираемых в те сроки вегетации, в которые они скашиваются на травяную муку, например, в фазу бутонизации или в начале бутонизации бобовых трав. Поэтому в сене и, соответственно, в сенной муке содержится больше клетчатки по сравнению с травяной мукой, приготовленной из молодых трав. Но сенная мука имеет и свои достоинства. Производство ее менее энергоемко. В ней кроме каротина содержится ряд витаминов, особенно много витамина D, необходимого для обеспечения в организме свиней нормального обмена кальция и фосфора. В сенной муке больше, чем в травяной, витамина E. Протеина в ней меньше, однако количество его достаточно высоко. Например, в 1 кг сенной муки из клевера содержится около 120—130 г сырого протеина и 7—9 г лизина, из люцерны — до 140—150 г протеина и столько же лизина.

Сенную муку можно успешно применять при производстве комбисилосов. Это дешевле, чем использование травяной муки.

ПРОИЗВОДСТВО ПРОТЕИнового ЗЕЛЕНОГО КОНЦЕНТРАТА

Недостаток белка в рационах животных можно восполнить за счет ПЗК, получаемого из сока зеленых растений. Свежескошенную зеленую массу измельчают на измельчителе «Волгарь-5» и транспортером подают в пресс. Чаще всего используются винтовые виноградные прессы непрерывного действия или яблочные периодического действия. Проходя через пресс, зеленая масса разделяется на жом и сок. В соке содержится 5—10% сухого вещества, в том числе растворимые белки, сахара, минеральные вещества, витамины. Чтобы выделить из сока белок и витамины, его нагревают с помощью пара в специальных коагуляторах при температуре 85 °С. Однако влажность сока при этом несколько увеличивается. Поэтому коагуляцию сока лучше осуществлять в электрокоагуляторах. Коагулированный сок состоит из двух фракций — твердой и жидкой. Твердая — это хлопья белка, жидкая — коричневый сок. Эти фракции разделяют, направляя сок в фильтр-пресс, в котором он разделяется на ПЗК и коричневый сок. Использовать ПЗК можно в свежем виде и законсервированным (в виде маринада). В качестве консервантов применяют уксусную, муравьиную или пропионовую кислоту, которую добавляют в количестве 1%. Можно законсервировать ПЗК поваренной солью в дозе 6—7%.

ПЗК хранят и в высушенном виде. Для сушки применяют различные сушилки, например, распылительные или ленточные. Сухой ПЗК хранится в виде порошка или гранул.

Волокнистая фракция (жом) по массе составляет примерно половину от исходного количества травы (вторая половина приходится на сок). Из жома в зависимости от его влажности готовят сенаж или силос для крупного рогатого скота. Естественно, что необходимость в провяливание травы при производстве такого сенажа отпадает. Поскольку полевых потерь при провяливание трав нет, качество сенажа из травяного жома примерно такое же, как и сенажа, приготавливаемого по обычной технологии. Из жома можно готовить травяную муку. По питательной ценности она уступает муке из травы, не разделенной на фракции, но дешевле. Расход топлива на ее приготовление меньше в два раза и более, выше и производительность сушильных агрегатов.

Таблица 45. Состав растений и ПЗК, % на абсолютно сухое вещество

Виды трав и ПЗК	Белок	Жир	Зола	Клетчатка	Прочие вещества
Люцерна	15,6	2,9	6,3	26,5	48,7
ПЗК из нее	67,0	12,0	4,5	2,2	14,3
Клевер	13,6	4,1	8,2	25,9	48,2
ПЗК из него	51,1	21,7	3,0	2,9	21,3
Тимофеевка	6,8	2,4	5,6	31,8	53,4
ПЗК из нее	49,3	10,2	5,1	7,6	27,8
Викоовсяная смесь	10,1	3,3	7,1	31,3	48,2
ПЗК из нее	53,5	15,1	5,1	2,7	23,6

В ПЗК содержится более 40% белка (в расчете на сухое вещество). Его количество зависит от вида исходного сырья (табл. 45).

В сухом веществе ПЗК из бобовых трав содержится менее 3% клетчатки, что является ценной особенностью продукта. Содержание каротина в 1 кг сухого вещества достигает 1500 мг.

По аминокислотному составу ПЗК близок к кормам животного происхождения. Согласно данным Л. С. Авраменко, П. Ф. Дробышевского и В. В. Майорова (1979), по сумме незаменимых аминокислот ПЗК не уступает рыбной муке, однако соотношение аминокислот более благоприятное (для рационов свиней) в рыбной муке, так как в ней содержится больше лизина (табл. 46).

Белок из картофеля отличается исключительно высокой биологической ценностью. Выделить его можно примерно так же, как и из травы. Только для обеспечения тонкого измельчения применяют специальные крахмальные измельчители.

Разделяют картофель на фракции на прессах периодического действия, поскольку в них масса прессуется через специальную фильтровальную ткань, через которую проходит только сок с растворенным в нем белком и другими веществами. Сок коагулируют точно так же, как и сок, полученный из травы. Содержание белка в концентрате (в пересчете на сухое вещество) составляет более 55%. Влажность жома около 50%. В нем сосредоточен весь крахмал, часть белка и другие вещества. Высушенный на сушильных агрегатах жом имеет высокую питательность: в 1 кг содержится 1,2 к. ед.

Производство муки из картофельного жома обхо-

Таблица 46. Содержание аминокислот в протеиновом концентрате, г/100 г протеина

Аминокислота	Рыбная мука	Протеиновый концентрат	
		из люпина	из картофеля
Лизин	7,24	5,49	5,51
Метионин	2,11	1,71	2,08
Триптофан	1,2	1,1	1,9
Аргинин	4,73	4,76	4,04
Гистидин	2,29	2,25	1,47
Лейцин	6,54	7,12	8,97
Изолейцин	3,60	4,42	4,65
Фенилаланин	5,31	5,51	5,83
Треонин	4,73	4,34	5,19
Валлин	5,64	5,45	5,62
Сумма незаменимых аминокислот	43,39	42,15	45,16

Таблица 47. Эффективность использования протеиновых концентратов в кормлении поросят

Показатели	Концентрат из люпина	Концентрат из картофеля	Рыбная мука
Масса одной головы, кг:			
в начале опыта	15,8	15,9	15,7
в конце опыта	51,4	52,6	52,6
Среднесуточный прирост, г	582,7	602,8	604,4
Затраты на 1 кг прироста:			
кормовых единиц	3,76	3,64	3,62
переваримого протеина, г	414,2	404,4	400,6

дится значительно дешевле, чем при сушке измельченных картофельных клубней. Затраты топлива снижаются не менее чем в три раза. Муку из картофельного жома можно вводить в комбикорма или скармливать животным в качестве добавки к другим кормам рациона.

В многочисленных исследованиях доказана возможность замены кормов животного происхождения протеиновым концентратом из растений. Ряд таких опытов проведен в БелНИИЖ. В одном из них проверена возможность замены рыбной муки концентратов из люпина и картофеля в рационах поросят. Во всех группах поросята получали комбикорм, а добавка протеинового концентрата из люпина, картофеля или рыбной муки состав-

ляла 22% суммарного содержания протеина в рационе (табл. 47).

Опыт показал, что замена рыбной муки протеиновыми концентратами вполне возможна. Важно здесь и то, что ПЗК дешевле кормов животного происхождения. Стоимость 1 к. ед. его составляет 23,8 коп., мясокостной муки — 30,4, снятого сухого молока — 48, рыбной муки — 68,8 коп.

ПОДГОТОВКА КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

В кормлении различных групп свиней могут использоваться корнеклубнеплоды: картофель, свекла, морковь. Картофель считается вторым по важности кормом для свиней после зерновых концентратов. Питательность 1 кг сырого картофеля составляет в среднем 0,3 к. ед., а запаренного — до 0,35 к. ед. Высокопитательным кормом является сахарная свекла: в 1 кг ее содержится 0,24 к. ед.; далее по общей питательности корнеклубнеплоды располагаются в следующем порядке: свекла полусахарная — 0,17, морковь — 0,14, свекла кормовая — 0,12 к. ед. Корнеплоды характеризуются высоким содержанием легкоусвояемых углеводов и небольшим клетчатки, что обеспечивает высокую их переваримость (табл. 48).

Свежие корнеплоды скармливают свиньям сырыми. Что касается картофеля, то его, как правило, запаривают, поскольку в таком виде он лучше переваривается. Однако преимущества запаривания очевидны при больших дачах картофеля. Если его дают в малых количествах, запаривать не обязательно. Племенным свиньям полезно хотя бы часть картофеля давать сырым, но при условии хорошего качества клубней. В весенний период, когда картофель начинает прорастать, во избежание отравления животных гликоалкалоидом соланином его необходимо скармливать только в запаренном виде. Ни в коем случае нельзя давать животным сырой позеленевший картофель, так как он содержит соланин. Перед скармливанием корнеклубнеплоды очищают от земли, моют и измельчают на частицы до 15 мм.

Определяя тот или иной способ подготовки кормов к скармливанию, необходимо учитывать как экономические, так и зоотехнические аспекты кормления животных. В этом плане интересны исследования, выполненные на племзаводе «Венцы-Заря» Краснодарского края

Таблица 48. Химический состав и переваримость питательных веществ корнеклубнеплодов у свиней, % (по А. Т. Мысику и др., 1984)

Корнеклубнеплоды	Вода	Органическое вещество	Протеин	Жир	Клетчатка	ВЭВ
Картофель вареный	77,0	21,7	1,8	0,2	0,8	18,9
Коэффициенты переваримости	—	94	68	—	63	98
Свекла сахарная	76,8	22,2	1,6	0,2	1,4	19,0
Коэффициенты переваримости	—	91	41	—	83	95
Свекла полусахарная	84,3	14,7	1,5	0,2	1,1	11,5
Коэффициенты переваримости	—	85	61	74	60	92
Свекла кормовая	84,2	14,8	1,7	0,1	1,1	11,9
Коэффициенты переваримости	—	91	71	45	67	96
Морковь кормовая	87,7	11,4	1,2	0,2	1,1	8,9
Коэффициенты переваримости	—	85	61	—	80	90

(П. Е. Ладан и др., 1978). На основании опытов были сделаны следующие выводы:

1. Длительное систематическое применение вареных или запаренных кормов в рационах племенного молодняка и взрослого племенного поголовья приводит к ухудшению племенных и продуктивных качеств свиней — снижению многоплодности, молочности и других показателей.

2. При откорме свиней скармливание сырых кормов менее эффективно, а вареных — ведет к быстрому осаливанию животных.

3. При выращивании поросят необходимо отказаться от систематического скармливания вареных и запаренных кормов, так как это часто влечет за собой истощение и ослабление животных, снижение племенных и продуктивных качеств.

Хранение корнеклубнеплодов сопряжено с немалыми потерями питательных веществ. Особенно плохо хранится морковь, являющаяся прекрасным витаминным кормом. Сырую, хорошо очищенную от земли морковь можно скармливать в измельченном виде даже поросьятам-сосунам.

Для сокращения потерь фуражного картофеля и удлинения сроков его использования клубни силосуют

без добавок или в составе комбисилоса, корнеплоды можно использовать в качестве компонентов комбисило-сов.

Универсальный корм из корнеклубнеплодов можно получить, применив высокотемпературную сушку. Приготовленный продукт с минимальными потерями питательных веществ хорошо сохраняется в течение длительного времени, его можно включать в комбикорма или использовать в качестве компонентов рационов, заменяя часть зерновых концентратов.

Технология сушки следующая. Вымытые корнеклубнеплоды измельчаются на частицы толщиной 3—4,5 мм. Высушивают их в два приема на спаренных сушильных агрегатах: в первом они подсушиваются, а во втором досушиваются до стандартной влажности 10—12%, затем их размалывают и затаривают. Оптимальная температура для сушки картофеля на выходе из первого агрегата — 80—100°, второго — 90—120°, корнеплодов — соответственно 105—115° и 140—150°. Для получения 1 т готового продукта расходуется 3,6—5,2 т картофеля, 3,8—4,6 — сахарной свеклы, 5—5,6 — полусахарной и 7,8—8,5 т моркови. Эти колебания обусловлены различиями во влажности исходного сырья. Высушенные корнеклубнеплоды лучше размалывать не в муку, а в крупку. Готовый продукт можно хранить в обычных складских помещениях. Хорошая сохранность его обеспечивается при температуре воздуха в помещении 3—10° и относительной влажности 75%. Сухой картофель прекрасно сохраняется в бумажных мешках. В опытах БелНИИЖ (П. С. Авраменко, О. В. Вербич, Н. И. Медведько, 1980) через три года хранения картофеля в бумажных мешках качество его не ухудшилось. Сухую свеклу и морковь лучше хранить в пластмассовых мешках. Для хранения моркови целесообразно использовать мешки из черной пленки. Для лучшей сохранности каротина в морковной муке можно применять и антиоксиданты (сантохин, дилудин в дозе 0,03%).

По общей питательности мука из корнеклубнеплодов лишь незначительно уступает исходному сырью (табл. 49).

Замена в рационе молодняка свиней 50% комбикорма сушеным картофелем способствовала повышению переваримости питательных веществ, усвоению азота (П. С. Авраменко, О. А. Вербич, В. Б. Иоффе, Л. М. Постовалова, 1977). При этом разница в переваримости

Таблица 49. Кормовая ценность сухих корнеклубнеплодов (по П. С. Авраменко, О. А. Вербич, Н. И. Медведько, 1980)

Корнеклубнеплоды	Содержится в 1 кг сухого вещества					
	кормовых единиц	переваримого протеина, г	Ca, г	P, г	сахара, г	каротина, мг
Картофель	1,24	78,0	3,1	0,8		
	1,20	70	2,6	1,7		
Свекла сахарная	0,96	48,0	3,0	1,5	680	
	0,91	45,0	3,5	1,7	678	
Свекла полусахарная	1,05	65	5,0	2,8	590	
	0,94	63	3,6	1,7	578	
Морковь	1,3	46,0	3,0	3,1	530	928
	1,0	41,7	2,9	2,9	533	895

Примечание. В числителе — исходное сырье, в знаменателе — мука.

Таблица 50. Переваримость питательных веществ рациона с сушеным картофелем у молодняка свиней

Группы	Коэффициенты переваримости, %				
	органического вещества	протеина	жира	клетчатки	ВЭВ
Контрольная	75,1	67,3	40,6	22,7	80,5
Опытная	88,6	71,9	42,8	20,7	88,9

протенна, безазотистых экстрактивных веществ оказалась весьма значительной в пользу опытной группы (табл. 50).

Конечно, включение в состав рациона 50% сушеного картофеля с экономической точки зрения не оправдано, так как этот корм относится к разряду дорогостоящих. З. Д. Гильман (1982) считает, что оптимальная норма сухого картофеля для поросят-сосунов и отъемышей — 10%, для молодняка на откорме массой до 60 кг — 20, для свиней массой 60—120 кг — 30, для свиноматок и ремонтного молодняка — 15—25% от общей питательности рациона.

Согласно данным БелНИИЖ, расходы, связанные с

сушкой картофеля, вполне окупаются. Если принять во внимание потери корнеклубнеплодов, имеющие место при хранении в буртах, то конечная эффективность высокотемпературной сушки в расчете на 1 т сушеного картофеля составит 8 руб., 1 т сахарной свеклы — 4,2, моркови — 11,2 руб.

По данным И. И. Иодо и Н. С. Примакова (1986), затраты труда на сушку картофеля в расчете на 1 т сырья составляют 1,35 чел-ч, эксплуатационные расходы — 9,42 руб., в том числе расходы на топливо — 6,12 руб. Эти затраты значительно снижаются, если картофель предварительно механически обезвоживается. В этом случае эксплуатационные расходы на 1 т сырого картофеля составляют 6,49 руб., в том числе на топливо — 2,34 руб.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СИЛОСА ДЛЯ СВИНЕЙ

СУЩНОСТЬ СИЛОСОВАНИЯ

В рационах свиней силос из трав не может быть основным кормом, так как в нем содержится значительное количество клетчатки, но добавление силоса к основному рациону позволяет обогатить его недостающими в зерновых кормах элементами питания. К примеру, 1 кг горохового или клеверного силоса, включенного в рацион подсвинка на откорме, полностью обеспечивает его каротином, витамином Е. С таким количеством силоса подсвинок живой массой 60—70 кг получит около 10% суточной потребности сырого протеина. Органические кислоты силоса, в частности молочная, не только являются источником энергии (в 1 г молочной кислоты содержится 3,601 ккал, или всего на 3,5% меньше, чем в 1 г виноградного сахара), но и оказывают благоприятное влияние на пищеварение. Однако высокое содержание уксусной кислоты в силосе может вызвать физиологические нарушения в организме и оказать отрицательное влияние на прирост живой массы. По данным В. Шмидта и Г. Веттерау (1975), в расчете на 1 кг живой массы поросят должно приходиться не более 0,5 г, а взрослых свиней — 1 г уксусной кислоты. Это значит, что силос должен быть высокого качества.

Большая заслуга в разработке современной теории силосования принадлежит финскому ученому, лауреату Нобелевской премии А. И. Виртанену. Он первым рас-

крыл роль концентрации водородных ионов в силосе (активной кислотности) и показал значение молочной кислоты в связи с ее влиянием на концентрацию в корме ионов водорода.

Его консервант АИВ долгие годы применялся в Финляндии и других странах Европы.

Существенной вехой в развитии теории силосования являются работы советского ученого А. А. Зубрилина, разработавшего теорию «сахарного минимума». Ученый обнаружил, что некоторые растения при сравнительно большом содержании сахара силосуются плохо, а другие при меньшем его количестве — хорошо.

А. А. Зубрилин установил, что для каждого вида растений должен существовать определенный «сахарный минимум», т. е. минимальное количество сахара, которое обеспечивает снижение рН в силосе до 4—4,2. При такой величине рН в силосе прекращается развитие всяких вредных микроорганизмов и корм всегда бывает доброкачественным. От соотношения этого минимума и фактического содержания сахара в растениях и зависит их силосуемость. Ученый разделил различные культуры на три группы: легкосилосующиеся, трудносилосующиеся и несилосующиеся. В первую группу вошли растения, у которых фактическое содержание сахара выше необходимого минимума его (кукуруза, подсолнечник, горох). Ко второй группе были отнесены растения, у которых сахарный минимум близок к фактическому содержанию сахара (клевер красный во время цветения). К группе несилосующихся растений отнесены те, у которых фактическое содержание сахара меньше необходимого минимума (люцерна, крапива и т. д.).

О способности растений заквашиваться можно судить также по соотношению сырого протеина и сахара. Ученые из ГДР В. Шмидт и Г. Веттерау считают, что на хорошую силосуемость растений можно рассчитывать, если содержание сахара в них превышает содержание сырого протеина. Если же сахара в них несколько меньше содержания протеина, силосуемость средняя, а в два и более раза меньше — растения силосуются плохо (табл. 51).

Силосуемость растений зависит и от содержания в них сухого вещества. Если путем провяливания снизить влажность люцерны до 50—60%, она силосуеться лучше, чем кукуруза влажностью 85%.

Бывает и так, что растения, содержащие слишком

Таблица 51. Отношение сырой протеин:сахар и силосуемость растений

Растение	Сырой протеин	Сахар	Сырой протеин:сахар	Силосуемость
	г/кг сухого вещества			
Кукуруза молочной спелости	100	135	1:1,35	Хорошая
Свекловичная ботва с верхушками	130	170	1:1,3	»
Овсяница луговая	130	130	1:1,0	»
Овес на зеленый корм	110	100	1:0,91	Средняя
Мозговая капуста	180	130	1:0,73	»
Рапс на зеленый корм	150	100	1:0,67	»
Луговая трава	135	80	1:0,6	»
Рожь на зеленый корм	140	70	1:0,5	Плохая
Пелюшка, вика	200	60	1:0,3	»
Красный клевер	190	50	1:0,26	Очень плохая
Люцерна	240	40	1:0,17	»

много сахара, силосуются плохо и получить из них хороший силос без каких-либо добавок (сухого корма или химических консервантов) невозможно. Это в частности относится к сахарной свекле. Избыток сахара в ней приводит к сильному спиртовому брожению.

На растениях обитает множество различных микроорганизмов (эпифитная микрофлора), однако не они определяют процесс силосования, так как, во-первых, их количество не идет ни в какое сравнение с огромным количеством бактерий, обнаруживаемых на силосуемом сырье в хранилище, а во-вторых, молочно-кислых бактерий, постоянно обитающих на растениях, совсем немного. На силосуемую массу они попадают из окружающей среды.

Молочно-кислые бактерии, используя в процессе размножения содержащийся в корме сахар, вырабатывают молочную кислоту. Потери энергии при этом ничтожны — около 3%. Совершенно очевидно, что при силосовании кормовых средств необходимо создавать условия для максимального развития именно этого вида микроорганизмов.

Температурный оптимум для мезофильных молочно-кислых бактерий равен 20—30°, для термофильных — 40—60°C, температурный максимум для термофильных

бактерий — 60—62 °С. При более высоких температурах молочно-кислые бактерии отмирают.

Молочно-кислые бактерии довольно устойчивы к высокой кислотности корма. Они погибают при рН 3,5. Вредные же микроорганизмы (масляно-кислые, гнилостные) кислой среды не выносят, поэтому быстрое подкисление растительной массы так важно при силосовании.

На растительной массе, закладываемой в хранилище, много масляно-кислых бактерий. Эти микроорганизмы являются конкурентами молочно-кислых. Для их развития также нужен сахар, который они сбраживают до масляной кислоты, образуя при этом еще углекислый газ и водород. Используют они и белок, подвергая его гнилостному разложению. Образующийся аммиак ухудшает качество силоса. Масляно-кислые бактерии способны питаться даже молочной кислотой, еще более ухудшая качество силоса. При образовании в силосе масляной кислоты в нем одновременно появляются токсичные вещества (меркаптан, скатол и др.), которые могут вызвать отравление животных.

Масляно-кислые бактерии могут размножаться только в бескислородной (анаэробной) среде. Поэтому их называют строгими (облигатными) анаэробами. Температурный оптимум для масляно-кислых бактерий примерно тот же, что и для молочно-кислых — 35—40 °С. Они прекрасно размножаются в слишком влажной среде. Однако не выдерживают быстрого подкисления. Уже при рН 4,4—4,7 их развитие сильно угнетается, а при рН 4,2 они теряют всякую возможность развиваться и погибают.

При температуре ниже 15 °С масляно-кислые бактерии практически не размножаются. Поэтому силосование кормов в конце лета — начале осени дает лучшие результаты, чем в условиях высоких летних температур.

Следует обратить внимание и на такую особенность масляно-кислых бактерий. При температуре выше 50 °С они не размножаются, но и не погибают, а образуют споры. При охлаждении массы споры прорастают. Поэтому в сильно согревавшемся силосе часто обнаруживается масляная кислота.

Даже в очень хорошем силосе всегда обнаруживается некоторое количество уксусной кислоты. Она неплохо усваивается животными, однако большое количество уксусной кислоты в силосе — явление нежелательное.

Обычно в хорошем силосе ее содержится до 30% от суммы кислот. Если ее содержится столько же или больше, чем молочной, силос считается невысокого и плохого качества. Корм имеет резкий уксусно-кислый запах, неохотно поедается животными. При сбраживании сахара в уксусную кислоту теряется около 15% энергии.

Уксусно-кислые бактерии являются облигатными аэробами (способны развиваться только в присутствии воздуха). Если хранилище заполнено быстро и корм надежно укрыт, уксусно-кислые бактерии развиваются до тех пор, пока в хранилище имеется кислород. Но поскольку кислород очень быстро поглощается еще живыми растениями, то выработать значительное количество уксусной кислоты эти бактерии не успевают. Таким образом, роль уксусно-кислых бактерий весьма незначительна.

