

51 коп.



ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИКОРМОВ

36, 08  
33

И. И. ДЕНИСОВ  
М. Т. ТАРАНОВ

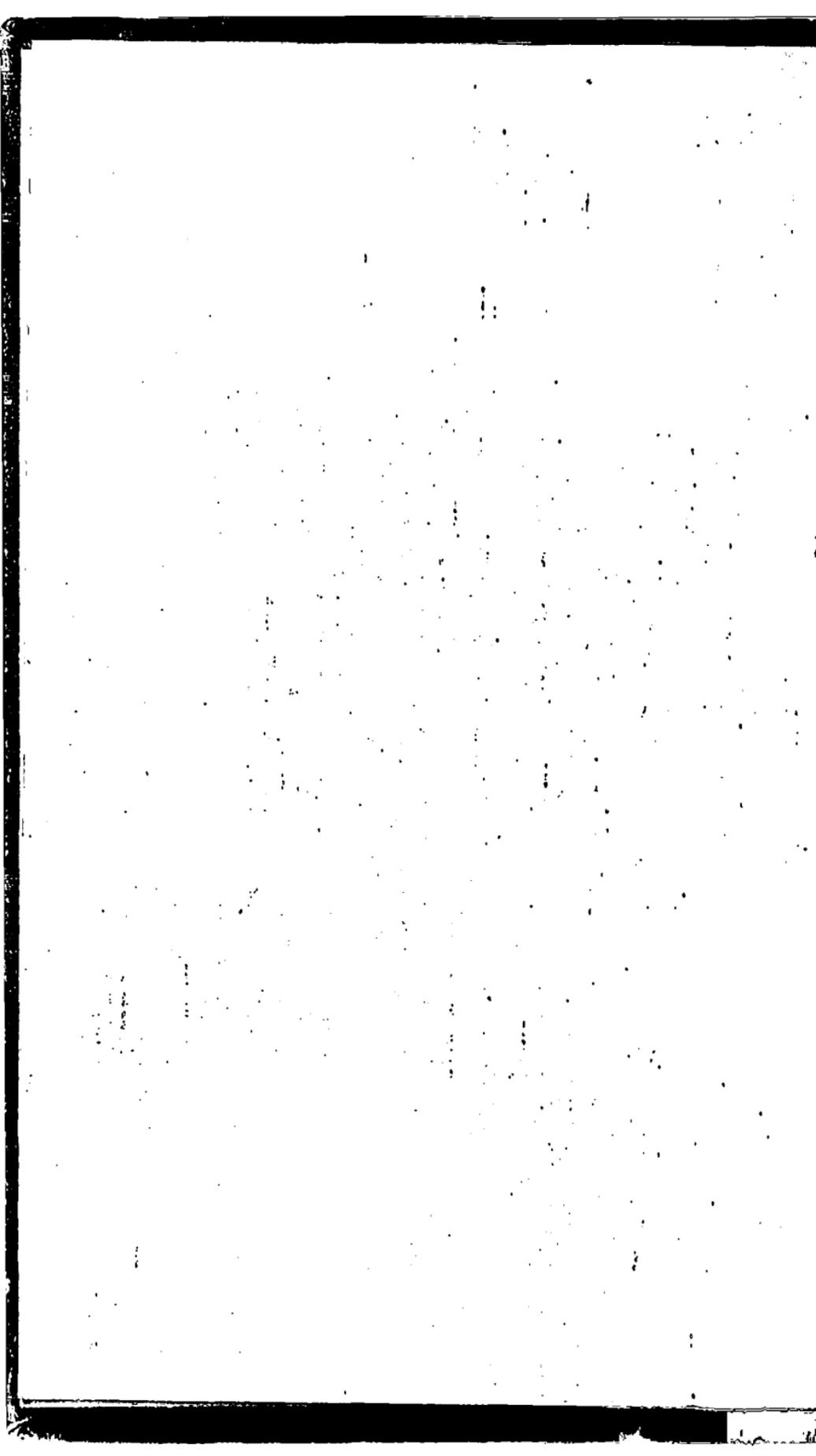
**П**

роизводство

**И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

**К**

омбикормов

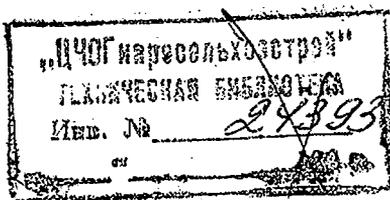


И. И. ДЕНИСОВ  
М. Т. ТАРАНОВ

**П**роизводство

**И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

**К**омбикормов



ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС»  
Москва — 1970

636.08

Д.33 УДК 636.085.55

4-7-3  
128—70

## ВВЕДЕНИЕ

Современное животноводство основывается на высокопродуктивных, специализированных породах сельскохозяйственных животных, способных перерабатывать большое количество кормов в молоко, мясо, яйца и т. д. Следует максимально использовать природные свойства животных, чтобы получать от них высокую продуктивность с низкими затратами кормов на единицу продукции.

Сельскохозяйственные животные, особенно высокопродуктивные, должны быть полностью обеспечены питательными веществами рационов. При несоблюдении этого основного условия снижается продуктивность, наблюдается расстройство половой функции, заболевание животных и повышение затрат кормов на продукцию и как следствие снижение экономической эффективности животноводства. Низкий уровень кормления продуктивных животных препятствует выявлению их полезно хозяйственных наследственных свойств.

Из питательных веществ в рационе основным источником энергии являются углеводы, составляющие примерно 70—75%. Однако углеводы и энергия, заключенная в них, могут быть эффективно использованы только в том случае, если они поступают в организм в оптимальном соотношении с другими питательными веществами — с белком, жирами, минеральными солями и витаминами. Поэтому необходимо составлять полноценные рационы.

Полноценным питанием животных называют такое питание, когда животное получает в рационе все необходимое для нормального функционирования организма питательные вещества в определенном соотношении для данного вида, возраста, уровня и характера продуктивности.

Для сельскохозяйственных животных, которым скармливают одновременно грубые, сочные и концентрированные корма, необходимо последние давать в виде

комбикорма, балансирующего рацион по основным питательным веществам.

В организации научно обоснованного кормления сельскохозяйственных животных исключительно важное значение имеют комбикорма. Отечественная и мировая практика показывают, что применение полноценных комбикормов позволяет получать от животных максимальное количество продукции при одновременном снижении затрат кормов на производство молока, мяса, яиц и других продуктов животноводства. Использование кормов в различных комбинациях и соотношениях в виде сложных смесей позволяет создать полноценные рационы. Комбикорма, сбалансированные по основным питательным веществам, обеспечивают повышение продуктивности животных на 10—12%, а при обогащении их витаминами, антибиотиками, микроэлементами и другими средствами эффективность их повышается на 25—30% и более.

Полнорационные комбикорма, сбалансированные по питательным веществам, витаминам и микроэлементам, предназначены главным образом для птицы, свиней и молодняка других сельскохозяйственных животных.

Производство и скармливание животным большого количества концентрированных кормов позволяют резко повысить продуктивность и снизить затраты кормовых единиц на производство мяса, яиц и молока.

Комбикормовая промышленность должна обеспечить колхозы и совхозы белково-витаминно-минеральными добавками и премиксами. Такие комбикорма следует вырабатывать на крупных заводах, оснащенных всем необходимым для точного дозирования различных компонентов в чрезвычайно малых дозах.

Комбикормовая промышленность должна располагать в достаточном количестве всеми ингредиентами и включать их в комбикорма в соответствии с рецептурой, разработанной научно-исследовательскими учреждениями, и гарантировать соотношение ингредиентов, питательных веществ и доброкачественность комбикормов.

Потребность в комбикормах растет значительно быстрее, чем развивается государственная комбикормовая промышленность. Увеличение производства комбикормов в 2 раза против существующего уровня позволит удовлетворить потребность животноводства примерно только на 40—50% общего количества концентрированных кор-

мов, потребляемых сельскохозяйственными животными. Остальные 50—60% концентратов следует использовать в виде смесей кормов собственного производства совхозов и колхозов.

Заводы комбикормовой промышленности должны вырабатывать преимущественно полнорационные комбикорма, комбикорма-добавки и премиксы с высокой биологической ценностью. Белково-витаминно-минеральные добавки и премиксы предназначены для повышения полноценности рационов и смесей, составленных из кормов, производимых в хозяйствах.

В связи с этим важно установить показатели оценки качества комбикормов и сравнительной их ценности для отдельных видов и групп животных, а также разработать систему государственного контроля качества ингредиентов и комбикормов, выпускаемых промышленностью.

Производство комбикормов в нашей стране может быть представлено в следующем виде. Государственные предприятия комбикормовой промышленности вырабатывают полнорационные комбикорма для обеспечения промышленного животноводства, белково-витаминно-минеральные добавки и премиксы.

Заводы, цеха в колхозах и совхозах производят комбикорма из собственного зернофуража и получаемых с государственных комбикормовых заводов белково-витаминно-минеральных добавок и премиксов.

При сложившемся в настоящее время фактическом расходе концентрированных кормов для нужд общественного животноводства объем производства комбикормов в колхозах и совхозах должен составлять примерно 70% и на государственных предприятиях — 30% к общей их потребности.

Производство концентрированных кормов резко возрастает, что позволяет организовать рациональное кормление животных, повысить продуктивность и снизить себестоимость посредством широкого применения полноценных комбикормов.

В настоящее время необходимо весь накопленный опыт по производству и применению комбикормов как в нашей стране, так и в других странах шире внедрять в колхозах и совхозах.

Общественное животноводство развивается в направлении интенсификации, специализации хозяйств по производству отдельных видов продуктов животноводства —

мяса, молока, яиц. Крупные фермы постепенно переводят на индустриальную основу с полной механизацией и автоматизацией всех процессов на ферме, а это невозможно без хорошо налаженной организации производства полнорационных комбикормов. На это обратили внимание в своих докладах участники III Всесоюзного съезда колхозников, проходившего в ноябре 1969 г.

Главное звено в сложной цепи производства продуктов животноводства — рациональное кормление животных. Без этого нельзя рентабельно развивать отрасль. В системе нормированного полноценного кормления животных в последние десятилетия во всех странах с интенсивным животноводством первостепенное значение приобрели комбикорма, применение которых коренным образом изменило существовавшую ранее технологию производства.

В нашей стране производство комбикормов еще не достигло необходимого уровня. Однако с ростом производства продуктов животноводства на промышленной основе потребность в комбикормах будет быстро увеличиваться. В настоящее время расширению производства комбикормов и улучшению их качества стали уделять большое внимание. В ближайшие годы намечено устранить разрыв между количеством получаемых комбикормов и потребностями в них животноводства. Большое народнохозяйственное значение имеет расширение системы комбикормовых заводов районного назначения, так как в связи с этим сокращаются перевозки сырья и комбикормов на далекие расстояния и снижаются себестоимость комбикормов. Производство комбикормов на районных комбикормовых заводах должно соответствовать объему потребления их животноводством колхозов и совхозов. Главная задача сейчас заключается в том, чтобы вооружить современной техникой, обеспечивающей приготовление высококачественных комбикормов, как крупные государственные заводы, так и небольшие предприятия в колхозах и совхозах.

В данной книге авторы поставили своей задачей ознакомить специалистов животноводства, комбикормовой промышленности и научных работников, имеющих отношение к проблеме комбикормов, с основными вопросами, касающимися составления рецептов комбикормов, их испытания и использования в хозяйстве. В книге помещены рецепты комбикормов, белково-витаминно-мине-

ральных добавок и премиксов для разных видов сельскохозяйственных животных, а также рецепты комбикормов-эталонов для контрольных групп подопытных животных в качестве методического пособия. Полный сборник рецептов комбикормов издается отдельной книгой. Приведены также краткие сведения о биохимии в той степени, в какой это необходимо для более глубокого понимания сущности вопроса и разработки рецептов, определения их структуры с учетом сложного взаимодействия как самих веществ в комбикормах, так и веществ комбикормов в организме животного.

Ограниченный объем книги и одновременно широкий круг разнообразных вопросов, связанных с проблемой комбикормов, не позволили авторам дать на них исчерпывающие ответы. Несмотря на это, авторы полагают, что книга в качестве пособия окажет необходимую пользу и помощь читателю в их научной и практической деятельности в производстве продуктов животноводства и рациональном использовании кормовых средств.

## ПРОИЗВОДСТВО КОМБИКОРМОВ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ С ИНТЕНСИВНО РАЗВИТЫМ ЖИВОТНОВОДСТВОМ

За последние годы в странах — членах СЭВ развитию специализированной отрасли по промышленному изготовлению комбикормов стали уделять серьезное внимание. С каждым годом расширяют сеть предприятий по производству полпорационных комбикормов, комбикормов-концентратов, белково-витаминных добавок и премиксов. Увеличивают выпуск белково-витаминных добавок для приготовления сбалансированных по питательным веществам смесей концентрированных кормов непосредственно в хозяйствах. Внедряют новое, более совершенное технологическое оборудование, позволяющее соблюдать большую точность рецептов: весовые дозаторы, порционные смесители и др. Предприятия оснащают установками для гранулирования, линиями для обогащения комбикормов микродобавками и жидкими ингредиентами (меясса и др.). Проводят работы по механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных операций с целью уменьшения материальных и трудовых затрат. В ряде стран создают специализированный транспорт для бестарной перевозки комбикормов. Разрабатывают рецептуру комбикормов для всех видов животных с учетом их возраста и категорий. Ведут широкие научные исследования по дальнейшему усовершенствованию техники и технологии производства комбикормов, изысканию новых видов сырья и удешевлению его производства. Создают базы для обеспечения промышленности высокобелковыми кормами, витаминами, аминокислотами, антибиотиками и другими компонентами.

В большинстве стран — членов СЭВ комбикормовая промышленность является новой отраслью. В настоящее время количество вырабатываемых комбикормов в них составляет 15—20% мирового производства.

В Народной Республике Болгарии наряду с полпоцепными комбикормами широкое развитие получило приго-

товление белково-витаминных добавок как компонентов для составления комбикормов непосредственно в хозяйствах. Комбикорма и белково-витаминные добавки вырабатывают по единым научно обоснованным рецептам, которые составлены с учетом видов и групп сельскохозяйственных животных.

Установлены прямые связи между комбикормовыми предприятиями и потребителями комбикормов. Хозяйства, имеющие комбикормовые цеха, снабжаются белково-витаминными добавками, а не отдельными белковыми компонентами. Для птицы полнорационные комбикорма готовят только на заводах. Хозяйства получают комбикорма и добавки в обмен на зерно по соответствующему эквиваленту.

В Венгерской Народной Республике новые рецепты комбикормов используют с согласия Министерства земледелия в том случае, если они при производственной проверке оказываются более эффективными, чем действующие. Практическая проверка рецептов комбикормов обязательна. Строго соблюдают стандарты на сырье. Качество комбикормов регламентируется ежегодно выпускаемыми предписаниями Министерства сельского хозяйства.

В Венгерской Народной Республике организовано производство химических добавок как для собственных потребностей, так и на экспорт. Для стабилизации комбикормов применяют антиокислитель, поступивший на рынок под названием Нифлекс Д.

В Германской Демократической Республике, исходя из потребностей животноводства социалистических сельскохозяйственных предприятий, рецепты комбикормов составляют по различным группам сортиментов.

Промышленность поставляет готовые комбикорма и премиксы. К готовым комбикормам относятся полнорационные и добавочные. Полнорационные комбикорма по питательности соответствуют потребности отдельных животных и обеспечивают высокую их продуктивность.

Добавочные корма предназначены для оптимального дополнения кормов, получаемых в хозяйствах. Их поставляют в виде концентратов (например, белковый концентрат, концентрат для откармливаемых свиней, питательная мука для телят, комбикорм для молочного скота и др.).

Премиксы (предварительные смеси) смешивают с концентрированными кормами непосредственно в хозяйстве и получают готовые комбикорма.

В ГДР из общего производства комбикормов 96% приходится на готовые комбикорма и 4% — на премиксы. Из готовых комбикормов примерно 45% составляют полнорационные, а 51% — дополнительные. Гранулированных комбикормов вырабатывают примерно 7% общего количества, в основном с использованием пара. В настоящее время начинают применять вяжущие вещества, повышающие качество гранул. Размер гранул равен от 2,5 до 13 мм. Планируется производить 25% всех комбикормов в гранулированном виде, в основном для птицы и поросят. Специализация предприятий не проводится. Каждое предприятие может вырабатывать нужный для данной зоны ассортимент комбикормов.

Практический опыт, накопленный в сельскохозяйственных производственных кооперативах и народных имениях ГДР, свидетельствует, что обогащение комбикормов биологически активными веществами примерно на 10% улучшает использование кормов и предотвращает заболевания животных. Дополнительная дача таких веществ особенно необходима при выращивании молодняка, интенсивном откорме свиней и в птицеводстве. Телята получают витамины А, D<sub>2</sub> и антибиотики: тетрациклин, окситетрациклин и хлортетрациклин. Свиньям дают витамины А, D<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> и антибиотики. В рацион птицы при производстве яиц вводят витамины D<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, при выращивании цыплят также и витамин B<sub>1</sub>, амид никотиновой кислоты, антиокислители и кокцидиостатики (фуразолидон, а в будущем — зоален и ампролиум).

Составляемые ежегодно рецепты комбикормов рассматриваются совместно учеными, практиками и работниками сельскохозяйственных советов и утверждаются экспертной комиссией.

Комбикорма в настоящее время доставляют хозяйствам в таре, однако намечен переход к бестарным перевозкам.

На большинстве заводов смешивание ингредиентов непрерывное. В дальнейшем предусматривается применять на всех предприятиях порционное смешивание, а также весовое дозирование.

В Польской Народной Республике значительная часть мощностей промышленности специализируется на произ-

водстве белково-витаминных добавок для последующей выработки комбикормов на местах потребления.

Обогащенных комбикормов выпускают 11%, а для птицы 57%. В дальнейшем предполагается выпускать обогащенными 80% комбикормов, для птицы 100%.

Для крупного рогатого скота в комбикорма включают мочевину. Комбикорма для свиней содержат добавки витаминов и антибиотиков, а для птицы, особенно на откорме, кроме того, и кокцидиостатики. В дальнейшем планируется применять аминокислоты и другие биологически активные вещества.

Предприятия работают по технологической схеме как с применением непрерывного дозирования и смешивания, так и порционно-весового. В новых проектах предприятий предусматривается оборудование для весового дозирования, периодического смешивания, дозирования микроэлементов, витаминов и мялассы, гранулирования и добавки жиров.

Комбикорма транспортируют в таре, но переходят к бестарной перевозке специализированным транспортом.

В Социалистической Республке Румынии для производства комбикормов создана сеть современных заводов, удовлетворяющих потребность в кормах всего поголовья птицы и в возрастающей мере остальные виды животных.

При разработке рецептов комбикормов в первую очередь уделяют внимание правильному соотношению сырого протеина и энергии, кальция и фосфора, натрия и калия, кислотных и щелочных элементов, а также уровню микроэлементов и витаминов в зависимости от вида, возраста животных, структуры и интенсивности производства.

Рецепты, разработанные научно-исследовательскими институтами, проверяют в опытах на животных, а потом утверждают.

Качество сырья и готового продукта контролируют лаборатории. Сырье принимают по действующим стандартам, в то время как аналитические определения готового продукта проводят на основе рецептов. Для обеспечения биологически полноценного протеина применяют рыбную и мясную муку, сухое молоко, кормовые дрожжи, проты сои и подсолнечника.

При производстве комбикормов используют люцерновую муку искусственной сушки. Расширяют возделывание урожайных культур с высоким содержанием протеина,

например люцерны и клевера. Применение комбикормов с каждым годом увеличивается, что способствует снижению себестоимости продукции и развитию животноводства на промышленной основе.

В Чехословацкой Социалистической Республике производят комбикорма по единым, общегосударственным рецептам — белковые добавки и полнораціонные комбикорма.

Кормовые смеси и белковые концентраты обогащают витаминами и антибиотиками, которые выпускают фармацевтическая промышленность, а также миперальными веществами.

В настоящее время в ряде капиталистических стран отмечается быстрый рост мощностей по производству комбикормов. В США выпуск широкого ассортимента полноценных комбикормов достиг 60 млн. тонн, в Англии вырабатывают более 10 млн. тонн, в Японии — 8 млн. тонн. Быстро развивается комбикормовая промышленность во Франции, ФРГ, Голландии и других странах. Ежегодный прирост производства комбикормов в США составляет 5%, или около 2 млн. тонн, в ФРГ — 20%.

Техника кормления и специализация в производстве животноводческой продукции в странах с высокоразвитым сельскохозяйственным производством потребовали создания современной комбикормовой промышленности, оснащенной средствами комплексной механизации и автоматизации для приемки и хранения сырья, переработки, хранения и погрузки готовой продукции.

В настоящее время в США исследованием и улучшением качества комбикормов занимаются 70 государственных и примерно 50 частных научно-исследовательских институтов, а также экспериментальные станции при университетах и небольших предприятиях. Все эти учреждения работают под руководством Национального научно-исследовательского совета.

Большинство предприятий комбикормовой промышленности находится в северо-западной и северо-восточной зонах страны, где преобладает производство зерна. Здесь имеется большое количество мукомольных и боенских отходов. Это зоны с избыточной продукцией сырья. Значительное число комбикормовых предприятий сосредоточено также в юго-восточной части центральных штатов и на юге. В этих районах имеется мало сырья для комбикормовой промышленности, но в них хорошо развито жи-

вотноводство. Наименее развита комбикормовая промышленность в горных районах.

В США количество заготовленных всех видов концентрированных кормов в 1968—1969 гг. составило 231,6 млн. тонн, или 1,26 т на условную голову, на корм животным израсходовано 161 млн. тонн, или 0,87 т на условную голову.

На корм скоту и птице в 1968 г. использовано 12,44 млн. тонн жмыхов, 3,28 млн. тонн животных белков (кровяная, мясо-костная, рыбная мука и отходы молочной промышленности), 2,12 млн. зерновых отходов пивоваренной и спиртовой промышленности, глютен и муки, 11,67 млн. тонн отходов пищевой, сахарной и мукомольной промышленности.

Состав комбикормов обычно зависит от сырья, имеющегося в данном районе. Так, в приморских районах для производства комбикормов используют большое количество рыбной муки, в Калифорнии — сухого жома, а в северных штатах — ячменя.

Больших размеров достигает производство люцерновой муки. Производительность мощных сушильных установок, оборудованных электронным управлением, составляет 6000 кг муки в час. Сушильные предприятия поставляют комбикормовым заводам высококачественную муку с хорошими физическими свойствами. Приблизительно 40% ее перемешивают со стабилизированными жирами для связывания пылевидной фракции во время сушки или же перед грануляцией. Добавленный животный жир улучшает цвет муки, ограничивает потери белков, повышает устойчивость каротина к хранению, ускоряет процесс грануляции, понижает износ гранулятора (вследствие смазочных свойств), позволяет транспортировать муку навалом.

В США за последние десятилетия выпуск полнорационных комбикормов остается примерно на одном уровне, в то же время производство комбикормов-добавок значительно увеличилось. Удельный вес белково-минерально-витаминных добавок достиг 38% общего количества комбикормов промышленного производства.

В США предприятия комбикормовой промышленности можно разделить на три группы: мелкие, с производством 100 т в сутки, средние — от 100 до 300 т и крупные — свыше 300 т. По характеру производства различают:

1. Предприятия, выпускающие добавки для кормовых смесей (витамины, антибиотики, микроэлементы и др.) или предварительные смеси-премиксы.

2. Предприятия, вырабатывающие концентраты из белковых кормов и предварительные смеси из белковых кормов и примесей в виде концентратов.

3. Местные предприятия, производящие концентраты и кормовые смеси для приготовления полнорационных комбикормов.

4. Мелкие производственные предприятия и перекущники.

Производство примесей довольно сложно, в сущности— это химическое производство витаминов, антибиотиков, микроэлементов и др. Рецептуры кормов с примесями, разработанные фирмами, учитывают наравне с патентами.

На торговых и специальных кормосмесительных предприятиях крупных ферм концентраты перемешивают с остальными видами кормов и получают полносоставные комбикорма.

Некоторые заводы по производству комбикормов находятся непосредственно на предприятиях по переработке зерновых культур (мельницы, крупяные фабрики), рыбы, при бойнях, консервных фабриках, сахарных заводах и др. На этих предприятиях в качестве сырья используют побочные продукты.

В настоящее время в США дискутируется вопрос об экономике производства кормовых смесей на фермах. Некоторые экономисты доказывают, что производство комбикормов на специализированных заводах и высокопроизводительных предприятиях комбикормовой промышленности более рационально, чем на фермах. Однако многие фермеры возражают против этого, утверждая, что перемешивание кормов на ферме имеет свои выгоды: сокращение расходов на корма, экономия времени, получение свежей смеси.

В результате исследований, проведенных в различных штатах страны, было установлено, что не все фермеры предпочитают собственное производство кормовых смесей. Число фермеров, занимающихся дроблением и перемешиванием кормов на фермах, колеблется от 16 до 33%.

Цена различных составных элементов кормовых смесей, покупаемых фермерами в розницу, значительно превышает цену кормовых смесей при оптовой заготовке.

В последнее время крупные предприятия по производству комбикормов создают вблизи потребительских ферм. Их производственная программа отвечает требованиям специализированных хозяйств, находящихся в этом районе. Это позволяет регулярно сбывать комбикорма. Перевозка нередко осуществляется навалом, что значительно экономит тару и повышает производительность труда.

На комбикормовых заводах имеются помещения для приемки сырья, силосные сооружения для хранения сырья навалом, установки для размола, дробления, перемешивания и гранулирования или брикетирования комбикормов, сооружения для хранения навалом готовых продуктов, упаковочный цех, склад расфасованных комбикормов, отгрузочный цех, гаражи, ремонтный цех (мастерская). На заводе работают 15—20 человек, а на предприятиях с производственной мощностью меньше 125 т в сутки — 5—6 человек.

Поскольку в состав кормовых смесей входят различные элементы и заводы выпускают несколько видов смесей, то весь процесс приготовления их программирован.

В процессе приготовления гранул комбикорм увлажняется до 13—18% паром. Для увлажнения гранул, предназначенных для дойных коров, в большинстве случаев применяют мялассу (5—10%).

При производстве комбикормов для птицы гранулы крошат на машинах. Гранулированные комбикорма и кормовую крошку транспортируют в силосные сооружения, откуда они поступают в упаковочный цех для расфасовки или же их отгружают навалом.

Гранулированные комбикорма должны иметь определенную, но не чрезмерную твердость, хорошо переносить перевозку на большие расстояния и не вызывать затруднений при скормливании их животным. Чрезмерная запарка и повышенное содержание мялассы размягчают гранулы.

**Производство комбикормов в Европе.** Заводы по производству комбикормов в европейских странах почти не отличаются от американских. В некоторых случаях по величине они их превосходят. Большинство европейских стран с развитым животноводством импортирует основную долю кормового зерна и других видов сырья, вследствие чего в пунктах разгрузки импортных кормов возникла мощная перерабатывающая промышленность.

Комбикорма во всех европейских странах, кроме Англии, поставляют только в мешках.

С ростом производства увеличивают размеры хранилищ, строят и многоэтажные. На некоторых заводах производственные помещения находятся на верхних этажах и транспортировка расфасованного продукта осуществляется самотеком с минимальным применением ручного труда. По спиральным скатам мешки поступают на распределительный лоток, расположенный с таким расчетом, чтобы можно было использовать любое средство для транспортировки мешков внутри хранилища или же погрузать их прямо на автомашины.

Скаты и система ленточных транспортеров могут быть установлены на всех этажах, таким образом транспортировка происходит без применения ручного труда.

В Англии производство кормовых смесей и снабжение фермеров кормами организованы значительно проще, чем в США. Здесь меньше промежуточных звеньев и во многих случаях смеси направляются из завода прямо на ферму.

О потреблении комбикормов в Англии можно судить по следующим данным:

процент фермеров от общего числа покупателей торговых комбикормов . . . . .	82
потребление торговых комбикормов (в % от общего потребления кормов на ферме) . . . . .	63
комбикорма, купленные фермерами (млн. тонн) . . . . .	10,2
комбикорма, произведенные на ферме (млн. тонн) . . . . .	3,1
общее потребление комбикормов (млн. тонн) . . . . .	13,3

Потребление фермами в Англии большого количества промышленных комбикормов объясняется в основном тем, что сырье главным образом покупают за границей (кукуруза, сорго, рис и др.). Эти корма хранят в больших хранилищах, при которых построены кормосмесительные заводы и дробильные установки.

В Англии имеется 1200 заводов, выпускающих комбикорма, из которых 200 находятся вблизи пристаней и портов, на них вырабатывают более половины всех комбикормов, так как почти 80% сырья импортируется из-за рубежа по морским путям.

В ФРГ, Нидерландах, Франции, Бельгии, Италии наибольший удельный вес имеют комбикорма для птицы. Вторым потребителем их является крупный рогатый скот и затем свиньи. Характерно также для этих стран значительное производство специальных комбикормов для телят.

На 100 кормовых единиц, скормленных животным, на долю комбикормов в Нидерландах приходится 24,4%, в Великобритании — 16,8, в Бельгии — 19,5, в США — 11,3, в ФРГ — 5,2, во Франции — 3,5%.

Особенно увеличилось в последние годы производство комбикормов для свиней и птицы. Это связано главным образом с изменением в технике кормления. Об использовании комбикормов свидетельствуют следующие данные (в метрических тоннах).

1962/63 г. 1965/66 г. 1966/67 г.

Для производства свинины

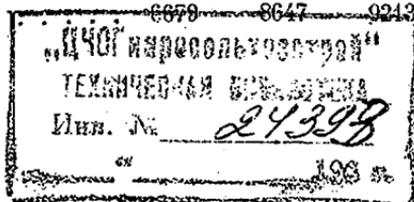
Нидерланды . . . . .	1770	2540	2648
Бельгия и Люксембург . . . . .	775	1050	1311
Франция . . . . .	1052	1547	1890
Италия . . . . .	300	525	550
ФРГ . . . . .	1532	2033	2172

Итого по ЕЭС . . . . . 5429 7695 8571

Для производства продуктов птицеводства

Нидерланды . . . . .	1740	1764	1788
Бельгия и Люксембург . . . . .	625	774	966
Франция . . . . .	1636	2036	2074
Италия . . . . .	560	1050	1150
ФРГ . . . . .	2118	3047	3235

Всего . . . . . 6679 8647 9213



В странах, входящих в Европейское экономическое сообщество, помимо комбикормов, изготовленных из импортного и из зерна собственного производства, используют также значительное количество несложных зерновых смесей. Из общего потребления (1965—1966 гг.) 39 444 тыс. тонн (метрических) зерна (кукуруза — 34,3%, ячмень — 22,7, овес — 18,0, пшеница — 13,5, рожь — 6,1 и другие зерновые — 5,4%) сложные промышленные комбикорма составляют примерно  $\frac{1}{3}$  и непосредственно изготовленные фермами —  $\frac{2}{3}$ .

## ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ В СОВХОЗАХ И КОЛХОЗАХ

Развитие животноводства в колхозах и совхозах нашей страны связано с укреплением и расширением кормовой базы. Решение этой задачи требует рационального использования кормовых ресурсов в самих хозяйствах, в которых имеется фуражное зерно, отходы зерновых продовольственных культур, мельниц, крупорушек и т. д. Все это сырье наиболее целесообразно использовать только в виде кормовых смесей и комбикормов. Для производства кормовых смесей в каждом хозяйстве должен быть агрегат, с помощью которого можно готовить как простые смеси, так и полнорационные комбикорма с белково-витаминными добавками и премиксами.

Комбикормовые заводы или агрегаты в колхозах могут быть самыми разнообразными. Однако они должны отвечать определенным требованиям. Необходимо иметь такой набор машин, чтобы на них можно было выполнять следующие операции: дробление и помол зерна и жмыхов, смешивание, дозирование и введение в комбикорм отдельных ингредиентов, добавок и премиксов.

Малогабаритный универсальный комбикормовый завод (МУКЗ). Такими заводами оборудованы предприятия государственной комбикормовой промышленности, есть они в колхозах и совхозах. Дальнейшее строительство в хозяйствах малогабаритных заводов производительностью 25—50 т комбикормов в сутки и создание межколхозных и совхозных комбикормовых заводов будут способствовать развитию производства комбикормов.

Технологический процесс производства комбикормов на МУКЗ аналогичен процессу на обычном комбикормовом заводе, выпускающем рассыпные комбикорма. Но дозаторов на агрегате только 10, что ограничивает возможность выработки комбикормов по рецептам, в которых содержится большее число ингредиентов. Однако применение такого технологического процесса, при котором

в дозаторы подаются не только отдельные ингредиенты, но и заранее составленные в требуемой пропорции смеси из 2—3 зерновых кормов, устраняет это ограничение.

В агрегате имеется вентилятор и нагнетательный фильтр для очистки воздуха и улавливания пыли.

Дозирование ингредиентов осуществляется установленными под накопительными бункерами шнековыми дозаторами, из них два предназначены для соли и мела. Производительность дозаторов можно регулировать так, чтобы каждый из них пропускал в определенный отрезок времени такое количество ингредиента, которое требуется согласно рецепту. Дозированные ингредиенты поступают в сборный шнек, а из него в смеситель для перемешивания. После выхода из смесителя комбикорм очищается от металлопримесей.

На государственных комбикормовых предприятиях комбикорма взвешивают на автоматических весах. При всех условиях для правильного учета сырья перед подачей его на агрегат и готовые комбикорма необходимо взвешивать.

Комбикормовые заводы типа МУКЗ в животноводческих хозяйствах можно монтировать в очень короткие сроки в существующих помещениях или при возможности в специально построенных зданиях.

Малогобаритный завод располагают в удобном для обслуживания месте согласно правилам техники безопасности и охраны труда (в действие вводится с разрешения пожарной охраны и инспекции по технике безопасности). Соль и мел целесообразно размещать в деревянных ящиках, расположенных вблизи дозаторов для минеральных веществ. Сырье хранят на складе отдельно в отсеках с постоянными перегородками. Вдоль помещения оставляют центральный проход шириной 2,5—3 м. В нем можно установить ленточный транспортер или другой транспортирующий механизм, по которому сырье из отсеков передвижными самоподавателями подают в приемный бункер.

Комбикорм из смесителя поступит на нории и весы (автоматические или простые), после чего транспортером перемещается на склад.

Такие малогобаритные заводы успешно используют в ряде районов и даже в отдельных крупных хозяйствах. Некоторые хозяйства уже имеют свои комбикормовые предприятия. Например, госплемзавод «Венцы-Заря» Краснодарского края в течение многих лет готовит комби-

корма на своем заводе. В хозяйстве имеется три зернохранилища на 12 тыс. тонн зернофуража и склад для белковых кормов и микроингредиентов. Весь технологический процесс приготовления комбикормов, вплоть до складских работ, механизирован.

В 1966 г. госплемзавод произвел 10,5 тыс. тонн, в 1967 г. — 10,2 тыс. тонн комбикормов, себестоимость 1 ц их составила 3,7—3,8 рубля.

Однако технология производства комбикормов за последнее время стала значительно совершеннее. Поэтому конструкция этих заводов не отвечает требованиям, предъявляемым к производству высококачественных комбикормов.

В настоящее время разрабатывают новые малогабаритные заводы. Учитывая, что во многих хозяйствах имеются фермы крупного рогатого скота, свиней, птицы, сейчас создают агрегаты машин и малогабаритные заводы для производства комбикормов для разных видов сельскохозяйственных животных в самих хозяйствах.

Государственные комбикормовые заводы в первую очередь должны вырабатывать полнорационные комбикорма для хозяйств, производящих свинину, мясо, птицу и яйца на промышленной основе. Кроме того, комбикормовые заводы, оснащенные современным оборудованием, должны специализироваться на приготовлении комбикормов-добавок и премиксов.

До настоящего времени как белково-витаминно-минеральные добавки, так и премиксы по существу у нас не вырабатывали. Необходимость же в этом очень большая, потому что без них нельзя готовить полнорационные комбикорма в хозяйствах. В ближайшее время следует наладить производство полноценных комбикормов, обогащенных добавками и премиксами, в хозяйствах на малогабаритных заводах и агрегатах.

Такая специализация и дифференциация производства комбикормов дают возможность значительно расширить их производство и довести до 75 млн. тонн в год.

Новейший агрегат для приготовления комбикормов АРН-1М. Предназначен он для измельчения комбикормов АРН-1М. Предназначен он для измельчения в муку всех видов зерновых кормов, ореховых жмыхов, сена, минеральных добавок и для приготовления из них сухих смесей с заданным соотношением компонентов. Число компонентов, входящих в кормовую смесь, не ограничено, а необходимое соотношение устанавливают, предвари-

тельно взвешивая их на обычных хозяйственных весах, или определяют по объему.

Агрегат используют на зернофуражных складах и кормоприготовительных отделениях животноводческих ферм во всех зонах страны. Работает он от электропривода или от вала отбора мощности тракторов «Беларусь» и Т-28.

Агрегат можно навешивать на стандартную гидравлическую подъемную систему трактора «Беларусь» и перемещать к месту работы в поднятом положении.

Работа на агрегате осуществляется по непрерывно-порционном циклу, при котором дробилка действует непрерывно, а смешивание и выдача готового корма происходят порциями.

В агрегате применен замкнутый цикл воздухооборота между дробильной камерой и смесителями, при котором происходит обеспыливание агрегата, улучшается продвижение корма с приемного ковша в дробилку и ее работа. Агрегат снабжен индикатором, показывающим оптимальную загрузку корма в дробилку, при которой обеспечивается наиболее экономичная работа машины с электроприводом.

Производительность машины при средней крупности дробления (решето с отверстиями 6 мм) при приводе от электродвигателя мощностью 14 квт — 1,2 т, при приводе от трактора МТЗ — 1,5 т в час. Габариты его следующие: длина 2300 мм, ширина 2190, высота 2230 мм.

Агрегат (с приставной рамой) занимает площадь 5,2 м<sup>2</sup>.

Для приготовления комбикормов компоненты, входящие в их состав, предварительно отвешивают или отмеривают по объему в соответствии с заданным рецептом на 350—400 кг готового корма (емкость смесительного бункера) и загружают в приемный ковш дробилки. Сыпучие корма поступают в дробилку из ковша самотеком. Для направления кормов в дробильную камеру ручку заслонки раструба передней стенки отклоняют в крайнее нижнее положение.

При обработке всех сыпучих кормов коробчатая задвижка рукава обратного воздухопровода ковша должна быть опущена в самое низкое положение. При этом обратный воздушный поток, выходящий из рукава ниже горловины ковша, перекрываемой задвижкой, увеличивает силу всасывания корма в дробилку.

Необходимую величину подачи сыпучих кормов в дробилку устлавливают по амперметру-индикатору задвиж-

кой ковша, перемещаемой вращением винтовой тяги, расположенной снизу ковша.

Кружность дробления корма регулируют сменными решетками с различным размером отверстий.

Измельченная смесь затем засасывается вентилятором в трубопровод и направляется в смеситель. Смеситель постепенно заполняется кормом, а воздушный поток, содержащий мельчайшую мушную пыль, выходит через отверстие в крышке бункера и по обратному трубопроводу направляется в дробилку. При этом свободно подвешенный клапан тройника обратного трубопровода под действием воздушного потока, который выходит из смесителя, заполняемого в настоящий момент кормом, отклоняется в сторону и плотно закрывает проход из обратного трубопровода во второй смеситель, где происходит смешивание и выдача готового корма в мешки.

После загрузки в смеситель всех компонентов кормовой смеси дробилку переключают на другой смеситель поворотом ручки заслонки тройника трубопровода вентилятора. После этого продолжается загрузка кормов следующей порции в ковш дробилки. Затем включается в работу смесительный шпек. Продолжительность перемешивания 5—7 минут. Готовым комбикормом заполняют мешки через выгрузной патрубок. При выгрузке смесительный шпек должен быть включен в работу.

За наполнением смесителя кормом и интенсивностью перемешивания можно наблюдать через смотровое окно. Смеситель не должен заполняться кормом выше уровня, отмеченного чертой на смотровом окне.

При простом дроблении какого-либо одного вида корма отпадают операции дозирования и перемешивания. В этом случае агрегат работает как простая кормодробилка с приемными бункерами. При этом смесительные шнеки включают только при выгрузке корма из смесителя.

Применение агрегата АРН-1М позволяет наиболее экономично и рационально использовать имеющиеся в хозяйстве концентрированные корма.

Для обеспечения нормальной производительности кормодробилки и хорошего перемешивания корма в смесительных бункерах влажность исходных кормов не должна превышать 22%. Кроме того, необходимо выполнять следующие требования:

1. Не допускать попадания в приемный ковш вместе с кормом посторонних предметов.

2. Обеспечивать равномерную подачу корма в дробилку в пределах оптимальной загрузки электродвигателя агрегата (27—30 ампер).

3. При смене репет правильно устанавливать крышку дробильной камеры и надежно притягивать ее накидными болтами.

4. Во время работы машины не допускать попадания посторонних предметов в смеситель через нижний выгрузной патрубок во избежание несчастного случая или аварии.

Автоматический агрегат АК-1,2 предназначен для приготовления комбикорма из четырех или шести компонентов концентрированного корма с примесью минеральных добавок.

На этом агрегате производится дозирование по объему, дробление и смешивание исходных компонентов в едином непрерывном процессе.

Приготовленный комбикорм поступает через циклон в мешки, подвешиваемые к поворотному его рукаву. Для подачи готового комбикорма непосредственно в бункер склада имеются дополнительные трубы, дающие возможность поднять циклон вверх на 3,2 м.

Машина имеет специальное устройство для выключения дозаторов после выдачи требуемой порции корма в пределах часовой производительности.

Для подачи основных компонентов в бункер агрегата имеется устройство, приводимое в действие отдельным электродвигателем. Поэтому дополнительно бункер наполняется основными компонентами без остановки агрегата.

Дробилка агрегата может быть использована для измельчения жмыхов в муку перед добавлением их в состав комбикорма. Сенную муку и раздробленный жмых вентилятор дробилки подает в соответствующие отсеки бункера. При выполнении этих операций приготовление комбикорма прерывается.

Агрегат обслуживает один человек. На приготовление 1 т комбикорма затрачивают 1,2 человеко-часа.

Производительность агрегата при средней крупности дробления 1,0 т (решета с отверстиями 6 мм). Мощность основного электродвигателя составляет 10 квт, мощность электродвигателя загрузочного устройства — 2,8 квт. Габаритные размеры следующие: длина 3250 мм, ширина без электродвигателя 1625, высота 2715 мм.

Агрегат состоит: 1) из блока бункеров, вмещающих около 2 т зерна; 2) дозаторов с механизмом автоматического выключения их после выдачи требуемой порции корма; 3) двух шнековых транспортеров — вертикального, расположенного между бункерами для их загрузки зерном, и горизонтального — для транспортировки компонентов корма в дробилку; 4) молотковой дробилки с вентилятором, поднимающим готовый корм по трубе в циклон. При креплении его к бункеру комбикорм загружается в мешки или повозку. В этом варианте габариты агрегата меньше: длина 3,25 м, ширина 2, высота 2,8 м, а вес менее 2 т. Циклон может быть поднят на нужную высоту для направления комбикорма вентилятором непосредственно в закрома или бункера для хранения.

Бункера загружают кормами через приемный ковш и вертикальный шнек, направляющий рукав которого при помощи маховичка поворачивается в сторону того или другого из четырех объединенных в общий блок бункеров для последовательного заполнения их разным зерном. Длительность заполнения бункеров 20—25 минут.

Механизм загрузки приводится в действие отдельным электродвигателем мощностью 2,8 квт. Загружать бункера можно без остановки агрегата. При этом производительность его на приготовлении комбикорма крупного дробления достигает 1,5 т в час.

Минеральные добавки, смешанные в нужной пропорции, засыпают вручную в небольшой отдельный бункер с тарельчатым дозатором.

Со стороны бункеров на боковой стенке дробилки укреплен приемный ковш для жмыхов и минеральных кормов, которые дробят перед дозированием.

Перспективы производства комбикормов. Научные открытия в области биохимии, физиологии, микробиологии очень широко используют в комбикормовой промышленности. В комбикорма включают витамины, микроэлементы, антибиотики в количествах и в соотношениях, наиболее благоприятных для каждого вида, возраста животных и направления их продуктивности.

Крупные комбикормовые заводы, оснащенные механизмами, аппаратурой, лабораториями и укомплектованные квалифицированными кадрами должны специализироваться на изготовлении полнорационных комбикормов, комбикормов-добавок, специальных препаратов, премиксов, содержащих аминокислоты, витамины, антибиотики,

минеральные вещества, для введения их в кормовые смеси, приготовленные непосредственно в хозяйствах или на мелких заводах. Производство концентрированных комбикормов-добавок или специальных подкормок-препаратов и премиксов высокой биологической ценности позволит при минимальном объеме повышать полноценность кормовых смесей и рационов и делать их столь же эффективными, как и полнорационные комбикорма.

Для резкого увеличения производства комбикормов и улучшения их качества в комбикормовой промышленности СССР проводятся важные мероприятия. Реконструируются комбикормовые предприятия с применением новейшей технологии и наиболее совершенного оборудования, что даст возможность производить комбикорма повышенной биологической ценности в рассыпном, гранулированном и брикетированном видах. Расширяется выпуск полноценных комбикормов, а также белково-витаминных добавок.

В нашей стране основную массу комбикормов (до 95%) вырабатывают на крупных комбикормовых заводах и лишь около 5% — в колхозах и совхозах. В 1966 г. государственные предприятия произвели 15,8 млн. тонн комбикормов, из них 80% для свиней и птицы. Комбикорма в расходе концентратов в общественном секторе занимают примерно 30%.

Достигнутый уровень производства комбикормов в стране как по количеству, так и по качеству не удовлетворяет все возрастающих потребностей животноводства. По уровню организации производства и использованию комбикормов наша страна отстает от ряда зарубежных стран. Сырьевые резервы у нас нередко остаются неиспользованными или используются нерационально.

Потребность в комбикормах и их ассортименте определяется в первую очередь направлением развития животноводства.

Постоянный дефицит белковых компонентов для комбикормов вызывает необходимость улучшить производство и использование белковых компонентов растительного и животного происхождения, а также и синтетических азотистых соединений. Учитывая острый недостаток животных белков и исключительно важную роль некоторых критических аминокислот (лизин, метионин и др.) в повышении полноценности питания животных, целесообразно расширить производство этих аминокислот, применяя их

в первую очередь для обогащения комбикормов, предназначенных для молодняка.

Для производства белково-витаминных добавок увеличивается приготовление высококачественной травяной муки. Необходимо больше получать отходов молочной промышленности (обрат, пахта, сыворотка) в сухом виде для выработки полноценных заменителей молока. Для обеспечения этого мероприятия следует расширить производство наиболее совершенных распылительных сушилок разной производительности и снабжать ими как специальные заводы по сушке обрата, так и цеха при маслозаводах.

Рецептура производимых комбикормов не соответствует потребностям животных разных видов, возрастов, хозяйственного назначения и физиологического состояния. Чтобы вырабатывать требуемое количество комбикормов, должно быть предусмотрено обеспечение комбикормовой промышленности соответствующим сырьем в необходимом ассортименте, особенно высокобелковым и богатым витаминами.

Комбикормовая промышленность в нашей стране — новая отрасль народного хозяйства. До последнего времени она развивалась в основном путем создания небольших цехов при мельницах и элеваторах.

Мощность комбикормовых предприятий по состоянию на 1 января 1967 г. составляла 22,5 млн. тонн в год. По своему характеру имеющиеся мощности способны ежегодно вырабатывать сложных комбикормов, состоящих из многих ингредиентов, всего лишь 14,2 млн. тонн, в том числе в виде гранул 1,2 млн. тонн. До 40% мощностей (8,3 млн. тонн) составляют малогабаритные универсальные комбикормовые заводы (МУКЗ) на хлебоприемных пунктах, на которых можно получать комбикорма для крупного рогатого скота и свиней по простым рецептам.

Мощность 46 самостоятельных комбикормовых заводов составляет всего 6,8 млн. тонн, или 30%.

Из-за отсутствия сырья многие крупные предприятия работают не в полную мощность, а некоторые малогабаритные заводы законсервированы. В то же время имеющиеся в колхозах и совхозах фуражное зерно, жмыхи и шроты, жом и другие корма скармливали животным без переработки, что резко снизило их эффективность.

Наращивание мощностей намечается осуществить в основном за счет строительства новых комбикормовых

заводов. Общая мощность предприятий комбикормовой промышленности к началу 1975 г. достигнет около 35 млн. тонн.

В настоящее время очень мало выпускают комбикормов в гранулированном виде, что снижает эффективность их использования.

Комбикорма в виде гранул следует производить для птицы в объеме 70%, для свиней — 40%, для молодняка крупного рогатого скота — 25—30%, для рыбы — 100%.

Перед комбикормовой промышленностью стоит неотложная задача — организовать производство белково-витаминных добавок и премиксов, на основе которых можно будет в колхозах и совхозах готовить из собственного зернофуража полноценные комбикорма для всех видов животных. В связи с этим возникла необходимость проведения специализации и кооперирования комбикормовых предприятий по производству различных видов комбикормов и обогажительных смесей, а также закрепления комбикормовых заводов за крупными специализированными животноводческими, птицеводческими и племенными хозяйствами. Прямая связь поставщиков с потребителями повысит ответственность предприятий за качество выпускаемых комбикормов, а потребителей — за эффективность их использования. Кроме этого, специализация предприятий позволит более рационально использовать имеющиеся сырьевые ресурсы.

Белково-витаминно-минеральные добавки следует применять непосредственно в хозяйствах или доставлять их на комбикормовые предприятия, близко расположенные к совхозам и колхозам. На этих предприятиях должны готовить смеси концентратов с включением определенного количества белково-витаминно-минеральных добавок. Они должны найти широкое применение в практике кормления сельскохозяйственных животных, так как это дает возможность повысить эффективность основных кормов, производимых в хозяйствах, и резко сократить тоннаж транспортируемого зернового сырья.

Основные задачи при решении проблемы комбикормов в нашей стране — это повысить качество рационов и довести их полноценность до уровня, обеспечивающего удовлетворение потребностей организма животных при данном физиологическом состоянии и продуктивности. Необходимо использовать достижения биологической и химической науки для изыскания стимулирующих средств для разных видов и групп животных, которые бы эффективно

способствовали повышению продуктивности и снижению затрат кормов на единицу продукции.

Следует вести работы по совершенствованию и созданию новой рецептуры полнорационных комбикормов с учетом потребности и норм затрат основных питательных веществ. Главным направлением в работе следует считать разработку рецептов комбикормов-добавок и различных препаратов, премиксов для обогащения смесей концентратов и для повышения полноценности рационов.