В силосе образуется некоторое количество спирта. Спиртовое брожение вызывается дрожжами, которые в довольно большом количестве обитают на растениях и с ними попадают в хранилище. Спирт они образуют из сахара. Могут развиваться как при доступе воздуха, так и без него. Эти организмы способны переносить очень кислую среду, в которой не могут развиваться даже молочно-кислые бактерии. Спиртовое брожение приводит к высоким потерям питательных веществ. Если при молочно-кислом брожении теряется лишь около 3% энергии, заключенной в сахаре, то при спиртовом — примерно 50%.

На силосуемой массе больше всего находится гнилостных бактерий. Они разлагают прежде всего белковые вещества с образованием воды, углекислого газа, аммиака, а также неприятно пахнущих токсичных продуктов. Разлагают гнилостные бактерии также сахара и молочную кислоту. Поскольку гнилостные бактерии не могут размножаться без кислорода и не выдерживают значительной кислотности (погибают при pH 4,5—4,7), предотвратить их развитие несложно. Достаточно быстро заполнить хранилище, хорошо уплотнить массу и укрыть ее. Образующаяся молочная кислота подкислит корм и гнилостные бактерии погибнут.

Большой вред силосу могут принести плесневые грибы. Они потребляют сахар, разлагают белок и размножаются независимо от кислотности среды. Но плесени могут развиваться только при доступе воздуха. Поэтому предупредить их развитие можно быстрым заполнением

хранилищ, уплотнением и надежной изоляцией корма от воздуха.

Вследствие окисления углеводов и размножения микроорганизмов силосуемая масса всегда несколько согревается. Повышение температуры массы — явление неизбежное, но силосование считается холодным, когда температура корма не превышает 35—38 °С. Вследствие различных отступлений от правил оно может быть горячим. При рыхлой укладке массы уже на второй—третий день она согревается до 50° и более. Случается, что массу уплотняют хорошо, но траншею заполняют долго. Температура корма в этом случае бывает очень высокой и может достигать 60—75°. При горячем силосовании теряется много питательных веществ. Это объясняется тем, что «топливом» служат сами питательные вещества корма. В условиях высоких температур окисляются углеводы, разрушается каротин, отмечается снижение переваримости протеина. При нагревании корма до 50—60° содержание переваримого протеина в нем снижается наполовину.

При температуре 70° почти весь протеин корма превращается в непереваримую форму. Через желудочно-кишечный тракт животных он проходит, не перевариваясь, потому что в условиях высоких температур аминокислоты корма взаимодействуют с сахарами, в результате чего образуются темноокрашенные труднопереваримые вещества, называемые меланоидинами. Силос приобретает бурую окраску, запах карамели, свежеспеченного ржаного хлеба или даже меда. Высокие температуры могут привести к образованию в корме масляной кислоты. Необходимо различать самосогревание корма от специального его нагревания, которое применяют при силосовании картофеля, когда тепло привносится извне.

СИЛОСОВАНИЕ ТРАВЯНИСТОГО СЫРЬЯ

Питательная ценность силоса из многолетних трав зависит от фазы развития растений. По мере развития растений их химический состав претерпевает существенные изменения. Прежде всего изменяется соотношение листьев и стеблей. Количество листьев уменьшается. Например, в фазу бутонизации люцерны на долю листьев приходится более 57%, в период полного цветения — 49, а в фазу образования семян — всего 33%. Соответст-

венно увеличивается масса стеблей. Листья же являются самой питательной частью растений. Так, в листьях люцерны до ее цветения содержится 33% протеина и лишь 12,5% клетчатки, в стеблях — соответственно 19 и 31%. В начале цветения в листьях люцерны содержится 25% протеина и 14% клетчатки, а в стеблях — всего 11% протеина, но зато содержание клетчатки возрастает до 46,5%. Зная, какую роль играет протеин в питании животных, можно понять, что означает уменьшение его содержания в растениях. С другой стороны, повышение содержания в растениях клетчатки крайне нежелательно при заготовке силоса вообще и для свиней в особенности. Известно, что клетчатка — это углевод, который является основной составной частью оболочек растительных клеток. Свойства ее в разных фазах развития растений различны. У молодых растений она еще не очень грубая и переваривается животными достаточно хорошо. С ростом растений оболочки растительных клеток одревесневают, клетчатка инкрустируется лигнином. Такая клетчатка переваривается животными плохо, делает менее доступными для животного другие питательные вещества, содержащиеся в растительных клетках, переваримость их тоже снижается.

Изменения в соотношении листьев и стеблей в зависимости от фазы оказывают существенное влияние на содержание в растениях витаминов, так как содержание каротина в листьях во много раз больше, чем в стеблях. Например, в 1 кг сухого вещества листьев клевера содержится 525 мг каротина, а в стеблях — только 25 мг; в листьях люцерны — 610 мг, а в стеблях — 69 мг.

Таким образом, многолетние бобовые травы на силос свиньям надо убирать в ранние фазы вегетации: до и в период бутонизации.

Скошенные многолетние бобовые травы необходимо провялить до влажности 60—65%, применяя их плющение, ворошение, оборачивание валков. Измельчать их необходимо по возможности на мелкие частицы — до 15 мм. Если силосусемая масса будет измельчена на более длинные частицы, силос перед скармливанием свиньям необходимо доизмельчать.

Ежедневно в траншеи надо загружать слой уплотненного корма толщиной от 0,8 до 1 м (это общее правило для силосования различного травянистого сырья). Такая закладка позволит избежать чрезмерного самосогревания. После заполнения траншеи корм герметизируют

синтетической пленкой, на которую кладут слой земли или торфа толщиной около 5 см.

Если проявить травы из-за погодных условий не удастся, их силосуют в свежескошенном виде, применяя химические консерванты — пиросульфат натрия, муравьиную или пропионовую кислоты и др.

Высокопитательный силос для свиней можно приготовить из горохоовсяной смеси. Особенностью гороха является высокое содержание сахара и протеина. Очень хороший силос получается при уборке гороха в фазу молочно-восковой спелости зерна в нижних ярусах, так как влажность растений в этот период невысока.

В кормлении свиней можно с успехом использовать и кукурузный силос. По мере развития кукурузы содержание клетчатки в стеблях и листьях увеличивается, а протеина — уменьшается. Тем не менее кукурузу надо убирать не в ранние фазы вегетации, а в период молочно-восковой и восковой спелости зерна. За счет увеличения доли зерна в урожае общее количество питательных веществ возрастает, а содержание клетчатки в целом растении благодаря зерновой его части изменяется очень мало.

По мере созревания кукурузы количество кормовых единиц в урожае возрастает. В фазах молочно-восковой и восковой спелости зерна на долю початков приходится около половины веса растений. Если в начале образования початков питательность 1 кг кукурузы составляет 0,16 к. ед., то в фазу молочно-восковой спелости — уже 0,24. При уборке кукурузы в фазу восковой спелости зерна влажность растений составляет примерно 65%. Особенностью ее силосования в этот период является измельчение на частицы 5—10 мм, что обеспечит полное поедание ее свиньями.

Ценной добавкой к рационам свиней может быть сенаж из многолетних бобовых трав, проявленных перед закладкой в хранилище до влажности 50—60%. В 1 кг сенажа сконцентрировано в 1,5—2 раза больше энергии (в кормовых единицах), чем в обычном силосе. В настоящее время этот вид корма в кормлении свиней почти не применяется, а между тем в сухом веществе его имеется примерно столько энергии, сколько ее содержится в травяной муке. Хорошо приготовленный сенаж богат протеином, в нем сохраняется около половины от исходного количества сахара. Требования, предъявляемые к сенажу, предназначенному для кормления свиней, должны

быть особенно высоки, поэтому его необходимо готовить специально, в отдельных хранилищах.

Консервирующим фактором в сенаже является главным образом физиологическая сухость растений, которая для вредных микроорганизмов, прежде всего для масляно-кислых, наступает уже при влажности, близкой к 65%. На этом основано приготовление силоса из провяленных трав из несилосующихся и трудносилосующихся культур с низким содержанием сахара. Но если в силосе из провяленных трав молочно-кислое брожение протекает весьма активно, то в сенажной массе этот процесс в значительной степени сдерживается той же физиологической сухостью, т. е. дефицитом влаги для бактерий.

Молочно-кислые бактерии проявляют определенную активность даже при влажности массы 30—35%, однако готовить сенаж из трав с такой влажностью нецелесообразно прежде всего из-за высоких полевых потерь.

По мнению проф. А. А. Зубрилина, растения необходимо провяливать до такой влажности, чтобы клетки их оставались еще живыми. В этом случае в герметичных хранилищах вследствие дыхания растений сравнительно быстро поглощается кислород, пространства между частицами растений заполняются углекислым газом и создаются анаэробные условия. Развитие плесеней, которые могут развиваться только при доступе воздуха, в данном случае будет исключено. Если растения будут пересушены и их клетки вследствие отмирания потеряют способность дышать, то даже в изолированной от доступа воздуха массе смогут развиваться плесени, так как кислород будет поглощаться очень медленно. Например, при влажности люцерны 58,47% через 5 дней хранения ее в герметичной емкости концентрация углекислого газа составляла 90%, при влажности 51—70, а при влажности 43,9% — только 39,4%.

Активная кислотность (рН) сенажа чаще всего колеблется в пределах 4,4—4,8. В отдельных случаях этот показатель равен 5. Такой показатель рН обычного силоса свидетельствовал бы о его непригодности к скармливанию, а сенаж прекрасно сохраняется, имея высокое кормовое достоинство.

Готовят сенаж так же, как и силос. Разница состоит лишь в степени провяливания исходного материала. Травы на сенаж для свиней убирают в ранние сроки — не позднее фазы бутонизации бобовых. Измельчать провяленную массу надо на частицы до 15 мм. При такой

технологии не представляет труда заготавливать сенаж с нормальным термогенезом. Невысокое содержание клетчатки в исходной траве, убираемой в ранние фазы, способствует хорошему уплотнению сенажной массы, плотность ее достигает 600—650 кг в 1 м³ хранилища. Это обстоятельство имеет большое значение в период использования сенажа, особенно на малых и средних фермах, для обеспечения поголовья которых ежедневно извлекается немного корма. При высокой плотности проникновение воздуха в штабель практически исключается, поэтому опасности возникновения вторичной ферментации нет.

В 1 кг сухого вещества клеверного сенажа, приготовленного по такой технологии, содержится 0,8 к. ед. и не менее 100 г переваримого протеина.

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ВЛАЖНОГО ЗЕРНА

При неблагоприятных погодных условиях высушить зерно, влажность которого может быть 30% и более, затруднительно. В этих случаях можно применить способ консервирования, заключающийся либо в хранении зерна, обработанного химическими консервантами, в обычных закромах, либо в силосовании его с химическими консервантами или без них.

Из более чем 50 изученных в нашей стране консервантов практическое значение имеют лишь несколько, в частности пиросульфит натрия и пропионовая кислота. Их применение позволяет сохранять зерно как в аэробных условиях (в обычных складских помещениях), так и в анаэробных (при силосовании). Разница между этими способами существенная. Первый позволяет хранить зерно в течение ограниченного промежутка времени (1—12 мес), второй — в герметических хранилищах в течение нескольких лет. Во втором случае расходуется в 2—3 раза меньше химических консервантов (М. Т. Таранов и А. Х. Сабиров, 1987).

К примеру, для обеспечения сохранности зерна в обычных складских помещениях в течение 12 мес расходуется 13 кг пропионовой кислоты на 1 т зерна влажностью 30% и 20 кг на 1 т зерна влажностью 40%. При силосовании зерна на 1 т достаточно внести 3—5 кг пропионовой кислоты или 4—6 кг пиросульфита натрия.

Количество консерванта зависит от сроков хранения. Так, И. И. Бойко (1980) рекомендует вносить на каж-

дую тонну зерна с предполагаемым сроком хранения в обычных складских помещениях в течение 30—45 суток 10—11 кг пиросульфита натрия, а при увеличении сроков хранения до 80—130 суток — 15 кг. Учитывать здесь надо и влажность зерна. Так, согласно исследованиям М. Т. Таранова и А. Х. Сабирова, для сохранения зерна в течение 80 суток необходимо внести 13 кг на 1 т фуража при его влажности 30% и 15—18 кг — при влажности 40%. Авторы отмечают, что активная кислотность влажного зерна, консервированного пропионовой кислотой и хранившегося в открытых буртах в течение 90 суток, составляет 4,82, при использовании пиросульфита натрия — 4,85 (показатель рН сухого зерна равен 6,12). Важным моментом в технологии химического консервирования влажного зерна является равномерное смешивание с ним химических консервантов.

Успешные опыты по хранению влажного фуражного зерна, обработанного пропионовой кислотой, проведены на экспериментальной базе БСННИИЖ «Будагово» (Я. Д. Мельцер, И. М. Лабочкин, В. Н. Кулага и др., 1978). В зависимости от влажности зерна, а она колебалась от 20 до 40%, вносили от 0,55 до 1,8% кислоты, т. е. от 5,5 до 18 кг на 1 т зерна. Обработанный ячмень хранили в закромах слоем 1,1 м под полиэтиленовой пленкой в течение 8 мес. Качество зерна было высоким.

Безусловно, более надежным способом сохранения влажного зерна является его силосование с уже названными химическими консервантами. Требования к качеству хранилищ особенно высоки. Зерно в них должно быть надежно защищено от проникновения воды и воздуха. Если это не специальные герметические хранилища (башни), а обычные секции траншей или горизонтальные проезжие траншеи, стены и дно их необходимо выстлать пленкой.

Наиболее простым является способ силосования фуражного зерна повышенной влажности без каких-либо добавок в секциях траншей, обычных горизонтальных траншеях или герметичных башнях. В силосованном зерне (без добавления консервантов) протекают те же процессы, что и в силосуемой зеленой массе. Благодаря дыханию зерна кислород поглощается, а его место занимает углекислый газ, способствующий нормальному процессу брожения. Необходимо иметь в виду, что в горизонтальных траншеях, не разделенных на секции, образующийся углекислый газ постоянно улетучивается,

поэтому при заполнении самоуплотнения массы недостаточно. Необходимо дополнительное уплотнение зерна с помощью тракторов. Чтобы избежать самосогревания корма, любое хранилище надо заполнять в течение двух, максимум трех дней. Над траншейными хранилищами целесообразно сооружать крышу, что позволит избежать попадания в корм атмосферных осадков. Засилосованное без химических консервантов зерно при выемке подвергается вторичной ферментации и порче. Поэтому в каждую секцию траншеи или отдельную силосную яму желательно загружать не более 50 т зерна, с тем чтобы использовать его в течение 10 суток. Ежедневно для скармливания надо извлекать слой толщиной не менее 20 см. В. Шмидт и Г. Веттерау (1975) отмечают, что лучшие результаты достигаются при силосовании плющеного зерна. Кроме того, силос из плющеного зерна переваривается свиньями лучше, чем тот же корм из целого зерна. Так, в первом случае коэффициент переваримости органического вещества равен 87%, а во втором — 80%. Существенная разница отмечается и в переваримости протеина и безазотистых экстрактивных веществ.

Г. Русецка и др. (1983) установили, что в 1 кг сухого вещества силоса из зерна пшеницы, используемого в рационе в измельченном виде, содержалось 1,31 к. ед. и 90,2 г сырого протеина, а в неизмельченном силосе — соответственно 1,24 и 86. Авторы приходят к заключению, что перед скармливанием силос из влажного зерна следует измельчать.

СИЛОСОВАНИЕ КУКУРУЗНОГО ЗЕРНА И ПОЧАТКОВ

Кукурузное зерно — ценнейший энергетический корм для различных видов сельскохозяйственных животных, в том числе для свиней. При уборке кукурузы в стадии физиологической спелости зерна влажность его составляет примерно 30% (зерно восковой спелости имеет влажность около 40%). Традиционная искусственная сушка зерна требует больших затрат энергии. Установлено, что для высушивания 1 т кукурузного зерна требуется больше топлива, чем для его производства.

Весьма эффективным и дешевым способом хранения кукурузного зерна восковой и даже физиологической спелости является его силосование. С. Я. Зафрен и А. Ф. Вечера предложили простой способ силосования еще в 1960 г. Он заключается в том, что влажное зерно куку-

рузы транспортируется от комбайнов к бетонированным секционным траншеям, в которые оно закладывается в неизмельченном виде. Траншея должна быть заполнена в сжатые сроки — не более чем за два дня, а корм в ней тщательно загерметизирован. В силосуемом зерне полностью подавляется развитие масляно-кислых и гнилостных бактерий, а при силосовании кукурузы (физиологической спелости — в значительной степени и молочно-кислых. По данным С. Я. Зафрена, показатель рН силосуемого кукурузного зерна зависел от влажности исходного материала. При влажности 42% на десятый день после закладки он снизился до 4,1, при 35%-ной влажности — до 4,3, а в силосе влажностью 28,7% — до 5,5. В последнем случае силос сохранялся благодаря физиологической сухости среды и, следовательно, недоступности влаги для большинства видов микроорганизмов.

Что касается влияния силосованного кукурузного зерна на прирост живой массы, то здесь отмечается такая картина: по сравнению с использованием сухого зерна приросты или несколько ниже, или одинаковы. Правда, есть данные, свидетельствующие, что использование сухого зерна было заметно эффективнее (с точки зрения получения прироста). Например, В. Шмидт и Г. Веттерау (1975) ссылаются на опыты Феттера, в которых при использовании в составе рациона сухого кукурузного зерна прирост живой массы у свиней составил 770 г (1965) и 763 (1966), а у свиней, получавших силос из кукурузного зерна, — соответственно 737 и 666 г. Надо отметить, что потребление сухого вещества свиньями в этих опытах было неодинаковым. Животные, получавшие силос, потребляли его меньше, что, в свою очередь, можно объяснить несколько повышенной влажностью силоса — около 43%. Кстати, и в опытах С. Я. Зафрена использование силоса из зерна восковой спелости дало худшие результаты, чем скармливание сухого зерна, но при скармливании силоса из початков физиологической спелости прирост свиней был таким же (491 г), как и при использовании сухого зерна (489 г). В любом случае силосование кукурузного зерна себя оправдывает. Ведь затраты труда и средств на закладку и хранение 1 т измельченного влажного зерна снижаются почти в два раза, а расход топлива — примерно в 10 раз по сравнению с получением сухого зерна (М. С. Рунчев и др., 1986).

Силосовать можно как кукурузное зерно, так и по-

чатки молочно-восковой и восковой спелости. Нецелесообразно силосовать початки молочной спелости, ибо их питательность в этот период примерно равна питательности всего растения.

В опытах А. Н. Мироновой установлено, что початки можно силосовать даже в неизмельченном виде, однако при силосовании измельченных початков лучше сохранялись питательные вещества, корм имел более высокие коэффициенты переваримости. Питательность 100 кг абсолютно сухого вещества силоса из мелкодробленых початков молочно-восковой спелости была на 5,7 к. ед. выше, чем из крупноизмельченных (табл. 52). В силосе из початков восковой спелости эта разница еще больше — 10,9 к. ед. Переваримость органического вещества силоса практически не зависела от фазы развития початков. Это же относится и к безазотистым экстрактивным веществам (коэффициенты переваримости идентичны). Общая питательность силоса зависела как от степени измельчения, так и от фазы вегетации.

Початки влажностью 45—50% можно силосовать в траншеях и башнях. Потери сухого вещества в первом случае составляют до 5%, во втором — 3—5% (Н. Degnerhardt, 1986; ФРГ). Без всякого сомнения, верхний предел влажности початков может быть и более высоким, что подтверждают опыты А. Мироновой. Однако если в ее опытах початки измельчали на частицы 0,5—1,5 см (видимо, существовавшие в те годы измельчители

Таблица 52. Питательность и переваримость силоса из кукурузных початков

Силос	Влажность, %	В 100 кг силоса		Коэффициенты переваримости					
		к. ед.	перезрелого д.г.т.т.т.т., г.	органического вещества	протеина	жира	клетчатки	БЭВ	
Из початков молочно-восковой спелости крупной									
резки	69,86	34,99	2440	78,73	78,78	63,38	48,86	85,76	
То же мелкой резки	65,88	41,57	2560	81,31	73,28	63,30	57,11	89,3	
Силос из початков восковой спелости									
крупной резки	60,08	44,67	2740	76,67	69,84	58,34	47,97	85,38	
То же мелкой резки	60,81	48,13	2470	81,01	67,38	78,33	49,21	89,28	

не позволяли измельчать початки на более мелкие частицы), то Н. Degenhardt считает, что 80% частиц должно быть размером до 2 мм.

В начале 80-х годов в странах Западной Европы разработан новый способ силосования початков, а сам корм получил название *Согп Соб Мiх*, или сокращенно *ССМ* (ЦЦМ). Этот корм предназначен для кормления свиней и представляет собой смесь измельченного кукурузного зерна и заданного количества измельченных стержней (кочерыжек). Соотношение этих компонентов должно быть таким, чтобы содержание в корме клетчатки было 5—7%.

Известно, что содержание клетчатки в початках достигает 12%. В ЦЦМ содержание клетчатки находится на уровне 5—7%. Ошибочным было бы считать, что в стержнях содержится одна клетчатка. Количество ее в сухом их веществе составляет 27—34% (Я. Тот, А. Сабадка, Е. Дери, 1982; В. И. Беленчук, 1983). В 1 кг стержней содержится 31 г сырого протеина, 6 г жира, 607 г БЭВ, в т. ч. 96 г сахара. Я. Тот и др. считают, что в смеси ЦЦМ на долю зерна должно приходиться 80,2%, а на долю стержней 19,8%.

Как при силосовании целых початков, так и при производстве ЦЦМ обертки, содержащие много клетчатки, необходимо удалять. Уплотнять измельченную массу надо с таким расчетом, чтобы в 1 м³ емкости было не менее 900 кг корма. Это обеспечит нормальный процесс ферментации и хорошую сохранность корма.

В своем обзоре В. И. Беленчук (1983) отмечает, что точных данных о влиянии величины частиц смеси зерна и стержней кукурузы на переваримость, использование корма нет. С технической точки зрения выгоднее получать крупноизмельченную смесь, поскольку между величиной частиц, удельной энергоемкостью и пропускной способностью дробилки существует тесная связь. Необходимость мелкого дробления обусловлена различиями в твердости кукурузного зерна и стержней. Крупные частицы стержней с острыми краями могут вызывать повреждение глотки и желудочно-кишечного тракта откармливаемых свиней, особенно молодых животных. Автор ссылается на мнение М. Estler (Mais, 1980, № 18, 3, 11—14), который считает, что максимальный диаметр частиц должен быть не более 5 мм, но доля их не должна превышать 5%. Эти же величины называют Я. Тот и др. (1982). Чем выше уровень ЦЦМ в рационе, тем тоньше

Таблица 53. Состав смеси ЦЦМ

Содержание сухого вещества, %	Содержание в 1 кг смеси ЦЦМ, г			
	переваримого белка	лизина	кальция	фосфора
50	44	1,50	0,21	1,60
55	49	1,65	0,23	1,75
60	53	1,80	0,25	1,90
65	58	1,95	0,27	2,05

должно быть его измельчение. Большинство исследователей считает, что частиц размером до 2 мм должно быть от 60 до 80%, размер остальных частиц — 3—5 мм.

ЦЦМ, так же как и силос из кукурузных початков и даже силос из одного зерна, являясь хорошим энергетическим кормом, беден белками, лизином, кальцием (табл. 53). Если откармливаемые свиньи массой 60 кг потребят до 3 кг ЦЦМ, то потребность их в протеине будет удовлетворена только на 60%, в лизине — на 35, в фосфоре — на 30, в кальции — на 3%. Поэтому F. Lettner рекомендует скармливать животным от 0,4 до 1,5 кг на голову компенсирующего концентрированного корма.

Мы провели исследования по совместному силосованию кукурузных початков (без оберток) и картофеля. Исходили из следующего. Крахмал кукурузы клейстеризуется при температуре около 65 °С. Такая температура смеси достигается при добавлении к запаренному неохлажденному картофелю 35—36% початков. Далее: в кукурузных початках содержится около 12% (на сухое вещество) клетчатки. При соотношении картофеля и початков 1,8—1,85 : 1 содержание клетчатки в смеси не будет превышать 7%. При включении в силос 35% початков с восковой спелостью зерна средняя влажность смеси снизится примерно до 70%, что обеспечит оптимальные условия для молочнокислого брожения. Одновременно изучали влияние степени измельчения кукурузных початков на качество силоса и его переваримость свиньями. В I варианте початки измельчали на частицы средней величины — 3,4 мм; во II — 7,1 мм.

Химический состав кормов (табл. 54), как и следовало ожидать, был идентичным. Содержание клетчатки равнялось 7%, что соответствовало верхнему допустимому пределу для откормочных свиней. Учитывая, что комби-

Таблица 54. Химический состав комбисилоса

Комбисилос	Влажность, %	В % на абсолютно сухое вещество					
		протеин	жир	клетчатка	БЭВ	Са	Р
Вариант I	70,42	12,37	2,43	6,99	74,45	0,47	0,4
Вариант II	70,59	12,31	2,29	6,97	74,73	0,43	0,45

Таблица 55. Содержание органических кислот в комбисилосах, % на натуральную влажность

Вариант	рН	Молочная свободная	Уксусная		Масляная	
			свободная	связанная	свободная	связанная
I	3,9	1,81	0,38	0,05	0	0
II	4,0	1,79	0,35	0,06	0	0

силос дополняет комбикорм или зерновые концентраты, количество клетчатки в сухом веществе рациона не превысит 5%, а это, как известно, соответствует оптимальному ее содержанию в рационе для молодняка свиной и откормочного поголовья.

Качество силоса в обоих вариантах было высоким (табл. 55), рН силоса составляла 3,9—4,0, что свидетельствует о надлежащей стойкости корма. Масляной кислоты в силосе не было, а количество молочной составляло 82—83% (к сумме свободных кислот). Разницы в качестве силоса по вариантам опыта не отмечено. Переваримость питательных веществ силосов также была примерно одинаковой (табл. 56).

Измельчение кукурузных початков в пределах 3,4—7,1 мм обеспечивает одинаковую переваримость кормов, однако у животных II группы отмечались расстройства пищеварения (сильные запоры), что свидетельствует о нецелесообразности грубого измельчения початков.

Дальнейшие исследования показали, что комбисилос такого состава может заготавливаться для создания страховых запасов кормов. В 1985 г. был приготовлен силос из початков кукурузы восковой спелости (вариант I); из запаренного картофеля (вариант II) и из запаренного картофеля с добавлением 35% по массе кукурузных початков. Средний размер частиц измельченных початков составил 3,2 мм.

Качество силосов определяли через 18 мес хранения (табл. 57).

Таблица 56. Переваримость питательных веществ silосов
(в опытах на подсвинках)

Вариант	Коэффициент переваримости, %					
	сухого вещества	органического вещества	протеина	жира	клетчатки	БЭВ
I	77,04	78,27	71,77	47,75	30,26	84,83
II	76,99	78,88	70,68	31,35	33,81	85,47

Таблица 57. Содержание кислот в silосах после 18 мес хранения

Silос	pH	Содержание кислот, в % на натуральную влажность				
		молочная свободная	уксусная		масляная	
			свободная	связанная	свободная	связанная
Из початков	4,72	0,52	1,03	0,42	—	0,06
Картофельный	4,15	0,97	0,78	—	0,05	0,14
Картофель + 35% початков	4,1	1,32	0,71	—	—	0,1

Silos из кукурузных початков содержал больше уксусной кислоты. Высокое содержание в корме уксусной кислоты диктует необходимость ограничения его скармливания свиньям.

Лучшим и вполне пригодным для длительного хранения был silос из запаренного картофеля. Однако наиболее надежным способом, обеспечивающим высокое качество silоса в течение длительного времени, является совместное silосование запаренного картофеля с кукурузными початками без оберток. Даже спустя 18 мес в silосе содержалось 64% свободной молочной кислоты (к сумме). Показатель pH silоса равнялся 4,1, что говорит о высокой стойкости корма.

В прямом балансовом опыте на откормочных подсвинках изучали переваримость рациона, состоящего из отдельно засилосованных картофеля и кукурузных початков и комбисилоса. Соотношение компонентов в обоих случаях было одинаковым (на долю кукурузных початков приходилось 35% по массе). Отмечена более высокая переваримость протеина животными, получавшими комбисилос (табл. 58).

Объясняется это не совсем благоприятными процес-

Таблица 58. Переваримость питательных веществ кормов, приготовленных различными способами

Вариант опыта	Коэффициенты переваримости, %					
	сухого вещества	органического вещества	протеина	жира	клетчатки	БЭВ
I (раздельное силосование)	81,50	82,44	71,25	26,12	50,23	88,85
II (комбисилос)	81,55	82,34	77,40	33,74	50,25	87,44

сами, которые происходили в силосе из початков. Наличие значительного количества в нем связанной уксусной кислоты (в силосах других вариантов ее не обнаружено) косвенно свидетельствует об образовании в корме аммиака с последующим связыванием его со свободной уксусной кислотой и образованием аммонийных солей уксусной кислоты.

Опыты доказывают надежность технологии совместного силосования кукурузных початков и запаренного картофеля в указанных соотношениях, при которой создаются лучшие условия и для силосования картофеля, так как обеспечиваются более благоприятные условия для молочно-кислого брожения. Приготовленный корм можно хранить в течение длительного времени без снижения его качества.

СИЛОСОВАНИЕ ЗАПАРЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

Один из довольно надежных способов хранения клубней — силосование в запаренном виде, известное и применяемое в отдельных хозяйствах России еще в конце XIX столетия (А. И. Рудаков, 1956). Однако вопрос о необходимости широкого внедрения этого способа был поставлен только в 30-х годах в связи с созданием крупных коллективных хозяйств. В 1931 г. была опубликована брошюра П. А. Собаченкова «Силосование картофеля», в которой он делится впечатлениями о постановке этого дела в Германии и аргументированно шдднгает необходимость внедрения этого способа в СССР. Автор побывал в некоторых немецких хозяйствах и видел, что прекрасный силос скармливали скоту в сентябре, т. е. накануне нового урожая. П. А. Собаченков приводит результаты опытов, проведенных профессором Фельнем в Восточной Пруссии. В силосованном картофеле содержалось 1,54%

молочной кислоты, 0,68 — уксусной и 0,03% масляной кислоты. Данные о переваримости картофеля свидетельствовали о том, что силос из него переваривался даже несколько лучше, чем свежезапаренный картофель (табл. 59).

Эти данные интересны не только тем, что показывают влияние тепловой обработки картофеля на его переваримость, но и тем, что она привела к снижению переваримости протеина. Сырой картофель в этом опыте переваривался хотя и хуже, чем запаренный, однако не настолько, чтобы говорить о нецелесообразности его использования для фуражных целей при условии разработки надежных способов его хранения.

Запаривание картофеля приводит к клейстеризации его крахмала, что создает благоприятные предпосылки для развития молочно-кислых бактерий и, таким образом, для нормального брожения.

По мнению П. А. Собаченкова, при запаривании картофеля молочно-кислые бактерии полностью не погибают, а вредные микробы уничтожаются, поэтому охлаждение запаренного картофеля перед силосованием совершенно нецелесообразно, так как может привести к излишней проволочке и к непроизводительной затрате труда.

Эта точка зрения будет доминировать в течение нескольких десятилетий. Скажем, в книге М. М. Макаровой отмечается, что высокая температура и хорошая уплотняемость картофельной массы создают исключительно благоприятные условия для преимущественного развития молочно-кислых бактерий. Автор считает, что эти бактерии наиболее термостойки и сохраняют жизнеспособность при высокой температуре.

Приято считать, что запаренный картофель является прекрасной средой для развития молочно-кислых бакте-

Таблица 59. Переваримость картофеля в опытах на свиньях

Питательные вещества	Коэффициенты переваримости		
	сырой картофель	запаренный картофель	силос из запаренного картофеля
Органическое вещество	90,5	95,8	96,2
Сырой протеин	84,0	76,9	79,6
Сырая клетчатка	46,2	70,0	82,5
БЭВ	91,0	97,7	98,8

рий (П. А. Собаченков, 1931; Е. Н. Мишустин, 1933; А. И. Рудаков, 1956; М. М. Макарова, 1962). Однако в связи с материалами, изложенными в разделе «Сущность силосования», становятся понятными причины и не вполне удачных опытов по силосованию запаренного картофеля.

Е. Н. Мишустин (1933) приводит результаты исследований Гильдебрандта, из которых видно, что качество силоса из запаренного картофеля было не всегда однозначным. Активная кислотность (рН) колебалась в пределах 4—4,4, содержание молочной кислоты равнялось 0,47—1,16%, уксусной кислоты свободной — 0,28—0,63, уксусной связанной — 0,02—0,07, масляной свободной — 0,03—0,51, масляной связанной — 0,03—0,37%.

Как видим, количество уксусной и особенно масляной кислот колебалось в широких пределах, причем содержание масляной кислоты достигало таких значений, которые свойственны только плохому корму.

Тем не менее в недалеком прошлом каких-либо сомнений относительно силосования запаренного картофеля не возникало. В большинстве своем получали силос высокого качества, причем картофель, выгружаемый из запарочного агрегата, специально не охлаждали. Более того, как мы уже отмечали, считалось, что охлаждать запаренный картофель вообще нецелесообразно.

В связи с этим парадоксальным, на первый взгляд, является переосмысление концепций силосования запаренного картофеля, которое произошло в последние два десятилетия. Так, согласно сводке силосуемости корнеклубнеплодов (В. Шмидт, Г. Веттерау, 1975), запаренный картофель, засилосованный горячим способом, относится к средне- или трудносилосующемуся сырью, запаренный, но охлажденный перед силосованием, — к легкосилосующемуся. Поэтому для получения силоса хорошего качества запаренный картофель перед загрузкой в хранилище рекомендуется охлаждать до температуры 50—55°.

По другим источникам, картофель следует охлаждать до 30° (Н. Д. Воск, 1968) или до 40—50° (И. А. Даниленко и др., 1982). Чем же вызвана необходимость охлаждения запаренного картофеля перед силосованием? Дело в том, что, в связи с внедрением в производство запарников непрерывного действия интенсивность заполнения хранилищ резко возросла. Это привело к тому, что без применения охлаждения картофеля температура его в хранилище значительно превышала не только оптималь-

ную, но даже максимальную для всех групп молочно-кислых бактерий, в том числе термофильных. Согласно же изложенным выше теоретическим представлениям, в этих условиях подавляющая часть молочно-кислых бактерий погибала, а спорообразующие масляно-кислые бактерии при охлаждении картофеля до 40° начинали размножаться. Развитие их прекращалось только после того, как показатель активной кислотности массы (рН) снижался до критического значения.

В связи с медленным подкислением массы и возникновением нежелательных форм брожения потери питательных веществ оказывались весьма высокими. В прошлом, когда для силосования применялись запарники периодического действия, такая опасность сводилась к минимуму, ибо каждая порция картофеля до поступления следующей успевала охладиться, во всяком случае в верхнем слое, и молочно-кислые бактерии, попадавшие в корм из внешней среды, подкисляли массу до такого уровня, который оказывался губительным для вредных микроорганизмов. Надо иметь в виду, что молочно-кислые бактерии способны вырабатывать некоторое количество молочной кислоты даже в аэробных условиях, когда действие масляно-кислых бактерий исключается.

Как видим, внедрение запарников непрерывного действия повлекло за собой необходимость оснащения их различного рода охлаждающими устройствами. Казалось бы, все в этом деле ясно, тем не менее не всегда из запаренного картофеля получают силос высокого качества.

По данным В. Шмидта и Г. Веттерау (1975), в ГДР, где накопили большой опыт силосования картофеля и способ этот получил широкое распространение, в среднем по стране к силосу очень хорошего качества отнесено 37% проб, к хорошему — 33, посредственному 26 и плохому — 4%. В среднем силос был хорошего качества, содержание кислот было следующим: молочной — 64%, уксусной — 32 и масляной — 4%. Образование масляной кислоты в силосе из запаренного картофеля, хотя и в небольших количествах, — явление не такое уж редкое. Дело здесь, видимо, не только в каких-либо отклонениях от рекомендуемого температурного режима, но и в качестве исходного сырья. Известно, что отклонения от нормального хода брожения могут иметь место при силосовании картофеля с низкой крахмалистостью и, следовательно, с высокой влажностью. Слишком влажная среда способ-

ствует развитию масляно-кислых бактерий и сдерживает молочно-кислое брожение.

Еще в 1932 г. Рушман пришел к выводу, что для силосования пригоден только картофель, содержащий много крахмала (цитировано по С. Дж. Уотсону и М. Дж. Нэшу, 1964).

В исследованиях, выполненных нами в 1969—1970 гг. в совхозе «Любанский» Любанского района Минской области, обнаружено, что даже при высокой кислотности картофельного силоса (рН 3,5—3,8) в нем накопилось 0,2—0,34% масляной кислоты (6,5—11,8% к сумме кислот). Казалось бы, при таком низком значении рН масляной кислоты в силосе вообще не должно быть, но она обнаруживалась во всех слоях силоса и, вне всякого сомнения, образовалась раньше, чем снизилась до такого уровня кислотность. Значит, на определенном этапе созревания силоса создавались условия для масляно-кислого брожения.

Дело здесь не только в несколько повышенной температуре массы (при высоких температурах рН корма не снижается до указанных значений). Температурный фактор сыграл определенную роль, ибо в средних слоях в корме содержалось значительно больше масляной кислоты (0,32—0,34%, или 10,6—11,8% к сумме кислот, при рН 3,7—3,8 против 0,18—0,2%, или 5,8—7,4% к сумме кислот, при рН 3,5 в нижних и верхних слоях).

В верхнем слое корм имел очень высокую кислотность (рН 3,5), значит, молочно-кислое брожение здесь протекало весьма интенсивно. И все-таки и здесь в корме образовалось 5,8% к сумме масляной кислоты из-за повышенной влажности картофеля (более 80%). Крахмалистость клубней не превышала 12%. И хотя силос из запаренного картофеля в этом хозяйстве имел удовлетворительное или хорошее качество (на долю молочной кислоты приходилось 63—67%), считаем, что использовать низкокрахмалистый картофель для силосования нецелесообразно.

Заметная разница в качестве силоса из картофеля с высоким (20%) и низким (до 12%) содержанием крахмала была отмечена в колхозе «Красное Знамя» Столбцовского района. В первом случае в силосе содержание свободной масляной кислоты колебалось от 0 до 0,06%, во втором — от 0,14 до 0,16% (силосовали картофель без каких-либо добавок). Нет сомнений, что если к запаренному картофелю с высокой влажностью добавить хотя

бы 5% травяной или сеной муки, качество силоса возрастет. Однако такой корм будет относиться к разряду комбисилосов, о которых разговор впереди.

В связи с тем что конкретных данных по изменению качества картофельного силоса в зависимости от температуры массы при закладке в литературе практически нет, нами была поставлена задача выяснить влияние различных способов силосования запаренного картофеля (без охлаждения и с охлаждением до различных температур) на качество силоса, величину потерь, переваримость питательных веществ.

Опыты (с участием кандидата сельскохозяйственных наук И. И. Краско) проводили на конезаводе «Заречье» Смолевичского района Минской области.

Запаренные клубни силосовали без охлаждения (I вариант), охлажденными до температуры 60—65° (II вариант) и до 40—45° С (III вариант). В каждое изолированное хранилище закладывали по 2,6 т картофеля. Сразу после заполнения хранилищ и в процессе хранения температуру массы измеряли с помощью хромелькопелевых термопар. Процессы брожения в силосуемой массе протекали далеко не одинаково (табл. 60).

Значительно активнее они протекали в охлажденном перед силосованием картофеле. После 20-дневного хранения корма масляная кислота в нем не обнаруживалась. Последующие анализы кормов проводили на четвертом—пятом месяце хранения. В силосе I варианта количество свободной масляной кислоты равнялось 0,1%, в силосе II варианта — 0,05, а в силосе III варианта ее не было.

Количество связанной масляной кислоты было практически одинаковым (0,1—0,12%) в силосах всех трех вариантов. Общее количество ее было небольшим (6,8% к сумме кислот) в силосе I варианта, в силосе II и III ва-

Таблица 60. Изменение содержания свободных кислот в силосуемом картофеле

День исследования	Вариант	рН	Содержание кислот, %	
			молочной	уксусной
5-й	I	5,55	0,42	0,02
	II	4,9	0,61	0,07
	III	4,2	0,81	0,23
20-й	I	4,52	0,90	0,03
	II	4,25	0,91	0,29
	III	4,02	1,03	0,93

риантов на ее долю приходилось соответственно 5,9 и 2,6%.

Совершенно очевидно, что образование ее происходило уже после снижения рН почти до оптимального уровня. В силосе I варианта (из неохлажденного картофеля) в средних слоях его, где картофель остывал медленно, содержание свободной масляной кислоты достигало 0,16—0,22, а связанной — 0,17—0,24%. Показатель рН корма в этих слоях равнялся 4,24—4,28, что несколько превышало средний показатель (4,21).

Что касается силоса II варианта, то в верхних и нижних слоях его масляной кислоты вообще не было, обнаруживалась она только в средних слоях.

В других опытах, проведенных нами, отмечалась такая же тенденция, хотя абсолютные величины содержания кислот были несколько иными. В одном из опытов, например, показатель рН силоса из запаренного неохлажденного картофеля колебался от 4,07 до 4,4. Показатель рН 4,4 был у силоса, взятого из средних слоев. В корме из этих слоев содержание свободной масляной кислоты достигало 0,15%, в то время как в силосе из верхних и нижних слоев количество ее составляло всего 0,04—0,05%. Эти и другие наши исследования показали, что масляная кислота в силосуемом запаренном картофеле может образовываться при весьма низких значениях рН, что в какой-то мере противоречит известным теоретическим постулатам, согласно которым масляно-кислое брожение может происходить лишь до существенного снижения показателя активной кислотности. Эти утверждения верны для практики приготовления силоса из легкосилосуемого травяного сырья, когда эпифитная, т. е. обитающая на растительном сырье, микрофлора не уничтожается под воздействием высокой температуры (при нормальном силосовании она не превышает 36—38 °С). Кроме того, значительная пористость силосуемого травяного сырья и, следовательно, наличие в кормовом штабеле воздуха на первом этапе силосования делает невозможным развитие масляно-кислых бактерий (они строгие анаэробы), а деятельность молочнокислых бактерий не подавляется, ибо они неплохо развиваются и при доступе воздуха. Далее, температурные минимум и оптимум для мезофильных молочнокислых бактерий имеют более низкие значения, чем для масляно-кислых, вследствие чего первые имеют возможность преимущественного развития.

В отличие от травяного сырья плотность укладки запаренного картофеля исключительно высока (более 1 т в 1 м³), что полностью исключает аэробные процессы. Масляно-кислые бактерии, образовав в процессе запаривания споры, проявляют в строго анаэробных условиях определенную активность при снижении температуры до благоприятных для их развития значений. Можно даже предположить, что споры масляно-кислых бактерий оказываются менее чувствительными к кислой среде, чем формы масляно-кислых бактерий, не образующие спор при обычном холодном способе силосования.

Заметим, что «горячее» силосование картофеля и травянистого сырья далеко не одно и то же. При «горячем» силосовании зеленой массы высокая температура является следствием окисления питательных веществ корма и деятельности аэробной микрофлоры. Вполне понятно, что это приводит к высоким потерям питательных веществ. В случае силосования запаренного картофеля тепловая обработка клубней осуществляется с помощью пара, образуемого в котлах-парообразователях, основные же потери происходят за счет анаэробных процессов брожения. Однако было бы ошибкой считать, что величина потерь совсем не зависит от температурного фактора. В наших исследованиях минимальные потери сухого вещества (7,3%) отмечались при силосовании картофеля, охлажденного перед силосованием до 40—45°; в силосе из картофеля, охлажденного до 60—65°, они составили 10,5%. В силосе из неохлажденного картофеля — 13,5%, обнаруживались очаги недоброкачественного или практически не подкисленного корма (в средних слоях), что вполне объяснимо: медленное подкисление картофеля в этих слоях привело к нежелательным отклонениям от нормального брожения.

В каждом из трех вариантов в процессе запаривания картофель подвергался одинаковой тепловой обработке, поэтому переваримость питательных веществ силоса могла зависеть лишь от разницы температурного режима массы в хранилище. Заложенный на хранение картофель находился в условиях повышенных температур весьма длительный период. Сразу после укрытия корма температура его в центре емкости составляла в I варианте 84, во II — 65 и в III — 43 °С, на второй день — соответственно 80, 62 и 39 °С. Для снижения температуры массы до 39 °С в I варианте потребовалось 14, а во II — 9 суток. Несмотря на длительное воздействие на картофель по-

Таблица 61. Переваримость питательных веществ рационов, включающих силос из запаренного картофеля

Группа	Цикл опыта	Коэффициент переваримости, %			
		протеина	жира	клетчатки	БЭВ
I	Первый	76,47	49,68	35,21	89,18
	Второй	77,77	60,39	43,93	90,62
II	Первый	74,92	49,17	30,69	88,34
	Второй	77,45	61,80	38,74	90,07
III	Первый	75,44	46,92	33,97	88,67
	Второй	79,31	61,52	42,67	90,34

Примечание. Животные I группы получали силос из не охлажденного перед силосованием картофеля, II — из охлажденного до 60 — 65°, III — из охлажденного до 40 — 45°С.

вышенных температур, разница в переваримости питательных веществ его по вариантам опыта была весьма незначительной (переваримость изучали в дифференциальном балансовом опыте). Увеличение в рационе доли картофеля с 11,4 до 31,6% по питательности привело к повышению переваримости рационов в каждом из вариантов опыта (табл. 61).

Переваримость БЭВ у животных всех групп изменялась одинаково. С увеличением доли картофеля в рационе значительно улучшилась переваримость жира и клетчатки, но нас больше интересовал характер изменения переваримости протеина, обладающего исключительно высокой биологической ценностью, которого, в отличие от жира и клетчатки, содержалось в клубнях достаточно много (9—12% на сухое вещество). Коэффициент переваримости протеина во втором цикле опыта увеличился у животных I группы на 1,3%, II — 2,53 и III — 3,87%. Хотя в данном случае и прослеживалась тенденция к повышению переваримости протеина силоса из охлажденного картофеля, изменения этого показателя столь незначительны, что они не могли существенно отразиться ни на общей, ни на протеиновой питательности картофеля.