Данное направление господствует в зарубежных странах, и в том числе в США. Оно оправдывается как в техническом, так и в экономическом отношении. Для повышения полноценности основных рационов, составленных из кормов, производимых в хозяйстве, требуются только дополнители, устраняющие несоответствия в основном рационе по количеству отдельных элементов питания — белков, жиров, витаминов, микроэлементов.

В каждом отдельном случае надо знать, каких элементов и в каких количествах не хватает в основном рационе, и уже только после этого можно рекомендовать комбикорм или препарат соответствующего состава и свойства.

Состав комбикорма-концентрата должен также соответствовать особенностям основной части рациона. При составлении рецептов комбикормов нельзя игнорировать такие важные моменты, как влияние его на состояние здоровья животного, на качество мяса, молока, масла, сыра.

Большое внимание следует уделить заменителям цельного молока для телят, поросят, ягнят. Эта проблема заслуживает внимания потому, что значительное количество цельного молока расходуется на кормление молодняка.

Комбикорма следует производить с тщательным учетом особенностей животных, их кормления и общих зоональных условий республик, краев и областей.

Основными направлениями научных исследований, обеспечивающих современный технический уровень комбикормовой промышленности, на ближайший период должны быть следующие.

1. Изучение сырьевых ресурсов, используемых в качестве ингредиентов полнорационных комбикормов, комбикормов-добавок и премиксов, химического состава кормов, их специфических свойств, влияющих на функции организма разных видов и групп животных при данном их физиологическом состоянии.

2. Изыскание дополнительных сырьевых ресурсов и тщательного их изучения в качестве новых ингредиентов комбикормов. Совершенствование методов стандартизации и выработки научно обоснованной шкалы показателей в качестве стандартов по каждому отдельному ингредиенту, а также по отдельным классам комбикормов, добавок и премиксов.

3. Разработка методов и техники предварительной обработки и подготовки ингредиентов с целью повышения их ценности и удобства введения в комбикорма.

4. Максимальное использование биологически активных веществ в комбикормах для повышения их ценности.

5. Изучение стабилизации жира, витаминов и других веществ в ингредиентах и в готовых комбикормах в процессе их производства и хранения.

6. Разработка рецептов полнорационных комбикормов для отдельных видов животных, возрастных и половых групп, обеспечивающих высокую продуктивность и качество продуктов с минимальными затратами кормов на их производство.

7. Разработка рациональной организации комбикормовой промышленности, размещения заводов и их специализации в соответствии со специализацией животноводства в отдельных районах и хозяйствах.

## ОСНОВНЫЕ ПУТИ ОБМЕНА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

### Общие принципы и этапы обмена веществ в организме животных

Общебиологическая сущность обмена веществ и энергии заключается в том, что все организмы потребляют из внешней среды различные органические и неорганические соединения, используя их в процессе жизнедеятельности и выделяя во внешнюю среду конечные продукты обмена.

Обмен веществ, или метаболизм, складывается из процессов ассимиляции, то есть усвоения веществ и синтеза более сложных химических соединений, и диссимиляции — расщепления и выделения веществ.

В жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, так же как и растений, принимают участие все элементы неживой природы. Недаром основной химический состав кормовых средств и организма животного очень сходен между собой (табл. 1).

Таблица 1

Содержание химических элементов в растениях и животных  
(по данным А. П. Дмитровиченко)

Химические элементы и вещества	Содержание (%)	
	в раститель- ных кормах	в туше от- кормленного быка
Углерод	45,0	63,0
Кислород	42,0	13,8
Водород	6,5	9,4
Азот	1,5	5,0
Минеральные вещества	5,0	8,8

Одним из главных моментов, определяющих научные основы составления и использования комбикормов для сельскохозяйственных животных, является знание биологических и особенно биохимических свойств питательных веществ корма. Поступившие в организм животных

эти вещества претерпевают сложные и взаимосвязанные биохимические превращения, обеспечивающие энергией и специфическими соединениями, необходимыми для существования организма и для формирования той продукции, которая свойственна данному животному. В связи с этим рассмотрим этапы превращения белков, углеводов, жиров, минеральных веществ и витаминов как средств удовлетворения потребности животных при разном физиологическом состоянии и направлении продуктивности.

Первый этап обмена — это расщепление (гидролиз) всех питательных веществ кормов в желудочно-кишечном тракте животного. В процессе ферментативного воздействия белки распадаются до аминокислот, крахмал и гликоген — до моносахаридов, а жиры — до триглицеридов и затем до моноглицеридов, жирных кислот и глицерина. Следовательно, все сложные высокомолекулярные соединения кормов превращаются в низкомолекулярные, которые могут быть использованы для построения полимерных молекул, входящих в вещества самого организма. Белки, углеводы и жиры расщепляются под влиянием специфических для каждого вещества ферментов.

В процессе переваривания устраняется видовая специфичность органических соединений кормовых средств, высвобождаются структуры, доступные для всасывания, и, что особенно важно, в этих структурах сохраняется и поступает в организм основная масса энергии.

А. М. Уголевым выдвинута новая точка зрения, доказывающая, что сложные кормовые вещества в пищеварительном канале животных перевариваются в три этапа. Во-первых, начальный распад (гидролиз) происходит в полости кишечника и обусловлен ферментами, находящимися в кишечном содержимом — в химусе. Во-вторых, гидролиз сложных питательных веществ корма завершается в зоне пристеночного пищеварения в области кишечной каймы цилиндрического эпителия слизистой оболочки стенки пищеварительной трубки. В-третьих, продукты гидролиза всасываются, причем пристеночное пищеварение и всасывание происходят одновременно.

Второй этап обмена — всасывание, или резорбция, питательных веществ стенкой пищеварительной трубки. Установлено, что всасывание происходит не как

пассивная диффузия, а в результате активной работы клеток с большим расходом энергии при помощи так называемых транспортных систем, структуру которых составляют в основном липопротеиды.

Под всасыванием понимается сложный процесс перемещения веществ из просвета пищеварительной трубки в ток крови. Это перемещение вследствие особых биологических свойств клеток стенок кишечника может быть активным и пассивным процессом. Если вещества проходят из зоны с большей концентрацией в зону с меньшей концентрацией, то такое всасывание называется пассивным, если же вещества движутся против высокой концентрации, то это будет транспорт активный.

Исследованиями установлено, что скорость транспорта сахаров зависит от концентрации ионов натрия в среде. Однако ионы калия, цезия, рубидия и аммония являются сильными ингибиторами (сдерживателями) активного всасывания сахаров. Из этого следует, что избыток указанных химических веществ и недостаток натрия в комбикормах будут тормозить всасывание сахаров и тем самым снижать их усвоение. Это необходимо учитывать особенно при использовании в комбикормах таких соединений, как аммонийные соли и мочевины. При наличии их в кормах и особенно при избытке всасываемость углеводов уменьшается.

Аналогично сахарам всасываются в кишечнике и другие соединения, в том числе L-аминокислоты. Интересно отметить, что сахара тормозят всасывание аминокислот, а аминокислоты тормозят транспорт сахаров. Это свидетельствует о необходимости поисков оптимальных соотношений сахаров (углеводов) и аминокислот (белков) в рационах, и в частности в комбикормах. Установлено также, что скорость всасывания глюкозы выше, чем других моносахаридов. Следовательно, из углеводистых ингредиентов в комбикорма лучше включать те, которые легко распадаются на глюкозу или содержат ее в значительном количестве.

По современным представлениям основная часть липидов (жиров) всасывается в кишечнике в форме моноглицеридов, глицерина и жирных кислот, а не диглицеридов и триглицеридов, как предполагали раньше.

Установлено, что одновременно с всасыванием в просвет кишечника и желудка (в химус) из тканей организма поступает большое количество различных веществ. Это

свидетельствует о том, что при выполнении балансовых опытов по переваримости комбикормов необходимо разработать такую методику, которая бы позволяла учитывать в кале не только непереваренные вещества, но и те вещества, которые поступили в кал в результате проникновения их из крови и лимфы в просвет кишечника, то есть так называемые вещества эндогенного (внутреннего, тканевого) происхождения.

Обитающие в желудочно-кишечном тракте микроорганизмы играют существенную роль в пищеварении и в жизнедеятельности всего организма. Они потребляют определенное количество питательных веществ, и при этом в кишечнике появляются продукты их распада. В то же время микроорганизмы синтезируют такие необходимые соединения для жизни животного, как витамины. Следовательно, в этом случае между микроорганизмами пищеварительного аппарата и самим организмом животного возникает симбиоз.

Для травоядных животных наличие микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте имеет особое значение. Микроорганизмы преджелудков и толстого отдела кишечника разлагают часть целлюлозы, благодаря чему она усваивается организмом животного. Кроме того, эти бактерии синтезируют витамин В<sub>12</sub>.

Исключительно большую роль играют микроорганизмы для жвачных животных. Ученые доказали, что микроорганизмы преджелудков способны превращать простые азотистые вещества как мочевину (карбамид) и соли аммония в кормовой протеин. Они используют простые азотистые соединения для образования белков собственного тела. Проходя через пищеварительный тракт животного, микроорганизмы перевариваются и используются им. Эти симбиотические свойства микроорганизмов должны учитываться при введении в комбикорм синтетических небелковых веществ для жвачных. Известно, что карбамид (мочевина) и соли аммония в рационе жвачных животных могут составлять 25—35% общей потребности в переваримом протеине. Это позволит значительную часть белковых концентратов (жмыхи, шроты) высвободить для производства комбикормов для свиней и птицы.

Третий этап обмена проявляется в разнообразных изменениях веществ, всосавшихся из кишечника и возникших в клетках организма. На этом этапе в равной мере по своему значению происходят как процессы синтеза

белков, гликогена, жира и других сложных веществ, так и дальнейшего расщепления (диссимиляции) аминокислот, глюкозы, глицерина, жирных кислот и т. д. Но в отличие от гидролиза это расщепление сопровождается освобождением энергии и особым видом накопления ее в организме в виде макроэргических соединений. Главным представителем этих соединений является аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), которая передаст энергию всем функционирующим клеткам организма.

Регулирование обмена веществ и роль в этом процессе кормовых факторов. В каждой клетке и в жидкостях организма животного действуют тысячи биокатализаторов — ферментов, ускоряющих течение химических реакций. В качестве примера укажем, что для синтеза гормона инсулина в лабораторных условиях биохимикам потребовалось осуществить 223 этапа (стадий) реакции, что заняло бы 40 человек и потребовало около трех лет работы. В то же время подсчитано, что в клетке животного синтез молекулы белка при участии ферментов совершается за 2—3 секунды.

На активность ферментов большое влияние оказывает влажность. Без воды ферментативные реакции не идут. С понижением влажности начинают действовать ферменты, в результате чего разлагаются питательные вещества корма. Вот почему высушивание кормов есть не что иное, как практический прием инактивации их ферментов, от которой зависит сохранность питательных веществ комбикорма. Немаловажное значение имеет для активности ферментов температура. По мере повышения ее ферментативная реакция усиливается. Но так как ферменты являются белками, которые, как известно, при высокой температуре могут необратимо денатурироваться и терять свои каталитические свойства, то для ферментативного действия особенно характерно, что при повышении температуры скорость реакции сначала увеличивается, а затем начинает быстро снижаться. Большую роль в регулировании активности действия ферментов имеет степень активной кислотности среды, выражаемая величиной рН. Для действия различных ферментов оптимум рН не одинаков. Он, в свою очередь, зависит от вида субстрата, на который действует фермент. Установлено также, что на активность ферментов влияют качество и концентрация ионов. Это свойство необходимо учитывать, так как возможен случай, когда в разных средах при

одинаковом уровне рН активность одного и того же фермента будет различной.

Исключительно интересное и важное значение в регуляции активности ферментов принадлежит так называемому самоферментолизу ферментов (автокатализу), когда количество активной формы фермента регулируется самим ферментом. Например, пищеварительные ферменты, участвующие в расщеплении белков, — пепсин, трипсин, химотрипсин образуются в соответствующих железах в виде неактивных предшественников, названных пепсиногеном, трипсиногеном, химотрипсиногеном. В желудочно-кишечном тракте животного неактивные формы этих ферментов превращаются в активные. Преобразование пепсиногена в пепсин начинается под действием кислой среды в желудке, а затем возникшие активные молекулы пепсина сами начинают преобразовывать пепсиноген в пепсин, происходит автокатализ (самоактивация). Процесс активации пепсина осуществляется отщеплением от молекулы пепсиногена пептида с молекулярным весом 3100, который способен сильно тормозить, ингибировать пепсин. Как правило, пепсин лучше действует на щелочные белки, чем на кислые. Следовательно, те комбикорма, в составе которых будут преимущественно щелочные белки, будут перевариваться в желудке более активно, чем комбикорма, содержащие больше белков с кислыми свойствами. Образование трипсина, как и пепсина, является автокаталитическим процессом. Активация трипсиногена происходит путем отщепления от его молекулы семи- или восьмичленного пептида. Химотрипсиноген превращается в активную форму, то есть в химотрипсин под действием энтероцептидазы и трипсина, а сам химотрипсин не способен активировать химотрипсиноген, то есть не обладает автокатализом, как это присуще пепсину и трипсину.

Регулирование активности ферментов осуществляется не только путем превращения зимогенов в каталитически активные ферменты, но и путем воздействия на них особыми природными веществами, названными ингибиторами; которые не активируют, а подавляют активность ферментов. Исследования последних лет показывают, что действующая мощность и количество энзимов намного выше, чем этого требует общая интенсивность метаболизма, то есть ферментов в организме больше, чем нужно. Следовательно, в тканях животных имеются какие-то факторы, ко-

торые ингибируют (подавляют или ограничивают) функции ферментов в соответствии с потребностями организма, и, таким образом, поддерживается биохимическое равновесие, присущее данному организму. Изменением соотношения ингибиторов и активаторов можно регулировать обмен как в сторону анаболизма — повышения степени усвоения питательных веществ комбикормов и биосинтеза тканей, так и в сторону катаболизма — распада и ограничения усвоения веществ в организме. Биохимиков и зоотехников интересует главным образом активация анаболизма, обуславливающего продуктивность животного. Поэтому приемы, активизирующие ферменты или разрушающие их ингибиторы, являются важными не только в теоретическом, но и в практическом отношении.

Таким образом, очень важно, чтобы с комбикормом в организм животного как можно меньше поступало ферментингибирующих веществ. Только в этом случае при скармливании комбикорма можно надеяться на сдвиг биохимических реакций в сторону повышения продуктивности животного. Из научной литературы известно, что содержание ингибиторов в растениях и тканях организма различно. Однако кормовые ингредиенты, входящие в состав комбикормов, в этом отношении еще не изучены. До сих пор составляют рецепты комбикормов, не зная, какие корма и в какой степени ингибируют ферменты, обеспечивающие уровень переваримости и степень усвоения питательных веществ комбикорма. Учитывая это, научные сотрудники лаборатории биохимии Всесоюзного научно-исследовательского института животноводства и кафедры биохимии Московской ветеринарной академии приступили к изучению влияния различных комбикормовых ингредиентов на активность гидролитических ферментов, расщепляющих сложные питательные вещества (белки, углеводы, жиры) в пищеварительном канале на более простые. Опыты показали, что одни корма ингибируют энзиматические свойства трипсина сильнее, другие — слабее. Так, например, 1 кг подсолнечникового жмыха в течение 30 минут воздействия подавляет активность 467 мг кристаллического трипсина, а 1 кг овса в тех же условиях — 67 мг этого фермента (табл. 2).

Установлено, что кормовые средства по амидолитическим свойствам и амилазингибирующей силе отличаются друг от друга. Как правило, корма животного происхождения по сравнению с растительными обладают более

## Ферментативные и ферментингибирующие свойства некоторых кормов

Корма	Количество миллиграммов трипсина, ингибируемое 1 кг корма	Амилолитическая активность 1 кг корма (г ферментного препарата)	1 кг корма ингибирует ферментного амилолитического препарата (г)	Разница между амилолитическим и амилазингибирующими свойствами
Горох (зерно)	400	5,1	9,9	- 4,8
Овес (зерно)	67	16,9	3,7	+13,2
Травяная мука	167	12,0	6,6	+ 5,4
Жмых подсолнечниковый	467	—	—	—
Мясо-костная мука	47	67,9	54,9	+13,0
Дрожжи гидролизные	—	31,9	15,1	+16,8
Молоко сухое	—	27,5	12,6	+14,9
Зерно кукурузы	—	6,0	10,5	- 4,5
Мука рыбная	—	73,5	9,3	+64,2
Ячмень (зерно)	—	4,3	7,9	- 3,6
Содержимое рубца коров	—	0,9	0,6	+ 0,3
Жмых льняной	—	3,0	12,2	- 9,2

высокими амилолитическими свойствами и прямой зависимости между амилолитическими свойствами корма и его амилазингибирующей силой нет. Если рыбная мука по амилолитическим свойствам среди всех изученных кормов стоит на первом месте, а жмых льняной — на десятом, то по амилазингибирующей силе они занимают уже соответственно шестое и четвертое места. Таким образом, один и тот же корм обладает единством двух противоположностей. В нем заключены и амилолитические свойства и противоположные им амилазингибирующие. Первые из них способны в пищеварительном канале животного усиливать распад (гидролиз) полисахаридов типа крахмала, а вторые, наоборот, — снижать путем ингибирования ферментов амилолитического действия. Причем эти два свойства одного и того же корма количественно не равны. Так, 1 кг мясо-костной муки способен подавить 54,9 г препарата амилолитического действия, а внести с собой в пищеварительный тракт животного своих амилолитических свойств 67,9 г этого препарата, то есть на 13 г больше. Следовательно, скармливание мясо-костной муки, не-

смотря на то, что она обладает амилазингибирующими свойствами, будет способствовать (усиливать) переваримости крахмала в желудочно-кишечном тракте животного, так как амилолитические свойства ее сильнее, чем амилазингибирующие. К подобным кормам относятся мука рыбная, сухое молоко, овес, дрожжи и др. Кроме того, исследования показали, что имеются корма, которые в пищеварительном тракте животного будут снижать переваримость белков, жиров и углеводов вследствие того, что они способны ингибировать ферментов больше, чем вносят их с собой. Например, амилолитические свойства 1 кг льняного жмыха равны по силе 3 г ферментного препарата, а ингибируют этого же препарата 12,2 г, или на 9,2 г больше. К таким кормам относятся кукуруза, горох и ячмень.

Проведенные опыты также показывают, что ферментативные и ферментингибирующие свойства изменяются в зависимости от способов технологической обработки кормов. Они изменяются от температуры, кислотности, щелочности и т. п. Интересно отметить, что гидролазингибирующие свойства у прорастающих зерен ниже, чем у зерна непроросшего. Следовательно, корма гидропонного способа выращивания будут подавлять гидролазы пищеварения слабее, чем исходное зерно.

Таким образом, знание ферментингибирующих свойств ингредиентов позволяет специалистам предвидеть и сознательно регулировать переваримость питательных веществ различным качественным сочетанием кормов в комбикорме. Одним сочетанием ингредиентов можно повысить, а другим — понизить коэффициент переваримости белков, жиров и углеводов рациона. Кроме того, разработанная методика определения гидролазингибирующих свойств кормов может быть использована в растениеводстве в целях выращивания и селекции кормовых культур с низкими ферментингибирующими свойствами.

За последние годы в биохимии большое внимание приделали веществу, названному антимаболизмами. Это соединения, которые по своей химической природе или структуре в какой-то мере сходны с продуктами обмена, участвующими в естественно протекающих процессах обмена, и являются субстратами для тех или иных ферментов. Антимаболизмы в силу своего сходства с действительными субстратами ферментов способны занимать место метабо-

лита, соединяясь с активной каталитической группировкой фермента. Однако, будучи лишь сходными, но не тождественными с субстратами, антимаболиты не подвергаются действию фермента, и в результате оказывается, что они связывают, блокируют фермент, прекращают доступ к нему естественных субстратов (метаболитов). Таким образом, антимаболит является ингибитором той или иной ферментной реакции и может нарушить обмен веществ в клетке вплоть до ее гибели. Антимаболитным эффектом, как известно, обладают антибиотики и многие химико-терапевтические и фармакологические средства. Антимаболиты витаминов получили название авитаминов. Авитаминном витамином РР является амид-5-фторникотиновая кислота. Пиритиамин относится к авитамину В<sub>1</sub> и т. д. Имеются и антимаболиты гормонов. Все это свидетельствует о том, что если в комбикорме будут содержаться вещества антимаболитного свойства, то при скормлинии его у животного может нарушиться обмен веществ, и от него не получить необходимой продуктивности.

Следовательно, возникновение гиповитаминозов может произойти не вследствие недостатка соответствующих витаминов, а в связи с содержанием в корме веществ, играющих роль авитаминов. Так, например, авитаминоз витамина РР при одностороннем кормлении животных кукурузой может возникнуть не только из-за дефицита витамина РР, но и в результате наличия в кукурузном зерне соединений-автимаболитов по отношению к этому витамину. Таким образом, комбикорма, в состав которых входит значительное количество кукурузной муки, должны содержать повышенное количество витамина РР.

Антимаболиты нельзя путать с другими веществами, которые способны не вытеснять метаболиты из реакций, а связывать витамины, гормоны и другие вещества или разрушать их. Например, в тканях рыб и моллюсков содержится значительное количество фермента, называемого тиаминазой, способной разрушать витамин В<sub>1</sub>. Поэтому нельзя скормливать животным сырую рыбу, так как это может вызвать расстройство обмена веществ, обусловленное недостаточностью тиамина, несмотря на то, что в других кормах рациона его будет много. Вот почему при разработке рецептуры комбикормов необходимо стремиться к тому, чтобы ингредиенты не содержали антимаболитов. Этого можно достигнуть или исключением ингредиентов,

содержащих антиметаболиты, или разрушением их при определенной технологической обработке данного вида корма или комбикорма в целом.

Весьма важное значение в регуляции обменных процессов в организме животных имеют вещества аллостерического действия, которые могут поступать в организм с кормами растительного и животного происхождения. Эти вещества, взаимодействуя с ферментами, сами не изменяются, но изменяют форму (конформацию) молекулы фермента, вследствие чего повышается или понижается активность фермента. Особенно интересно, что аллостерическое действие обнаружено у стероидных гормонов, в частности эстрогенов, которые испытывают, а иногда и применяют в комбикормах для увеличения мясной продуктивности животных. Эти гормоны по своей химической природе являются малореактивными веществами, особенно в ферментных системах, которые, однако, к эстрогенам относятся все же чувствительными. Благодаря этим свойствам эстрогены тормозят действия некоторых окислительно-восстановительных ферментов, например глутаматдегидрогеназы. Аллостерическим эффектом обладают также и некоторые другие вещества, в том числе глюкоза-6-фосфат. Он активирует фермент гликоген-синтазу при синтезе гликогена из глюкозы.

В связи с раскрытием аллостерического способа регуляции обмена веществ становится понятным, что одно и то же вещество, один и тот же гормон может влиять сразу на целый ряд ферментов, совершенно различных по своим функциям. Поэтому при разработке более совершенных рецептов комбикормов возможно найти такой один фактор, который по своей эффективности будет равен всем добавкам, вместе взятым. Новейшие исследования в ферментологии указывают, что некоторые из ферментов (особенно хорошо растворимые) могут специфически взаимодействовать между собой по принципу аллостерического действия и стимулировать друг друга. Это послужило дополнительным основанием в целесообразности использования ферментных препаратов в комбикормах для стимуляции анаболических процессов обмена веществ у продуктивных животных.

Проблема выяснения взаимосвязи биохимических свойств кормовых факторов с биохимическими процессами, происходящими в организме животного, имеет первостепенное значение в зоотехнической биохимии.

Данные о влиянии внешних факторов на активность ферментов показывают, что в приспособлении организма животных к условиям их существования важная роль принадлежит ферментативным системам. Приспособляемость ферментов к температуре, влажности, активной кислотности показывает, что ферментативные системы животных являются не простыми биокаталитическими системами, а чрезвычайно чувствительными механизмами, через которые можно направлять весь процесс обмена веществ в нужную сторону. Это еще раз подтверждает тесную взаимосвязь между внутренними процессами обмена веществ и внешними условиями развития животного, среди которых первостепенное значение имеют корма. Таким образом, изменяя условия содержания и главным образом кормления животных, мы можем изменять в организме активность и направленность действия ферментов, а следовательно, интенсивность и направленность биохимических процессов, лежащих в основе любой продуктивности животного. Дальнейшие исследования закономерностей действия ферментов под влиянием различных ингредиентов, входящих в комбикорма, или самих комбикормов дают возможность специалистам научно обосновывать правильность составления рецептов комбикормов, обладающих спецификой усиления того или иного вида обмена веществ.

**Биоэнергетические процессы в организме животного.** Для нормального развития животного необходимо, чтобы в его организм поступало извне три вида веществ. Во-первых, вещества, используемые на восстановление постоянно теряемых организмом (вода, минеральные соли), распадающихся органических соединений, входящих в состав клетки, и на создание новых, растущих клеток организма (это так называемый пластический обмен). Во-вторых, в организм должны поступать вещества, которые принимают участие в регуляции метаболизма (гормоны, витамины, микроэлементы) или из которых сам организм синтезирует необходимые регуляторы обмена веществ. В-третьих, организм постоянно нуждается в веществах, используемых на образование энергии. При синтезе сложного вещества в клетке, требующего затраты энергии, одновременно происходят процессы распада или окисления органических веществ, обеспечивающие необходимой энергией. В физиологии и биохимии очень часто энергия питательного вещества называется физиологической теп-

чегой сгорания. Для углеводов она равна 4,8 ккал/г, для жиров — 9,4 и для белков — 5,3 ккал/г. Выделенная энергия во время биохимических реакций не используется прямо организмом для совершения той или иной функции, и превращается в так называемые богатые энергией соединения (макроэргические), которые служат транспортной или резервной формой энергии в организме.

Необходимость в резервной форме энергии в организме обусловлена тем, что у животных некоторые органы и ткани производят больше энергии, чем могут использовать, и, наоборот, имеются органы, которые используют больше энергии, чем образуют. Транспортная форма энергии обеспечивает передачу избытка энергии от одних органов к другим органам с недостатком ее. Кроме того, необходимость в резервной форме энергии обусловлена еще и тем, что в течение суток организм имеет разные периоды функциональной деятельности. Бывают моменты, когда животные снижают свои функции (сон, покой), в этом случае образуется больше энергии, чем может быть использовано, и, наоборот, при усиленной физиологической деятельности (работа, синтез, секреция молока и т. п.) требуется больше энергии, чем производится. В этих случаях образующаяся в избытке энергия во время покоя сохраняется для периодов усиленной функции организма. Следовательно, предварительное превращение выделенной энергии из питательных веществ и метаболитов в макроэргические соединения является вполне целесообразным биологическим приспособлением, посредством которого можно устранить несоответствие в производстве и расходовании энергии в организме.

Процессы расщепления питательных веществ в зависимости от освобождаемой энергии разделяют на три основных фазы. В первой фазе большие молекулы (биополимеры) питательных веществ расщепляются на меньшие. Углеводы распадаются до моносахаридов, белки — до аминокислот, жиры — до жирных органических кислот и глицерина. Количество энергии, освобождаемой при этих биохимических процессах, невелико, оно составляет примерно 0,6—1% общей энергии питательных веществ. Причем эта энергия используется организмом животного только для образования тепла, а не для других целей. Механизм химических реакций первой фазы заключается главным образом в подготовке питательных веществ к дальнейшему освобождению энергии, и эта фаза проходит

в желудочно-кишечном тракте. Во второй фазе, то есть в межклеточном обмене, всосавшиеся вещества подвергаются дальнейшему распаду. Здесь из того большого количества всосавшихся веществ в конечном счете образуются, кроме воды и двуокиси углерода (углекислого газа), только три органических продукта: альфа-кетоглutarовая кислота, щавелевоуксусная кислота и уксусная кислота в виде ацетилкоэнзима-А. Во второй фазе освобождается около 30% энергии, содержащейся в питательных веществах. В третьей фазе указанных три конечных продукта сгорают (окисляются) в так называемом цикле трикарбонных кислот (в цикле Кребса) до углекислого газа и воды, при этом освобождаются остальные 60—70% энергии исходных питательных веществ. Следовательно, цикл Кребса есть общий конечный завершающий путь расщепления всех питательных веществ — белков, жиров и углеводов. При расщеплении в организме вещество освобождает не всю энергию. Часть освобожденной энергии не может быть использована организмом. Другая часть используется и называется свободной энергией.

Из всех различных богатых энергией соединений в организме животного самое важное значение имеют макроэргические фосфаты и особенно аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). В начале всех реакций энергия превращается, как правило, в энергию АТФ, а из нее уже получают (трансформируются) другие богатые энергией соединения.

Современная биохимия доказывает, что главным источником АТФ (до 95%) в организме животных является так называемое окислительное фосфорилирование веществ, механизм которого еще недостаточно выяснен, но хорошо известно, что этот процесс происходит в структурных единицах клетки — митохондриях. При расщеплении трех основных питательных веществ — углеводов, жиров и белков — только определенный процент выделенной свободной энергии превращается в макроэргические связи, то есть в АТФ. Этот так называемый коэффициент полезного действия приблизительно одинаков для углеводов, жиров, белков и равен 55—60% всей энергии вещества. Остальная часть (45—40%) выделяющейся энергии превращается в тепло и в значительной степени теряется из организма животного в процессе теплоотдачи.

Ч е т в е р т ы й э т а п обмена — выведение из организма конечных продуктов обмена, продуктов катабо-

лизма или диссимиляции веществ. Удаление конечных продуктов обмена (метаболизма) веществ является обязательным условием жизни, иначе наступает самоотравление, а затем и гибель животного.

У всех животных продукты обмена веществ переходят из клеток в межклеточную жидкость, а из нее в кровь и лимфу, диффундируя через клеточные мембраны. При нормальном состоянии животного организма выделение конечных продуктов обмена пропорционально интенсивности их образования.

Рассматривая процессы выделения веществ, нельзя путать метаболиты с конечными продуктами обмена веществ, так как эти понятия далеко не равнозначны. Метаболитами называются те вещества, которые образуются в результате метаболизма и которые продолжают участвовать в обмене и испытывать дальнейшее превращение. Конечные же продукты обмена образуются так же, как и метаболиты, в процессе превращения веществ, но в дальнейшем они уже не участвуют в метаболизме, а выводятся из организма. Например, молочная кислота у животных является метаболитом, а у молочнокислых бактерий — конечным продуктом обмена. Иногда выводятся из крови в качестве метаболитов и пищевые вещества. Это происходит в том случае, если скорость поступления этих веществ, например сахара, в кровь значительно превышает скорость усвоения их клетками организма.

### Обмен и эффективность кормового протеина, входящего в комбикорма

К кормовому протеину относятся все азотсодержащие вещества. Их определяют при сжигании корма в серной кислоте и общее количество азота умножают на коэффициент 6,25.

В кормовой протеин входят как белковая, так и небелковая формы азота. По своему биологическому свойству и по количественному содержанию на первом месте в протеине естественных кормов, входящих в комбикорма, находится белок, затем идет небелковый азот органических веществ (в основном аминокислоты) и последнее место занимают неорганические азотсодержащие вещества (соли аммония, нитраты и др.).

Белки — главная составная часть живой материи. На их долю приходится примерно 15—16% веса животного.

В отличие от других питательных веществ белки всегда, помимо углерода, водорода и кислорода, содержат азот и серу. Иногда в них присутствуют в небольшом количестве и другие элементы — фосфор, йод, ионы металлов и др. Функции белка в организме сложны и разнообразны.

Принятые с кормом белки в пищеварительном канале под действием гидролитических ферментов протеиназ: пепсина желудочного сока, трипсина и химотрипсина, сока поджелудочной железы и ряда полипептидаз и дипептидаз кишечного сока — расщепляются до пептидов и аминокислот, которые всасываются слизистой оболочкой кишечника в кровь.

Исследования показывают, что на переваримость белков корма влияют сами корма в связи с тем, что они обладают ферментингибирующими свойствами, в том числе и трипсиноингибирующими. Ингибирующее воздействие относительно трипсина у различных кормов неодинаковое: у одних кормов оно низкое, а у других — высокое. Следовательно, при составлении рациона и особенно комбикормов эти свойства необходимо учитывать. При различном качественном и количественном сочетании кормов оказывается можно регулировать переваримость белков. Кроме того, на переваримость белков существенно влияют структура и сложность их строения. Установлено, что в основном сложные белки (протеиды) перевариваются хуже, чем простые (протеины). Следовательно, корма, содержащие повышенное количество протеидов и пониженное протеинов, будут снижать общую переваримость белков, входящих в состав комбикормов.

Все природные белки, по современным данным, состоят из 20 аминокислот: глицина, аланина, валина, лейцина, изолейцина, серина, треонина, цистина, цистеина, метионина, аспарагиновой кислоты, глутаминовой кислоты, лизина, аргинина, гистидина, фенилаланина, тирозина, триптофана, пролина и оксипролина.

Поступившие из пищеварительного аппарата аминокислоты разносятся к клеткам всех тканей. В основном они используются для синтеза специфических для организма белков, некоторая же часть их идет для синтеза белков продукции (молока, шерсти, яиц), а также биологически активных веществ — ферментов, гормонов, а часть аминокислот подвергается расщеплению и окислению с высвобождением энергии.

В настоящее время считается, что синтез белков происходит во всех структурах клетки, среди которых главную роль играют рибосомы.

Наукой установлено, что решающая роль в синтезе белка принадлежит пуклеиновым кислотам и особенно так называемой информационной рибонуклеиновой кислоте (И РНК). Не вдаваясь в подробность сложного процесса, в котором можно прочесть в специальной биохимической литературе, надо отметить, что построение белковой молекулы из аминокислот происходит на молекуле информационной рибонуклеиновой кислоты как на матрице, поэтому часто ее называют матричной РНК (М-РНК). Согласно существующей теории, молекулы аминокислот с помощью дополнительной РНК, названной в свое время транспортной РНК, выстраиваются вдоль молекулы И РНК в определенной последовательности. Каждая аминокислота становится на свое место. Но стоит аминокислотам выстроиться в ряд, как они начинают реагировать между собой и образовывать белок.

Таким образом, определенный порядок и определенное количество аминокислот в молекуле белка устанавливается матричной РНК, структура которой в свое время была определена геном, или молекулой ДНК. Следовательно, та химическая структура, которая была фиксирована в структуре ДНК (гене), передалась вначале на И РНК, а затем через нее на белок. Другими словами, та наследственная информация, которая была фиксирована в молекулярной структуре ДНК (в гене), была передана на матричную РНК и затем на молекулы белка.

Отсюда следует, что специалисты по кормлению животных, которые с помощью дополнительного введения определенной аминокислоты в рацион или в комбикорма желают увеличить содержание этой аминокислоты в белках мяса, молока или в других продуктах, глубоко ошибаются, так как матрица воспримет и допустит в молекулу белка лишь такое количество и такое соотношение аминокислот, которое определено генетической информацией. Аминокислотный состав определенных специфических белков (мясо, молоко и т. п.) является величиной постоянной, и действием обычных кормовых факторов изменить его нельзя. Для каждого специфического белка в организме имеется соответствующая матрица информационной РНК. Такие различные информационные РНК образуются в ядре клеток на соответствующей ДНК, после чего

выделяются в плазму и фиксируются на рибосомах, функции которых определяются наличием ионов магния. Поэтому комбикорма, не отвечающие потребностям животных в магнии, не обеспечат нормальной и тем более повышенной продуктивности их. Без магния или при недостатке его биосинтез белков, основных компонентов животноводческой продукции, будет заторможен.

Приводимая в литературе формулировка о том, что биологическая ценность кормового белка обусловлена степенью ассимиляции его организмом, вполне справедлива. Утверждение же, что биологическая ценность белка будет тем выше, чем ближе его аминокислотный состав к составу белков данного организма или пищевых белков с наиболее высокой биологической эффективностью, не вполне объективно.

С нашей точки зрения биологическая ценность кормового белка должна устанавливаться не только изучением аминокислотного состава его, но и изучением свойств других, более сложных структур, без глубокого гидролиза белка.

Может быть такой случай, когда в корме белков и аминокислот много, но они не используются тканями. Они не доступны для организма, так как не все кормовые белки перевариваются и не все переваренные и всосавшиеся белки используются на синтез белков или белков животноводческой продукции (молока, яиц и т. д.).

Научная литература об использовании небелковых форм азота, в том числе и аминокислот, в кормлении сельскохозяйственных животных насыщена большим количеством противоречивых данных. Однако все ученые сходятся на одном, что часть скармливаемого протеина может иметь небелковый характер. Это и понятно в связи с тем, что все животные в своем эволюционном развитии поедали и поедают корма, всегда содержащие какую-то долю небелкового азота, в том числе в виде аминокислот. В природе нет таких кормов, в которых бы не содержалось определенное количество свободных аминокислот, солей аммония, амидов и других небелковых азотистых веществ. Следовательно, использование в питании животных небелковых форм азота вполне естественно. Однако вопрос стоит в том, равноценна ли небелковая часть протеина белковой в биологическом отношении и равнозначны ли в этом отношении небелковые формы азота между собой. Проведенными исследованиями в этом направлении

установлено, что любые небелковые формы протеина обладают меньшим биологическим эффектом, чем протеин в виде белка, но среди небелковых форм азота на более высоком уровне находится азот аминной формы, внесенный в виде пепсинового гидролизата белков, входящих в рацион. За ним по убывающей эффективности идет аминный азот, внесенный в виде аминокислот, затем аммиачный (соли аммония серной и фосфорной кислот) и, наконец, амидный азот в виде мочевины.

Интересно отметить, что замена азота небелковыми формами его значительно снижает синтез мышечной ткани животных и содержание в органах таких важных веществ, как нуклеиновые кислоты и белок. Поэтому можно заключить, что по биологическому эффекту кормовые белки стоят выше, чем протеин, включающий любые небелковые формы азота. Особенно наглядно это положение видно при сопоставлении интенсивности прироста молодых животных с содержанием небелкового азота в рационе. С увеличением содержания этой формы азота в кормах интенсивность прироста молодняка уменьшается.

Многими исследователями установлено, что аминокислотный состав тканей животных, чистых белков, выделенных из одних и тех же тканей, и аминокислотный состав организма в целом не изменяется ни в постнатальном онтогенезе животного, ни при патологии органа, ни в физиологическом аспекте, в то время как биологическая функция животных связана, как всем хорошо известно, с состоянием белков. Следовательно, метод расчета аминокислотной потребности животных по аминокислотному составу их тела можно использовать лишь как ориентировочный в разработке норм аминокислотного питания сельскохозяйственных животных.

Об использовании данных анализа туши для определения потребностей животных в аминокислотах Уильямс (1954) указывал, что пищевые белковые смеси должны соотноситься между аминокислотами в организме в целом или в мышечной ткани, поскольку эта ткань содержит основную массу белков животного.

Однако из многих экспериментов следует, что на основе аминокислотного состава целого организма нельзя судить о потребности в аминокислотах и тем самым об оптимальной соотношении аминокислот в рационе. В опытах на жи-

вотных было показано, что соотношение аминокислот в смеси, обеспечивавшей нормальный рост, заметным образом отличалось от аминокислотного состава тушек, а для сохранения в организме необходимого соотношения лизина и триптофана животному следует скормить в 3 раза больше лизина, чем фактически требуется его. Смеси аминокислот, составленные по образцу отдельных пищевых белков, уступают по своей биологической эффективности их прототипам.

Все это свидетельствует о том, что биологический эксперимент не подтверждает ожидаемого результата на основе данных аминокислотного анализа, а использование отдельных аминокислот и их смесей в комбикормах должно быть направлено не на полную, а лишь на частичную замену ими кормовых белков и на совершенствование с помощью их протеинового комплекса всего комбикорма.

Несовпадение результатов биологического эксперимента с ожидаемым результатом на основе аминокислотного анализа может произойти при термической обработке белков в процессе технологии получения комбикорма. В этом случае ухудшение анаболического качества кормового белка и аминокислот наблюдается в связи с взаимодействием аминокислот и свободных функциональных групп самого белка между собой и с другими соединениями (углеводами, фенолами), в результате чего образуются новые химические связи, устойчивые к пищеварительным протеолитическим ферментам, но расщепляемые при кислотном гидролизе. По этой причине химический анализ аминокислотного состава не покажет ухудшения свойства протеина комбикорма.

Общие реакции метаболизма аминокислот. Расщепление аминокислот в организме животных происходит главным образом вследствие окислительного дезаминирования. При этом аминокислоты распадаются, проходя через промежуточную стадию до альфа-кетокислот и аммиака. Наибольшее количество энергии получается при расщеплении альфа-кетокислоты, которая включается в межклеточный обмен жиров и углеводов. Образовавшийся при окислительном дезаминировании аммиак является токсичным веществом, поэтому он подвергается обезвреживанию в организме животного следующими путями: во-первых, выделением солей аммония через почки, во-вторых, превращением в нетоксичную мочевину, в-третьих, связыванием с альфа-кетоглутаратом, превращая последний в глюта-

нит, в-четвертых, связыванием с глутаматом, образуя глутамин. Из этих способов обезвреживания аммиака самым главным и важным является образование мочевины.

Другой путь метаболизма аминокислот — декарбок-силирование. Оно происходит под действием ферментов аминоацилдекарбоксилаз с образованием ряда важных в физиологическом отношении биогенных аминов (гиста-мин, тирамин и др.).

Третий путь метаболизма аминокислот, занимающий промежуточное положение между анаболизмом (синтезом) и катаболизмом (распадом), — это так называемое транс-аминирование или переаминирование аминокислот. В этом случае происходит перебрасывание аминокруппы из одной аминокислоты (донатора) к альфа-углеродному атому какой-нибудь альфа-кетокислоты (акцептору), при-чем аминокислота (донатор) превращается в альфа-кето-кислоту, а альфа-кетокислота (акцептор) — в аминокис-лоту. Реакция эта катализируется ферментами-амино-трансферазами, кофактором которых является пири-доксальфосфат — витамин В<sub>6</sub>. В качестве донаторов аминокрупп в этой реакции могут участвовать почти все аминокислоты. В качестве акцептора аминокрупп обяза-тельно участвуют пировиноградная кислота (пируват), пимеловоуксусная кислота (оксалацетат) и в особенности альфа-кетоглутаровая кислота (альфа-кетоглутарат).

Реакция трансаминирования имеет важное значение для организма сельскохозяйственных животных. Посколь-ку со животный организм может синтезировать ами-нокислоты, а вместе с тем и белки. В процессе переамини-рования, за исключением лизина, могут синтезироваться также и незаменимые аминокислоты, достаточно лишь того, чтобы с комбикормом или кормом вообще вносились соответствующие углеродные цепи, то есть альфа-кето-кислоты или альфа-оксикислоты. В связи с этим необхо-димо при составлении комбикормов особое внимание уде-лить лизину.

Раньше считали, что незаменимыми аминокислотами являются те, которые не могут быть синтезированы в орга-низме. Однако сейчас в связи с реакцией трансаминирова-ния и опытами с мечеными атомами взгляд на незаменимые аминокислоты изменился. В настоящее время незаме-нимой аминокислотой считают ту, синтез которой при дан-ных условиях в организме идет недостаточно быстро для

удовлетворения потребностей в пей организма. К таким аминокислотам относятся лизин, триптофан, гистидин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, метионин, валин, треонин и аргинин.

Следовательно, в любых комбикормах, включающих естественные корма, не может отсутствовать какая-либо одна или тем более несколько аминокислот. Может быть случай, когда в комбикормах недостает той или иной аминокислоты до потребности в ней животного, тогда следует ее добавить. Однако полностью заменить белки комбикормов на аминокислотную смесь нецелесообразно, в связи с тем, что всякая аминокислотная смесь по своему биологическому эффекту стоит ниже, чем белок. Иначе говоря, соотношение незаменимых аминокислот в комбикормах является хотя и весьма существенным фактором, однако не единственным, определяющим анаболический эффект комбикорма и рациона. Путем добавления отдельных аминокислот к комбикорму, содержащему белок с невысокой биологической эффективностью, можно привести соотношение аминокислот в этом комбикорме в соответствие с их соотношением в высококачественном белке, но не всегда в результате такого корректирования эффективность комбикорма будет одинаковой с эффективностью комбикорма, содержащего полноценный патиный белок. Дело в том, что в этих условиях на эффективность комбикорма влияет, как мы уже указывали, доля белкового азота в общем содержании протеина в комбикорме.

Благодаря применению изотопной техники в исследовательской работе стало возможным установить значение аминокислот в построении других биологически важных соединений. Так, например, глицин участвует в образовании серина, порфиринов, креатина, пуриновых оснований, входящих в нуклеиновые кислоты, глутатиона, гиппуровой кислоты, глиоксалевоы кислоты и т. п. Аланин образует пировиноградную кислоту, а из нее получают жирные кислоты и глюкозу. Валин участвует в синтезе альфа-кетогидроксиизовалериановой кислоты, затем сукцината и глюкозы. Серин в межклеточном обмене участвует в образовании семи соединений и т. д.

Катаболизм (распад) аминокислот заканчивается образованием и выделением из организма конечных продуктов их разложения. Большинство конечных продуктов обмена аминокислот, а это значит и белков, главным среди которых является мочевины, выделяется с мочой. Меньшее

иничение имеют креатин, креатинин и аммиак в виде аммонийных солей. Если в моче начинает преобладать аммиак над мочевиной, то это значит, что в организме усилилось образование кислых продуктов, происходит компенсированный ацидоз. В этом случае организм старается быстро нейтрализовать кислые продукты с помощью аммиака, а поэтому на образование мочевины остается его меньше.

Среди заменимых аминокислот наиболее эффективным источником небелкового азота оказалась глутаминовая кислота, за которой по нисходящей следуют аспарагиновая кислота, аспарагин, аланин, пролин, глутамин, диаммонийцитрат, глицин, мочеви́на, серин. По-видимому, эффективность использования того или иного источника азота зависит также от специфической роли, которую вещество играет в обменных процессах. Накопленные в настоящее время данные показывают, что смесь заменимых аминокислот более эффективна в кормлении, чем отдельные аминокислоты. Надо также отметить, что бо́льшая или меньшая чувствительность к отсутствию отдельных аминокислот определяется способностями тканей синтезировать их. Поэтому в комбикормах с большим содержанием небелковых форм протеина должно быть повышенное количество витамина В<sub>6</sub>, входящего в структуру ферментов переаминирования, в результате которых синтезируются необходимые (лимитирующие) аминокислоты. Помимо витамина В<sub>6</sub>, в этом случае комбикорма должны содержать достаточное количество фолиевой кислоты, тиамин и особенно глутаминовой кислоты, занимающей, как мы видели, центральное место в переаминировании аминокислот. Существенное значение будет иметь содержание в комбикормах аргинина как фактора, связывающего аммиак. Это особенно важно, если в комбикормах включают аммиачные соли или мочеви́ну.

### Метаболизм и значение углеводов

Основная часть кормов состоит из углеводов. Они имеют значение для животных как источники энергии, как структурные элементы клеток, как составные части некоторых биологически активных веществ (ферментов, гормонов, иммунных тел).

Все углеводы, находящиеся в кормах или комбикормах, можно разделить на две большие группы — простые

углеводы, неспособные к гидролизу, и сложные углеводы, гидролизующиеся на простые.

Простые углеводы (моносахариды, монозы) по числу углеводных атомов в молекуле делятся на триозы, содержащие три атома углерода, тетрозы с четырьмя атомами углерода, пентозы, гексозы, октозы, декозы и, наконец, декозы — с десятью атомами углерода. Наибольшее значение в питании животных имеют пентозы и гексозы. Простые углеводы находятся в кормах в свободном состоянии и в виде сложных углеводов. Простые углеводы — это кристаллические вещества; хорошо растворимы в воде, многие из них обладают сладким вкусом. Сложные углеводы, содержащиеся в естественных кормах, можно разделить на две группы: 1) олигосахариды, содержащие в молекуле небольшое число остатков простых углеводов (от 2 до 6). Они хорошо растворимы в воде, способны кристаллизоваться и обладают сладким вкусом. Часто эти олигосахариды и простые углеводы объединяют одним термином — сахара; 2) высшие полисахариды (полиозы), содержащие в молекуле большое количество простых углеводов (десятки и сотни тысяч). Эти углеводы дают лишь коллоидные растворы или совсем не растворяются в воде. Они не обладают сладким вкусом.

Из олигосахаридов наибольшее кормовое значение имеют дисахариды (биозы), расщепляющиеся при гидролизе в пищеварительном аппарате животного на две молекулы моносахаридов (моноз). Важными в этом отношении являются сахароза, мальтоза, лактоза и целлобиоза. При пищеварении сахароза (тростниковый, свекловичный сахар, обыкновенный сахар) распадается на глюкозу и фруктозу, мальтоза (солодовый сахар) — на две молекулы глюкозы, целлобиоза (целлоза) — на две молекулы глюкозы, лактоза (молочный сахар) — на глюкозу и галактозу.

Высшие полисахариды, входящие в корма, можно разделить на две группы: гомополисахариды, состоящие из остатков какого-либо одного простого углевода, и гетерополисахариды, содержащие остатки различных простых углеводов. К первой группе относятся: крахмал, гликоген, целлюлоза (клетчатка), инулин, мананы, галактапы и др. К гетерополисахаридам относятся гемицеллюлоза, камеди и мукополисахариды.

В растительных кормах содержится до 30% углеводов, в кормах животного происхождения и в организме животных — около 2% сухого вещества.

Ряд углеводов выполняет в организме высокоспециализированные функции: аскорбиновая кислота является витамином С, гиалуровая кислота, имеющая вязкую консистенцию, препятствует проникновению микробов через клеточные оболочки кишечника, рибоза входит в молекулу АТФ, нуклеиновых кислот и других биологически активных соединений и т. д.

Особое значение из всех углеводов для сельскохозяйственных животных имеет клетчатка (целлюлоза). Животные непосредственно не способны переваривать клетчатку, так как фермента, расщепляющего ее до целлюлозы, у них нет. Он содержится у низших организмов — грибов, плесеней, микроорганизмов и т. п. У жвачных животных микроорганизмы преджелудков, особенно рубца, переваривают клетчатку с образованием жирных кислот (уксусной, масляной, оксимасляной, молочной, янтарной) и других усвояемых и неусвояемых (метан, углекислый газ, водород) продуктов. Кроме того, клетчатка обеспечивает нормальную перистальтику кишечника. При отсутствии клетчатки в рационе животные не растут и снижают продуктивность. Вследствие этого в комбикорма всегда необходимо вводить определенное количество клетчатки, главным образом в виде грубых кормов — соломенной, сенной муки и т. п. Предполагается, что переваримость самой клетчатки связана с наличием в ней инкрустирующих веществ и степенью размола при приготовлении комбикормов.