Пока мы рассмотрели результаты переваримости рациона, в состав которого кроме картофеля входил комбикорм, но схема дифференциального опыта позволяет определить переваримость питательных веществ не только рациона в целом, но и отдельно взятого корма, входящего в его состав. Расчеты показали, что переваримость

органического вещества картофеля практически не зависела от того, охлаждался картофель перед закладкой на хранение или нет. Коэффициент переваримости составлял 94% (у животных I группы), 95,5 и 95,7% — у животных II и III групп. Переваримость БЭВ, являющихся основной составной частью сухого вещества картофеля, также была практически одинаковой — 95,5; 97,0 и 98,0%. Более заметная разница отмечена в переваримости протеина: 80,0; 83,1 и 86%. Разница в 6% между крайними показателями кажется, на первый взгляд, весьма существенной, но если, пользуясь полученными коэффициентами переваримости, определить содержание в картофеле переваримого протеина, то окажется, что она не может иметь большого практического значения. Если, к примеру, в 1 кг картофеля содержится 18 г сырого протеина, то при коэффициентах переваримости его 80 и 86% содержание переваримого протеина составит 14,4 и 15,5 г. В состав рациона включают, как правило, до 30% картофеля (по питательности), поэтому разница в потреблении свиньями протеина из силосованного картофеля указанных вариантов окажется весьма незначительной.

Изложенное позволяет сделать вывод, что запаривание картофеля создает лишь предпосылки для обеспечения нормального брожения, хотя не гарантирует получения силоса высокого качества. Реализация этих предпосылок возможна при условии предварительного охлаждения запаренного картофеля, способствующего быстрому подкислению корма, исключению или сведению до минимума масляно-кислого брожения, сокращению потерь питательных веществ. Верхним пределом охлаждения картофеля следует считать температуру 60—65 °С. Быстрее подкисляется картофель, охлажденный перед силосованием до температуры 40—45 °С. Это наиболее надежный способ силосования запаренного картофеля, обеспечивающий максимальную сохранность питательных веществ.

Нами предложен способ силосования картофеля, позволяющий охлаждать его без специальных устройств и гарантирующий получение силоса высокого качества. Суть его в следующем: к запаренному картофелю добавляется сырой измельченный картофель в соотношении 2,0—2,2 : 1. Оба компонента смешиваются до получения однородной массы. Сырой картофель нагревается при этом до 60—64 °С (до температуры клейстеризации крахмала), а температура запаренного картофеля соответ-

венно снижается до таких же значений. Одновременно такая температура соответствует верхнему пределу для развития термофильных бактерий. Практически в хранилище попадает корм с температурой до 60°, что обеспечивает нормальный процесс силосования. Качество полученного таким образом силоса не ниже силоса из одного запаренного и охлажденного перед силосованием картофеля. Нет различий и в переваримости этих кормов, так как переваримость крахмала клейстеризованного и крахмала полностью сваренного картофеля одинакова. Способ позволяет на 30% снизить энергозатраты (благодаря тому, что на клейстеризацию крахмала одной трети картофеля используется тепло, сосредоточенное в запаренном) и на 50% повысить производительность агрегата.

СИЛОСОВАНИЕ СЫРОГО КАРТОФЕЛЯ

Сырой картофель вследствие низкого содержания в нем сахара относится к трудносилосующемуся сырию. Правда, в некоторых публикациях сообщается о вполне благоприятном исходе силосования. Так, по Н. Г. Шапошникову (1956), сырой картофель заквасился до рН 4,2, корм был хорошего качества и имел достаточно высокую переваримость. Отметим, однако, что силосование картофеля проводили 25 мая, а это имеет принципиальное значение, так как при прорастании клубней в них происходит накопление сахаров, что способствует нормальному процессу брожения. Но силосование картофеля в весенний период — явление крайне редкое и делать из этого выводы о хорошей силосуемости сырого картофеля не совсем верно.

В опытах А. А. Березовского и др. установлено, что запаренный картофель заквашивался быстрее сырого (табл. 62).

В конечном итоге сырой картофель подкислялся до рН 3,8, однако в нем образовалось меньше, чем в запаренном, молочной кислоты, но зато в нем вследствие медленного подкисления корма образовалось более 10% (к сумме кислот) масляной кислоты. Характерно, что через 10 дней хранения такого силоса в нем образовалось в три раза больше масляной кислоты, чем молочной.

Бывает и так, что сырые клубни не заквашиваются до оптимальной кислотности, но по соотношению кислот корм получает хорошую оценку. Например, в опыте по

Таблица 62. Интенсивность заквашивания запаренного и сырого картофеля

Силос	рН	Молочная кислота, %	Уксусная, %		Масляная, %	
			свободная	связанная	свободная	связанная
Из запаренного картофеля						
3-дневный	4,5	0,15	0,10	0,08	—	—
10-дневный	4,0	0,40	0,15	0,10	—	—
30-дневный	3,6	0,95	0,20	0,25	—	—
Из сырого картофеля						
3-дневный	5,0	0,07	0,07	0,07	—	—
10-дневный	4,6	0,17	0,10	0,08	—	0,5
30-дневный	3,8	0,8	0,15	0,01	—	0,1

силосованию картофеля, выполненном В. Шмидтом и Г. Веттерау, показатель рН силоса из сырых клубней составил 4,5, в нем накопилось 1,25% молочной кислоты, 0,43 — уксусной и 0,05% — масляной. Но высокий показатель рН свидетельствует о нестойкости силоса и о возможности его быстрой порчи в период использования. Не повысило стойкости силоса и добавление к картофелю при силосовании 5% овсяных отрубей.

По сообщению И. И. Бойко (1980), даже добавление к силосуемому сырому картофелю 20% травяной муки не позволило получить силос хорошего качества. Корм имел неприятный запах, в расчете на сухое вещество в нем содержалось 0,24% масляной кислоты.

Не удалось получить хорошего стойкого силоса из сырого картофеля и в наших исследованиях. Активная кислотность (рН) силоса была в пределах 4,4—4,6.

В ряде работ отмечается плохая поедаемость силоса из сырого картофеля свиньями, более низкая по сравнению с силосом из запаренного картофеля переваримость. По данным С. Я. Зафрена, переваримость органического вещества силоса из сырого картофеля составила 90%, а из запаренного — 95%. Худшая поедаемость силоса из сырого картофеля свиньями объясняется скорее всего низким качеством и плохими вкусовыми свойствами корма.

В связи с дефицитом топлива в ряде стран, в том числе в нашей стране ведутся поиски путей силосования сырого картофеля.

И. И. Бойко сообщает о положительном опыте силосования сырого картофеля с ферментными препаратами.

В силосах накапливалось достаточно много молочной кислоты, а масляная не образовывалась.

Большие исследования в этом направлении выполнены в БелНИИЖ О. А. Вербич (1977). В них изучалось консервирование сырого картофеля с ферментными препаратами, с химическими консервантами с добавлением сухих и сочных кормов. Силос хорошего качества был получен при использовании ферментных препаратов (аваморина, оризина) в дозах 0,05%. Активная кислотность корма составила 4,1—4,2. Хорошие результаты дало применение муравьиной и бензойной кислот (показатель рН силосов равнялся 3,5—4,0). При силосовании сырого картофеля без добавок получился непригодный к скармливанию продукт, содержащий 32—44% масляной кислоты (к сумме кислот). По сравнению с вареным силосованным картофелем переваримость органического вещества сырого силосованного картофеля была на 6%, а протеина — на 9% ниже. Однако переваримость органического вещества рационов с силосом из сырого картофеля была выше по сравнению с рационом, состоящим из одного комбикорма. На основании исследований делается вывод, что введение в рацион подсвинок на откорме 50% по питательности силосованного сырого картофеля вполне себя оправдывает, но только в тех случаях, если силос готовится с рекомендуемыми добавками.

В опытах Р. Sonnefeld и др. (1981; ГДР) положительные результаты получены при силосовании сырого картофеля с добавлением молочной сыворотки и обраты. Активная кислотность силосов составила 4,35—4,4. Силос без добавок оказался испорченным (с рН 5,3).

В ГДР, где ежегодно используется на фуражные цели от 1 до 7 млн. т картофеля, широко применяется его силосование как в запаренном виде, так и сырого с химическими консервантами (пиросульфитом натрия, добавляемом в количестве 0,2% (2 кг на 1 т картофеля), бензойной кислотой в таких же дозах и муравьиной кислотой (0,4%, или 4 кг на 1 т). При этом предпочтение отдается пиросульфиту натрия — более дешевому и удобному консерванту (F. Weissbach, L. Schmidt, 1980). Считается, что увеличивать мощности для запаривания картофеля целесообразно ввиду не только энергоемкости такой технологии, но и потому, что в годы с низким урожаем картофеля крупные капиталовложения, затраченные на оборудование, не будут использованы полностью.

По переваримости органического вещества силос из

Т а б л и ц а 63. Переваримость картофельного силоса, консервированного по различным технологиям

Силос	Коэффициенты переваримости, %		
	органического вещества	сырого протеина	БЭВ
Из запаренного картофеля	93	65	97
Из сырого, консервированного химическими консервантами	91	42	97

сырого картофеля, законсервированный химическими консервантами, лишь немного уступал силосу из запаренного картофеля (табл. 63).

Как видим, переваримость БЭВ (а это по существу крахмал) не зависела от способов консервирования. Вопреки ожиданиям, снизилась переваримость протеина силоса из сырого картофеля. Но в связи с невысоким содержанием протеина в картофеле это почти не сказалось на переваримости органического вещества. Интересно, что засилосованный с химическими консервантами картофель поедается свиньями лучше, чем сырой картофель в свежем виде. Отмечается, что животные с силосом из запаренного картофеля потребляли несколько больше сухого вещества, однако этот недостаток силоса из сырого картофеля компенсируется преимуществом технологии. На основании ряда исследований авторы рекомендуют скармливать на каждые 10 кг живой массы свиньи 0,1 кг сухого вещества химически консервированного картофеля, т. е. при живой массе 40 кг — 0,4 кг сухого вещества в сутки, при 60 кг — 0,6, при 80; 100 и 120 кг соответственно 0,8; 1,0 и 1,2 кг.

Особенности технологии химического консервирования заключаются в следующем: картофель тщательно моют, измельчают на крупные частицы, постоянно контролируют расход консерванта, после заполнения сооружения поверхность картофеля укрывают пленкой, на которую укладывают соломенные тюки. Перед выемкой силоса сок из хранилища необходимо удалить. Извлеченная из хранилища масса должна храниться не более трех дней.

Есть, на наш взгляд, в этом способе существенный недостаток — высокие потери сухого вещества с удаляемым соком, а они, по данным авторов, составляют 15%.

Нет сомнения, что поиски в направлении совершенствования технологии силосования сырого картофеля необходимо продолжать. Важным здесь является сокращение потерь питательных веществ и повышение вкусовых качеств корма с целью улучшения его поедаемости.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОМБИСИЛОСА

Картофель можно силосовать без каких-либо добавок или использовать его в качестве компонента комбинированного силоса.

Учитывая, что свиньи являются животными всеядными, для приготовления комбисилоса можно использовать самое разнообразное растительное сырье: зеленую массу однолетних и многолетних трав, морковь, свеклу, сенную или травяную муку, зернофураж. Всеядность свиней отнюдь не означает, что скармливать им эти корма можно в любом количестве и в любом соотношении. Свиньи плохо переваривают корма с высоким содержанием клетчатки, что и учитывается при проектировании состава комбисилоса. Количество добавляемой зеленой массы, травяной или сеной муки ограничивается из-за содержания в них клетчатки, не соответствующего физиологии пищеварения свиней. В сухом веществе рациона для откормочных свиней должно быть 5—7% клетчатки, а в названных кормах ее содержится 18—25%.

В картофелеводческих зонах основной составной частью комбисилоса является картофель, который вводится в силосуемую массу в запаренном виде. Принято считать, что комбисилосы для свиней готовятся именно на основе запаренного картофеля, к которому добавляются в том или ином количестве другие компоненты.

На важность проблемы приготовления комбисилоса на основе запаренного картофеля еще в 1950 г. обратили внимание А. А. Зубрилин и др. Авторы отмечали, что добавлять к картофелю много сеной муки не следует, ибо это ухудшает процесс силосования. Более того, сеной мука не нуждается в силосовании, она может быть добавлена к силосу при скармливании. С этим утверждением можно согласиться лишь в том плане, что сеной мука сама по себе не нуждается в силосовании. Но хорошо известным является факт, что при хранении сена происходят потери питательных веществ, особенно высоки потери каротина. При добавлении же сеной муки к силосуемому картофелю в осенний период сохранность витаминов и

других элементов питания будет наверняка более высокой.

Авторы считают, что в зоотехническом отношении удачной может быть смесь, состоящая из равных количеств картофеля и зеленой массы, причем очень хорошим компонентом является отава клевера и люцерны, силосуемость которых в смеси с вареным картофелем резко улучшается. Они приходят к мысли и о целесообразности приготовления силоса на основе запаренного картофеля с добавлением белково-витаминной пасты, в 1 кг которой при натуральной влажности содержится 15—20% белка, а содержание каротина достигает 15—50 мг%.

В составе комбисилоса паста не портится. Ввиду того что паста богата белком, но не содержит сахара, ученые считают, что для получения хорошего комбисилоса ее надо предварительно смешать с морковью (25—35% по весу). Полученную смесь можно вводить в силосуемый картофель в любом количестве. Надо сказать, что предложенная идея так и осталась неосуществленной. В те годы, да и в последующий период, производство пасты в хозяйствах не было налажено. Работа по ее приготовлению и оценке не выходила за пределы научных исследований. В наши дни в Белоруссии протеиновый зеленый концентрат (ПЗК) производят лишь на кормопредприятии «Припять» Гомельской области.

Ценность такого корма может быть исключительно высока. По существу, это — полнорационный силос со всеми необходимыми элементами питания. Исследования по разработке технологии и оценке кормового достоинства такого комбисилоса заслуживают внимания. Можно предполагать, что использование такого корма позволило бы свести к минимуму расход зерновых концентратов в свиноводстве.

Значение комбисилоса сводится не только к экономии концентратов, но и к обеспечению животных более полноценными кормовыми средствами.

Заготовка комбисилоса позволяет в течение длительного периода использовать в кормлении свиней такие кормовые средства, которые ограничены определенным временем года. Зеленую массу, морковь и другие компоненты комбисилоса можно применять в течение всего зимнего периода, а при необходимости — и в летнее время, повышая резистентность животных, молочность свиноматок, жизнеспособность новорожденных поросят.

Об исключительно высокой эффективности использо-

Таблица 64. Эффективность использования комбисилоса при кормлении свиней

Состав силоса	Среднесуточный прирост, г	Кормовых единиц на 1 кг прироста
Картофель	640	5,95
Картофель, 80% + красная морковь, 20%	720	5,7
Картофель, 74% + тыква, 26%	725	5,6
Картофель, 85% + отава клеверная, 15%	710	5,75
Картофель, 70% + морковь, 10% + початки кукурузы, 20%	720	5,6

вания комбисилоса в кормлении свиней сообщает А. И. Рудаков. В хозяйстве «Белогорка» Ленинградской области взрослые откормочные свиньи съедали до 21 кг комбисилоса с вареным картофелем и давали до 1500 г среднесуточного прироста. Для зимнего откорма свиней автор рекомендует комбисилос, включающий 55% запаренного картофеля, 30% кормовой свеклы, 15% кормовой капусты и ботвы, для поросят-отъемышей — силос из 83% запаренного картофеля, 5% клеверной отавы, 8% кормовой брюквы и 4% моркови с листьями.

Большая заслуга в изучении и пропаганде опыта приготовления комбисилоса принадлежит А. А. Березовскому. Он изучил не только зоотехнические, но и технологические аспекты приготовления комбисилоса. Использование комбисилоса (50% к питательности рациона) оказалось значительно более эффективным, чем силосованного картофеля (табл. 64).

При скармливании различных комбисилосов достигалась высокая и практически одинаковая продуктивность (710—725 г), так как в составе силосов на долю картофеля приходилось 70—85%.

А. А. Березовский отмечает, что переваримость зеленой массы свиньям зависит от сроков уборки травы. Так, клетчатка отавы клевера, убранного до бутонизации, переваривалась на 37,29%, а клевера, убранного во время цветения, — на 23,95%.

Основой комбисилоса должны быть, как уже отмечалось, корнеклубнеплоды, характеризующиеся высокой переваримостью питательных веществ. Очень хорошо переваривается органическое вещество запаренного картофеля, сахарной свеклы (табл. 65).

Таблица 65. Переваримость питательных веществ
корнеклубнеплодов у свиней (по А. А. Березовскому)

Корнеклубнеплоды	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырая клетчатка	ВЭВ
Сахарная свекла	90	60	52	95
Картофель	94	70	51	96
Кормовая свекла	83	45	80	93
Брюква	85	30	82	93
Морковь	84	70	80	90

Потери питательных веществ при заготовке и хранении комбисилоса значительно ниже, чем при обычном силосовании травянистых кормов. Например, в силосе из 50% запаренного картофеля, 30% клеверной отавы и 20% свеклы потери сухого вещества составили 5,95%, протеина — 3,3, каротина — 8,55%. И это несмотря на то, что влажность комбисилоса была около 80%. Низкие потери питательных веществ в комбисилосе объясняются прежде всего очень высокой плотностью массы, достигающей 1 т/м³ и более. Значит, аэробные процессы окисления органических веществ здесь сводятся до минимума.

В силосе (60% запаренного картофеля, 30% тыквы и 10% сеной муки) потери сухого вещества составили всего 3,5—4%, протеина — 3—3,5%, каротина — 8%.

Компоненты комбисилоса необходимо перемешивать. Допускается и послонное силосование, но лишь в том случае, если используемые кормовые средства легко силосуются. Если в состав кормосмеси входят трудносилосующиеся культуры, толщина слоев не должна превышать 3—4 см. Выполнить такое условие очень сложно, в случае же закладки кормов более толстыми слоями силос получается низкого качества. Согласно данным А. А. Березовского, в комбисилосе, состоящем из 70% запаренного картофеля и 30% клевера, заложенных слоями, качество кормов в различных слоях было далеко не одинаковым. Активная кислотность картофеля равнялась 3,85, масляной кислоты не обнаружено, соотношение молочной и уксусной кислот отвечало требованиям силоса высокого качества. В слоях силоса из клевера показатель рН равнялся 4,5, количество масляной кислоты составило 0,19%, в том числе 0,08% свободной. По сообщению В. Шмидта и Г. Веттерау, в слоях люцерны, входящей в состав комбисилоса, брожение протекало нежелательным образом, показатель рН равнялся 5,6—5,8, качество корма было

плохим. Значит, запаренный картофель и трудноусвояющийся компонент необходимо тщательно перемешивать.

Комбисилос может состоять из двух компонентов, а может быть и многокомпонентным. Вариантов же их может быть множество. В. Лемеш, например, приводит рецепт комбисилоса, состоящего из запаренного картофеля и красной моркови в соотношении от 1 : 1 до 4 : 1 или из картофеля и клеверной отавы в соотношении 1 : 1 (1968).

В. Шмидт и Г. Веттерау называют ряд рецептов комбисилоса на основе запаренного картофеля. Приведем некоторые из них (для откормочных свиней):

50% картофеля + 50% сахарной свеклы;

50% картофеля + 50% кормовой свеклы;

60% картофеля + 40% моркови;

60% картофеля + 40% брюквы;

65% картофеля + 35% свекловичного жома;

70% картофеля + 30% свекловичной ботвы;

75% картофеля + 25% красного клевера (до бутонизации).

Эти рецепты надо рассматривать как примерные, ибо в каждом случае соотношение компонентов может быть изменено в ту или иную сторону.

В связи с тем что в рационах племенных свищей допускается более высокое содержание клетчатки, в составе комбисилоса для них может быть уменьшено количество картофеля и увеличено количество других компонентов (ботвы, зеленой массы клевера и т. д.). Вот некоторые рецепты комбисилосов для племенных свиней, предлагаемые В. Шмидтом и Г. Веттерау:

20% картофеля + 20% свеклы + 60% свекольной ботвы;

20% картофеля + 20% свеклы + 30% свекольной ботвы + 30% кормовой капусты;

20% картофеля + 30% моркови + 50% свекольной ботвы;

20% картофеля + 30% моркови + 50% красного клевера;

15% картофеля + 85% свекольной ботвы.

Более 4—5 компонентов вводить в состав комбисилоса нецелесообразно, поскольку это значительно усложнит процесс его приготовления. Введение каждого корма требует отдельной линии, включающей дозирующие устройства.

Надо сказать, что рецептов комбисилосов существует множество, составляются они с учетом сырьевых ресурсов той или иной зоны страны. Ряд рецептов предложен

Таблица 66. Примерные рецепты комбинированного силоса для свиней (по П. Е. Ладан и др., 1978)

Компоненты силоса	Соотноше- ние кор- мов, %	Содержится в 1 кг силоса			
		к. ед.	перевари- мого про- теина, г	клет- чатки, г	каро- тина, мг
Сахарная свекла	70				
Картофель	20	0,31	22	33	15
Травяная мука клевера	10				
Початки кукурузы (восковая спелость зерна)	50				
Картофель	30	0,38	15	31	21
Морковь красная с ботвой	20				
Картофель	30				
Морковь красная	30	0,26	20	34	28
Свекла сахарная	30				
Травяная мука бобовых	10				

ВИЖ. Приведем лишь те из них, которые могут иметь значение для хозяйств Белоруссии (табл. 66).

А. Т. Мысик, А. И. Нетеса (1984) приводят следующие составы комбисилосов (рецепты ВИЖ): картофель — 40%, сахарная свекла — 20, зеленая масса бобовых культур — 30 и травяная мука — 10%; картофель — 40%, морковь с ботвой — 20, зеленая масса бобовых культур — 30 и травяная мука — 10%.

Большинство отечественных исследователей считает, что в 1 кг комбисилоса должно быть не менее 0,25 к. ед., 20—25 г переваримого протеина и 15—20 мг каротина, количество клетчатки не должно превышать 5%.

От содержания клетчатки в комбисилосе в значительной степени зависит его переваримость свиньями. Если в 1 кг сухого вещества корма содержится 25—50 г сырой клетчатки, переваримость органического вещества составляет 93%, при уровне клетчатки 51—75 г — 88%, при 76—100 г — 84%, при 101—125 г — 80%, при 126—150 г — 75%, при 151—175 г — 71%, а при содержании клетчатки 176—200 г — всего 67% (В. Шмидт, Г. Веттерау, 1975).

Меньше всего клетчатки содержится в картофеле, сахарной свекле. Это наиболее ценные компоненты комбисилоса. Органическое вещество их переваривается на 90% и более. Зеленую массу с высоким содержанием в ней клетчатки свиньи переваривают значительно хуже. Коэффициент переваримости органического вещества люцерны (в стадии бутонизации) равен 69%, сладкого люпина — 60% (А. А. Березовский, 1963). Понятно, что для

приготовления комбисилоса годится только молодая, не огурубевшая трава. Очень хорошей добавкой к комбисилосу является отава многолетних бобовых трав, характеризующаяся лучшей по сравнению с травой первого укоса облиственностью, более высоким содержанием протеина.

Комбисилос для свиней должен быть высокопитательным, причем это относится не только к сухому веществу корма. Важно, чтобы высокая концентрация энергии была сосредоточена в единице массы корма.

Достичь высокой питательности корма можно, естественно, за счет повышения содержания в нем сухого вещества. Однако введение в его состав больших количеств, скажем, травяной муки хотя и повысит общую питательность корма (концентрация питательных веществ в сухом веществе при этом понижается), но приведет к ограничению скармливания такого силоса свиньям из-за высокого содержания в корме клетчатки.