В растительных кормах вместе с целлюлозой (клетчаткой) содержатся различные гемицеллюлозы — от 6 до 27%, а в соломе и отрубях — до 40%.

Углеводный обмен в организме складывается из пяти основных этапов: 1) гидролиза, переваривания поступивших с кормом в пищеварительный тракт полисахаридов, дисахаридов до моносахаридов (глюкозы, фруктозы, галактозы), расщепления клетчатки, гемицеллюлозы до жирных кислот и затем всасывания продуктов переваривания из кишечника в кровь; 2) образования и отложения в печени гликогена из моносахаридов и продуктов метаболизма, в частности из молочной и пировиноградной кислот; 3) расщепления гликогена в печени до глюкозы, образования в печени глюкозы из метаболитов жирового (из глицерина) и белкового (из аминокислот) обменов и поступления ее в кровь; 4) образования из глюкозы и продуктов ее расщепления (из молочной кислоты) гликогена

в тканях (мышцах) как запасного углевода, расщепления в клетках глюкозы до молочной и пировиноградной кислот (анаэробный этап) и дальнейшего окисления в цикле Кребса до конечных продуктов — углекислоты и воды (аэробный этап); 5) выделения углекислоты, воды и через клубочки почек глюкозы, которая затем полностью реабсорбируется в капиллярах и в моче не попадает. Все эти этапы находятся в тесном взаимодействии между собой и с определенными фазами и стадиями белкового и жирового обменов.

Переваривание углеводов начинается у животных с ротовой полости. Здесь частично крахмал под влиянием слюнной амилазы распадается до мальтозы и изомальтозы. В просвете тонких кишок под влиянием панкреатической амилазы этот процесс значительно углубляется. Имеются доказательства, что в переваривании крахмала участвует также принятая с кормом растительная амилаза, доводя распад крахмала также до дисахарида мальтозы. Наши исследования по изучению амилазингибирующих (подавляющих активность амилазы) и амилолитических свойств кормов показали, что один и тот же корм обладает единством двух противоположностей: в нем заключены амилолитические и амилазингибирующие свойства. Первые из них способны в желудочно-кишечном аппарате животного усиливать распад (гидролиз) полисахаридов типа крахмала, а вторые снижать путем подавления (ингибирования) ферментов амилолитического действия.

Все моносахариды, поступившие с кормом или образовавшиеся в результате гидролиза ди- и полисахаридов, всасываются (резорбируются) стенкой кишечника в кровь. При этом всасывание глюкозы и галактозы связано с процессами активного транспорта.

Ввиду того что основной и наиболее важный углевод, поступающий в клетки тканей, — это глюкоза, поэтому межклеточный обмен углеводов целесообразно будет кратко рассмотреть на примере превращения этого сахара.

Часть всосавшейся в кровь глюкозы и образовавшейся в обмене из других веществ, идет на биосинтез гликогена в печени и мышцах (на гликогеносинтез). С биологической точки зрения этот процесс имеет важное значение в связи с тем, что отложение в запас углеводов в виде моно- и дисахаридов привело бы к повышенному осмотическому давлению в тканях, а при отложении их в виде полисахаридов типа гликогена осмотическое дав-

ленно остается без изменения. Одна грамм-молекула глюкозы (180 г ее), находящаяся в одном литре раствора, обладает осмотическим давлением в 22,4 атмосферы, а такое же количество ее в виде гликогена не способно изменить осмотического давления в организме, которое у животных колеблется от 7 до 8 атмосфер. Другая часть глюкозы и та глюкоза, которая при необходимости высвобождается в результате распада гликогена (в процессе так называемого гликогенолиза), подвергаются окислению с целью высвобождения энергии на все другие жизненные функции организма животного. Окисление глюкозы происходит как анаэробное, так и аэробное. Первый этап заканчивается образованием из одной молекулы глюкозы двух молекул молочной кислоты, второй — шести молекул воды и углекислоты. В результате полного распада молекулы глюкозы высвобождается энергия, которая была кумулирована при образовании глюкозы в процессе фотосинтеза (686 ккал/моль). Анаэробный распад проходит одиннадцать стадий, которые в своем большинстве совершаются с участием фосфорилирования, дефосфорилирования, и 12 различных ферментов.

Аэробный этап окисления, или цикл трикарбоновых кислот, начинается с образования ацетилкоэнзима-А из пирувиноградной кислоты и конденсации ацетилкоэнзима-А (ацетил-СОА) с щавелевоуксусной кислотой под влиянием фермента цитратсинтетазы, в результате чего образуется трикарбоновая лимонная кислота, имеющая три карбоксила. Сущность дальнейших этапов цикла заключается в окислении лимонной кислоты до щавелевоуксусной.

Установлено, что при гликолизе молекулы глюкозы до двух молекул молочной кислоты накапливается 20 ккал энергии, которая в виде АТФ может быть утилизирована на любые функции организма и на образование продукции. В цикле Кребса при аэробном окислении углеводов энергетический эффект одного процесса составляет 275 ккал. Несмотря на то, что в первой стадии превращения углеводов энергетический эффект небольшой, тем не менее эта стадия имеет большое биологическое значение для организма животного. В результате гликолиза клетка может быстро, хотя и неэкономно, снабдиться энергией независимо от поступления кислорода. Некоторые клетки животных, например эритроциты, не содержат ферментов дыхательной цепи, поэтому они получают энергию только

через анаэробный процесс расщепления углеводов. При обратном течении реакции гликолитической цепи животный организм может синтезировать углеводы из разных метаболитов (пировиноградной, молочной кислот и т. п.). Установлено, что переход от ацетилкоэнзима-А к пировиноградной кислоте преодолевается трудно, поэтому превращение жиров в углеводы хотя и осуществляется, но также довольно трудно. Превращение же углеводов в жиры через стадию ацетилкоэнзима-А идет без препятствий. Превращение белков в углеводы происходит в процессе трансаминирования аминокислот. Из углеводов белки образуются также через стадию альфа-кетокислоты.

В последнее время обращают внимание на использование в необходимых случаях в комбикормах вследствие более высокой биологической эффективности фруктозы вместо глюкозы. Фруктоза легче всасывается и ассимилируется клетками животных, осмотический эффект слабее выражен, чем у глюкозы, поэтому она не увеличивает объем мочи и не приводит к излишней потере солей. Таким образом, при составлении диетических комбикормов, особенно для молодняка, целесообразно отдать предпочтение тем ингредиентам, которые больше содержат не глюкозы, а фруктозы.

#### Обмен липидов (жиров) и значение их для животных

Липиды — это довольно большая группа органических веществ, которые различаются по химическому составу, структуре и выполняемой в организме функции, но они сходны по своим физико-химическим свойствам. Все они не растворяются в воде, а растворяются только в органических растворителях — эфире, спирте, бензоле, хлороформе и т. п. Липиды, или жиры, делятся:

1. На простые, представляющие эфиры жирных кислот и различных спиртов. К этой группе относятся нейтральные жиры, или так называемые триглицериды, состоящие из глицерина, жирных кислот и высокомолекулярных одноатомных спиртов.

2. На сложные липиды — эфиры жирных кислот и спиртов, содержащих другие радикалы. К ним относятся: а) фосфолипиды (фосфатиды) — эфиры жирных кислот и спиртов, содержащие азотистые основания (холин, этаноламин, сфингозин и др.) и фосфорную кислоту; б) гликолипиды или цереброзиды, состоящие из жирных

кислот (главным образом из лигноцериновой, цереброновой, первоновой), азотистого основания (сфингозин, дигидросфингозин) и сахара (галактозы), по не содержащих фосфорной кислоты и глицерина; в) сульфолипиды (сульфатиды), то есть сложные липиды, в состав которых входит сульфатная группа.

3. Дериваты липидов — это продукты распада сложных и простых липидов, но еще сохраняющие общие физические и химические свойства, присущие жирам. К ним относятся насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, моноглицериды, диглицериды, высокомолекулярные спирты, стерины, стероиды и т. д.

**Обмен нейтральных жиров.** Нейтральные жиры имеют большое значение для организма животных как источник энергии. Они участвуют в построении клеточных структур и способствуют усвоению жирорастворимых витаминов А, Д, Е и др. Следовательно, при составлении рецептов комбикормов необходимо определить наиболее оптимальное соотношение жиров и жирорастворимых витаминов. Отсутствие в кормовых смесях определенного количества жиров может привести к авитаминозу у животного. Нейтральный жир откладывается в основном в виде запасов.

Главное условие, обеспечивающее нормальное всасывание жира — его эмульгирование в тонком отделе кишечника. Добавление к комбикормам таких эмульгаторов, как лецитин и твин-80, значительно активизирует всасывание жиров.

Свободные жирные кислоты делятся на две основные группы: насыщенные (заменимые) и ненасыщенные (незаменимые). К насыщенным относятся: масляная, изовалериановая, капроновая, каприловая, каприновая, лауриновая, миристиновая, пальметиновая, стеариновая, арахидоновая, бегеновая, лигноцериновая, церотиновая, а к ненасыщенным — ряд жирных кислот, имеющих в своей структуре непредельные (двойные и тройные) связи: дециленовая, додециленовая, пальмолеиновая, олеиновая, ретинолевая, петроселиновая, вакценовая, линолевая, арабостеариновая, ликановая, паринаровая, таририновая, арахидоновая, цетолеиновая, эруковая, селакхолеиновая или первоновая.

Некоторые ненасыщенные жирные кислоты, у которых двойных связей более одной, являются незаменимыми. Они не могут синтезироваться в тканях и в то же время

необходимы для нормальной жизнедеятельности организма. К незаменимым жирным кислотам относятся в первую очередь линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты. Они содержатся в основном в триглицеридах растительных масел (подсолнечное, кукурузное, хлопковое, льняное). Потребность сельскохозяйственных животных в этих кислотах еще не установлена. Известно, что при отсутствии витамина А в корме, как правило, отсутствуют в нем и ненасыщенные жирные кислоты. Кроме того, такие корма вызывают симптомы авитаминоза В<sub>6</sub>. Без содержания в кормах указанных кислот нельзя добиться высокой продуктивности животного, особенно молочной. Биологическое действие этих кислот пока еще не известно, но установлено, что ненасыщенные жирные кислоты могут в организме переходить одна в другую. Это в значительной степени облегчает составление рецептов комбикормов.

Согласно современным представлениям, в слизистой оболочке кишок могут всасываться (резорбироваться) как жирные кислоты, мыла (соли жирных кислот), глицерин, моноглицериды, диглицериды, так и триглицериды, не расщепленные липазой. В эпителиальных клетках слизистой оболочки может происходить ресинтез триглицеридов. Большая часть резорбированных жиров попадает в лимфатические сосуды, а меньшая — в воротную вену. Некоторая часть жиров кормов не переваривается и выделяется с калом. Всасывание жирных кислот нарушается при избытке в комбикормах солей кальция и магния вследствие образования повышенного количества нерастворимых солей жирных кислот. Дефицит холина в кормах или недостаточное образование его из метионина снижает всасывание жиров. Попав в кровь, нейтральные жиры локализуются в различных тканях, жировом депо и в печени, между которыми посредством крови происходит постоянный обмен жиров. Однако, в то время как белки и углеводы водорастворимы и их транспорт с кровью не представляет трудности, большая часть жиров не растворяется в воде, поэтому их перемещение между органами с кровью требует специальных транспортных форм. Одной из них является превращение жиров в печени в фосфатиды, которые растворяются в воде. Самая же основная транспортная форма — это связывание жиров с белками крови.

Ткани животного организма могут расщеплять триглицериды до глицерина и жирных кислот, а также и синтезировать. Расщепление происходит под действием

тканевых липаз через промежуточные стадии ди- и моноглицеридов. Глицерин фосфорилируется и в виде глицеринфосфата включается в гликолитическую цепь (в обменную цепь углеводов). Жирные кислоты используются для биосинтеза других свойственных для данного животного триглицеридов (нейтральных жиров) или расщепляются по так называемому циклу Кноопа.

Организм животного может также синтезировать жирные кислоты. Причем если окисление жирных кислот идет в митохондриях, то биосинтез их осуществляется в цитоплазме клетки.

При распаде (катаболизме) жирных кислот всегда образуются кетоновые тела (бета-оксимасляная кислота, ацетоуксусная кислота и ацетон). Ацетоновые (кетоновые) тела взаимосвязаны между собой и могут переходить друг в друга. Так как способность животного организма окислять ацетоуксусную кислоту довольно велика, то содержание кетоновых тел в крови в норме незначительно. Помимо окисления, часть кетоновых тел (ацетоуксусная кислота) ресинтезируется в высшие жирные кислоты.

Признаком нарушенного межклеточного жирового обмена является повышенное образование кетоновых тел (кетов), уровень которых в крови повышается, и наблюдается выделение их в большом количестве с мочой — кетонурия. Дефицит углеводов в комбикормах служит одной из основных причин развития кетоза. В то же время недостаток углеводов приводит к торможению окисления кетоновых тел и замедлению их ресинтеза в высшие жирные кислоты. Вот почему поиски оптимальных соотношений углеводов и жиров в комбикормах очень важны в регуляции обмена веществ и продуктивности животных. Особенно большой интерес представляет образование кетоновых тел конденсацией двух молекул ацетил-КоА в ацетоацетил-КоА и затем в ацетоуксусную кислоту, потому что на этот процесс влияет кормление. При нормальном приеме углеводов с кормом у здорового животного наблюдается такое количественное соотношение между образовавшимися ацетил-КоА из жирных кислот и щавелевоуксусной кислотой, что кетоза не бывает. Антикетогенным действием обладают аминокислоты триптофан и лизин, а также некоторые вещества, которые в процессе обмена превращаются в углеводы. К ним относятся глицерин, гликоновая кислота, щавелевоуксусная, яблочная, янтарная, лимонная и др. Таким образом, путем оптимальных соотношений

в комбикормах углеводов, жиров и указанных аминокислот можно регулировать усвоение всех основных питательных веществ, не допуская гиперкетонемии и ацидоза. Если же в комбикормах будет увеличено количество жиров и кетогенных аминокислот или белков с большим содержанием последних (лейцина, тирозина, фенилаланина, изолейцина и др.), то происходит накопление ацетоновых тел и возможен ацидоз. Кетогенный эффект может произойти при большом содержании в комбикормах аммиачных солей, обладающих щелочными свойствами, так как ион аммония усиливает образование глутамата из альфа-кетоглутарата и тем самым прерывает цикл Кребса, то есть тормозит сгорание кетоновых тел.

Некоторые ученые, занимающиеся вопросами кормления животных, большое значение придают соотношению в рационах и комбикормах кислотных и щелочных эквивалентов, указывая на то, что это определяет ацидоз и алкалоз в организме. Однако из сказанного выше следует, что главным агентом, вызывающим ацидоз, является не излишнее поступление с кормом серы, хлора и фосфора (кислых элементов), а нарушение соотношений в комбикормах углеводов, жиров и кетогенных белков, в результате чего в организме накапливаются кетоновые тела, обладающие кислыми свойствами. Ацидоз могут вызвать не только кислые, но и нейтральные (жиры, аминокислоты) и щелочные (аммиак) вещества. Таким образом, щелочные и кислотные свойства комбикормов определяются в основном не соотношением металлов и металлоидов, а соотношением основных органических питательных веществ — углеводов, жиров и белков. Следует отметить, что при использовании комбикормов, которые способствуют выработке инсулина, не будет кетоза в организме животного, так как этот гормон усиливает биосинтез жирных кислот и превращение углеводов в жиры, подавляя расщепление жирных кислот и образование кетоновых тел. Большое значение в регуляции транспорта жиров из печени к тканям имеют такие липотропные вещества, как холин, метионин, инозит, бетаин и др., количественное содержание которых в комбикормах должно соответствовать потребностям животного.

Обмен фосфатидов (фосфолипидов) и гликолипидов. Фосфолипиды и гликолипиды называются комплексными липидами, так как содержат в своей структуре кроме жирной кислоты и глицерина еще и другие вещества —

фосфорную кислоту, углеводы, алкоголи (спирты) и др. Содержание этих липидов в комбикормах обязательно — они играют большую роль в построении клеток, то есть в продуктивности животных, особенно мясных. Фосфатиды обеспечивают избирательную проницаемость клеточных мембран. Фосфолипиды растворимы в воде. Этим объясняется их значение в качестве транспортной формы жирных кислот. Фосфатиды и гликолипиды участвуют в построении первых клеток и волокон.

Комплексные липиды, припаятые с кормом, расщепляются в желудочно-кишечном тракте на составные части, которые всасываются в кровь и вступают в межклеточный обмен (метаболизм) примерно по тем же путям, которые присутствуют триглицеридам.

Обмен холестерина и стероидов. Холестерин относится к важным структурным частям клетки и служит исходным веществом при биосинтезе стероидных гормонов и жирных кислот в организме животного. Встречается он в кормах как в свободном состоянии, так и в виде эфиров, в которые входят, помимо холестерина, и жирные кислоты. В организм холестерин поступает с кормом. Кроме того, он может синтезироваться в тканях.

С кормом в желудочно-кишечный тракт животного попадают преимущественно холестериновые эфиры. Они всасываются вместе с другими жирами (липидами) без расщепления или после предварительного расщепления до свободного холестерина и жирных кислот под влиянием ферментов поджелудочной железы, желчи и кишечного сока — холестеринэстераз. В кишечной стенке и в печени свободный холестерин связывается с жирными кислотами, образуя эфиры холестерина. Как правило, в клетках тканей находится свободный холестерин, а в крови — связанный. Холестерин подвергается в организме различным превращениям, но самое важное из них — это образование из него стероидных гормонов и желчных кислот. Первые синтезируются в коре надпочечников, вторые — в печени. Распад стероидов недостаточно изучен.

#### **Водно-солевой обмен и значение минеральных веществ для сельскохозяйственных животных**

Чем меньше воды в комбикормах, тем больше питательных веществ в единице веса и тем легче сохранить их при складировании и транспортировке. Однако абсолютно

сухих комбикормов не бывает, а обмен солей в организме не возможен без воды.

Вода и соли — обязательные участники процессов обмена в организме животного. Вода служит основным растворителем всех веществ, подвергающихся превращениям в тканях. Обмен газов, солей и транспортировка их в тканях, а также обмен большинства метаболитов происходят в виде растворов. Содержание в белках воды и солей определяет их физико-химическое (коллоидное) состояние, с которым связаны функциональные особенности белковых и других структур. Вот почему поступление в организм животного воды и солей обязательно, а оптимальное количество различных солей в комбикормах необходимо.

Основное участие солей в обмене веществ, в том числе и воды, определяется их осмотическими, электролитическими свойствами и влиянием на активность ферментных систем. Благодаря этому определенные соли — электролиты имеют особое специфическое значение. Например, только ионы кальция участвуют в процессах свертывания крови. Суммарное содержание анионов и катионов в жидкостях организма практически уравновешено, благодаря чему достигается электронейтральность биологических растворов. Регулирование соотношения катионов и анионов в жидкостях организма необходимо для сохранения постоянства активной кислотности (рН) внутренней среды организма. Следовательно, при разработке рецептов комбикормов необходимо подбирать так ингредиенты, чтобы они в сумме не нарушили в организме животного оптимального соотношения анионов и катионов и тем самым не изменили присущую тканям концентрацию водородных ионов, определяющую уровень рН.

Вода в организме находится в следующих состояниях: 1) в свободном — это вода, составляющая основу внутриклеточной жидкости, крови, лимфы и межклеточных пространств, 2) в связанном, главным образом с белками, 3) входящая в структуру молекул различных веществ — белков, жиров, углеводов (конституционная). Между этими формами воды в организме существует динамическое (подвижное) равновесие. Так, при биосинтезе белка, гликогена часть свободной воды переходит в конституционную. Например, при образовании 1 г гликогена или 1 г белка связывается 3 г воды.

Вода в организм животного поступает как в виде различных жидкостей и в составе корма, так и за счет ее

целогенного (внутриклеточного) обмена веществ, образование при окислении органических соединений белков, углеводов, жиров и других веществ. Окисление 100 г белков сопровождается образованием 41 мл воды, 100 г углеводов — 55 мл, а 100 г жира — 107 мл воды. Из организма вода и соли выделяются с мочой, калом и потом.

Водный и солевой баланс организма регулируются главным образом основными электролитами внеклеточной жидкости, к которым относятся натрий и калий. Вот почему при разработке рецептов комбикормов необходимо учитывать содержание этих солей в составе всех ингредиентов и нормировать минеральное питание с таким расчетом, чтобы в организме поддерживалось оптимальное соотношение ионов и катионов.

Значение отдельных минеральных элементов в обмене веществ. В растительных и животных организмах обнаружены почти все известные элементы в химии. Если содержание элемента в среднем к весу животного выше 0,001%, то он относится к макроэлементам, от 0,001 до 0,00001% — к микроэлементам, если же количество элементов меньше стотысячных долей процента — к ультрамикроэлементам.

Для микроэлементов характерно то, что они в очень малых количествах функционируют в качестве регуляторов обмена, активируя ферменты. Поэтому о биохимическом значении их в метаболизме будет рассказано при описании значения веществ, регулирующих биологические функции животного. В данном разделе основное внимание уделено макроэлементам.

**К а л ь ц и й.** У животных он содержится главным образом в костях (до 99% общего его количества). Этот элемент поступает в организм с кормом и водой в виде различных солей. В желудке животных под влиянием соляной кислоты нерастворимые в воде соли кальция переходят в легкорастворимый хлористый кальций. В таком виде он всасывается в кровь. В щелочной среде кишечника он снова переходит в труднорастворимые фосфорнокислые и углекислые соли и в нерастворимые кальциевые соли жирных кислот (мыла). Однако в кишечнике также происходит всасывание кальция, но оно осуществляется на сложных комплексах кальция с жирными и желчными кислотами.

Обеспеченность кальцием животного зависит от количественного отношения к нему фосфора и калия к натрию.

Тормозит усвоение кальция избыток в комбикормах калия, магния, щавелевой кислоты, жира, белков и клетчатки.

Кальций из растительных кормов усваивается хуже, чем из кормов животного происхождения. Оптимальное соотношение в комбикормах между кальцием и фосфором должно быть 2 : 1.

Кальций благоприятствует усвоению железа и обеспечивает устойчивость организма к многим заболеваниям.

**Ф о с ф о р.** До 87% фосфора входит в состав костной ткани и 13% — в мягкие ткани и жидкости организма. Находится он в организме как в виде неорганических, так и органических соединений. Обмен фосфора тесно связан с обменом других минеральных элементов и многих органических веществ. При избытке фосфора увеличивается выделение кальция из организма. Аналогичное явление происходит с фосфором при избытке кальция в комбикормах. В данном случае для удаления из организма избыточного количества кальция расходуется фосфор, в результате чего запасы его в организме уменьшаются. Фосфор имеет большое значение в регуляции рН, необходим для течения нормальных процессов обмена углеводов, жиров, белков и обеспечения тканей энергией.

**Н а т р и й.** Основное количество его находится в составе жидких тканей (кровь, лимфа), а также в пищеварительных соках. Большую роль натрия играет в регуляции осмотического давления и в водном обмене, задерживая воду в тканях. Оптимальное соотношение натрия и калия в комбикормах должно быть 0,5 : 1.

**К а л и й.** Его много в эритроцитах и протоплазме клеток. При большом поступлении с кормом избыток калия быстро выводится, и концентрация его в организме сельскохозяйственных животных остается на определенном уровне. При оптимальном содержании калия в комбикормах, отвечающем потребностям организма, повышается переваримость питательных веществ и активизируется обмен веществ в целом. Для поддержания нормального обмена калия необходимо учитывать в комбикормах содержание натрия, обмен которых тесно взаимосвязан. Как правило, в растительных кормах больше калия, чем натрия, что необходимо учитывать при составлении комбикормов.

**Магний.** Этого элемента в теле животного мало. Он входит в состав костей и мягких тканей, участвует в синтезе белков, активизирует рибосомы (полисомы). При недостаточности потребности животного в магнии нельзя добиться высокой продуктивности, так как в этом случае будет ослаблен биосинтез белка. Однако избыточное поступление магния в организм тоже вредно. При этом нарушается весь обмен веществ, особенно резко при одновременном недостатке в кормах кальция, фосфора и витаминов. Магний взаимосвязан с кальцием. При избыточном поступлении магния увеличивается выделение кальция, при отсутствии кальция магний становится для организма ядовитым.

**Хлор** входит в состав многих тканей, причем в коже содержится от 30 до 60% общего количества его в теле. Физиологическое и биохимическое значение хлора заключается в образовании в желудке соляной кислоты. При недостатке его в кормах и комбикормах понижается переносимость белков, так как образование соляной кислоты при этом замедляется. Фермент пепсин активен только в кислой среде. Хлор в организм животного поступает главным образом с поваренной солью.

**Сера.** Как и другие макроэлементы, она играет большую роль в обмене веществ. Сера входит в состав почти всех белков организма, витамина В<sub>1</sub> и инсулина. Серусодержащие соединения обезвреживают в организме многие вредные и ядовитые продукты обмена. Чаще недостаток серы испытывают овцы и птица, которым в большей степени, чем другим животным, требуются серусодержащие аминокислоты — цистин, цистеин, метионин для образования белка шерсти и перьев.

**Железо.** Этот элемент входит в состав многих жизненно важных соединений, участвующих в метаболизме веществ. Он содержится в гемоглобине и некоторых дыхательных ферментах. Без железа невозможен перенос кислорода в организме. На 100 кг живого веса животного приходится примерно от 4 до 5 г железа, половина которого входит в состав гемоглобина. Железо откладывается в селезенке и печени. Большую потребность в железе испытывают скороспелые и молодые животные, у которых обмен наиболее интенсивный. Это необходимо учитывать при разработке комбикормов для животных различного возраста.