Есть и еще один путь повышения питательности комбисилоса: включение в его состав кукурузного зерна восковой или физиологической спелости или початков. В опытах И. Т. Брюшинина и др. (1970) в состав комбисилоса вводили до 70% початков молочно-восковой спелости, 25% сахарной свеклы и 5% сенной муки из люцерны. В состав рациона молодняка свиной на откорме включали от 20 до 50% комбисилоса по питательности. Среднесуточный прирост находился в пределах 469—492 г, расход кормов на 1 кг прироста — 5,5—5,78 к. ед. Интересным представляется опыт использования комбисилоса в кормлении супоросных и подсосных маток. Состав комбисилоса: 45% початков кукурузы восковой спелости, 40% сахарной свеклы, 10% моркови красной с ботвой, 5% резки люцернового сена. Лучшие результаты достигались при включении в рацион супоросных маток 20—25% и подсосных 15—20% комбисилоса по питательности. В рацион откормочных свиней авторы рекомендуют включать до 30% такого комбисилоса. Как видим, в этих опытах комбисилос выполнял роль добавки к основному рациону.

Возникает вопрос: можно ли приготовить комбисилос, который бы служил основным кормом в рационах свиней?

В поисковых опытах мы попытались включить в состав комбисилоса от 30 до 40% зерноотходов ячменя. Силос первого варианта включал 60% запаренного картофеля, 30% зерноотходов и 10% зеленой массы клевера; второго

варианта — 50% запаренного картофеля, 40% зерноотходов и 10% зеленой массы. Несмотря на значительное количество добавляемых к картофелю компонентов, температура массы после смешивания составила в I варианте 69—72 °С, во II — 65—67 °С. Высокая температура смеси объясняется низкой теплоемкостью концентрированных кормов.

Средняя влажность комбисилоса составила 62,1 и 55,7%. В сухом веществе силоса I варианта содержалось 14,56% сырого протеина, 2,47 жира, 4,69 клетчатки и 74,27% БЭВ. В силосе II варианта — соответственно 15,5; 2,35; 4,97; 73,3%. Несмотря на высокое содержание сухого вещества в силосе, активная кислотность его составила 3,9—4. Причины здесь могут быть такие: во-первых, абсолютно гомогенной массы при смешивании компонентов не достигается, и частицы картофеля становятся благодатной средой для развития термофильных молочнокислых бактерий; во-вторых, можно допустить, что определенную роль в процессе брожения сыграла эпифитная микрофлора, обитающая на вводимой в состав смеси зеленой массе и на зерновых концентратах. Судя по составу кислот, в кормах развивались гетероферментативные формы молочнокислых бактерий, причем это особенно ярко было выражено в средних слоях силоса, в которых корм остывал медленнее (табл. 67).

Если в среднем на долю молочной кислоты (в сумме свободных кислот) приходилось 60%, что вполне соответствует силосу хорошего качества, то в средних слоях корма ее содержалось 55—55,4%; на долю уксусной кислоты приходилось 45%. Учитывая, что типичное уксусно-кислое брожение здесь практически полностью исключалось, можно утверждать, что образование значительного коли-

Таблица 67. Содержание органических кислот в комбисилосах

Вариант	рН	Молочная кислота, %	Уксусная, %		Масляная, %	
			свободная	связанная	свободная	связанная
I	3,90	1,68	1,11	0,04	0	0,001
То же в среднем слое	4,04	1,81	1,49	0,06	0	0,003
II	4,00	1,65	1,06	0,05	0	0,013
То же в среднем слое	4,12	1,64	1,32	0,06	0	0,04

Таблица 68. Переваримость питательных веществ комбисилосов

Вариант	Коэффициент переваримости, %					
	сухого вещества	органического вещества	протеина	жира	клетчатки	БЭВ
I	85,48	86,93	80,52	59,11	26,3	92,92
II	83,94	85,66	79,47	48,83	34,0	91,65

чества уксусной кислоты вызвано гетероферментативными формами молочно-кислых бактерий.

Коэффициенты переваримости кормов по вариантам опыта различались незначительно (табл. 68).

Разница в пользу силоса I варианта в переваримости сухого вещества объясняется большим количеством картофеля в составе этого комбисилоса. В 1 кг силоса первого варианта содержалось 0,52 к. ед. и 44,4 г переваримого протеина. В силосе II варианта — 0,59 и 54,6. В 1 кг сухого вещества содержалось соответственно 1,37 и 1,33 к. ед. Надо учитывать также, что если в силосе I варианта (с 30% зерноотходов) масляной кислоты практически не было, то в силосе с большим количеством концентратов ее содержалось 0,018—0,04%. И хотя это количество невелико, не считается с возможностью образования масляной кислоты нельзя. В целом же проведенные опыты дали вполне хорошие результаты, потери сухого вещества равнялись всего 2,8—3,8%. Для получения корма высокого качества достаточно в кормосмесь для силосования включить 30% фуражного зерна в виде дерти. Можно предположить, что соотношение кислот в силосе, приготовленном в производственных условиях, будет лучше, ибо в процессе загрузки хранилища (с учетом перерывов в ночное время) масса будет охлаждаться до оптимальных температур.

Сдерживающими факторами в производстве комбисилоса с использованием запаренного картофеля являются недостаток высокопроизводительных машин (агрегатов непрерывного действия для запаривания картофеля) и дефицит жидкого топлива.

Несмотря на высокую ценность силоса из запаренного картофеля и комбисилоса на его основе, необходимо разрабатывать менее энергоемкие высокопроизводительные технологии, позволяющие использовать серийное оборудование кормоцехов.

Лабораторные опыты, проведенные нами, показали,

что высококачественные комбисилосы для свиней можно готовить с использованием сырых корнеклубнеплодов, фуражного зерна и травяной или сеной муки. В опытах наряду с сырым картофелем использовали полусахарную свеклу, обеспечивающую нормальное брожение и хорошее соотношение кислот в силосах. Изучены следующие составы комбисилосов (табл. 69).

Влажность кормов колебалась от 54 до 60%, содержание сырого протеина — от 12,7 до 14,6%, клетчатки — от 4,5 до 6,1%. Количество и соотношение кислот в силосах различных вариантов были неодинаковыми, тем не менее в каждом из вариантов был получен корм хорошего качества (табл. 70).

Обращает на себя внимание значительно лучшее соотношение кислот в силосе с сырым картофелем (вариант 1) по сравнению с контрольным вариантом, в котором использовался запаренный картофель (вариант 6). Высо-

Таблица 69. Состав комбисилосов (в % по массе) в лабораторных опытах

Компоненты комбисилоса	Варианты опыта					
	1	2	3	4	5	6*
Картофель	45	30	45	30	20	45
Свекла полусахарная	20	30	15	30	20	20
Ячменная дерть	30	35	30	30	40	30
Зерноотходы гороха	—	—	5	5	—	—
Сенная мука	5	5	5	5	—	5
Рапс (зеленая масса)	—	—	—	—	20	—

* Комбисилос с запаренным картофелем.

Таблица 70. Содержание органических кислот в лабораторных комбисилосах (% на натуральную влагу)

Вариант силоса	рН	Молочная свободная	Уксусная		Масляная		Соотношение свободных молочной и уксусной кислот
			свободная	связанная	свободная	связанная	
1	4,43	1,08	0,28	0,078	0	0	3,85
2	4,45	1,09	0,29	0,200	0	0	3,76
3	4,41	1,17	0,63	0,08	0	0,015	1,85
4	4,40	1,39	0,49	0,12	0	0	2,83
5	4,47	1,49	0,26	0,06	0	0	5,73
6	4,43	0,98	0,53	0,14	0	0	1,84

кое качество силосов достигается при использовании корнеклубнеплодов в широком количественном диапазоне: картофеля от 20 до 45%, свеклы — от 15 до 30%.

Что касается зеленой массы рапса, то, как выяснилось, включать его в состав комбисилоса в количестве более 20% не следует. В одном из вариантов опыта (в табл. 70 не приведен) в состав комбисилоса включали 25% сырого картофеля, 20% свеклы, 30% зернофуража и 25% зеленой массы рапса. Влажность корма в этом варианте равнялась 62%. В верхнем слое корм оказался испорченным, имел неприятный гнилостный запах.

В силосах всех вариантов показатель рН был выше оптимального для обычного силоса. Тем не менее корма оказались стойкими, чему способствовали пониженная влажность корма, высокая плотность (в лабораторных 20-литровых сосудах плотность массы достигала 1 т/м³) и хорошее соотношение органических кислот.

Подтверждением высокой стойкости комбисилоса явились научно-хозяйственные опыты. В опытах комбисилос включал 41% сырого картофеля, 24% полусахарной свеклы, 27% ячменной дерти, 4% зерноотходов гороха и 4% травяной муки. Готовили смесь с помощью комплекта оборудования для приготовления рассыпных кормосмесей (КОРК-15), дополненного линией ввода картофеля.

В связи с небольшой потребностью в корме опытных животных извлекали его очень медленно (в среднем толщина извлекаемого слоя равнялась 2—3 см в день). Первая емкость освобождалась в течение двух месяцев. Учитывая это, а также нередкие плюсовые температуры в зимний период 1988 г. и теплую погоду в марте—апреле, можно сказать, что комбисилос использовали в экстремальных для него условиях. Тем не менее качество силоса на протяжении всего периода использования не ухудшилось (табл. 71).

Имеющиеся различия в содержании кислот по периодам использования вполне обычны для любого силосованного корма и объясняются различиями во влажности, некоторой неоднородностью смеси. Ни один из смесителей, как известно, не может произвести абсолютно равномерную смесь. Причиной высокой стойкости корма мы уже называли. Главные из них: исключение доступа воздуха в массу корма даже в период использования, дефицит влаги для ряда вредных бактерий.

Средняя влажность комбисилоса равнялась 56,8%. В сухом веществе его содержалось 13,81% сырого про-

Таблица 71. Изменение содержания органических кислот в силосе, % на натуральную влажность

Вместимость	Слой корма	рН	Свободные кислоты		Связанные кислоты		Молочная, в % к сумме свободных кислот
			молочная	уксусная	уксусная	масляная	
I	Верхний	4,52	1,9	0,72	0,045	—	72,5
I	Средний	4,5	1,81	0,43	—	0,008	74,1
I	Нижний	4,38	2,57	0,39	0,12	—	80,6
II	Средний	4,45	1,18	0,63	—	0,01	65,1
II	Нижний	4,3	2,11	0,63	0,1	—	77,0

теина, 2% жира, 7,1% клетчатки и 73,02% БЭВ. Дальнейшие исследования показали, что такой корм можно использовать в качестве основного в кормлении откормочного поголовья свиней. Научно-хозяйственный опыт проводили на племенной ферме конезавода «Заречье». В каждой из двух групп было по 10 голов (9 свинок и один боровок). Животных отбирали из выбракованного поголовья со среднесуточным приростом в предварительный период, когда животных кормили только комбикормом, 220 г. Живая масса животных на начало учетного периода составила 33,54 кг в контрольной группе и 33,8 кг в опытной. Учетный период длился 87 дней (с 1 февраля по 28 апреля 1988 г.). Животным опытной группы скармливали комбисилос и белковые добавки (мясокостную муку и белакт). Контрольные животные получали те же корма и в тех же соотношениях, но в натуральном виде, причем картофель сжедневно запаривали.

В среднем за сутки животные опытной группы потребляли 3,79 кг комбисилоса, 0,23 кг белакта и 0,08 кг мясокостной муки. Животные контрольной группы получали 1,55 кг запаренного картофеля, 0,91 кг полусахарной свеклы, 1,03 кг ячменной муки, 0,15 кг гороховой муки, 0,15 кг травяной муки, 0,25 кг белакта и 0,088 кг мясокостной муки. Небольшая разница в количестве белковых добавок объясняется тем, что в период опыта по переваримости животным опытной группы скармливали только комбисилос.

В рационе опытных животных содержалось 2,48 к. ед. и 316 г сырого протеина, в контрольном — соответственно 2,53 и 304 г. Среднесуточный прирост живой массы у животных, получавших комбисилос, составил 516 г; у

Таблица 72. Переваримость рационов

Группы	Коэффициент переваримости, %					
	сухого вещества	органического вещества	протеина	жира	клетчатки	БЭВ
Контрольная	87,1	88,6	83,8	68,2	46,3	93,7
Опытная	86,04	87,4	84,2	63,8	44,4	93,3

контрольных — 526 г. Расход кормов на 1 кг прироста у животных обеих групп был одинаковым — 4,81 к. ед.

Коэффициенты переваримости (в %) питательных веществ комбисилоса составили: органического вещества — 85,9, протеина — 74,7, жира — 30,2, клетчатки — 49 и безазотистых экстрактивных веществ — 92,6. В среднем в 1 кг комбисилоса содержалось 0,56 к. ед. и 45,9 г переваримого протеина.

По переваримости питательных веществ рацион, включающий комбисилос и добавки, лишь незначительно уступал контрольному (табл. 72).

Несмотря на небольшую разницу в приросте массы в пользу животных контрольной группы, приготовление комбисилоса с использованием сырых корнеклубнеплодов — мероприятие вполне оправданное. В процессе его приготовления полностью исключается расход жидкого топлива, связанный с запариванием картофеля, значительно сокращаются потери картофеля, которые, как уже отмечалось, при обычных способах его хранения весьма высоки.

МЕХАНИЗАЦИЯ КОРМОПРИГОТОВЛЕНИЯ

КОРМОЦЕХИ ДЛЯ СВИНЕЙ

Набор механизмов, их производительность определяются размером ферм и типом кормления животных. Если в хозяйстве широко применяются корма собственного производства (корнеклубнеплоды, зеленая масса), то это диктует необходимость иметь машины, связанные в технологические линии, обеспечивающие очистку, тепловую обработку кормов, смешивание их и т. д.

В настоящее время для свиноферм мощностью до 3 и 6 тыс. голов применяют следующие комплекты оборудования кормоцехов: КЦС-100/1000 — на 100 основных сви-

номаток и 1000 голов откорма; КЦС-200/2000 — на 200 основных свиноматок и 2000 голов откорма; КЦС-2000 — на откормочных фермах на 2000 голов; КЦС-3000 — до 3000 голов и КЦС-6000 («Маяк-6») — до 6000 голов одновременной постановки. С помощью таких комплектов готовят кормосмеси влажностью 60—80%. Производительность их — от 2 до 10 т/ч, установленная мощность — 57,6—105,7 кВт, масса — 13,5—21,2 т, обслуживающий персонал — 3—4 человека. На приготовление 1 т кормосмеси затрачивается 1,5—1,2 чел.-ч. Эти комплекты весьма металлоемки, имеют недостаточную надежность, не исключают применения ручного труда при измельчении зеленой массы.

В последнее время разработаны типовые проекты кормоцехов: 802-6-7.85; 802-6-2, 802-6-1 и др. Однако в их состав входят в значительной мере устаревшие смесители С-3; С-7, С-12, измельчитель «Волгарь-5», картофелезапарник ЗПК-4 и др.

Известно, что основной базовой машиной комплекта оборудования кормоцехов для свиноферм является смеситель. Указанные двухвальные смесители С-3, С-7 и С-12 имеют большие габариты, металлоемки, имеют низкую производительность.

В ЦНИИМЭСХ совместно с ГСКБ по машинам для свиноводческих ферм (г. Умань) вместо смесителей С-3 и С-7 разработаны смесители периодического действия с одновальным смешивающим органом (СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6) вместимостью 3 и 6 м³. Эти машины выгодно отличаются от своих предшественников меньшими габаритами и металлоемкостью, более высокой производительностью и лучшим качеством смешивания.

Одновальный смеситель СКО-Ф-3 вместимостью 3 м³ предназначен для перемешивания и, при необходимости, тепловой обработки кормов влажностью 60—80% на свинофермах до 2000 голов и в подсобных хозяйствах промышленных предприятий, а одновальный смеситель СКО-Ф-6 вместимостью 6 м³ — для свиноводческих ферм и комплексов. Данные смесители имеют идентичное устройство, унифицированы по многим узлам и деталям и включают следующие основные узлы: корпус 1, мешалку 2, привод мешалки 3, выгрузной шнек с приводом 4, парораспределительную систему 5, загрузочную 6 и выгрузную горловины с задвижкой 7 и шкаф управления 8 (рис. 3).

Корпус смесителя является базовым узлом, на кото-

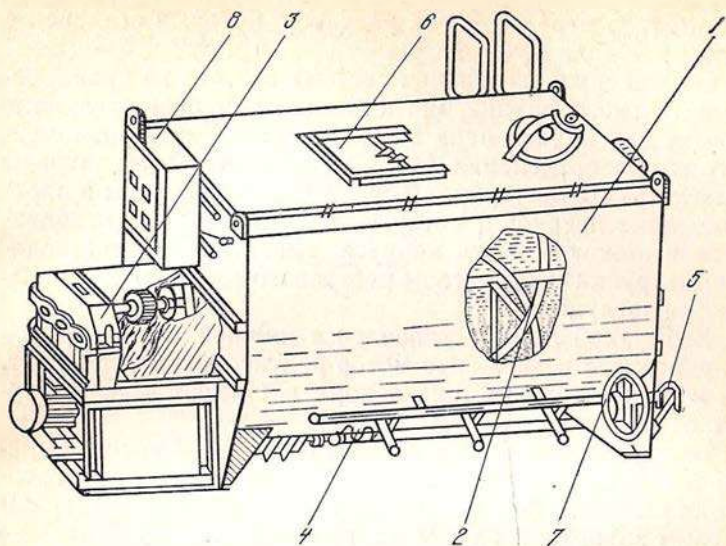


Рис. 3. Смеситель кормов одновальный (СКО-Ф-3, СКО-Ф-6).

ром устанавливаются все узлы и механизмы, служит емкостью для приготовления кормов. В верхней части корпуса посредством болтовых соединений крепится крышка, которая предназначена для удобства обслуживания смесителя. В крышке расположены загрузочная горловина и смотровой люк. В торцевой стенке корпуса вварен ороситель, который служит для подачи воды. К корпусу смесителя приварена рама привода.

Мешалка служит для перемешивания корма и подачи его в зону выгрузки. Состоит из трубы, к которой приварены стойки и косынки. К стойкам приварены витки из полосовой стали. На вал мешалки с торцовых сторон вставляются цапфы, которые опираются на установленные в специальных выносных корпусах подшипники. Выносные корпуса закреплены на торцевых стенках корпуса. На одном из концов мешалки посажена полумуфта, закрепленная шпонкой. Для предотвращения попадания влаги в подшипники со стороны внутренней полости корпуса установлена сальниковая набивка с прижимным фланцем.

Привод мешалки состоит из электродвигателя и редуктора. Посредством клиноременной передачи вращение

с двигателя передается на редуктор, который соединен с валом мешалки муфтой.

Парораспределительная система состоит из крана, соединительного фланца, магистральной трубы и заглушки, служит для подачи пара в корпус смесителя и равномерного его распределения. Патрубки одним концом вварены в магистральную трубу, а другим концом вварены в пароводводящие патрубки, которые, в свою очередь, ввариваются в нижнюю часть корпуса смесителя. Пароводводящие патрубки посредством резьбового соединения закрываются заглушками.

Выгрузной шнек установлен в нижней части корпуса и приводится в движение мотор-редуктором через муфту. Из корпуса в кожух шнека корм поступает через загрузочное отверстие.

Выгрузная горловина состоит из трубы, к которой приварены диск, обечайка, направляющие и скобы для крепления рычагов. Для открывания и закрывания горловины служит задвижка: опускаясь, прижимается к уплотнению рычагами и герметически закрывает горловину. Подъем и опускание задвижки производится штоком системы управления.

Привод выгрузной задвижки осуществляется от электродвигателя через шестерню и зубчатое колесо. По резьбовой части вала с помощью гайки перемещается шток, к которому крепится задвижка.

Шкаф управления пылевлагозащищенного исполнения вмещает в себя пускозащитную аппаратуру электродвигателей. На боковой стенке шкафа помещается пакетный выключатель, а на дверце — кнопки управления.

Кинематическая схема работы смесителя приведена на рис. 4.

В смесителе можно приготавливать кормовые смеси различных составов как с запариванием, так и без него. Обогащение кормов жидкими кормовыми дрожжами, мелассным раствором и другими компонентами производится после заполнения резервуара смесителя основным продуктом.

Привод мешалки включают перед началом загрузки резервуара смесителя. При необходимости увлажнения смеси по водопроводу подают воду. Вращаясь, мешалка перемещивает загруженные в резервуар компоненты и одновременно перемещает кормосмесь в зону выгрузки.

Для запаривания кормов необходимо подать пар по системе паропроводов при плотно закрытых крышках

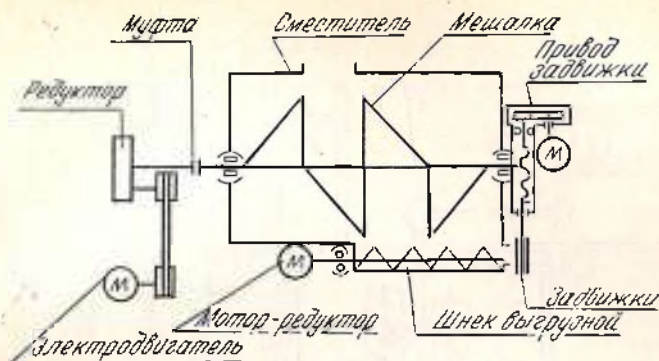


Рис. 4. Кинематическая схема смесителя.

смотрового люка и загрузочной горловины. Мешалка должна вращаться, а температура смеси контролироваться термометром.

Испытание смесителей проводилось в производственных условиях в реконструируемой кормокухне фермы на 3000 голов с замкнутым циклом на местных кормах, состоящих из запаренного мягкого картофеля, измельченной зеленой массы, комбикорма, воды и других жидких добавок (рис. 5). Картофель из хранилища скребковым 1 и ковшовым 2 транспортерами подавался в кормоприготовительный агрегат 3, который мыл, запаривал, мял и в виде картофельного пюре выгружал на загрузочный шнек 4, транспортирующий его в шнек-реверс 5, а последний соответственно подавал в зависимости от направления вращения в смесители 6 и 7. Зеленая масса из кормораздатчика 8 скребковым транспортером 9 подавалась в измельчитель 10, а затем после измельчения также транспортером подавалась на шнек-реверс, который загружал массу в смесители.

Концентрированные корма со склада загрузочным шнеком подавались на транспортер, затем масса поступала в шнек-реверс, который транспортировал ее в смесители.

Вода поступала по трубопроводу через водомер, а пар из котельной от паробразователя 12 (Д-721А).

Все перечисленные выше компоненты, поступающие из различных технологических линий, перемешивались в смесителе, а затем транспортером 9 кормовая смесь выгружалась в мобильные кормораздатчики 11.

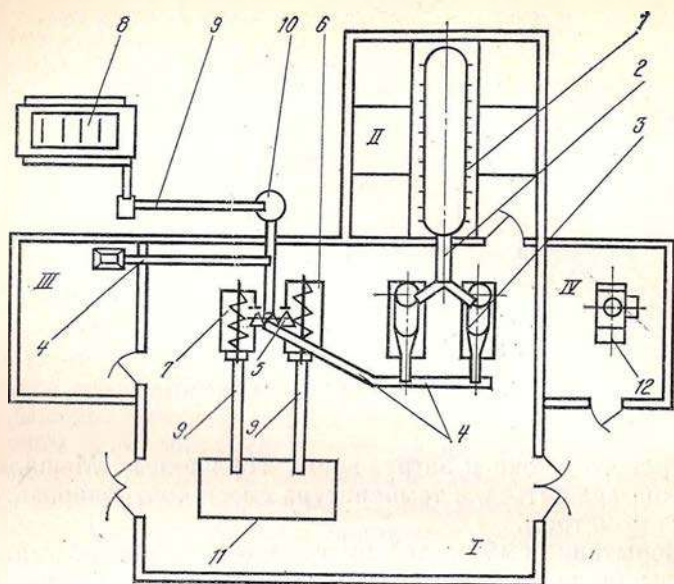


Рис. 5. Схема реконструкции кормоцеха для свиноферм на 3000 голов с замкнутым циклом.

Фракционный состав компонентов (%) и размер частиц (мм): картофель запаренный мятый 0—5 мм — 70%; 5,1—10,0 — 19,0; 10,1—15,0 — 3,8; 15,1—20,0 — 2,9; свыше 20,0 — 3,3. Измельченная зеленая масса 0—20,0 мм — 85,6; 21—30,0 — 7,5; 31—40 — 4,5; 41—50 — 1,4. Комбикорм 0—0,25 мм — 11,3; 0,26—0,5 — 15,8; 0,6—1,0 — 6,8; 1,1—2,0 — 43,0; 2,1—3,0 — 21,2; 3,1—4,0 — 1,6; более 4,0 — 0,3.

В процессе испытаний приготавливались кормовые смеси общей влажностью 62,4—74,0% (табл. 73).

Качество смешивания кормовой смеси у испытываемых смесителей СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6 было значительно лучшим, чем у сравниваемых С-3 и С-7; потери кормов в процессе смешивания и выгрузки отсутствуют (в сравниваемых они составляют 1,0—1,7%); снижена металлоемкость смесителя СКО-Ф-6 по сравнению со смесителем С-7 на 38,7, а СКО-Ф-3 в сравнении с С-3 на 10,5%; уменьшены габариты смесителей СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6 по сравнению со смесителями С-3 и С-7, что позволит экономить строительную площадь кормоцехов.

Таблица 73. Результаты испытаний смесителей

Показатели	СКО-Ф-3	СКО-Ф-6
Производительность на приготовлении кормовых смесей без запаривания, т/ч	4,64	10
Вместимость бункера, м ³	3	6
Габаритные размеры, мм:		
длина	3580	4020
ширина	1230	1540
высота	2400	2310
Установленная мощность, кВт	7,37	9,37
Масса, кг	1700	2200

Результаты расчета экономической эффективности приведены в табл. 74.

На основании результатов приемочных испытаний одновальные смесители для свиноферм СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6 поставлены на производство и в 1988 г. освоены их серийный выпуск в объединении «Уманьферммаш».

Самой энергоемкой операцией в приготовлении кормосмесей свиньям является запаривание картофеля. На 1 т картофеля расходуется 12—15 кг жидкого топлива.

Недостатком такой традиционной технологии (мойка картофеля, запаривание целых клубней, измельчение их во время выгрузки, загрузка в смеситель и смешивание с другими компонентами рациона) является высокая энергоемкость процесса запаривания картофеля, связанная с большой продолжительностью запаривания. Установлено, что продолжительность запаривания клубней средних размеров радиусом 25 мм в цилиндрическом запарочном чане составляет 0,93 ч. При запаривании целых клубней наблюдался перерасход тепла, так как за время нагревания центра клубня до температуры размягчения 92—96 °С наружные слои нагревались до более высокой температуры. Выпускаемый серийно картофелезапарник ЗПК-4 имеет невысокую производительность: на запаривание 1 т картофеля расходуется в среднем 200 кг пара.

Запаренный картофель подается в смеситель для последующего приготовления кормосмеси. Часть своего тепла он отдает транспортерам, а часть его, израсходованного на нагрев самого запарника, теряется после выгрузки картофеля.

Учитывая это, проведен технико-экономический анализ совмещенной технологии варки картофеля и его смешивания с другими компонентами. Осуществляться

Таблица 74. Результаты расчета экономического эффекта от применения смесителей СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6 в кормоцехах свиноферм

Показатели	Типовой проект 802-138 (от общего количества 15%)	Типовой проект 802-139 (35%)	Типовой проект 814-3 (802-35) (40%)	«Маяк-6»	Кормокухня
Экономия площади на кормоцехах, м ²	13,516	14,44	5,374	6,758	5,374
Стоимость строительно-монтажных работ на 1 м ² кормоцеха (802-6-2), руб.	104	104	104	104	104
Экономия в денежном выражении на кормоцехах, руб.	1405,66	1189,76	558,9	702,83	558,9
Всего кормоцехов	$\frac{120}{875}$	$\frac{168}{1224}$	$\frac{191}{1399}$	$\frac{130}{4584}$	$\frac{904}{10961}$
Общая экономия, тыс. руб.	$\frac{168,68}{1229,9}$	$\frac{198,69}{1456,3}$	$\frac{106,75}{781,9}$	$\frac{91,38}{3221,8}$	$\frac{505,25}{6126,1}$

Примечания: 1. Количество кормоцехов и кормокухонь — по данным «Итоги технической инвентаризации животноводческих и птицеводческих ферм по состоянию на 1 января 1983 г.». М., 1985. 2. Стоимость 1 м² площади кормоцеха взята по ТП 802-6-2,83. 3. Числитель — БССР, знаменатель — СССР.

эта технология может на серийных машинах по следующей схеме. Картофель моют в мойке-измельчителе ИКМ-5, далее в измельченном виде подают в смеситель С-3 или С-7 и затем в смесители загружают другие компоненты и смешивают их с вареным измельченным картофелем. Конденсат пара не теряется, а используется при приготовлении смеси.

Предлагаемая технология позволяет на серийном оборудовании в кормоцехе на 3000 голов уменьшить удельные затраты по сравнению с традиционной технологией: труда — на 41%, электроэнергии — на 60%, капиталовложений — на 8%, позволит еще выше поднять эффективность технологической линии. Кроме того, данная технологическая линия позволяет использовать для кормления свиней картофель, нагретый до 60—65°, т. е. до температуры клейстеризации крахмала, экономить до 30% топлива на 1 т обрабатываемого картофеля.

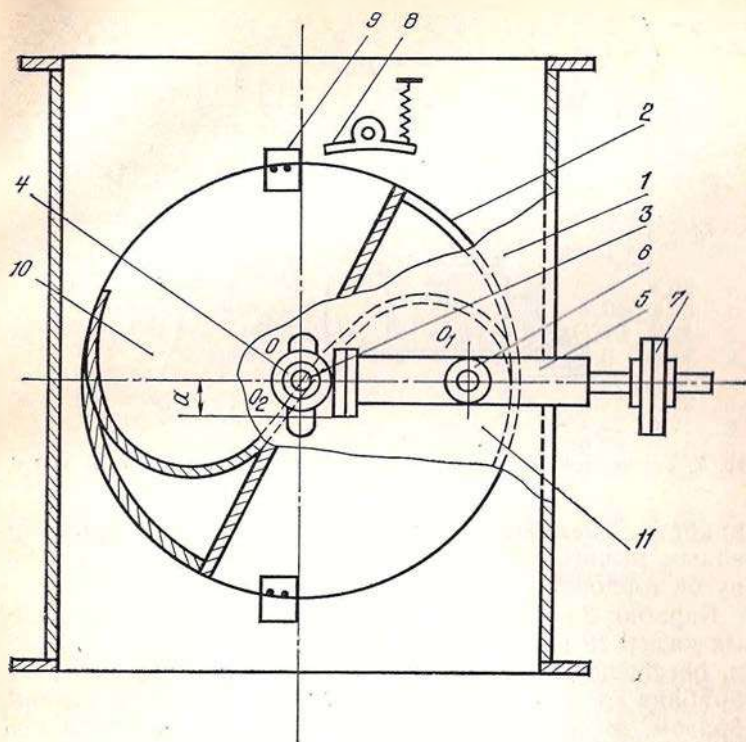


Рис. 6. Схема весового дозатора кормов.

Рекомендуемое во всех инструкциях по эксплуатации кормоцехов дозирование компонентов по времени работы той или иной машины или транспортера не обеспечивает необходимой точности дозирования.

В ЦНИИМЭСХ разработан весовой дозатор компонентов и готовой кормосмеси, позволяющий отойти от традиционных схем кормоцехов и действительно выдерживать проектируемые рационы (рис. 6).

Корпус дозатора кормов 1 размещен внутри корпуса барабана 2, закреплен на оси 3 с возможностью вращения и установлен на опорах 4, закрепленных на рамке 5. Рамка 5 в свою очередь закреплена на осях 6 и имеет свободный ход в вертикальной плоскости. На рамке 5 закреплен противовес 7, может по ней перемещаться. Барабан 2 фиксируется в двух положениях упором и выступом, расположенным на одной торцевой стенке

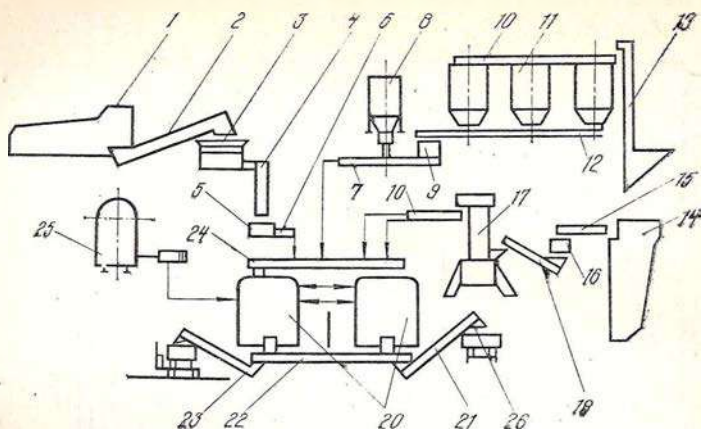


Рис. 7. Технологическая схема кормоцепа свиарника на 3000 голов.

барабана. Торможение барабана производится криволинейным рычагом 8 и выступами 9, расположенными на другой торцовой стенке барабана.

Барабан 2 состоит из двух эксцентрично расположенных камер 10 и 11 и образует с корпусом 1 зону выгрузки, обеспечивающую опорожнение камеры при повороте барабана на 180° . Противовес 7 устанавливается таким образом, чтобы под действием заданной нагрузки ось барабана 3 переместилась на величину «а», определяющую граничные положения барабана 2 в порожнем и загруженном состоянии.

Работает дозатор кормов следующим образом. Нормальное положение барабана 2 верхнее, зафиксированное упором и выступом барабана. В этом положении в камеру барабана поступает корм. Под давлением веса материала, поступающего в камеру, барабан 2, преодолевая сопротивление противовеса 7, опускается в свое нижнее положение, и в этот момент выступ выходит из зацепления с упором и под действием эксцентрично размещенного материала в первой камере 10 барабан 2 начинает вращаться против часовой стрелки. Выгрузка начинается при повороте барабана на угол $45-50^\circ$ (в зависимости от угла внутреннего трения материала) и заканчивается при повороте барабана на 180° .

По мере выгрузки камеры 10 противовес 7 возвращает барабан 2 в исходное (верхнее) положение. Затормаживание производится трением выступа 9 барабана

Таблица 75. Удельные (на 1 т корма) показатели экономической эффективности комплектов оборудования кормоцехов ферм на 1000, 2000, 3000 голов выращивания и откорма в год

Наименование показателей	Базовые кормоцехи			Новые кормоцехи		
	Мощность фермы, тыс. голов					
	1	2	3	1	2	3
Эксплуатационные расходы, руб.	5,88	2,99	2,02	3,13	1,83	1,29
Приведенные затраты, руб.	7,8	3,95	2,66	5,06	2,79	1,85
Капитальные вложения, руб.	12,72	6,36	4,24	11,19	6,34	3,74
в т. ч. в оборудование	8,97	4,49	2,99	7,0	4,14	2,99
в строительную часть при монтаже оборудования	3,81	1,91	2,27	2,77	1,49	0,27
амортизацию	—	—	—	1,42	0,71	0,47
Затраты труда, чел-ч	3,38	1,70	1,13	0,32	0,17	0,11
Металлосемкость, кг	10,26	5,15	3,42	6,07	3,95	3,01
Расход электроэнергии, кВт-ч	8,37	8,37	8,37	8,95	8,17	7,88

Примечание. В качестве базовых кормоцехов взяты ТП № 802-118, ТП № 802-119, ТП № 802-120.

2 по криволинейному рычагу 8, а остановка барабана осуществляется выступом и упором. При повороте на 180° барабана 2 вторая камера 11 занимает исходное положение камеры 10 и цикл повторяется снова.

Найденная простая и надежная в работе конструкция весового дозатора позволила разработать семейство кормоцехов с автоматизацией основных технологических линий для свиноферм с поголовьем 1000, 2000 и 3000 (табл. 75).

Принципиальная схема кормоцеха представлена на рис. 7. По результатам исследований ЦНИИМЭСХ совместно с ВНИИМЖ разработаны исходные требования машиностроителям, утвержденные Госагропромом СССР.

Главной отличительной особенностью кормоцехов является то, что все технологические линии снабжаются весовыми дозирующими устройствами для подачи кормовых компонентов (корнеклубнеплоды, зеленая масса, концкорма) в линию смешивания, а линии подачи жидких кормов и воды — расходомерами.

Кормоцех для свиноферм до 3000 голов в год

I. Линия измельчения и дозированного ввода зеленой массы: 1 — питатель типа ПЗМ-1,5 (ПДК-10); 2 — транспортер питателя или ТС-40; 3 — измельчитель ИСК-3 (модификация); 4 — транспортер ИСК-3 или ТС-40; 5 — дозатор кормов весовой; 6 — скребковый транспортер ТС-40; 24 — сборный транспортер ШЗС-40.

II. Линия дозированного ввода концентрированных кормов и минеральных добавок: 13 — загрузочная нория; 10 — распределительный шнек; 11 — бункера-накопители; 12 — сборный транспортер; 9 — дозатор кормов весовой; 8 — смеситель-дозатор минеральных добавок; 7 — шнековый транспортер концкормов.

III. Линия мойки, измельченная и дозированного ввода корнеклубнеплодов: 14 — питатель типа ПЗМ-1,5 (ПДК-10); 15 — транспортер скребковый (ПЗМ-1,5 или ТС-40); 16 — дозатор кормов весовой; 18 — транспортер скребковый; 17 — мойка-измельчитель ИКМ-Ф-10; 19 — транспортер скребковый.

IV. Линия тепловой обработки, смешивания и дозированной выдачи кормосмесей: 24 — сборный загрузочный транспортер ШЗС-40; 20 — смесители кормов СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6; 22 — транспортер выгрузной ШВС-40; 21 и 23 — транспортер скребковый ТС-40; 26 — дозатор кормосмеси весовой; 25 — емкость с насосом для молочных отходов.

Линия обработки корнеплодов исключает применение запарочных агрегатов, а тепловую обработку этих кормов осуществляют в измельченном виде в смесителях СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6.

Для приема корнеклубнеплодов непосредственно из транспортных средств линия снабжается питателем типа ПЗМ-1,5 без наклонной камеры и устройством для предварительной сухой очистки корнеклубнеплодов. В сочетании с отстойником, разработанным во ВНИИЖ (рис. 8), и применением частично замкнутого контура подачи воды на мойку расход воды на эту операцию в линии снижается со 150 до 64 л/т.

Отстойник ОЗВ-5 предназначен для осветления загрязненной воды, поступающей из мойки корнеклубнеплодов, и подачи ее на повторное использование, а также для механической выгрузки осадка почвы в транспортные средства. Выполнен он в виде металлического цилиндрического корпуса I с коническим днищем, сбор-

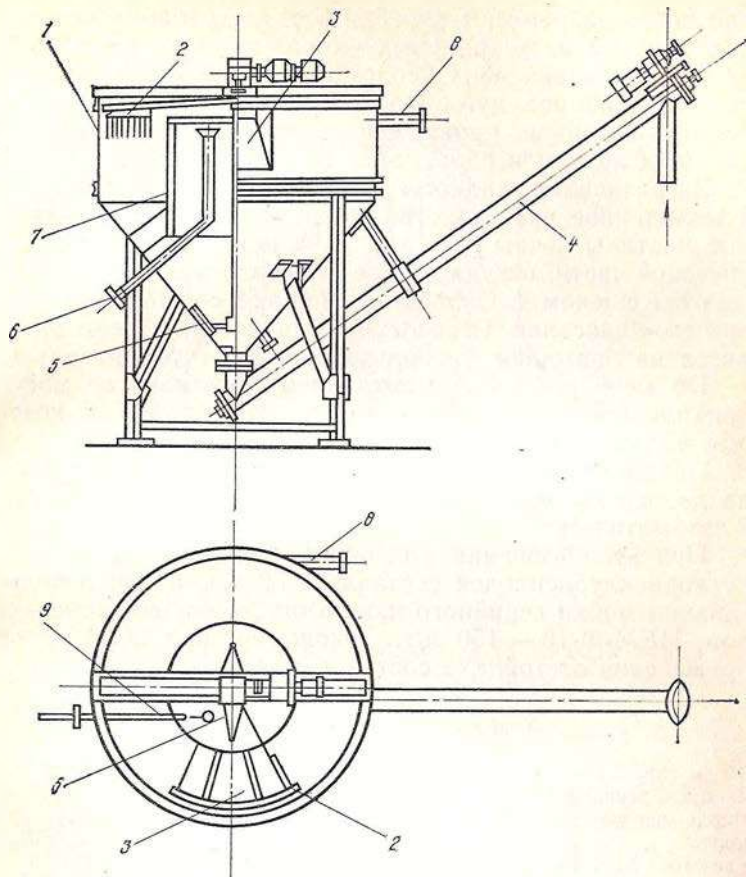


Рис. 8. Отстойник загрязненной воды.

ником сгущенного осадка и выгрузным шнеком 4. Внутри корпуса расположен соосно экран 7. Загрязненная вода насосом подается по трубопроводу 8, а осветленная — по трубопроводу 6.

В межстенном пространстве корпуса и экрана — погруженный в жидкость лоток 3 для выгрузки соломистых примесей, перед которым имеется наклонная направляющая.

Днище лотка выполнено наклонным в сторону выгрузки примесей. Лоток врезан в боковую стенку корпуса. Внутри отстойника имеется вал, на котором в ниж-

ней части закреплены скребки 5 для сгребания осадка, а в верхней на шарнирных кронштейнах — скребки 2 для съема плавающих солоmistых примесей. Корпус снабжен копиром дугообразной формы, при взаимодействии с которым кронштейн со скребком приподнимается над лотком и сбрасывает солоmistые примеси.

Загрязненная жидкость подается по трубопроводу 8 в межстенное пространство корпуса и экрана 7. Тяжелые частицы почвы осаждаются и накапливаются в конической части, откуда в виде сгущенного осадка выгружаются шнеком 4. Скребки 5 очищают со стенок осадок при его заисании. Осветленная жидкость насосом отводится на повторное использование по трубопроводу 6.

По мере работы в межстенном пространстве могут накапливаться плавающие солоmistые примеси, которые удаляются посредством скребков 2.

Пополняется отстойник свежей водой из водопровода до определенного уровня через поплавковый клапан 9 автоматически.

При использовании отстойника расход воды на мойку корнеклубнеплодов составляет 50 л/т, а при использовании мойки серийного измельчителя корнеклубнеплодов ИКМ-Ф-10 — 150 л/т. Экономический эффект от применения отстойника составляет около 500 руб. в год.

Техническая характеристика

Объем отстойника, м ³	5—6
Площадь зеркала, м ²	5
Марка насосов для подачи загрязненной и осветленной воды	ФГ-57,5/9,5
Удельный расход воды на мойку корнеклубнеплодов, л/т	До 50
Концентрация осадка, %	До 80
Потребная мощность, кВт	12
Габариты, мм	
длина	4000
ширина	2500
высота	2800
Масса, кг	1500

МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОМПОНЕНТОВ КОРМОСМЕСЕЙ

В состав кормоцехов необходимо включить также оборудование для подготовки зерна к скармливанию в виде комбикормов. В настоящее время созданы два типа оборудования, позволяющие исключить использование зерна на корм в необработанном виде. Установки могут

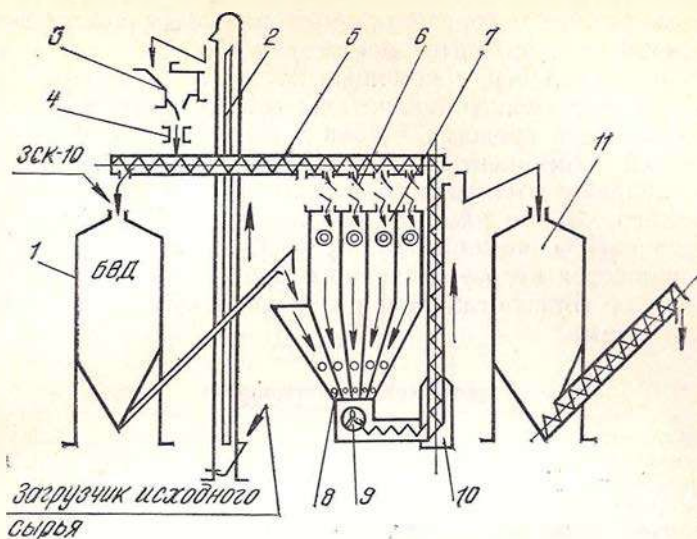


Рис. 9. Технологическая схема малогабаритной комбикормовой установки УМК-Ф-2.

быть заблокированы с кормоцехом или находиться в отдельных зданиях, а также заблокированы с зернохранилищами.

Во ВНИИЖивМаш разработана установка малогабаритная комбикормовая УМК-Ф-2 (рис. 9). Она предназначена для приготовления рассыпных комбикормов из зерна и белково-витаминных добавок (БВД) промышленного производства в условиях колхозных и совхозных ферм.

Состоит из бункера 1 исходных БВД, норрии 2, сепаратора 3 и магнитной колонки 4, предназначенных для очистки сырья от различных примесей, распределительного конвейера 5 с автоматически управляемыми задвижками 6, пятисекционного наддозаторного бункера 7 для оперативного запаса сырья, механизма дозирования 8, механизма дробления 9, механизма смешивания и транспортирования готового продукта 10, бункера-накопителя 11.

Исходные компоненты подаются норрией в пять соответствующих секций наддозаторного бункера, откуда при помощи механизма дозирования поступают в камеру измельчения. Измельченный продукт просеивается

сквозь решето и горизонтальным винтовым конвейером подается через смесительное устройство в вертикальный винтовой конвейер, с помощью которого кормосмесь загружается в бункер-накопитель, откуда отгружается в транспортные средства. Если в рецепте комбикорма имеются компоненты, не требующие измельчения, то они направляются прямо в горизонтальный винтовой конвейер, минуя камеру измельчения. Измельченные компоненты и компоненты, не требующие измельчения, смешиваются непосредственно в процессе транспортирования их горизонтальным и вертикальным винтовыми конвейерами.

Техническая характеристика

Производительность, т/ч, не менее	2,5
Установленная мощность, кВт	25
Равномерность смешивания компонентов, %	90
Количество исходных компонентов в рецепте	5
Погрешность дозирования компонентов, %	3
Габаритные размеры дробилки-смесителя с наддозаторным бункером, мм	
длина	12 000
ширина	5800
высота	7600
Масса установки с оперативными бункерами исходных компонентов и средствами транспортирования, кг	5800
Обслуживает установку один человек	

В ЦНИИМЭСХ разработан комплект комбикормового оборудования К-Н-5, предназначенный для производства комбикормов из фуражного зерна и белково-витаминных добавок (БВД) и для обогащения комбикорма различными премиксами.

Комплект состоит из бункера-дозатора, трех блоков дозирования, дробилки ДБ-5-1 с загрузочным и выгрузным шнеками, двух норий и двух питателей, электрооборудования.