### Значение для сельскохозяйственных животных биологически активных веществ, входящих в комбикорма

Все кормовые средства, входящие в комбикорма, можно разделить на две большие группы. К одной группе относятся все органические и минеральные вещества, обеспечивающие пластические (строительные) и энергетические функции тканей и клеток животного. К другой группе принадлежат те вещества, которые не входят непосредственно в структуру клеток и не используются на образование элементов тела и продукции. Однако без них живая клетка не существует, так как они регулируют биохимические процессы в ней. Все эти факторы, участвующие в регуляции жизненных процессов, называются биологически активными веществами. Их можно разделить на три основные группы: биокатализаторы, ингибиторы и биостимуляторы. К первой относятся ферменты, ко второй — все вещества, угнетающие активность биокатализаторов (ферментов), к третьей — вещества, активирующие действие биокатализаторов. Биостимуляторы, в свою очередь, можно разделить на две подгруппы. К первой из них принадлежат вещества пластического порядка, идущие главным образом на построение активных веществ биокатализаторов (ферментов). Это витамины, отдельные аминокислоты и микроэлементы. Ко второй подгруппе относятся вещества, не участвующие в построении молекулы фермента, не входящие в структуру биокатализатора, но влияющие на активность путем изменения конфигурации молекулы фермента в связи с аллостерическим эффектом. К ним относятся прежде всего гормоны, антибиотики и некоторые другие биологически активные вещества. Таким образом, биологически активные вещества, обладающие стимулирующими свойствами, нельзя отождествлять с биокатализаторами, то есть с ферментами.

Широкое использование в комбикормах добавок биологически активных веществ, способных стимулировать обмен веществ у животных в нужном направлении, способствует максимальной продуктивности животного при минимальных затратах кормов.

## Микроэлементы

Микроэлементов в организме животного содержится менее 0,001 % веса тела. Наиболее жизненно важными для животных являются кобальт, медь, йод, марганец, цинк, молибден, селен, хром, бор и фтор.

**К о б а л ь т** оказывает свое действие через желудочно-кишечный тракт. Микроорганизмы, находящиеся в желудочно-кишечном тракте, используют его для синтеза витамина  $B_{12}$ . Наименьшее количество кобальта в комбикормах, обеспечивающее нормализацию обменных процессов в организме жвачных животных, составляет 0,1 мг на 1 кг сухого вещества. Недостаточность кобальта устраняется внесением в комбикорма солей кобальта в виде сульфатов или хлоридов. Следует отметить очень важный момент, что кобальт активизирует переваримость клетчатки.

**М е д ь** играет существенную роль в процессе биосинтеза гемоглобина, входит в состав некоторых окислительных ферментов (цитрохромоксидаза, тирозиназа и др.). Кроме того, она имеет свойства окислителя. Избыток меди угнетает действие липазы, пепсина, уреазы и амилазы. Имеются указания, что соли меди дают инсулиноподобный эффект и вызывают увеличение тироксина в крови животных.

В среднем на 1 кг сухого вещества комбикорма необходимо 4—6 мг меди, включать ее можно в виде различных солей.

**Й о д** входит в структуру гормона тироксина (65 %). До 60% йода щитовидной железы находится в виде йодированных тирозинов (моно- и дийодтирозин) и тиронинов. В сутки овцам йода требуется 0,05—0,10 мг, коровам — 0,4—0,8, свиньям — 0,08—0,16, цыплятам — 0,005—0,009 мг.

**М а р г а н е ц** необходим для роста и воспроизводительных функций животных. При его недостатке в комбикормах у кур снижаются яйценоскость, прочность яичной скорлупы и выводимость цыплят. Этого элемента относительно много во всех грубых кормах.

Из 13 реакций при обмене углеводов (при гликолизе) марганец участвует в четырех, а из 11 реакций цикла Кребса — 5 катализируется также ионами марганца, в связи с тем, что этот элемент является кофактором многих ферментов. Марганец участвует и в реакциях дыхания в митохондриях клеток, активизирует пептидазы и

аргиназу. Кроме того, он связан с гормонами и витаминами, усиливает эффект инсулина и витамина В<sub>1</sub>. Цыплятам и курам на 100 г сухих кормов рекомендуется 25 мг сернокислого марганца в сутки, поросятам на 1 кг живого веса — 0,5, овцам и козам — 0,25, коровам на 100 кг живого веса — 25 мг в сутки.

Ц и н к входит в структуру фермента карбоангидразы, расщепляющей угольную кислоту на двуокись углерода и воду. Кроме того, он активизирует такие ферменты, как фосфатазу, уриказу, карбоксипептидазу и разные дегидрогеназы. Цинк содержится в эритроцитах, в гормоне инсулине и усиливает эффект адреналина. Много его в сперматозоидах и в секрете предстательной железы. В 1 кг сухого вещества комбикорма цинка должно содержаться не менее 25 мг.

М о л и б д е н — антагонист по отношению к меди. Он входит в состав ферментов ксантинооксидазы и альдегидоксидазы. При длительном поступлении больших доз молибдена в организм животных уменьшается количество меди в печени, и, наоборот, токсичность молибдена в комбикормах нейтрализуется повышенным включением в них меди. Воздействие молибдена на медь усиливается под влиянием фосфора. Установлено, что чем выше содержание сульфатов в комбикормах, тем меньше молибдена в тканях животного.

С е л е н найден в связанной с белком форме в микросомах клетки. В биохимическом отношении он аналогичен сере цистина. Этот элемент необходим для животных в очень небольших количествах. Высокие концентрации его токсичны. Корм, содержащий 10 мг селена на 1 кг сухого вещества, ядовит. Селен накапливается в коже и шерсти.

Х р о м входит в состав рибонуклеопротеидов. Аккумулируется он главным образом в печени и селезенке.

Б о р относится к биогенным микроэлементам.

Ф т о р. Предполагается, что между обменом фтора и железа существует взаимосвязь. В больших концентрациях фтор является ядом. В составе фосфоритов он менее токсичен, чем фтористый натрий. Если источником фтора служит фосфорит, то допустимая доза в комбикормах для крупного рогатого скота, овец и свиней составляет около 100 мг на 1 кг сухого вещества рациона. Если источник его фтористый натрий, то доза уменьшается до 50 мг на 1 кг сухого вещества.

В тканях сельскохозяйственных животных обнаружены следы других микроэлементов: алюминия, мышьяка, бария, брома, никеля, кремния, стронция и ванадия. Видимо, эти элементы также выполняют определенную регуляторную функцию в организме, и незначительное содержание их в комбикормах полезно.

### *Витамины*

Витамины — это вещества высокого биологического действия, которые участвуют во всех жизненно важных биохимических процессах, протекающих в организме животных.

В настоящее время известно более 20 витаминов, а витаминоподобных веществ и их производных значительно больше. Однако нормы потребности в большинстве их для сельскохозяйственных животных определены ориентировочно. Значительным препятствием в этом отношении служит то, что многие витамины синтезируются в самом организме животных. Большое значение в этом имеет микрофлора желудочно-кишечного тракта. Потребность в витаминах зависит от возраста, характера и уровня продуктивности животного, типа кормления, климатических условий и других факторов. Постоянно и в полной мере животные нуждаются в тех витаминах, которые не синтезируются в их организме.

Все витамины делятся на водорастворимые и жирорастворимые. Это свойство их необходимо учитывать, так как они связаны с различными компонентами корма. К водорастворимым относятся витамины группы В: витамин В<sub>1</sub> (тиамин, аневрин), В<sub>2</sub> (рибофлавин), В<sub>6</sub> (пиридоксин), В<sub>12</sub> (кобаламин), В<sub>с</sub> (фолиевая кислота), В<sub>15</sub> (пангамовая кислота), витамин В<sub>т</sub> (карнитин), никотиновая кислота (витамин РР), биотин (витамин Н), пантотеновая кислота (витамин В<sub>3</sub>, или пантотен), парааминобензойная кислота (ПАБК), инозит, холин, липоновая кислота (липоевая), а также витамин С (аскорбиновая кислота) и витамин Р.

К жирорастворимым (липоидорастворимым) относятся витамины А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, Е (токоферол), К<sub>1</sub> и К<sub>2</sub>.

В и т а м и н В<sub>1</sub> (тиамин, аневрин) входит в состав ферментов, осуществляющих процессы декарбоксилирования, образование двуокиси углерода из карбоксила органических кислот (главным образом пировиноградной).

Если витамина В<sub>1</sub> не хватает в кормах, то в тканях животного накапливается пировиноградная кислота и нарушается в первую очередь углеводный обмен, затем жировой и белковый. Травоядные животные, особенно жвачные, менее чувствительны к недостатку этого витамина, так как он синтезируется у них микрофлорой желудочно-кишечного тракта. Однако среди этой микрофлоры могут быть бактерии (стафилококки), которые поглощают витамин В<sub>1</sub>, препятствуя поступлению его в кровь. При кормлении пушных зверей, свиней свежей рыбой часто возникает недостаточность в их организме витамина В<sub>1</sub>, так как в сырой рыбе и отходах содержится много фермента тиаминазы, которая разрушает этот витамин. Потребность животных в витамине В<sub>1</sub> зависит от содержания в кормах белков, жиров и углеводов. Если в кормах и комбикормах много углеводов, то потребность в нем возрастает. В среднем на 1000 кал рациона необходимо 0,6 мг тиамина.

**В и т а м и н В<sub>2</sub>** (рибофлавин, лактофлавин). Этот витамин почти весь (97%) в организме связан с дыхательными (флавиновыми) ферментами тканей и клеток. Если его не хватает в комбикормах, снижается усвоение белков и аминокислот, особенно триптофана. Очень опасен авитаминоз В<sub>2</sub> для птицы — цыплята не растут, а у кур падает яйценоскость. На 1 т птичьего комбикорма требуется добавлять 3—4 г рибофлавина.

**В и т а м и н РР** (никотиновая кислота, ниацин, никотинамид, антипеллагрический витамин). В виде никотинамидадениндинуклеотида (НАД) входит в состав ферментов, принимающих участие в окислительных процессах обмена веществ. Наибольшее значение он имеет в питании свиней и птицы. Потребность этих животных в никотиновой кислоте зависит от содержания в комбикормах аминокислоты триптофана. При использовании комбикормов, богатых триптофаном, уменьшается потребность в витамине РР в результате синтеза его из этой аминокислоты. Но, как правило, витамина РР в тканях синтезируется недостаточно, и поэтому свиньи и куры должны получать его с кормом. При составлении комбикормов необходимо учитывать, что некоторые корма, особенно кукуруза, бедны этим витамином. Никотиновая кислота — наиболее дешевый витамин, и потребность в ней комбикормовой промышленности может быть удовлетворена синтетическими препаратами.

**В и т а м и н В<sub>3</sub>** (пантотеновая кислота, пантотен, антидерматитный фактор птиц) встречается во всех тканях растений и животных (по гречески «пантотен» — повсюду). Эта кислота является составной частью коэнзима-А (CoA), который играет существенную роль в метаболизме, особенно в жировом обмене. Его может не хватать в комбикормах высокой калорийности. Синтетический препарат этого витамина (пантотенат кальция) добавляют в комбикорма для свиней из расчета 10 г на тонну.

**В и т а м и н В<sub>6</sub>** (пиридоксин, адермин, дериваты пиридина — пиридоксаль, пиридоксамин и др.). Производные этого витамина — фосфопиридоксаль и фосфопиридоксамин входят в состав ферментов, участвующих в обмене аминокислот. Его недостаток вызывает расстройство белкового обмена. Не известно, какая зависимость имеется между пиридоксином и непредельными (незаменимыми) жирными кислотами, но отмечено, что при отсутствии последних в кормах у животных появляются признаки, похожие на авитаминоз В<sub>6</sub>.

**В и т а м и н В<sub>с</sub>** (фолиевая кислота, фолицин, птероил-моноглутаминовая кислота) назван так потому, что его много в листьях растений (фолиум — лист). Этот витамин частично синтезируется микрофлорой желудочно-кишечного тракта животных. Он необходим для ферментов, участвующих в синтезе нуклеиновых кислот, холина и других важных метаболитов, стимулирует действие половых гормонов. Откладывается в печени животных. Более чувствительны к недостатку этой кислоты птицы.

**В и т а м и н В<sub>12</sub>** (антианемичный, кобаламин, цианокобаламин) необходим для нормального кроветворения, участвует в синтезе нуклеиновых кислот и аминокислот, в обмене жира и углеводов, регулирует образование в организме животных холина и ресинтез незаменимой аминокислоты — метионина. Его особенно необходимо включать в комбикорм с преобладанием растительных ингредиентов, так как протсин их, как правило, содержит мало метионина. Витамин В<sub>12</sub> содержится в кормах животного происхождения. Если в комбикормах достаточно кобальта, то микрофлора рубца жвачных синтезирует этот витамин. Особенно его нужно нормировать в комбикормах для птицы и свиней. Обогащение комбикорма витамином В<sub>12</sub> позволяет частично заменять в нем животный белок на растительный. Для этого можно использовать концентрат витамина В<sub>12</sub>, полученный на мяяссовой барде с

помощью метанообразующих бактерий (способ В. Н. Букина).

**В и т а м и н В<sub>15</sub>** (пангамовая кислота) в обмене веществ подобно холину играет роль донатора (поставщика) метильных групп. Потребность в этом витамине животных еще не установлена.

**Х о л и н** необходим организму как источник метильных групп и как липотропный фактор, способствующий образованию в печени фосфолипидов и переходу их в кровь, в связи с чем исключается ожирение печени и улучшается использование жиров тканями. Поэтому при скормливании высококалорийных комбикормов повышается потребность поросят и птицы в холине. Добавление 1 кг синтетического холин-хлорида на 1 т комбикорма в сочетании с витамином В<sub>12</sub>, никотиновой и пантотеновой кислотами повышает выход мяса и сокращает откорм свиней и птицы.

**В и т а м и н Н** (биотин) наиболее важное значение имеет в комбикормах для птицы. У большинства животных он синтезируется желудочно-кишечной микрофлорой, но этот процесс ограничен у птиц. Биотин необходим для ферментов, участвующих в синтезе пукленовых кислот (пуринов) и жирных кислот.

**П а р а а м и н б е н з о й н а я к и с л о т а (ПАБК)** входит в состав другого витамина — фолиевую кислоту. Животные пугдаются в поступлении этого витамина с кормом. При его недостатке нарушается процесс пигментации перьев и шерсти.

**И н о з и т** обладает липотропным действием. Он способен предотвращать ожирение печени при пониженном белковом кормлении животных, но действие его слабее холина.

**Л и п о н о в а я (липоевая) к и с л о т а** входит в состав ферментов, участвующих в окислительном декарбок-селировании пировиноградной и альфа-кетоглутаровой кислот. Липоновая кислота снижает потребность в витаминах Е и С, так как предотвращает их быстрое окисление, что необходимо учитывать при хранении комбикормов.

**В и т а м и н С** (аскорбиновая кислота, антициготный витамин) участвует в окислительно-восстановительных реакциях и ускоряет синтез холестерина, влияет на функции эндокринных желез и органы пищеварения. Однако чрезмерные дозы витамина С в комбикормах вызывают поражение клеток поджелудочной железы. Этот витамин в некоторой степени синтезируется в организме животных.

Если же в кормах не хватает витамина А или каротина, то этот синтез не обеспечивает потребности животного в витамине С. Нормирование витамина С для сельскохозяйственных животных целесообразно уточнить.

**В и т а м и н Р** (цитрин, флавои, гесперидин, рутин, витамин прочности капилляров, витамин процищаемости). Под витамином Р подразумевается целая группа веществ, обладающих сходным биологическим действием. Эти соединения принадлежат главным образом к так называемым флавоновым пигментам, относящимся к классу глюкозидов: рутин, катехин, галловые эфиры, гесперидин и др. В биологическом действии витамина Р много общего с витамином С. Отмечен синергизм, то есть взаимно усиливающее действие при совместном применении этих витаминов, что целесообразно учитывать при разработке рецептов комбикормов.

**В и т а м и н А** (аксерофтол, антиксерофтальмический, антиинфекционный витамин) в организме животных образуется из каротина, но в биологическом отношении он в 3 раза эффективнее. Превращение каротина в витамин А происходит под воздействием фермента каротиказы в слизистой оболочке кишечника. В природе имеется два вида витамина — А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub>. Витамин А имеет 20 углеродных атомов, а каротин — 40. Оба содержат много двойных связей, и поэтому они могут существовать в виде различных изомеров. Известны три вида провитамина: альфа-, бета- и гамма-каротин. Из них наиболее активный бета-каротин.

Предполагается, что витамин А благодаря большому числу двойных связей участвует в окислительно-восстановительных процессах в клетках и усиливает биосинтез мукополисахаридов. Витамин А и каротин могут накапливаться в организме.

**В и т а м и н D** (антирахитический, кальциферол). При изучении структуры молекулы было установлено, что витамин D имеется в нескольких видах — D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub>. Однако наибольшее значение в биологических процессах имеет витамин D<sub>2</sub> (кальциферол или эргокальциферол) и D<sub>3</sub> (холекальциферол). Для животных активность их одинакова, но для птиц витамин D<sub>3</sub> в 30 раз активнее, чем D<sub>2</sub>. В растениях находится провитамин D<sub>2</sub> — эргостерин, который под влиянием облучения солнцем или ультрафиолетовыми лучами переходит в активную форму витамина D<sub>2</sub>. Провитамин D<sub>3</sub> (7-дегидрохолестерин), содержа-

щийся в коже животных, под влиянием облучения активизируется и используется организмом. Основная функция витамина D — регулирование фосфорно-кальциевого обмена у животных. Однако избыток его ведет к чрезмерному обызвествлению костей и отложению кальция в разных органах. Для обогащения комбикорма витамином D чаще всего используют облученные дрожжи.

**В и т а м и н Е** (токоферол) имеет большое значение в кормлении животных. При недостатке его нарушаются половые функции, что часто приводит к бесплодию животных. Свойствами витамина Е обладает несколько соединений, названных альфа-бета- и гамма-токоферолами. Самый активный из них альфа-токоферол. Витамин Е является антиоксидантом (антиокислителем). Он способен тормозить окисление ненасыщенных соединений, в том числе жирных кислот и витамина А. В организме животных принимает участие в липидном и белковом обмене главным образом мышечной ткани, что необходимо учитывать при составлении комбикормов, предназначенных для откармливаемых животных.

**В и т а м и н К** (антигеморрагический) способствует свертыванию крови. У млекопитающих К-авитаминоз не обнаруживается, чаще всего он бывает у цыплят. Потребность сельскохозяйственных животных в этом витамине обеспечивается вследствие синтеза его желудочно-кишечной микрофлорой. Витамин К — это комплекс двух витаминов: К<sub>1</sub> (филлохинон) и К<sub>2</sub> (фарнохинон). Синтетический витамин К<sub>1</sub>, имеющий разные названия (сикавит, викасол, менадион и др.), токсичен, в то время как природные витамины К не обладают токсичными свойствами. Витамин К много во всех растительных кормах.

**В и т а м и н F** включает группу ненасыщенных (незаменимых) жирных кислот (см. Обмен жиров).

В заключение необходимо остановиться на некоторых общих вопросах относительно витаминов. Прежде всего следует указать, что у сельскохозяйственных животных типичные авитаминозы встречаются редко, потому что корма, как правило, содержат то или иное количество всех витаминов. В связи с этим животные могут хронически испытывать лишь недостаточность витаминов и заболеть не авитаминозами, а гиповитаминозами. Они хотя и протекают без резко проявляемых признаков, но тем не менее в этом случае нарушается обмен веществ в организме, в результате чего снижаются рост, развитие, сопротивляе-

мость организма заболеваниям и падает продуктивность животного.

Как правило, в хозяйствах наблюдаются полигиповитаминозы. Вот почему изучение количественного и качественного содержания витаминов в кормах с применением более точных методов имеет большое значение. Без этих данных нельзя правильно нормировать витаминное питание животных.

Необходимо иметь в виду, что в процессе хранения комбикормов часть некоторых витаминов разрушается. Поэтому поиски стабилизации таких веществ являются важными для комбикормовой промышленности.

Авитаминозы (заболевание при полном отсутствии витаминов в организме) и гиповитаминозы (частичное отсутствие витаминов в организме) могут возникнуть: 1) при отсутствии или недостаточном содержании того или иного витамина в комбикормах; 2) при нарушении процессов всасывания витаминов в желудочно-кишечном тракте животного; 3) при подавлении развития желудочно-кишечной микрофлоры, синтезирующей витамины; 4) при особых физиологических состояниях организма (беременность, хронические болезни и др.). Все это надо учитывать при нормировании витаминов для сельскохозяйственных животных. Однако авитаминозы могут возникать и в результате поступления в организм так называемых антивитаминных, антагонистов витаминов. Антивитамины — вещества, близкие по структуре к соответствующим витаминам и являющиеся их «ложкими заменителями». Включаясь как и витамины в структуру ферментов, они прерывают естественное течение обменных реакций. В настоящее время уже известно несколько веществ такого действия. Так, антагонистом витамина К является дикумаррол, парааминобензойной кислоты — сульфамидные препараты, фолиевой кислоты — аминоптерин, витамина В<sub>6</sub> — дезоксирибодоксин, В<sub>1</sub> — пириксиамин, витамина РР — иридин-3-сульфонокислоты и т. д. Это свидетельствует о том, что следует изучать антивитаминное действие кормов, входящих в комбикорм.

#### *Использование биостимуляторов в комбикормах*

При описании ферментов указывалось, что регуляция метаболизма есть не что иное, как регуляция активности ферментов. Известно, что в организме животного ферментов

больше, чем требуется для обмена веществ, но действуют ферменты не все, а лишь некоторая часть, другая часть их инактивирована. Организм оставляет в активном состоянии лишь то количество ферментов, которое требуется для обмена веществ. Следовательно, необходимо изыскать такие воздействия на организм, чтобы увеличить в нем количество активных ферментов. Этого, по-видимому, можно добиться следующим образом: 1) внести в организм извне готовые активные ферменты, 2) найти способы усиления процессов образования (биосинтез) общего числа ферментов в организме, в том числе и активных, и 3) найти приемы воздействия на ферменты, с помощью которых можно было бы увеличить долю активных форм из имеющихся в организме ферментов, то есть часть неактивных ферментов превратить в активные.

Эти все три метода активации обменных процессов связаны непосредственно с самим ферментом. Однако активировать ферментативные процессы можно не только воздействием на ферменты, но и на те вещества (субстраты), которые подвергаются превращениям, изменяя их так, чтобы они были более доступны для фермента.

Однако активирование ферментативных процессов путем воздействия на питательные вещества, усиливая их переваримость, является более узким приемом. Он ограничен только процессами пищеварения. Метод же активирования самих ферментов охватывает как пищеварение, так и клеточный обмен, в связи с чем может повышаться усвоение питательных веществ комбикормов и трансформация их в вещества тела и продукцию животного.

Научными исследованиями доказано существование биологической активности кормов, способной регулировать обмен веществ животного в сторону повышения его продуктивности, по-видимому, в связи с тем, что основные корма есть не что иное, как клетки и ткани растений, животных и микроорганизмов, которые в процессе своей жизни не могли осуществлять присущие им функции без наличия в них таких регуляторов обмена веществ, как ферменты и гормоны. Поэтому можно предполагать, что корма растительного, животного и бактериального происхождения, поступающие в пищеварительный канал животного, в той или иной степени обладают гормональными, ферментативными и другими активными свойствами, если только эти свойства не были разрушены в про-

цессе технологической обработки корма или при хранении его.

Стимуляция повышает коэффициент полезного действия (к. п. д.) организма. Однако надо иметь в виду, что корма не обладают коэффициентом полезного действия. Этот коэффициент присущ не кормам, а животному организму, но с помощью кормов можно понижать или повышать (регулировать) к. п. д. организма. Под к. п. д. понимают отношение величины полезной энергии, получаемой от какого-либо преобразователя энергии (в данном случае организм животного), к величине подводимой к нему энергии (то есть энергии корма). Различные стимуляторы при одних и тех же кормах, обладающих одинаковой энергией, дают различный продуктивный эффект. Следовательно, принцип оценки отдельных кормов и рационов по так называемому продуктивному действию не имеет современного научного обоснования. Этот принцип гласит о том, что различные корма и рационы по количеству питательных веществ будут иметь одинаковую питательную ценность, если они обеспечивают одинаковую по виду и количеству продуктивность животного. Здесь исключено главное — функция организма, которую, как мы видим, можно регулировать в сторону активации или угнетения. Если в разных рационах с одинаковым составом питательных веществ будет содержаться разное количество биостимуляторов (не имеющих, как известно, питательности), то продуктивный эффект от этих рационов будет различным. Тот рацион, который окажет лучшее стимулирование анаболических процессов в организме или при использовании которого будут применены стимуляторы, обеспечит лучшее усвоение питательных веществ животным и больший выход продукции на единицу корма. В то же время становится ясным, что получение одинаковой по качеству и количеству продукции при использовании двух различных рационов не может считаться достаточным для признания таких рационов во всех отношениях равноценными. Кроме того, производство одинаковой продукции может в одном случае сопровождаться только за счет питательных веществ рациона, в другом — за счет питательных веществ рациона и веществ организма, в результате чего ухудшается физиологическое состояние животного. В первом случае рацион будет более физиологичен (полноценен), чем во втором, хотя продуктивность на данный момент у животных будет одина-

ковой. Следовательно, продуктивность животного характеризуется не питательными веществами корма, а физиологическими особенностями организма и наиболее совершенные организмы при одинаковом корме будут обладать большей продуктивностью. В конечном счете можно сказать, что повышение качества и количества животноводческой продукции определяется природой (последственностью) животного организма. Главная задача заключается в том, чтобы найти такие качественные и количественные сочетания всех ингредиентов в комбикормах, чтобы они обеспечивали проявление выгодных для человека всех тех особенностей животного организма, которые заложены в нем. Только выведение новых, более совершенных пород обеспечит повышение коэффициента полезного действия (к. п. д.) организма сельскохозяйственных животных. Эта работа имеет важнейшее экономическое значение в связи с тем, что с продуктами животноводства и птицеводства человек получает примерно 10% используемой животными энергии растительных кормов, а остальная часть (90%) энергии расходуется на жизнедеятельность самих организмов.

О целесообразности использования в комбикормах гормонов. Недостаток того или иного гормона в организме неблагоприятно отражается на функциях многих систем и приводит к расстройству обмена веществ и понижению продуктивности животного. Однако избыток любого гормона вызывает отрицательное изменение в обмене веществ.

Гормональные препараты в животноводстве используют главным образом для лечения или активации (биостимулирования) того или иного вида обмена, чтобы повысить продуктивность животного. В комбикормах можно использовать те гормоны, которые в процессе пищеварения не разрушаются, не теряют своего свойства и всасываются без изменения из кишечника в кровь.

Этим требованиям в большей степени удовлетворяют так называемые гормоны стероидной структуры, в основе которой находится углеводород циклопентаифенаптрен. Они выделяются половыми железами и корой надпочечников. Некоторые стероидные гормоны и их производные получены синтетическим путем. К таким гормонам и веществам, обладающим подобным действием, относятся: аэстрон, прогестерон, андростерон, кортизол, кортикостерон, альдостерон, кортизон и многие другие.

Главная задача при химическом синтезе производных и аналогов стероидных гормонов, предназначенных для добавки в комбикорма, заключается в том, чтобы полученные препараты не обладали андрогенными и эстрогенными свойствами, то есть не влияли на половые функции животного организма, а оказывали бы активное стимулирование анаболических процессов и способствовали более полному использованию питательных веществ комбикорма. Кроме того, препараты химического синтеза должны хорошо всасываться без разрушения в желудочно-кишечном тракте и в печени животного. Продукция, полученная от животных, которые получали гормональные препараты, должна быть безвредна для человека.

О тканевых (биогенных) стимуляторах в комбикормах. Биогенные стимуляторы — это вещества, вырабатываемые различными изолированными тканями животных и растений в неблагоприятных для жизненных процессов условиях. При введении в организм животного эти ткани способны стимулировать жизненные процессы в организме. По определению В. П. Филатова, биогенные стимуляторы различного происхождения одинаково действуют на одни и те же процессы и, наоборот, биогенные стимуляторы одного происхождения оказывают одинаковое влияние на различные процессы. Это толкование В. П. Филатова согласуется с современным взглядом на действие биостимуляторов как аллостерических эффекторов, то есть один и тот же гормон или биостимулятор может влиять на активность ряда ферментов, совершенно различных по своим функциям. Следовательно, в процессе переживания тканей вырабатываются какие-то вещества, обладающие стимулирующим эффектом по принципу аллостерического механизма. Какие это вещества, еще не известно, но при скармливании с комбикормом они не должны разрушаться в пищеварительном аппарате и в печени животного. Возможно, что в тканевых препаратах сохранились еще некоторые гормоны или, может быть, образовались новые вещества стимулирующего действия. Наиболее часто в животноводстве применяют препараты, приготовленные из плаценты, селезенки, печени, тестикул, мышц, надпочечников, крови, мозга и эмбрионов. В Англии препарат «гормонекс» готовят из ткани не одного органа, а нескольких органов. Тканевые препараты применяются в виде фарша, гомогената, экстракта и порошка. Однако все предложенные препараты, как правило, не

стандартизированы, дозы внесения их в комбикорма для животных в зависимости от вида, продуктивности и возраста еще точно не установлены.

Об использовании ферментов в комбикормах. Прежде всего надо иметь в виду, что все ферменты являются белками и поступать в ткани организма из кишечника в неизменной форме не могут. Как и обычные белки, при пищеварении они распадаются на полипептиды и аминокислоты. Следовательно, в комбикорма можно добавлять лишь те ферменты, которые будут действовать в пищеварительном тракте. К ним относятся гидролазы, пепсин, трипсин, химотрипсин, пептидазы, липаза, амилаза и др. Ферменты целесообразно давать лишь молодняку сельскохозяйственных животных, у которых по сравнению со взрослыми животными ферментативные системы пищеварения еще недостаточно развиты. Например, у поросят в первые дни жизни обнаруживается недостаточность ферментов сахаразы и пепсина. Аналогичное явление относительно различных гидролаз установлено у телят, ягнят и цыплят.

Как уже было указано, у взрослых животных ферментов больше, чем требуется для всего метаболизма, и включать специальные препараты в комбикорма в этих случаях вряд ли целесообразно. Однако как для молодняка, так и для взрослых животных можно использовать ферменты, если корма или комбикорма обладают высокой ингибирующей силой относительно того или иного пищеварительного фермента.

При использовании ферментов в кормлении животных надо иметь в виду, что если скорость всасывания увеличенного количества продуктов распада питательных веществ (аминокислот, жирных кислот, моноглицеридов, глюкозы и т. д.) останется на том же уровне, как и до включения ферментов в корма, то повышенный гидролиз веществ, согласно закону действующих масс и регуляции ферментативных процессов метаболитами по принципу обратной связи, будет быстро подавлен. Вопрос же взаимосвязи ферментов корма со скоростью всасывания продуктов усиленного гидролиза не изучен. Поэтому нередки случаи, когда при использовании ферментов не улучшается, а снижается усвоение питательных веществ комбикормов. Кроме того, в настоящее время установлено, что один и тот же фермент, но полученный из различных организмов (грибы, растения, бактерии, животные, рыбы

и т. д.), может сильно отличаться по своим свойствам, что, вероятно, также связано с особенностями строения вторичной и третичной структуры его белковой молекулы.

### **Введение в комбикорма лекарственных, профилактических и других средств**

Использование в комбикормах лекарственных и профилактических средств основывается на современных достижениях химии, биологии, микробиологии и ветеринарии. Набор рекомендуемых веществ постоянно улучшается.

**Обогащение комбикормов антибиотиками.** Антибиотики (от греческого слова «анти» — против и «биос» — жизнь) — специфические вещества, вырабатываемые микроорганизмами, животными и растениями и обладающие способностью в незначительных концентрациях задерживать или полностью подавлять развитие микроорганизмов и стимулировать рост сельскохозяйственных животных.

Первоначально антибиотики применяли только для лечебных и профилактических целей, затем стали использовать их для стимуляции роста сельскохозяйственных животных.

Эффективность антибиотиков зависит от вида, возраста, кормления, физиологического состояния животных, от соотношения в комбикормах других биологически активных соединений (витаминов, микроэлементов) и питательных веществ, от равномерности распределения их в комбикорме и т. д. Обогащенные антибиотиками комбикорма лучше усваиваются организмом, в связи с чем снижаются затраты кормов на единицу привеса и уменьшается падеж молодняка. На 1 кг сухого вещества комбикорма антибиотиков вносят 20—100 мг. В большинстве случаев было показано, что смеси антибиотиков не имеют синергидного действия на стимуляцию роста. Поэтому одновременно вносить в один и тот же комбикорм несколько антибиотиков нецелесообразно.

Чаще в комбикорма добавляют не чистые антибиотики, а так называемые кормовые препараты их, которые в ряде случаев бывают более эффективными, чем кристаллические. Получают эти препараты культивированием микроорганизмов-продуцентов на специальных питательных средах с последующим высушиванием. Таким, например,

препаратом является кормогризин, который широко применяют в животноводстве.

Кормовые антибиотики должны быть высокоэффективны, безвредны для животного и не ухудшать качества продукции.

Кроме того, в комбикорма следует добавлять только те антибиотики, которые не применяют и в последующем не будут применять в медицинских и ветеринарных целях. Это требование очень важно в связи с тем, что при длительном использовании одних и тех же антибиотиков постепенно вырабатывается устойчивость микроорганизмов, вследствие чего лечебная и профилактическая эффективность их снижается. Кроме того, выработанная у микроорганизмов устойчивость к тому или другому антибиотику, как показали последние исследования, передается не только последующему поколению данного вида микроорганизма, но и многим другим видам. В связи с этим возникает реальная опасность распространения среди людей и животных многих бактериальных заболеваний, не поддающихся лечению различными антибиотиками, и особенно теми, которые систематически использовали в кормлении сельскохозяйственных животных для стимуляции их роста. Вот почему важно искать новые антибиотики. В этом отношении заслуживают внимания антибиотики бацитрацин и гризин, которые не применяют в медицине.

Предполагается, что стимулирующий эффект антибиотиков на организм животных связан в основном с двумя факторами: 1) действием на микрофлору кишечника и 2) непосредственным влиянием их на организм животного. О стимулирующем эффекте антибиотиков через подавление жизнедеятельности кишечной микрофлоры свидетельствует то, что инъекция их в большинстве случаев не эффективна, а некоторые скормленные антибиотики (бацитрацин, стрептомицин) стимулируют рост, хотя они не всасываются из кишечника. Если же антибиотики быстро всасываются из желудка и не попадают поэтому в кишечник, то они не обладают стимулирующим рост свойством.

По-видимому, антибиотики подавляют или убивают кишечную микрофлору, вызывающую скрытые формы инфекций, и способствуют размножению в пищеварительном аппарате микроорганизмов, синтезирующих витамины и другие факторы роста, способные всасываться из кишечника. Установлено также, что антибиотики в желудочно-кишечном тракте подавляют рост микроорганизмов, ис-

пользующих некоторые питательные вещества корма, служащие для питания животного.

Опыты свидетельствуют о том, что ростстимулирующим действием обладают не антибиотики, а продукты их распада и вещества бактериальных клеток, погибших в желудочно-кишечном тракте под действием антибиотиков. Цельной молекуле антибиотиков, как уже указывалось, свойственно не стимулирующее, а ингибирующее свойство.

Понавший в желудочно-кишечный тракт антибиотик вначале действует как ингибитор на кишечную микрофлору, снижая развитие ее. В процессе взаимодействия с микроорганизмами молекула антибиотика разрушается с одновременным распадом бактериальной клетки. Затем продукты распада антибиотика и клеток микрофлоры всасываются в кровь, где они действуют уже не как ингибиторы, а как аллостерические активаторы ферментативных реакций обмена, обеспечивая тем самым ростстимулирующий эффект.

В литературе встречаются сведения, указывающие, что кормовые препараты дают больший эффект, чем чистые кристаллические антибиотики того же вида. Кормовые неочищенные препараты наряду с веществами питательной среды и различными витаминами содержат также продукты обмена продуцента данного антибиотика, которые обладают гормональными свойствами.

Следовательно, использование антибиотиков в комбикормах имеет важное теоретическое и практическое значение. Однако эта проблема еще окончательно не разрешена относительно выбора антибиотика, дозировки и эффективности его для разных видов и возрастов животных.

Обогащение комбикормов химическими и фармакологическими веществами лечебного и профилактического свойства. Кроме антибиотиков, в комбикорма в некоторых случаях с этой же целью вносят и другие химические вещества.

Фуразолидон, «Ф-60» (5-нитро-2-фулфурилинден-3-амино-2-оксазолидон) представляет собой кристаллический порошок желтого цвета, плохо растворимый в воде. Этот препарат эффективен для лечения и профилактики инфекционных и инвазионных заболеваний, а также стимулирует рост молодняка сельскохозяйственных животных. При добавлении 30—40 мг фуразолидона

на 1 кг комбикорма привесы молодняка увеличиваются на 10—15%.

Кроме фуразолидона, применяют и испытывают в комбикормах и другие препараты нитрофуранового ряда, в том числе фурацилин, фурадонин, меланокран и нитрофуразон.

**Фенотиазин** (тиодифениламин) действует антигельминтно и инсектицидно. Кроме того, он способствует лучшему росту молодняка сельскохозяйственных животных при длительном скармливании его в суточных дозах около 12,5 мг на 1 кг веса животного. Поросятам-отъемышам первоначальная доза фенотиазина не должна превышать 0,05 г на 1 кг живого веса. При использовании комбикормов, обогащенных фенотиазином, мясо убитых животных может иметь неприятный запах. Во избежание этого рекомендуется при откорме животных прекратить скармливание такого комбикорма за 7—10 дней до убоя.

**Коламин** (2-аминоэтанол, моноэтанолламин) действует стимулирующе на рост цыплят в дозе 5 мг на 1 кг живого веса.

**Глицерофосфат железа** рекомендуется для профилактики и лечения анемии молодняка сельскохозяйственных животных. На 100 кг комбикорма добавляют 1,5 кг глицерофосфата. Скармливают такой комбикорм пороссятам с 5—7-дневного возраста по 20—30 г, затем 50 г ежедневно в течение 30 дней.

**Бензциклоалифатилмеркапто-4-гидроксис-3-хинолинкарбоновые кислоты** и различные их производные вносят в комбикорма от 0,0001 до 0,1%. Скармливание таких комбикормов не только стимулирует рост у цыплят, но и предохраняет птицу от инфекционных заболеваний и кокцидиоза. Аналогичными действиями обладают дифенилэфир, 3,4-бис-циклопропилметоксифениламин.

**Салицилат натрия.** Как стимулятор роста испытывают в комбикормах для телят. Эффективен в дозе 0,01 г на 1 кг живого веса.

**Диметридазол.** При откорме свиней комбикормами, содержащими 0,005—0,025% этого вещества, среднесуточные привесы повышаются на 3,8—6,3% и затраты корма снижаются на 2,4—4,5%. Предполагается, что действие диметридазола сходно с действием антибиотиков.

Арсаниловая кислота относится к соединениям мышьяка. В больших дозах очень ядовита. В организме препараты мышьяка связываются с сульфгидрильными группами ферментов и ослабляют процессы окисления, чем и способствуют откорму животных. Арсаниловую кислоту применяют также для повышения яйценоскости у кур. Для откорма животных и птицы этой кислоты добавляют 90 г на 1 т комбикорма.

В США достаточно широко используют для ускорения роста бройлеров и для профилактики кишечных заболеваний такое соединение мышьяка, как 3-нитро-4-гидроксифенилмышьяковистую кислоту.

Из литературных источников известно, что в США в качестве лечебных и профилактических средств, кроме антибиотиков, используют в комбикормах более 20 веществ и препаратов, в том числе зоалин (3,6-динитро-о-толуамид) — против кокцидиоза, динафак (триметилпектадецил и гектадециламмонийстеарат) — как стимулятор роста, улучшающий использование кормов, сульфаксипоксалин — против кокцидиоза цыплят, арсанилат натрия, рошель — против личинок овода у мясного скота, пиперазин и многие его производные — против аскарид у молодняка птиц и поросят, 4-нитрофиниларсоновая кислота, предохраняющая индюшат от заболевания «черноголовостью», 4-ацетил-4-нитрофенилсульфаниламид — стимулирует рост и предупреждает кокцидиоз, 3-нитро-4-гидроксифениларсоновая кислота — стимулирует рост и раннюю яйцекладку у птиц, нитрофуразон, нитрофепид, нитрокарбазин (4,4-динитрокарбанилид с 2-гидрокси-4,6-диметилпиримидином) — против кокцидиоза цыплят, нитиазид (1-этил-3,5-нитро-2-тиазол) — мочевины — против «черноголовости» и гексамитиазиса, дибутилтиндилаурат — против кокцидиоза и гексамитиазиса индеек, 3,5-динитробензамид — против паратифа и пуллороза цыплят, антранилат кадмия — против круглых червей у свиней, битионал (2,2-дигидрокси-3,5-тетрахлоридфенил сульфид) — против кокцидиоза, ленточных и круглых червей у цыплят, арсаниловая кислота — стимулятор роста, улучшает использование кормов, влияет на окраску и против кокцидиоза цыплят и индеек, ацетилпаранитрофенилсульфаниламид — стимулятор роста и против кокцидиоза у цыплят и др. Количество предлагаемых новых лекарственных профилактических и стимулирующих веществ для комбикормов с каждым годом возрастает. Однако, прежде чем

применять в широкой практике, их следует тщательно исследовать. При этом особое внимание должно быть уделено качеству продукции и безвредности ее для человека.

#### Другие микродобавки, вносимые в комбикорма

Транквилизаторы (транквилайзеры), атарактики — это вещества, угнетающие центральную нервную систему. У животных под действием этих препаратов ослабевает восприятие внешних раздражений. Они не реагируют на окружающую обстановку, не теряют своего веса при различных пумах, при транспортировках и повышают привесы при откорме.

В настоящее время предложено несколько препаратов такого действия. Многие из них являются производными фенотиазина. В литературе упоминаются: этизин, дипразин, резерпин, хлорпромазин, гидрооксизин, ацетазин, динезин, мепробамат, метопромазин, люпазин, левопромазин, свавитил, стеметил, компазин, этапиризин, патакал, перфеназин, атаракс и др.

Резерпин — кристаллический алкалоид, блокирует некоторые участки мозга, устраняет боли и способствует перестальтике желудочно-кишечного тракта. В дозе 0,5 мг на 1 кг комбикорма повышает привесы цыплят, но при высоких дозах его (5—50 мг на 1 кг корма) резко снижается живой вес их и наблюдается гибель.

Хлорпромазин (хлорид-3-хлор-10-диметиламинопропилфенотиазин) благодаря успокаивающему действию в дозах от 10 до 100 мг на 1 кг комбикорма увеличивает привесы животных.

Мепробамат (2-метил-2п-пропил-1,3-пропандиолкарбамат) характеризуется продолжительным действием, на основе чего можно, особенно в последний период откорма, повысить привесы и эффективность использования корма.

Патакал (N-метилпиперидил-3-метилфенотиазин) позволяет избавиться от каннибализма (саморасклев) у цыплят и взрослой птицы.

Свавитил (хлориддиэтиламиноэтилэфир бензойной кислоты) действует успокаивающе. Атаракс целесообразно применять при транспортировке животных.

Помимо указанных препаратов, в литературе встречаются и другие представители транквилизаторов, но все они по действию аналогичны этим.

Антиоксиданты (антиокислительные вещества или стабилизаторы). Антиокислителями являются естественные и синтетические вещества. К естественным антиоксидантам, находящимся в клетках растений и животных, относятся лецитин, ксантофил, госсипол и токоферол (витамин Е) и его производные и др. Из синтетических антиокислительных веществ применяют бутилоксианизол, бутилокситолуол, пропилгаллат, этоксиин, который способствует сохранению каротина и витамина А в комбикормах и в процессе пищеварения и обмена веществ в тканях животного. К антиоксидантам относятся: дифенилпарафенилендиамин (ДПФД), бутилгидроокситолуол (БГТ), бутилгидроксанизол (БГА), дифенилгексаметилендиамин (ДГМД), пропилэтилодосцилгаллат, этокситриметилдигидрохинолин, гидрохинон и др. Добавление антиоксидантов необходимо при содержании в комбикормах жиров, жирорастворимых витаминов и жирных кислот, особенно непредельных. В комбикорма, содержащие до 8% жира, антиоксидантов добавляют примерно 0,004%.

При составлении рецептов комбикормов необходимо иметь в виду, что микроэлементы: кобальт, медь, марганец и железо — снижают стойкость масляных препаратов витаминов, каротина и незаменимых (непредельных) жирных кислот. В некоторой степени такими свойствами обладают детергенты, нитрированные соединения и гормоны. Следовательно, это обстоятельство требует стабилизации в комбикормах не только витаминов, жиров, но и тех веществ, которые разрушают другие вещества (микроэлементы, железо и т. п.). Необходимо устранить контакт между ними. Для этой цели разрушающиеся вещества стабилизируют, а разрушаемые обволакивают безвредными для животного пленками. Например, витамин А перед внесением в комбикорм необходимо стабилизировать, а чтобы он не разрушался от воздействия микроэлементов, то его перед внесением обволакивают пленкой типа желатиновой или из синтетических веществ. Особенно активным разрушением витаминов в комбикормах обладают соединения меди.

Рафинированные жиры прогоркают быстрее, потому что рафинирование освобождает жиры от естественных антиокислителей. В связи с этим внесение менее очищенных жиров в комбикорма более выгодно, чем чистых.

Вещества, повышающие действие антиоксидантов. Наряду с антиокислителями существует группа веществ, не

обладающих антиоксидантными свойствами, но повышающих эффективность первых. К этой группе относятся аскорбиновая, лимонная, винная и фосфорная кислоты, действие и значение которых в комбикормах изучено недостаточно. Следует отметить, что как избыток, так и недостаток антиоксидантов в комбикормах приносят вред. Повышенное содержание антиоксидантов может подавлять важные окислительные процессы как в комбикормах, так и в организме. Они нередко задерживают образование витамина А из каротина. В связи с этим необходимо провести эксперименты, чтобы установить оптимальные дозы антиоксидантов, вносимых в комбикорма.

Иногда для стабилизации витамина А и D в комбикормах используют желатину и пептон. Однако вопросы технологии и научного обоснования использования этих веществ еще не достаточно ясны.

В литературе встречаются указания о том, что добавлять в комбикорма витамин Е при внесении в них антиоксидантов не обязательно, так как потребность животных в нем полностью покрывается антиоксидантами. Так ли это, утверждать еще нельзя. Требуются дополнительные эксперименты.

**Детергенты.** Эти вещества обладают поверхностной активностью, способствуют растворимости труднорастворимых питательных веществ в желудочно-кишечном тракте и тем самым увеличивают поверхность контакта их с пищеварительными ферментами, в результате чего повышается переваримость комбикормов. Как правило, поверхностно-активные вещества получают синтетическим путем. Испытывают и применяют такие детергенты, как терофталеваая кислота, натриевая соль аракилсульфата (дибазол) и др. Интересно отметить, что некоторые детергенты улучшают пушнину, в результате якобы влияния их на усвоение серусодержащих аминокислот. Однако это пока точно не доказано. Следует подчеркнуть, что поиски новых детергентов и применение существующих требуют обстоятельных исследований.

## ПИТАТЕЛЬНОСТЬ И СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЛАВНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ КОМБИКОРМОВ

### Растительные корма

Растительные корма — основные и наиболее важные ингредиенты комбикормов. Как правило, в этом случае используют зерновые культуры. По составу семян и специфическим свойствам они делятся на три группы: злаки, бобовые и масличные. В комбикорма включают семена (плоды) этих культур, отходы их технической переработки и муку, приготовленную из зеленой массы.

По нашему мнению, для комбикорма надо использовать полноценные и зрелые семена. Это имеет большое значение в связи с тем, что только в спелом, созревшем зерне, бобе (плоде) имеется полный набор веществ, обеспечивающих развитие зародыша при прорастании семени, а это значит, что в нем находятся все компоненты, обладающие соответствующими физиологическими и биохимическими свойствами, которые также необходимы и для организма животного.

**Зерновые злаки.** К злаковым относятся сельскохозяйственные культуры, плод которых представляет собой зерновку, богатую питательными веществами. Содержание белков в зерне злаков колеблется от 5 до 26%. Основная масса белков семян злаков относится к альбуминам, глобулинам, проламинам и глютелинам. Альбумины растворяются в воде, глобулины — в растворах нейтральных солей, проламины — в 70%-ном спирте, глютелины — в слабых щелочах. Надо отметить, что проламины являются наиболее хорошо усвояемыми белками зерен. Если принять за 100 полноценность белков молока или яйца, то биологическая ценность белков семян злаков может быть выражена следующими величинами: пшеницы — 62—67, овса — 78, ячменя — 64, проса — 57, кукурузы — 52—58, риса — 83—86 и т. д.

В зерне злаков содержатся также небелковые азотистые соединения: свободные аминокислоты и их амиды,

нуклеиновые кислоты, пептиды и др. Общее количество всех этих соединений, как правило, в доброкачественном зерне не превышает 1,0% веса сухого зерна.

Важной составной частью зерна злаков являются углеводы, общее содержание которых достигает 80%. Основные из них следующие: крахмал (49—86%), сахар (3—5%), клетчатка (2—24%), гемицеллюлозы и пентозаны (7—12%), пектиновые вещества (несколько десятых долей процента к весу сухой массы).

Содержание жиров в зерне злаков колеблется от 1,6 до 15%, на долю линоленовой и олеиновой кислот (незаменимых) приходится до 70—85% общего количества жирных кислот. Наряду с жирами в зернах злаковых содержатся фосфатиды и стериды, кефалин и другие липиды. Особенно много в них лецитина (0,4—0,6%). Зола составляет 0,9—8%, на долю фосфора и калия приходится до 80% общего количества зольных элементов, на долю магния — 11—13%. Однако других элементов в злаках мало, что необходимо учитывать при балансировании комбикормов по минеральному составу. Фосфор в зерне находится главным образом в органической форме в виде фитина, фосфатидов, нуклеиновых кислот и т. п., сера — в виде серусодержащих аминокислот и меньшая часть ее — в виде сульфатов. В зерне злаков содержится марганец, медь, цинк, бор, алюминий, кремний, йод, кобальт, никель, молибден, фтор, селен, бром, титан, олово, мышьяк, литий, ванадий, барий, стронций, церий, рубидий и многие другие химические элементы.