Технологический процесс работы комплекта комбикормового оборудования К-Н-5 заключается в следующем (рис. 10):

Зерно злаковых и бобовых культур загружается в питатель 1 и далее норией 2 посредством перекидного клапана 3 направляется в соответствующий блок дозирования 4 или 5. Одновременно в питатель 11 загружается БВД или травяная мука и подается норией 10 в блок дозирования 9, а в бункер-дозатор 12 подается пре-

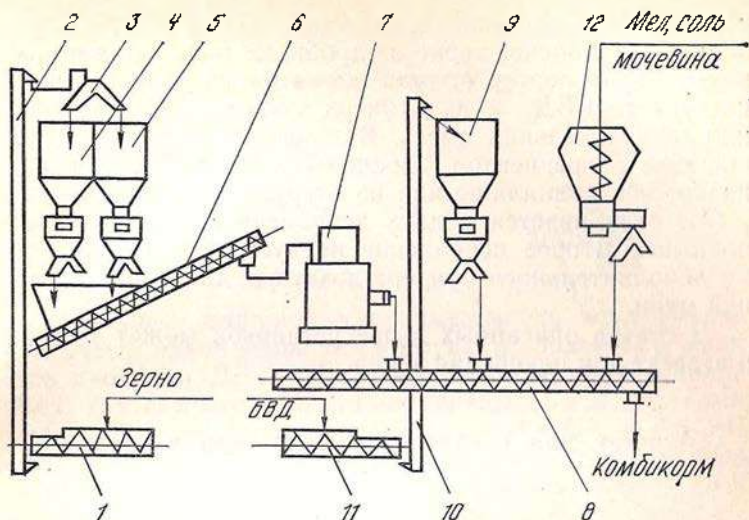


Рис. 10. Технологическая схема комплекта комбикормового оборудования К-Н-5.

микс (или обогатительная смесь), который затем дозированным непрерывным потоком направляется в шнековый транспортер 8, где перемешивается с другими компонентами.

Зерно злаковых и бобовых культур из блоков дози-

Техническая характеристика

	К-Н-5(I)	К-Н-5(II)
Производительность, т/ч	2—5	2—5
Количество исходных компонентов:		
зерновых	2	2
обогатительных	2	3
Вместимость бункера, м ³		
зерновых	6	6
БВД и травяной муки	3	6
премикса	0,2	0,2
Равномерность смешивания компонентов, %	До 90	До 90
Модуль помола	1,47	1,47
Неравномерность дозирования, %		
зерновых компонентов	3—5	3—5
БВД и премикса	3—5	3—5
травяной муки	—	5—8
Установленная мощность, кВт	44	45,1
Масса, кг	4000	4500
Обслуживающий персонал, чел.	1	1

рования 4 и 5 поступает в транспортер 6, а оттуда в дробилку 7. Дробленое зерно из дробилки 7 подается в шнековый транспортер 8, туда же из блока дозирования 9 поступает БВД, а из бункера-дозатора 12 — премикс или обогатительная смесь. В шнеке 8 происходит смешивание ингредиентов, после чего готовый комбикорм подается в хранилище или на отгрузку.

Изготавливается в двух исполнениях, первое описано выше. Второе исполнение предусматривает установку дополнительного бункера-дозатора для ввода травяной муки.

В состав описанных выше установок может входить и агрегат для плющения зерна.

Агрегат для приготовления хлопьев из зерна ПЗ-3А

Предназначен для переработки в хлопья различных видов фуражного зерна и зерносмесей путем гидротермической обработки и плющения. Влажность перерабатываемого зерна для злаковых — до 18, для кукурузы — до 25%. Агрегат обслуживает один человек.

Применяется на линиях переработки фуражного зерна кормоприготовительных цехов, а также может использоваться как отдельная зерноперерабатывающая машина на откормочных и молочных фермах, имеющих источник парообразования — котел Д-721, КВ-300М, Д-900, КТ-500.

Состоит из загрузочного конвейера, магнитного сепаратора, горизонтального конвейера, системы вентиляции, плющилки, тетки, переходника, вертикального конвейера, шкафа управления и вентилятора.

Фуражное зерно, подлежащее влаготепловой обработке и плющению, из завальной ямы или бурта загрузочным конвейером подается на магнитный сепаратор. Очищенное от металлических предметов и камней зерно поступает на горизонтальный конвейер, а затем — на вертикальный, в котором смешивается с паром и транспортируется в пропариватель, предварительно подогревается и увлажняется. Окончательная его влаготепловая обработка завершается в пропаривателе, заполнение которого регулируется датчиком уровня. Зерно в пропаривателе перемешивается (происходит рециркуляция) и дозатором роторного типа подается на вальцы плющил-

ки, которые превращают его в хлопья. Скребковый конвейер загружает их в транспортное средство.

Техническая характеристика

Производительность, т/ч	3—5
Установленная мощность, кВт	36,5
Пар:	
рабочее давление, МПа	0,03—0,07
температура, °С	100—130
Габаритные размеры, мм	2100×1800×4100
Масса, кг	3550

Основной машиной для измельчения зернофуража различных видов зерна влажностью не более 17% является дробилка ДБ-5. Изготавливается в двух исполнениях: как самостоятельная машина ДБ-5-1 и для комплектации комбикормовых цехов типа ОЦК — ДБ-5-11.

Дробилка ДБ-5-1 комплектуется шкафом управления, загрузочным и выгрузным шнеками, а исполнение ДБ-5-11 поставляется без них.

Работая в автоматическом режиме, дробилка осуществляет забор зерна из бурта или хранилища и подачу в приемный бункер; измельчение зерна; выгрузку готового продукта в транспортное средство.

Техническая характеристика

	ДБ-5-1	ДБ-5-11
Производительность, т/ч, не более	6	
Тип измельчающего аппарата	Молотковый	
Диаметр молоткового ротора, мм	500+3	
Количество молотков	120	
Габаритные размеры, мм:		
длина	8400	1720
ширина	2500	1630
высота	3720	2300
Масса, кг	1040	670

Дробилка снабжена автоматическим регулятором, который обеспечивает загрузку электродвигателя привода ротора на номинальную мощность.

Конструкция дробилки обеспечивает замкнутую циркуляцию воздуха, что снижает загрязненность окружающей среды. Отсутствие решеток позволяет повысить производительность и уменьшить удельную металло- и энергоемкость. Наличие загрузочного и выгрузного шнеков обуславливает снижение затрат ручного труда на 65%.

Обслуживает дробилку один человек.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПАРА В КОРМОЦЕХАХ

Для тепловой обработки кормов в кормоцехах свиноферм нашли широкое применение котлы-парообразователи низкого давления (до $0,7 \text{ кг/см}^2$). В последние годы ГСКБ по комплексу оборудования для микроклимата (г. Брест) при участии ЦНИИМЭСХ разработало котлы на твердом топливе паропроизводительностью 300, 500 и 1000 кг/ч, отличающиеся высокой экономичностью.

Котел-парообразователь КТ-1000 предназначен для получения пара с целью теплоснабжения технологических процессов на животноводческих фермах (комплексах) и других нужд в хозяйствах (тепловой обработки кормов, пастеризации молока), а также работы на отопительную систему в комплекте с бойлером серийного производства.

Техническая характеристика

Паропроизводительность, кг/ч	1000
Давление пара, МПа	До 0,07
Температура пара, °С	120
КПД, %	76
Расход основного топлива (уголь: класс 25-70, 13-25, 6-13; $Q_{14}^p = 5000 \text{ ккал/кг}$; зольность 30%; влажность 12%), кг/ч, не более	186
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т пара	5
Габаритные размеры, мм	2785×2300×2470
Масса, кг	3000

Котел-парообразователь КТ-500. Предназначен для получения пара и горячей воды для теплоснабжения технологических процессов на животноводческих фермах, тепловой обработки кормов, пастеризации молока, горячего водоснабжения и отопления. Выполнен на единой раме и состоит из следующих основных узлов: корпуса, арматуры, блока водоподготовки и питания, дымососа и шкафа управления. Котел работает на всех видах твердого топлива, полуавтоматический, автоматически поддерживается уровень воды в котле. Предусмотрено автоматическое управление дымососом в зависимости от давления пара в котле. Разработчик ГСКБ по комплексу оборудования для микроклимата и ЦНИИ МЭСХ.

Техническая характеристика

Паропроизводительность, кг/ч	500
Рабочее давление, МПа	До 0,07
Температура пара, °С	130
Количество воды, нагреваемой в водоподогревателе от 10 до 65 °С, л	2000
КПД, %	76
Установленная мощность электродвигателей, кВт	2,6
Топливо	Уголь, дрова, торф
Габаритные размеры, мм	2170×1770×2350
Масса, кг	1700

Котел-парообразователь КТ-Ф-300. Котел паровой КТ-Ф-300 предназначен для получения пара и горячей воды с целью тепловой обработки кормов, пастеризации молока, горячего водоснабжения и других тепловых нужд.

Техническая характеристика

Паропроизводительность, кг/ч	300
Давление пара, МПа	До 0,07
Температура пара, °С	120
КПД, %	75
Расход основного топлива (уголь; $Q_{14}^p = 5000$ ккал/кг; влажность 12%; зольность 30%), кг/ч	53
Применяемое топливо	Разносортный уголь, дрова, торфобрикет
Габаритные размеры, мм	2230×1860×2304
Масса, кг	1650

Котел-парообразователь КЖ-Ф-500. Обеспечивает производство пара и горячей воды для технологических процессов в животноводстве и птицеводстве и других тепловых нужд в хозяйствах. Используется топливо утяжеленного или легкого фракционного состава.

Техническая характеристика

Тип	Стационарный
Паропроизводительность по нормальному пару, кг/ч	500
Характеристика пара:	
предельное давление, МПа	0,07
температура, °С	120
Количество нагреваемой от 10 до 65 °С воды, кг	2000
Вид топлива	Утяжеленного фракционного состава; мазут флотский Ф-5, моторное ДТ

Время выхода на рабочий режим с использованием топлива, мин:	
утяжеленного фракционного состава	30
печного бытового	15
Габаритные размеры, мм	2800×1900×2670
КПД, %	87
Масса (без комплекта монтажных частей), кг	1850

МАШИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СОЧНЫХ КОРМОВ

В настоящее время проведена модернизация измельчителя кормов «Волгарь-5». Теперь он будет выпускаться под маркой ИКВ-5А «Волгарь-5».

Предназначен для равномерного измельчения всех видов сочных и грубых кормов: силоса, корнеклубнеплодов, бахчевых культур, а также рыбы.

Техническая характеристика

Производительность в основное время, т/ч:	
зеленая масса	6,5
корнеклубнеплоды	13,0
Степень измельчения по видам кормов и фракционному составу, %:	
корнеклубнеплоды толщиной до 10 мм	80
силос, зеленая масса размером до 30 мм	85
Количество ступеней измельчения, шт.	2
Установленная мощность, кВт	22
Масса, кг	1000
Удельная энергоемкость, кВт·ч/т	3,4—1,7
Удельная материалоемкость, кг·ч/т	154—84
Габаритные размеры, мм	2400×1330×1205
Срок службы, лет	7

Пастоприготовитель ПП-Ф-5 предназначен для измельчения зеленой массы и корнеплодов до пастообразного состояния. Может использоваться в составе комплекта оборудования для приготовления и транспортирования пастообразных кормов, в том числе и на комплексах в составе оборудования КПС-108 или самостоятельно в технологических линиях кормоцехов. Состоит из шнекового питателя, камеры предварительного измельчения, винтового конвейера, камеры повторного измельчения и шкафа управления.

Камеры измельчения оборудованы одинаковыми рабочими органами (роторы с шарнирно подвешенными молотками и жестко закрепленными на внутренней поверхности камер противорезами).

Питатель, конвейер и молотковые роторы имеют ин-

дивидуальные приводы. Управление пастоприготовителем осуществляется от электрошкафа.

Применение пастообразных кормов повышает продуктивность животных и снижает расход кормов на 10%.

Техническая характеристика

Производительность, т/ч:	
на зеленой массе	3,5
на корнеплодах	8,0
Тип измельчающего аппарата	Молятковый
Установленная мощность, кВт	90,2
Габаритные размеры, мм	
длина	5315
ширина	2000
высота	1800
Масса, кг	2207
Степень измельчения, содержание частиц, %	
от 0 до 5 мм, не менее	80
от 5 до 10 мм, не более	20
Обслуживающий персонал, чел.	1 (из числа операторов кормоцеха)

Линия ЛИК-Ф-20 предназначена для измельчения кукурузных початков повышенной влажности с последующим консервированием измельченной массы в траншеях или сенажных башнях. Зерностержневая смесь (ЗСС) после соответствующей обработки идет на корм крупному рогатому скоту и свиньям.

Линия состоит из питателя-дозатора зеленой массы ПЗМ-1,5, измельчителя ИРТ/165-02К, транспортера ТС-40С.

Початки, собранные комбайнами «Херсонед-200» или «Херсонед-7», разгружаются в питатель, дозируются и подаются на транспортеры, а затем в измельчитель.

Готовый продукт сыпается непосредственно в траншею или транспортное средство. Измельченная масса разравнивается и уплотняется трактором в траншее или разравнивателем в сенажной башне.

Внедрение новой технологии консервирования ЗСС повышенной влажности по сравнению с сушкой дает экономию 3—4 руб/т корма и снижение расхода топлива на 30—35 кг.

Техническая характеристика

Производительность за час чистой работы, т/ч, не менее	15
Установленная мощность, кВт, не более	167
Влажность исходного продукта, %	30—45
Массовая доля частиц (при решетке 10 мм), % размером	

менее 4 мм	80
более 4 мм	20
Габаритные размеры, мм:	
длина	17 200
ширина	12 350
высота	3900
Масса, кг, не более	11 606

Измельчитель растительных материалов ИРМ-50 предназначен для измельчения зерна, зерноотрубной смеси и початков кукурузы повышенной влажности. Может применяться для заготовки комбинированного силоса и кормовых смесей из початков кукурузы восковой спелости, сочных и грубых кормов.

Техническая характеристика

Производительность, т/ч, не менее:	
на измельчении зерна и зерноотрубной смеси кукурузы	20
на измельчении початков кукурузы	15
на измельчении комбинированных силосов и кормовых смесей	15
Массовая доля измельчения частиц в общей массе, %, не менее:	
при размере частиц до 2 мм	
зерно кукурузы	50
при размере частиц до 3 мм	
зерно кукурузы	70
при размере частиц до 4 мм	
зерно кукурузы	80
початки кукурузы	65
Установленная мощность, кВт	90
Габаритные размеры в рабочем положении без шкафа управления, мм, не более:	
длина	3855
ширина	1950
высота	3960
Масса общая, кг, не более	2950
Количество обслуживающего персонала, чел.	1

В ЦНИИМЭСХ проведены исследования рабочих органов для ИСК-3, предназначенного для измельчения грубых кормов. ИСК-3 состоит из рамы, приемной, рабочей и выгрузной камер, ротора, привода. На роторе устанавливаются ножи, а в камере — противорезы, которые подпружинены для предотвращения поломок ножей в случае попадания с зеленой массой твердых инородных предметов. Для выполнения требований по качеству измельчения зеленой массы свиньям, а также кукурузных початков для закладки на силос в измельчителе изменены конструкция ножей, их количество и место установки на роторе, а также конструкция противорезов. Эти сменные рабочие органы позволяют рас-

ширить технологические возможности серийной машины и создать на ее основе поточные линии для измельчения зеленой массы и кукурузы. Проведенные во ВНИИМОЖ испытания различных измельчителей на початках кукурузы показали высокую производительность ИСК-3, но недостаточную степень измельчения зерен для свиней. В настоящее время разработаны сменные рабочие органы, которые позволяют обеспечить требуемое качество измельчения зеленой массы и початков кукурузы.

Измельчитель корнеклубнеплодов ИКМ-Ф-10 предназначен для удаления камней, мойки и измельчения корнеклубнеплодов для кормления свиней и крупного рогатого скота. Обслуживает измельчитель оператор.

Агрегат стационарного типа, состоит из измельчителя, скребкового транспортера, шнека с активатором, ванны и электрооборудования.

Перед началом работы ванна заполняется водой через вентиль, расположенный на патрубке кожуха шнека. (В дальнейшем в процессе работы этим же вентиляем регулируется подача воды в зависимости от загрязненности корнеплодов. Уровень воды в ванне поддерживается сливным патрубком.) Затем включаются измельчитель, шнек и транспортер, и в машину загружаются корнеплоды. Под действием вращающегося потока воды, создаваемого активатором, они перемещаются, частично отмываются и шнеком подаются в измельчитель, при транспортировании дополнительно обмываясь струей воды. В измельчителе корнеплоды на верхнем диске измельчаются горизонтальными ножами и постукают на нижний, где доизмельчаются вертикальными ножами и через лоток с помощью лопаток выгружаются из измельчителя. Степень измельчения регулируется ступенчато, изменением частоты вращения дисков измельчителя взаимной перестановкой приводных шкивов. Для получения более мелкой фракции на измельчителе устанавливается дека.

Тяжелые инородные примеси (камни и др.) удаляются из ванны цепно-скребковым транспортером. По сравнению с измельчителем ИКМ-5 обеспечиваются повышение производительности в 1,5 раза, измельчение крупногабаритных плодов (до 10 кг), снижение потерь кормов в 2 раза, уменьшение конструктивной массы на 5%. Устранено прямое воздействие на электродвигатель воды и сока измельчаемых кормов; применен электро-

двигатель привода измельчающего аппарата большей мощности.

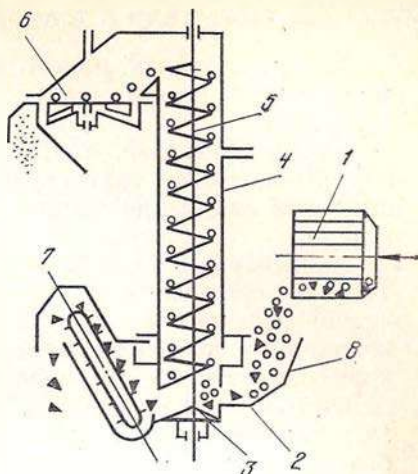
Техническая характеристика

Производительность, т/ч	10
Общая установленная мощность, кВт	14,0
Высота, мм:	
загрузки	950
выгрузки	2050
Расход воды, л/т	150
Качество измельчения, %:	
для свиней	
ломтиков толщиной до 5 мм	20
частиц размером не более 10 мм	80
для КРС	
ломтиков толщиной до 15 мм	100
Габаритные размеры, мм	2290 × 1360 × × 2510
Масса, кг	920

Агрегат сухой очистки и измельчения корнеклубнеплодов ИКУ-Ф-10 предназначен для работы в технологических линиях кормоприготовительных цехов на животноводческих и свиноводческих фермах, а также для закладки комбисилосов на основе корнеклубнеплодов. Агрегат должен обеспечивать очистку корнеклубнеплодов от земли, растительных остатков, отделение камней, мойку и измельчение корнеклубнеплодов всех видов. Состоит из барабана предварительной сухой очистки с кожухом, измельчителя, мойки-камнеотделителя, пульта управления.

Работает агрегат следующим образом. Корнеклубнеплоды транспортером загружаются в барабан сухой очистки 1 (рис. 11), в котором отделяется несвязанная почва, мелкие камни, солома, растительные остатки. Из барабана корнеклубнеплоды, крупные камни и прочие тяжелые примеси подаются через входной рукав 2 в камеру мойки-камнеотделителя 3. При вращении вертикального шнека 5 и посаженного на него рабочего колеса камнеотделителя 3 возникают вихревые потоки воды, которые отмывают оставшуюся почву от корнеклубнеплодов и поднимают их к виткам шнека. Поднимаясь по шнеку, ограниченному кожухом 4, корнеклубнеплоды орошаются водой и попадают на диск измельчителя 6, где измельчаются и выгружаются из агрегата. Работа с деккой производится при измельчении корнеклубнеплодов для свиней. Камни и другие тяжелые примеси выбрасываются диском на ленту ковшового транспортера и вы-

Рис. 11. Технологическая схема агрегата сухой очистки и измельчения корнеклубнеплодов ИКУ-Ф-10.



водятся за пределы машины. Воды в шнек подается столько, чтобы во время работы со сливного лотка все время стекала тонкая струя. При недостатке нарушается технологический процесс и забивается шнек. Подача воды в барабан сухой очистки регулируется в зависимости от первоначальной загрязненности корнеклубнеплодов и количества соломы. При малом количестве соломы, растительных остатков и сухих корнеклубнеплодах воду в барабан подавать не обязательно.

Учитывая постоянный обмен воды во время работы и значительное ее количество в камере мойки, воду после окончания смены можно не сливать, если перерыв в работе не превышает 24 ч. В этом случае перед началом следующей смены необходимо включить на одну—две минуты выгрузной транспортер, не включая вертикального шнека.

В случае забивания вертикального шнека надо остановить все механизмы и, пользуясь реверсом, повернуть шнек в обратную сторону, затем — в прямом направлении.

Техническая характеристика

Производительность, т/ч	10—15
Фракционный состав измельченной массы:	
при измельчении корнеклубнеплодов для свиней	
ломтиков толщиной до 5 мм, %, не менее	20
ломтиков толщиной до 10 мм, %, не более	80
толщина ломтиков при измельчении корнеклубнеплодов для КРС, мм, не более	15
Установленная мощность, кВт	12,55
Габариты, мм:	
длина	4060
ширина	2367
высота	3000
Масса, кг	1600

ПИТАТЕЛИ И ТРАНСПОРТЕРЫ КОРМОВ

Для равномерной подачи исходного материала в кормоприготовительные машины служат питатели кормов (табл. 76).

Кроме питателей, в составе комплектов оборудования необходимы транспортеры (шнековые и скребковые) для связывания основных кормоприготовительных машин.

Конвейер скребковый ТС-Ф-40. Конвейер скребковый ТС-Ф-40 предназначен для транспортирования измельченной зеленой массы, грубых кормов, силоса, сенажа, концкормов, корнеклубнеплодов, сенной муки и готовых кормовых смесей в технологических линиях кормоприготовительных цехов типа «Маяк-6», КС-24 и КЦС, для загрузки кормораздатчиков КЭС-1,7, а также для самостоятельного использования на животноводческих фермах. Конвейер скребковый выпускается в четырех исполнениях.

Техническая характеристика

Наименование	ТС-Ф-40	ТС-Ф-40.02	ТС-Ф-40.03	ТС-Ф-40.04
Подача, м ³ /ч	40	40	40	40
Масса, кг	392	447	619	297
Установленная мощность, кВт	2,2	2,2	2,2	2,2
Габаритные размеры, мм:				
длина	5665	7565	10 465	3755
ширина	620	620	675	620
высота	1165	710	1260	900
Скорость полотна конвейера, м/с	1	1	1	1
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1	1	1
Срок службы до списания, лет	7	7	7	7

Конвейер винтовой универсальный КВ-Ф-40. Предназначен для загрузки измельченных корнеклубнеплодов, сенной муки, концкормов, зеленой массы в смесители, а также для подачи готовых смешанных кормов влажностью до 75% от смесителя к выгрузному скребковому транспортеру в технологических линиях кормоприготовительных цехов типа «Маяк-6», КЦС и др., для

Таблица 76. Технические характеристики накопителей стебельных кормов

Показатели	Марка накопителя-питателя					
	КТУ-10А с КТУ-40.000	ПМЗ-1,5	КПГ- 10.46.15	ПДК-10	БДК-70	ПДК-Ф-40
Вместимость бункера, м ³	10	30	30	30	20	45
Установленная мощность, кВт	7,5	9,5	7,0	4,0	9,4	—
Скорость конвейера, м·с ⁻¹	0,07—0,41	0,001—0,012	0,001—0,01	0,001—0,023	0,003—0,012	—
Угол наклона, град	—	15	30	25	7	—
Ширина бункера, м	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	—
Производительность, т/ч:						
на силосе	5—60	2—20	5—15	36—38	5—44	4—20
на измельченной соломе	1—3	0,5—5	0,5—5	1—9	1—9	—
Неравномерность подачи, %:						
на силосе	30—50	40—25	60—27	38—20	16—14	—
на измельченной соломе	36—50	35—20	62—38	—	18—16	—
Масса, т	2,5	6,3	6,6	4,2	4,2	6,0

Примечание. ПДК-Ф-40 снабжен колесами.

загрузки кормораздатчика КЭС-1,7, а также для самостоятельного использования на свиноводческих фермах.

Выпускается в пяти исполнениях.

Техническая характеристика

Наименование	КВ-Ф-40-1	КВ-Ф-40-2	КВ-Ф-40-3	КВ-Ф-40-4	КВ-Ф-40-5
Подача, м ³ /ч	45	45	45	45	45
Масса, кг	280	290	415	270	280
Установленная мощность, кВт	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Габаритные размеры, мм:					
длина	5220	5220	9340	5550	5550
ширина	625	625	472	500	500
высота	1045	1045	685	995	995
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1	1	1	1
Срок службы до списания, лет	6	6	6	6	6

Транспортирование кормосмесей из кормоцехов в свинарники

В ЦНИИМЭСХ совместно с БСХА разработан насос объемного действия для перекачивания кормосмесей влажностью 70—75%, содержащих до 30% по массе измельченной зеленой массы или силоса, из кормоцехов по трубам в мобильные раздатчики КС-1,5, КСП-0,8, КЭС-1,7, РС-5, КУС-Ф-2 и в стационарный кормораздатчик КВК-Ф-15. Блокируется со смесителями С-12, С-7 и С-3, а также новыми смесителями СКО-Ф-3 и СКО-Ф-6.

Для унификации и комплектной поставки оборудования на свинофермы на базе насоса ЦНИИМЭСХ разработан загрузчик влажных кормосмесей стационарный, на который Госагропромом СССР утверждены исходные требования.

Насос (рис. 12) состоит из ступенчатого подвижного цилиндра 1, выполненного таким образом, что площадь поперечного сечения одной части его в два раза больше площади поперечного сечения другой части.

В торец большего сечения подвижного цилиндра смонтирован нагнетательный клапан 2, а сам подвиж-

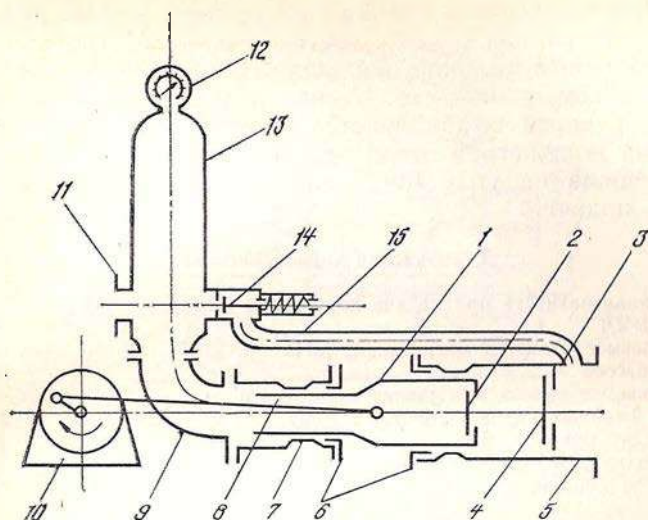


Рис. 12. Схема насоса объемного действия.

ный цилиндр движется в бронзовых направляющих втулках, которые запрессованы в неподвижные корпуса 3 и 7, снабженные сальниковыми устройствами.

К неподвижному цилиндру 3 между фланцами крепежными болтами крепится всасывающий клапан 4, а к цилиндру 7 крепится отвод 9 с воздушным колпаком 13, напорным патрубком 11 и манометром 12. Оба неподвижных цилиндра болтами крепятся к раме.

Воздушный колпак через редукционный клапан 14 и трубопровод 15 соединен с всасывающей линией с целью предотвращения поломки насоса при превышении давления в линии.

Подвижный цилиндр 1 приводится в возвратно-поступательное движение приводом 10 через шатун 8. Сальники, уплотняющие подвижный цилиндр, крепятся фланцами 6.

При движении подвижного цилиндра влево создается вакуум в межклапанном пространстве, клапан 4 открывается и жидкость через всасывающий патрубок 5 заполняет межклапанное пространство. При этом клапан подвижного цилиндра закрыт и жидкость, находящаяся в неподвижном малом цилиндре 7, проталкивается в отвод в объеме, который равен площади малого цилиндра, умноженной на ход подвижного цилиндра.

При движении подвижного цилиндра вправо всасывающий клапан 4 закрывается и жидкость перетекает в подвижный цилиндр, заполняя освобождающийся при этом объем, а часть ее, равная половине вытесняемого объема, снова выдавливается в отвод. Таким образом, подача жидкости в отвод осуществляется при повороте кривошипа на угол 180° , что обеспечивает равномерность подачи.

Техническая характеристика

Производительность при подаче кормосмеси влажностью до 75%, м ³ /ч	50
Создаваемое давление нагнетания, МПа	0,1
КПД насоса	0,7
Допускаемая высота всасывания кормосмеси, м	7
Число двойных ходов в минуту подвижного цилиндра	140
Мощность привода, кВт	22
Ход подвижного цилиндра, мм	70
Масса установки, кг	560

Для транспортировки кормосмесей от кормоцехов по галереям (шириной 4 м и более) к свиарникам с одновременной раздачей корма в кормушки в ЦНИИМЭСХ разработан загрузчик-раздатчик на базе электрокара. Его применение позволяет в 2—3 раза сократить количество раздатчиков на комплексе и исключить расход жидкого топлива на доставку кормосмесей, так как отпадает надобность в кормозагрузчике на автомобильном шасси КУТ-3,0Б.

Общий вид загрузчика-раздатчика показан на рис. 13.

Перемещается загрузчик-раздатчик на галерее и в кормовых проходах за счет электромеханического привода электрокара от аккумуляторных батарей. В кормовых проходах электроприводы рабочих органов питаются по электрокабелю от переменного тока.

Загрузчик-раздатчик состоит из платформенного электрокара 1, бункера с мешалкой 2, раздаточного устройства 3, рычагов и пульта управления.

Раздаточное устройство состоит из правого 4 и левого 5 шнеков, их привода, шиберов и рычагов управления ими.

Бункер с мешалкой 2 имеет цилиндрическую форму. Мешалка имеет лопасти правой и левой навивки, расположенные по винтовой линии и посредством кронштейнов крепящиеся к ее валу. Привод мешалки состоит из

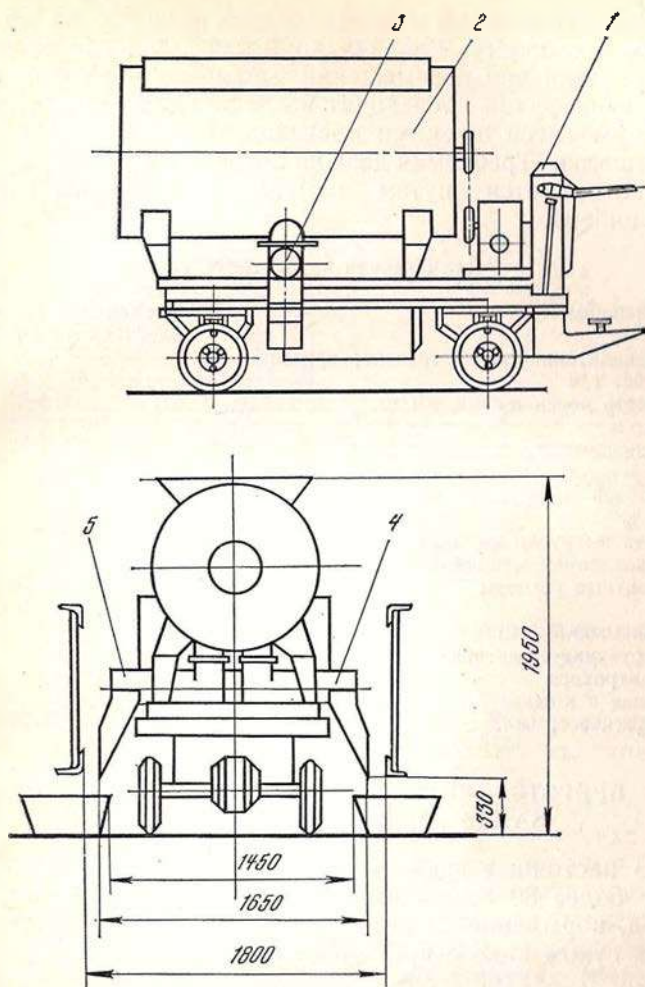


Рис. 13. Загрузчик-раздатчик на базе электрокара.

электродвигателя, редуктора и открытой шестеренной передачи.

Загрузчик-раздатчик собран в единый блок и может полностью сниматься с электрокара при техобслуживании и ремонте.

Загрузка машины кормосмесью производится в кормоцехе, сблокированном с помощью галерей со свиарниками.

Перемещение по галерее осуществляется на транспортной скорости. Раздача кормосмеси на обе стороны в кормушки при перемещении машины в кормовом проходе свинарника происходит на рабочей скорости. Выдача кормосмеси шнеками производится при вращающейся мешалке. Требуемая доза на погонный метр кормушки устанавливается путем изменения величины открытия шибера.

Техническая характеристика

Тип машины	Передвижная на базе электрокара ЭК-2
Производительность на транспортировании и раздаче, т/ч	4
Скорость перемещения, км/ч:	
рабочая	До 4
транспортная	До 7
Равномерность раздачи корма на один метр групповой кормушки на длине не более 5 м, %	90
Высота выгрузки корма, мм	350
Установленная мощность приводов, кВт	4,1
Габаритные размеры	3000×1680×1890 (без кронштейна)
Масса машины, кг:	
загрузчика-раздатчика	800
электрокара	1250
общая с кормом	3250
Обслуживает, чел.	1

ПРИГОТОВЛЕНИЕ И РАЗДАЧА КОРМОВ СВИНЬЯМ НА ОСНОВЕ КОМБИКОРМОВ И ВОДЫ

В настоящее время в республике построено и действует более 30 свинокомплексов мощностью 24 тыс. гол. в год, кормление на которых производится комбикормами в сухом виде с применением тросошайбовых раздатчиков.

В колхозе «Путь коммунизма» Гродненского района перевели свиноголовье на влажное кормление без изменения планировок помещений. Для этого использовали раздатчик, движущийся над спаренными кормушками, позволяющий приготовить кормосмесь из комбикормов, поступающих из бункеров БСК-10, установленных возле каждого свинарника, и жидких кормов (обрата, сыворотки или воды). Такой раздатчик был разработан и изготовлен ГСКБ (г. Умань) и прошел практическую апробацию на комплексе. В настоящее время изготов-

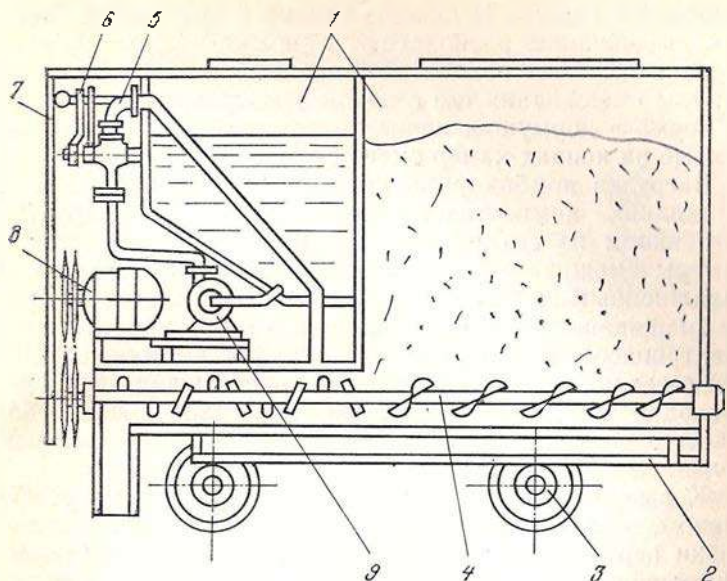


Рис. 14. Кормораздатчик для приготовления и раздачи кормов КСМ-Ф-1,2.

ливається партія раздатчиков КСМ-Ф-1,2 для комплексів Гродненської області. Нижче приводиться кратке його описання і технічна характеристика.

Кормораздатчик КСМ-Ф-1,2 призначений для зволоження концентратів і роздачі їх в кормушки на свинозаводських фермах і комплексах, не маючих кормових проходів. Смішування сухих і рідких компонентів (вода, сироватка, обрат) виробляється в момент їх роздачі в кормушки, при цьому вологість готового корма становить не більше 60%. Кормораздатчик (рис. 14) складається з бункера 1, розділеного на ємкості для комбікорму і води, рами 2, колесних пар 3, шнеков-мешалок 4, трубопроводу 5, регулятора 6, огорожі 7, приводу шнеков-мешалок 8, насоса 9, приводу колесних пар.

Бункер 1 призначений для приготування зволоженої кормосміси і видачі її в групові кормушки. Він розділений на дві секції: секція ємкістю 1,2 м³ призначена для завантаження комбікорму, секція ємкістю 0,8 м³ — для рідкості (вода, обрат). Бункер містить дві камери змішування, які є про-

должением секции. В днищах секции и выгрузных камерах смешивания располагаются шнеки-мешалки, предназначенные для подачи комбикорма в смесительные камеры смешивания его с водой. Выгрузка увлажненного корма в кормушки производится через лотки, выполненные на концах камер смешивания.

Загрузка комбикормов производится в одну секцию, а жидких компонентов (вода, обрат) — в другую. Комбикорм из секции шнеками-мешалками подается в камеры смешивания, где перемешивается с водой и увлажненным попадает в кормушки. Для подачи в камеру смешивания жидких компонентов на раме установлен электронасос, всасывающий патрубок которого соединен с секцией, а нагнетательный через напорный трубопровод и краны — с камерами смешивания. На трубопроводе расположены два вентиля с электромагнитным приводом и регулятором расхода жидкости.

Кормораздатчик приводится в движение от реверсивного электродвигателя, червячного редуктора и коробки перемены скоростей и перемещается по эстакаде, имеющей рельсовый путь.

В автоматизированном режиме кормораздатчик управляется с помощью выключателей. Электропитание к кормораздатчику подается гибким кабелем, подвешенным на тросу или установленным в лотке. Пускозащитная аппаратура, элементы автоматики и управления встроены в нишу, закрываемую крышкой.

Изменение норм выдачи корма на погонный метр кормушки производится путем изменения скорости передвижения, которая изменяется коробкой перемены скоростей (три скорости). Путем перестановки клинового ремня на двухручьевом шкиве электродвигателя и червячного редуктора достигаются еще дополнительно три скорости передвижения, а следовательно, и три нормы выдачи на погонный метр кормушки. Таким образом, получается шесть фиксированных норм выдачи корма в пределах от 2 до 7,6 кг/м.

Техническая характеристика

Тип	Мобильный, электрифицированный
Производительность по сухому корму, т/ч, не более	12,0
Вместимость емкости для концентратов, м ³ , не более	1,2
Вместимость емкости для воды, м ³ , не более	1,0

Влажность готового корма, %	60
Равномерность раздачи готового корма, %	85
Диапазон изменения скоростей передвижения, м/с	0,2 ÷ 0,52
Диапазон изменения нормы выдачи на погонный метр (по сухому корму), кг/м	2,0 — 7,6
Число фиксированных норм выдачи	6
Установленная мощность, кВт	4,45
Масса, кг, не более	1100
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	2200
ширина	1500
высота	1600

Кормораздатчик для свиней «Унима» (ЧССР) служит для подготовки влажных, тестообразных и жидких смесей, для их транспортировки и дозированной выдачи в помещениях свинарников для откорма свиней (рис. 15).

Кормораздатчик «Унима» состоит из бункера 1, мешалки 2, привода мешалки 3, раздаточного шнека с приводом 4, ходовой части с приводом 5, площадки с пультом управления 6.

Основной частью устройства является бункер, на котором при помощи кронштейнов крепятся колеса для передвижения по рельсовой дороге и рабочая площадка для операторов раздатчика. Внутри бункера в продольной ее оси расположен вал мешалки с лопастями, образующими две противоположные спиральные части. Вал приводится в движение электродвигателем через клиноременную передачу и редуктор, а ходовая часть — мотор-редуктором и цепной передачей.

В середине бункера на дне находится выпускное отверстие, оснащенное затвором, управляемым при помощи передач реечной и цепной от маховика, находящегося на передней стороне бункера на площадке оператора. Величина дачи, установленная задвижкой, отражается на шкале. Под выпускным отверстием дна бункера находится винтовой конвейер, поворачивающийся в горизонтальной плоскости на 180°. Поворот конвейера осуществляется при помощи рычага на общей ступице с роликом канатной передачи управления положением конвейера. Стальной канат ведется по роликам на фланец винтового конвейера. Привод раздаточного конвейера обеспечивается электродвигателем через цепную передачу.

Обслуживание раздатчика «Унима» выполняется на рабочей площадке, оснащенной предохранительным

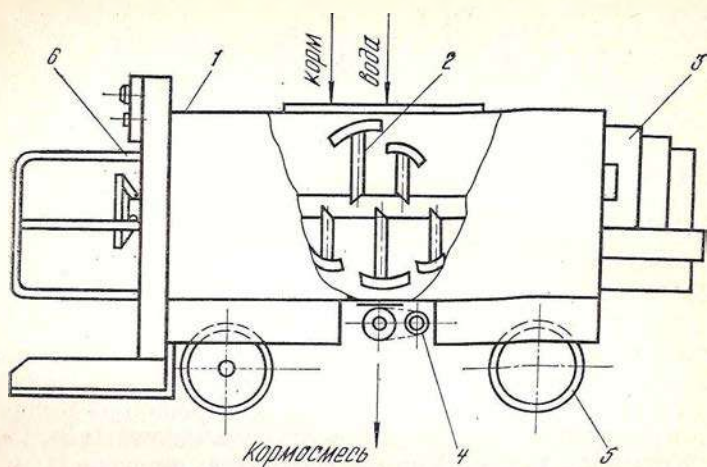


Рис. 15. Кормораздатчик для свиней «Унима».

ограждением. На верхней стороне подход к бункеру закрыт парой дверей из проволочной сетки.

Кормораздатчик «Унима» оснащен системой полуавтоматической работы ходовой части, обеспечивающей точный автоматический останов машины в таком положении, что выгрузной конвейер будет попадать в середину отдельной кормушки: по обеим сторонам раздатчика помещены конечные выключатели и резиновые пальцы их управления.

Для применения автоматического останова кормораздатчика необходимо оснастить ограждения помещения свинарника функциональными штифтами.

Влажность кормовой смеси должна составлять 55—75%. Ее приготовление осуществляется следующим образом. В бункер машины загружается небольшое количество сухой смеси (50—100 кг), затем наливается жидкость и в процессе смешивания добавляется необходимое количество сухой смеси.

Машина развозит корм по прямолинейным рельсам в кормовом коридоре и при помощи шнека раздает требуемое количество в кормушки с одной стороны кормового прохода. Потом раздаточный шнек переводится в другую сторону и кормораздатчик, возвращаясь, заполняет кормушки другой стороны. После опорожнения бункера мешалка выключается и раздатчик движется в исходное положение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко И. И. Консервирование кормов. — М.: Россельхозиздат, 1980. — С. 108—113.
2. Галушка В. М., Песціс В. К. Монаячныя рацыёны ў кармленні свіней // Весці АН БССР. Сер. С.-г. 1981. — № 4. — С. 89—92.
3. Голушко В. М., Папковский Г. Л. Питательная ценность некоторых кормов для свиней // Зоотехническая наука Белоруссии. Сб. тр. — Мн.: Ураджай, 1982. — Т. 22. — С. 51—55.
4. Георгиевский В. И., Анненков Б. И., Самохин В. Т. Минеральное питание животных. — М.: Колос, 1979. — С. 471.
5. Каленюк В. Ф. Оценка качества белка и балансирование аминокислотного состава рационов свиней // Белково-аминокислотное питание сельскохозяйственных животных: Материалы Всесоюзного совещания. — 1987. — С. 110—123.
6. Кукта Г. М. Машины и оборудование для приготовления кормов. — М.: Агропромиздат, 1987. — 303 с.
7. Лоуренс Т. Л. Дж. Обработка и приготовление зерна злаковых и скармливание // Питание свиней: Теория и практика. — М.: Агропромиздат, 1987. — С. 232—244.
8. Мак-Дональд П. Биохимия силоса. — М.: Агропромиздат, 1985. — 272 с.
9. Нормированное кормление сельскохозяйственных животных: Рекомендации / Сост. Голушко В. М. и др. — Мн.: Ураджай, 1983. — 76 с.
10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: Справ. пособие. — М.: Агропромиздат, 1985. — 352 с.
11. Нэш М. Дж. Консервирование и хранение сельскохозяйственных продуктов. — М.: Колос, 1981. — 311 с.
12. Передня В. И. Механизация приготовления кормосмесей. — Мн.: Ураджай, 1982. — 86 с.
13. Погорелый Л. В. и др. Технология приготовления кормов из кукурузы. — М.: Агропромиздат, 1987. — 287 с.
14. Попов И. С., Дмитроченко А. П., Крылов В. И. Протенное питание животных. — М.: Колос, 1975. — 368 с.
15. Пфост Х., Зеиб П. Желатинизация крахмала кормов как метод повышения их питательности // Сел. хоз-во за рубежом. — 1972. — № 4. — С. 10—16.
16. Тот Я., Сабадка А., Дери Е. Дробление кукурузных початков и скармливание их свиньям // Международный сельскохозяйственный журнал. — 1982. — № 1. — С. 104—109.
17. Таранов М. Т., Сабиров А. Х. Биохимия кормов. — М.: Колос, 1985. — 336 с.
18. Ткачев Е. Э. Физиология питания свиней. — М.: Колос, 1981. — 239 с.
19. Шмидт В., Веттерау Г. Производство силоса. — М.: Колос, 1975. — 352 с.
20. Шапов А. П., Садовский М. Ф. Приготовление и использование кормовых смесей и комбикормов в хозяйствах. — Мн.: Ураджай, 1988. — 216 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Особенности организма свиней	4
Значение питательных веществ	8
Минеральные вещества	9
Органические вещества	29
Сухое вещество	51
Обменная энергия	51
Основные корма для свиней	52
Концентрированные корма	53
Сочные корма	76
Грубые корма	81
Подготовка зерновых кормов	89
Измельчение зерна	89
Ошелушивание зерна	94
Способы горячей обработки зерна	95
Использование зеленых кормов в свиноводстве	116
Приготовление травяной муки	122
Производство протеинового зеленого концентрата	126
Подготовка корнеклубнеплодов	129
Приготовление силоса для свиней	133
Сущность силосования	133
Силосование травянистого сырья	138
Консервирование влажного зерна	142
Силосование кукурузного зерна и початков	144
Силосование запаренного картофеля	151
Силосование сырого картофеля	161
Приготовление комбисилоса	165
Механизация кормоприготовления	177
Кормоцехи для свиней	177
Машины для обработки компонентов кормосмесей	190
Оборудование для получения пара в кормоцехах	196
Машины для приготовления сочных кормов	198
Питатели и транспортеры кормов	204
Приготовление и раздача кормов свиньям на основе комби- кормов и воды	210
Зарубежные системы приготовления и раздачи кормов	213
Литература	215