Среди других составных частей, определяющих кормовую ценность зерна злаков, важное значение имеют витамины. Особенно много в них витаминов группы В. В переваривании питательных веществ, поступающих в пищеварительные органы животных, принимают участие также ферменты злаков (карбогидразы, липазы и протеиназы).

К зерновым злакам относится большое количество растений, ко наиболее широко используют в комбикормах кукурузу, ячмень, овес, рожь, пшеницу, просо, сорго и чумизу.

Кукуруза отличается высоким содержанием крахмала (около 70%) и жира (4%). Клетчатка (2,5%) хорошо переваривается. Однако кукуруза бедна протеином, который обладает низкой биологической ценностью в связи с небольшим количеством в нем незаменимых аминокислот лизина и триптофана. Следовательно, в комбикорма,

содержащие кукурузу, для повышения биологической ценности протеина необходимо добавлять эти аминокислоты. Высокой биологической ценностью отличается белок зародышей зерна. В зерне кукурузы протеина содержится от 5 до 20%. От общего количества белка альбумины составляют 6—14%, глобулины — 7—23, проламины (зеин) — около 50%.

Кроме того, кукуруза в отличие от других злаковых бедна кальцием, фосфором и некоторыми витаминами группы В.

Поэтому наряду с кукурузой необходимо в комбикорм включать другие корма. Хорошим ингредиентом в этом случае будет мука из бобовых трав, бобовых зерен, ржи, ячменя, сушеного картофеля. В комбикорма для племенных производителей кукурузу вводят в умеренном количестве, так как большие дозы ее ведут к ожирению животных. При усиленном кормлении коров комбикормом с большим содержанием кукурузы масло становится мягким и салыным. В комбикормах для откармливаемых свиней кукуруза должна составлять не более одной трети по весу, а в последний период откорма ее лучше исключить. В качестве главного ингредиента кукуруза пригодна в комбикорма для откармливаемого крупного рогатого скота, овец, кур и рыб. Качество мяса получается очень хорошее. Однако при усиленном кормлении овец кукурузой может снизиться рост шерсти.

Кукурузу используют в виде молотого зерна и измельченных початков, но питательность их значительно ниже зерна, так как в них содержится до 35% клетчатки. Необходимо иметь в виду, что комбикорма с большим содержанием кукурузы плохо хранятся, без перемешивания они быстро согреваются и плесневеют.

В зерне ячменя по сравнению с овсом содержится меньше клетчатки и жира и больше крахмала. Количество белка в нем колеблется от 7 до 24%. По общей питательности он превосходит овес примерно на 20%. Оболочки (илленки) у ячменя составляют до 15%. Азотистое вещество на 97—98% состоит из белков, остальное количество его составляют амиды. Из безазотистых экстрактивных веществ около 95% приходится на крахмал, а остальные 5% — на сахара, в том числе на декстрозу, левулезу, мальтозу, сахарозу и др. Муку из ячменя используют для всех комбикормов, но прежде всего для откармливаемых свиней. Мясо и сало свицей, откармли-

ваемых комбикормами с ячменем, отличаются высоким качеством. Повышенные дозы ячменя в комбикормах могут вызвать у крупного рогатого скота тимпанит. Нельзя использовать ячмень сильно засоренный (более 4% сорной примеси) семенами сорных растений (полевая горчица, вьюнок, куколь), в которых содержатся ядовитые вещества.

Большое значение при оценке овса на корм имеет пленчатость. У хорошего овса пленки составляют около 30% веса всего зерна. Овес с большим количеством пленок (мелковесный) имеет низкую переваримость питательных веществ в связи с большим содержанием клетчатки. По общей питательности пленки овса близки к соломе. Большое значение как комбикормовый ингредиент имеет овес, очищенный от пленок. Его включают в комбикорма, предназначенные для молодняка сельскохозяйственных животных. По диетическому действию овес является одним из лучших ингредиентов, особенно для молодняка и племенных животных всех видов. Овес можно вводить во все виды комбикормов, однако при повышенных дозах его у откармливаемых животных получается очень мягкое масло и сало. Комбикорм, содержащий овес, повышает яйценоскость птицы. Используют его в виде муки высокого качества, без плесени и затхлого запаха.

Рожь по кормовой ценности близка к ячменю и пшенице. В общем количестве белков альбумины составляют до 25%, глобулины — до 29, проламины (глиадин) — 25, глютелины — 17%. При скармливании большого количества ржи у животных может возникнуть расстройство пищеварения. Поэтому ее включают в комбикорма в ограниченном количестве. Обычно для этих целей расходуют рожь низкого качества (щуплую и мелкую), не идущую для пищевых целей. Хорошим ингредиентом считается эта культура для комбикорма, предназначенного для свиней.

Пшеница является вполне удовлетворительным ингредиентом для комбикормов. По сравнению с другими злаковыми зерно пшеницы отличается повышенным содержанием белков (15—26%). Следовательно, если пшеничная мука служит основным ингредиентом, то требуется добавлять в комбикорма меньше высокобелковых кормов.

Просо. Характерная особенность его — наличие очень твердых цветочных оболочек (до 25%). Они содержат большое количество кремнезема и инкрустирующих веществ, ухудшающих переваримость. Поэтому просо

необходимо тщательно измельчать. Включать его следует в основном в комбикорма, предназначенные для свиней.

**Зерно сорго.** В некоторых сортах его может содержаться повышенное количество солей синильной кислоты, обладающей, как известно, ядовитыми свойствами. Вследствие этого сорго необходимо проверять на содержание этих соединений. Сорго, даже желтого цвета, бедно каротином. Так же как и в других злаках, в нем отсутствует витамин D. Рекомендуется добавлять только в комбикорма, предназначенные для откармливаемых животных.

**Зерно чумизы** по питательности близко к просу.

**Зернобобовые культуры.** Характерная особенность всех бобовых — высокое содержание белков (в 2—3 раза больше, чем в семенах злаковых). Поэтому для повышения белковой питательности комбикормов стали все шире использовать зернобобовые. Биологическая ценность белков семян бобовых значительно выше, чем зерновых злаков, и составляет 75—85% биологической ценности белков молока. Легкая растворимость белков бобовых обуславливает высокое усвоение их аминокислот организмом животного. Кроме того, следует подчеркнуть, что в семенах бобовых по сравнению с другими культурами содержится больше ферментов гидролитического действия, способствующих переваримости питательных веществ.

Ингредиентами, с помощью которых можно изменять уровень протеина в комбикормах, является горох, кормовые бобы, чина, соя, чечевица и люпин.

**Горох** обладает хорошей переваримостью. Его включают в комбикорм для любых видов и возрастов сельскохозяйственных животных, особенно для откармливаемых. Глобулины (легумин, легумелин, вицилин) составляют более 60% всех белков.

**Вика** плохо поедается животными и содержит ядовитые соли синильной кислоты. Поэтому перед добавлением в комбикорм ее проверяют на содержание этих веществ.

**Кормовые бобы** содержат до 33% белка. В связи с тем, что в них имеются дубильные вещества, обладающие вяжущими свойствами, то в состав комбикормов одновременно с бобами целесообразно вводить пшеничные отруби или мялассу, которые оказывают послабляющее действие.

**Ч и н а** по своей питательности близка к гороху. Использовать ее следует с осторожностью и редко, в основном для карповых рыб. Объясняется это тем, что семена ее содержат вредно действующее вещество, вызывающее заболевание у животных, называемое латиризмом. Если возникает необходимость включения чины в комбикорма, то ее необходимо предварительно подвергнуть термической обработке (пропарить), чтобы разрушить ядовитое начало.

**С о ю** в комбикормовой промышленности используют редко в связи с тем, что основная масса ее идет на пищевые цели. По своей питательности среди бобовых она занимает первое место. Биологическая ценность белка ее приближается к биологической ценности белков молока. Следует иметь в виду, что соя по сравнению с другими кормами содержит значительное количество ингибитора трипсина. Чтобы его разрушить, сою перед добавлением в комбикорм подогревают.

**Ч е ч е в и ц у** используют мелкосемянную, посеваемую, без затхлого запаха. Она не должна быть заражена амбарными вредителями.

**Зерновые отходы.** Зерновые отходы, входящие в состав комбикормов, не должны содержать ядовитых семян выше допустимых норм. Полезное зерно в них (цельные зерна всех продовольственных и фуражных культур, битые, щуплые, проросшие, но сухие, раздавленные и т. д.) должно составлять не менее 50%. К сорной примеси в этих отходах относятся семена сорных (дикорастущих) растений, прогнившие, заплесневевшие, поджаренные, обуглившиеся, изъеденные вредителями семена культурных растений. В комбикорма вводят зерновые отходы пшеницы, проса, риса, ржи, ячменя, овса, гороха и других культур.

#### **Кормовые отходы технической переработки растительных культур**

**Отходы переработки зерновых культур.** Эту группу ингредиентов составляют главным образом отходы мукомольных, крупяных, пивоваренных, спиртовых и других предприятий (отруби, мельничная пыль, различные кормовые мучки, барда, пивная дробина и др.).

**Отруби** — это отходы мукомольного производства. Они представляют собой хороший концентрированный корм для всех сельскохозяйственных животных. В зависимо-

сти от способа помола отруби бывают крупные, с преобладанием оболочек зерна, и мелкие, более богатые крахмалом. В отрубях содержится больше протеина, жира и клетчатки, чем в зерне. В них также много минеральных солей, особенно фосфора, но сравнительно мало кальция. Отруби богаты витаминами группы В и органической формой фосфора (фитином), обладающие послабляющим действием на пищеварение. Чем меньше в отрубях мучнистых частиц и больше оболочек зерна, тем менее питательны они. Отруби содержат значительное количество клетчатки, поэтому они плохо перевариваются птицей и свиньями, в связи с чем доза их в комбикормах для этих животных примерно в 2 раза меньше, чем в комбикормах для жвачных и лошадей. В комбикормах главным образом используют отруби пшеничные, кукурузные, ржаные, гороховые и овсяные.

**Мельничная пыль** состоит из мельчайших частиц зерна и примесей к нему. Образуется она при транспортировке, очистке и размолу зерна на мукомольных мельницах. Используют белую и серую мельничную пыль. В белой меньше частиц земли, чем в серой. Черную мельничную пыль в комбикорма не применяют.

**Кормовые мучки** получают при переработке качественного зерна в крупу и муку. Мучки в основном состоят из измельченных частиц зерна, плодовых оболочек и частично из зародышей. В них содержится больше питательных веществ, чем в отрубях. В состав комбикормов включают мучки: пшеничную, ржаную, просяную, гречневую, овсяную, ячменную, рисовую, гороховую, кукурузную и др. Они не должны быть затхлыми, плесневелыми, прогорклыми, заражены амбарными вредителями.

Ржаная мучка по своей питательности близка к ржаной муке и считается хорошим ингредиентом комбикормов для свиней. Гречневую мучку вводить в комбикорма, предназначенные для животных со светлой окраской, в большом количестве не рекомендуется, так как она может вызвать заболевание («гречишная болезнь»). Кроме того, включение в комбикорма этой мучки ограничено из-за содержания в ней плохо переваримых плодовых оболочек. Мучку ячменную можно использовать для всех животных, особенно для откорма свиней, так как она способствует улучшению качества мяса и сала. Овсяная и просяная мучка содержит значительное количество трудно-

переваримых пленок. Просяная и рисовая мучки богаты жиром (до 9%). Кукурузная и гороховая мучки — хорошие ингредиенты для многих видов комбикормов.

При получении крахмала из кукурузного зерна получают такие кормовые отходы, как клейковина (кормовой кукурузный глютеин), мезга (плодовые и семенные оболочки с примесью крахмала), шрот из зародышной зерна кукурузы и экстракт из них. Часто их смешивают и выпускают под общим названием «сухие кукурузные корма».

При выработке крахмала из пшеничного зерна получают так называемые сухие пшеничные корма. По своей питательности они близки к пшеничным отрубям.

Отходами пивоваренного производства являются солодовые ростки и пивная дробина. Из-за горьковатого вкуса солодовые ростки в комбикорма добавляют в небольшом количестве. В пивной дробице содержится много безазотистых экстрактивных веществ. Сушеная дробина представляет хороший компонент комбикормов.

При производстве спиртов из зерна злаков, картофеля и патоки получают барду, которая в высушенном состоянии также служит хорошим ингредиентом для комбикормов.

Кормовые отходы переработки масличных культур. При переработке масличных культур, помимо основной продукции — растительных масел, получают шроты и жмыхи. У нас в стране с каждым годом доля шротов возрастает, а жмыхов уменьшается. Как правило, шроты содержат жира (0,6—1,5%) примерно в 5 раз меньше, а клетчатки (13—18%) в 1,5 раза больше, чем жмыхи. В связи с тем, что жмыхи и шроты содержат много белка, их в основном используют для повышения в комбикормах уровня протеина. Большой удельный вес эти корма занимают в белково-витаминно-минеральных добавках (БВМД).

Жмыхи и шроты должны быть без постороннего запаха и без примесей (камешков, стекла, земли, песка и т. п.).

При переработке хлопчатника жмыхи и шроты получают из ошелушенных и неошелушенных семян. Кормовое достоинство их различается по количеству клетчатки и протеина. Шрот из ошелушенных семян содержит 25—30% клетчатки и около 250—275 г протеина на 1 кг сухого вещества, а из ошелушенных семян соответственно 10—15% и 500 г. Шрот из неошелушенных семян не рекомендуется включать в состав комбикормов.

Если в хлопчатниковом шроте и жмыхе содержится более 0,1% ядовитого вещества госсипола, то их для приготовления комбикормов не используют.

Качество подсолнечникового жмыха и шрота зависит от содержания лузги. Если ее больше 4%, то не рекомендуется вводить их в комбикорма для молодняка и птицы, а в комбикорма для взрослых животных такой жмых можно включить при условии тонкого его размола.

Соевого жмыха и шрота в комбикорме, особенно для молодняка птицы, должно быть не более 10%. Это объясняется исследованиями, проведенными в США (Калифорнийский университет), показавшими, что протеин сои препятствует усвоению цинка, молибдена, марганца и йода. Автоклавирование снижает это антагонистическое свойство сои.

Льняной жмых в воде пабухает, образуя слизь благодаря наличию пектиновых веществ. Этим объясняется хорошее диетическое свойство льняного жмыха. Особенно его полезно иметь в составе комбикормов для молодняка. Иногда льняной жмых содержит синильную кислоту в количествах, опасных для жизни животных (300 мг в 1 кг и более). Она выделяется при гидролитическом расщеплении гликозида линомарина. Поэтому предварительно его следует проверить на содержание синильной кислоты.

Арахисовый жмых и шрот наиболее богаты белком (арахин и конарахин), который содержит много лизина. Арахисовый жмых и шрот при скармливании свиньям способствуют получению хорошего качества сала.

Жмых и шрот конопляный в зависимости от предварительной обработки до отделения масла получают из обрубленных или из необрубленных семян. Из-за содержания наркотических веществ (алкалоиды, тетаноканнабинолин и канабин) их не применяют в комбикормах для молодняка и беременных животных. Кроме того, надо учитывать, что конопляный жмых легко портится при хранении.

Кунжутный (сезамный) жмых и шрот для комбикормов, как правило, вырабатывают из необрубленных семян.

Кукурузный шрот служит хорошим компонентом почти для всех видов комбикорма.

Сурепковый, рапсовый, рыжиковый жмыхи и шроты содержат гликозиды — синигрин и сипалбин. В теплой

воде фермент мирозин, находящийся в этих кормах, расщепляет глюкозиды с образованием различных эфирных, горчичных масел, которые раздражают слизистую оболочку пищеварительного тракта животного. Иногда на маслозаводах размолотые семена этих растений перед прессованием смачивают подогретой до  $100^{\circ}\text{C}$  водой, тогда фермент мирозин становится неактивным и горчичных масел не образуется. Все жмыхи и шроты крестоцветных имеют горький вкус и плохо поедаются животными. По этой причине их в комбикорма включают ограниченно, за исключением для рыб.

При выработке эфирных масел в качестве кормовых отходов, иногда используемых в комбикормах, получают кориандровый жмых и шрот, а при выработке касторового масла — клещевинный шрот. Ввиду большого содержания клетчатки этот шрот не вводят в комбикорма для свиней и птицы.

Отходы различных производств и другие ингредиенты комбикормов. К ним относятся: картофель сушеный, картофельная мезга, свекловичный жом, кормовая патока, сечная мука, сено и солома.

**Картофель сушеный** — питательный, хорошо переваримый корм. Особенно рекомендуется для откармливаемых животных. Так как сухой картофель беден протеином и богат углеводами (крахмала 60%), его вводят в комбикорма с высокобелковыми ингредиентами — зерном бобовых, жмыхами, шротами и др.

Картофельная мезга в высушенном виде богата безазотистыми веществами (70% и выше), но бедна азотистыми соединениями, в связи с этим рекомендуется добавлять в комбикорма, состоящие из ингредиентов, богатых белком.

**Свекловичный жом** перед включением в комбикорма высушивают и размалывают. Клетчатка жома довольно хорошо переваривается. Сухой жом легко набухает и увеличивает свой объем в 3—4 раза. Поэтому комбикорма, содержащие его более 5% по весу, рекомендуется перед скармливанием смочить водой в 3—4-кратном количестве, иначе возможно нарушение пищеварения у животных.

**Кормовая патока** (меласса) содержит до 50% сахара, около 9% небелковых азотистых веществ, состоящих главным образом из амидов и нитратов и примерно 10% воды. Белка в ней нет. Мелассу хорошо усваивают

все животные. Ее часто используют при брикетировании комбикормов.

Травяную муку получают при размоле искусственно высушенной травы. При искусственной сушке влага из растений удаляется быстро, в результате чего потери питательных веществ и витаминов бывают очень небольшие по сравнению с высушиванием трав на сено в естественных условиях. В связи с этим травяная мука имеет более высокую питательность, чем сено. Особенно необходимо вводить в комбикорма, предназначенные для свиней и птицы. Включение травяной муки резко повышает биологическую их ценность, снижает потребность в витаминных препаратах.

Травяную муку для комбикормовой промышленности производят специализированные совхозы главным образом из клевера и люцерны. Поскольку травяная мука получается из молодых неогрубевших растений с небольшим содержанием клетчатки, питательность ее близка к концентратам, а биологическая ценность превосходит их.

Сено измельчают и вводят в состав полнорационных комбикормов для лошадей в количестве 45% веса, для крупного рогатого скота в смеси с соломой — до 50, для кроликов и нутрий — до 25%. На некоторых комбикормовых заводах по заказу получателя вырабатывают брикетированные смеси для крупного рогатого скота, в которых сено частично или полностью заменяют доброкачественной соломой, измельченными стержнями кукурузных початков, лузгой и т. п. Наиболее питательна солома овсяная, просьяная и ячменная.

Водоросли применяют в виде сухой муки (хлорелла, фукус, ламинария, алария и др.). Они богаты углеводами и минеральными веществами, особенно йодом. В комбикорма их добавляют не более 5% в связи с тем, что большое количество водорослей может иногда вызвать заболевание у животных, названное йодизм (отравление организма йодом). Из водорослей наиболее питательной является хлорелла (42% протеина).

Иногда используют муку, приготовленную из водного растения — телореза, имеющего много зеленой массы. Растет оно в озерах, прудах, реках и т. д. По химическому составу сено из телореза близко к клеверному.

## Ингредиенты комбикормов животного происхождения

К ингредиентам комбикормов животного происхождения относятся молоко, продукты его переработки (обрат, пахта, сыворотка и т. п.), отходы мясокомбинатов (кровяная, костная, мясная, мясо-костная мука и др.), рыбная мука, отходы рыбной промышленности и, кроме того, различные насекомые (личинки шелкопряда и др.), моллюски, черви и другие низшие животные. Все эти корма используют в виде сухой муки, которая отличается высоким содержанием полноценного белка и минеральных веществ, хорошо усвояемых организмом животного. Способы получения муки из кормов животного происхождения влияют на усвоение питательных веществ ее. Так, например, при воздействии высоких температур резко снижается доступность для организма животных отдельных аминокислот и белков, входящих в состав этих кормов. Недостаточная же сушка кормов животного происхождения вызывает быструю их порчу.

Повышенное содержание жира в кормах животного происхождения увеличивает их общую (энергетическую) питательность, но в то же время и снижает сохраняемость их. Жир окисляется и портится. Комбикорм с окисленным жиром вреден для животных. Поэтому изыскивают пути стабилизации (предотвращение окисления и распада) жира в комбикормах с помощью различных антиоксидантов (антиоксидантов).

Наиболее часто в комбикормах-концентратах используют мясо-костную муку, вырабатываемую из отходов переработки мясного сырья на пищевые продукты.

Сырьем для приготовления мясной муки служат внутренние органы, эмбрионы, фибрилы, кровяные сгустки, различные мясные отходы и кости, которых добавляют не более 10%.

В кровяную муку входит кровь, фибрин, шлам и до 5% костей.

Костная мука служит минеральным кормом для сельскохозяйственных животных. В комбикормах всех видов она составляет до 1% по весу. При этом необходимо соблюдать требуемое соотношение в комбикорме фосфора и кальция.

Перьевую муку вырабатывают на птицеперерабатывающих комбинатах из перьев. В комбикормах главным образом для птицы используют так называемую гидроли-

зованную перьевую муку до 2,5—3% при соответствующем соотношении всех незаменимых аминокислот. Это необходимо учитывать в связи с тем, что перьевая мука сравнительно бедна триптофаном, метионином, лизином и гистидином. Предполагается, что в перьевой муке содержатся неизвестные факторы, стимулирующие рост цыплят, особенно бройлеров. Питательность и химический состав ее, изучены недостаточно, а стандартизация этого вида корма у нас в стране еще не разработана.

В комбикорма могут входить молоко и отдельные составные части его в порошкообразном виде. Наибольшее значение имеют обезжиренное сухое молоко и сухой казеин, которые характеризуются высокой питательностью и хорошей усвояемостью всеми видами животных. Эти корма богаты полноценным белком и минеральными веществами. В первую очередь их рекомендуется добавлять в комбикорма, предназначенные для молодняка сельскохозяйственных животных.

К кормам животного происхождения относятся мука из задохликов, яичный порошок, жмыхи из куколок шелкопряда, майские жуки, мука из червей, крабов, лягушек и т. п. Степень использования указанных кормов в комбикормовой промышленности невелика. Наибольшее значение имеет мука из куколок тутового шелкопряда. В них содержится значительное количество полноценного белка (до 50%) и жира (до 20%). Целесообразно перед получением кормовой муки куколки шелкопряда обезжиривать путем экстрагирования органическими жирорастворителями.

### **Ингредиенты комбикормов микробиологического и химического синтеза**

**Корма микробиологического синтеза.** В настоящее время усиленно ведутся поиски и разработки методов получения белковых кормов путем промышленного биосинтеза их с помощью различных низших автотрофных организмов, в том числе и микроорганизмов. Микроорганизмы превращают простые и синтетические вещества (ацетальдегид, простые сахара, соли аммония, спирт, уксусную кислоту, углерод угля, парафины, нефть, природные газы и т. п.) в высокоценные кормовые белки. Большое значение имеет выращивание дрожжей, культивирование различных плесневых грибов, бактерий, водорослей

и других живых организмов, дающих много биомассы. Из биосинтетических ингредиентов для комбикормов в настоящее время более ценны дрожжи, выращиваемые на различном сырье — соломе, стержнях кукурузных початков, подсолнечниковой лузге, хлопковой шелухе, сульфитном экстракте, отходах крахмальных заводов, гидролизатах древесины, древесных отходах, камышах, торфе, а за последнее время и на нефти. При развитии в клетках дрожжей образуются почти все вещества, необходимые для жизни животного организма (белки, углеводы, жиры, ферменты, витамины и т. д.). По усвояемости белки дрожжей равноценны белкам животного происхождения. При облучении ультрафиолетовым светом содержащийся в дрожжах эргостерин превращается в витамин D<sub>2</sub>.

При производстве антибиотиков, лимонной кислоты и других органических соединений в виде отходов получают мицелий грибов продуцентов, который содержит ценные кормовые белки. Включают их в комбикорма в сухом пороникообразном состоянии.

В настоящее время обнаружено много видов и рас микроорганизмов, которые в процессе своей жизни вырабатывают и выделяют во внешнюю среду в виде конечных продуктов своего обмена ту или иную аминокислоту. Эти аминокислоты после осаждения из растворов и соответствующей обработки могут быть использованы для создания в комбикормах такого соотношения всех аминокислот, которое наиболее полно удовлетворяет потребности животного в них.

Все аминокислоты бактериального происхождения и выделенные из различных природных субстратов (из гидролизатов всевозможных отходов и продуктов — перо, копыта, рога, волос и т. п.) относятся к так называемым изомерам, то есть к тем веществам, которые входят в структуру естественных субстратов, присущих живой природе.

Ингредиенты комбикормов химического синтеза. В настоящее время из продуктов химического синтеза применяют мочевины, соли аммония, аминокислоты и некоторые другие азотсодержащие вещества для восполнения в комбикормах протеина.

Мочевину добавляют в комбикорма, предназначенные для взрослых жвачных животных. Микроорганизмы преджелудков (особенно рубца) жвачных превращают мочевины в аминокислоты и белки своего тела, а затем эти мик-

роорганизмы перевариваются в желудочно-кишечном тракте и используются животным как обычные кормовые аминокислоты и белки. Микроорганизмы хорошо перерабатывают мочевины, если им хватает сахаров. Вот почему в комбикормах, содержащих мочевины, всегда должны быть легкодоступные для бактерий углеводы. На основании накопленных данных известно, что в рационе жвачных можно замесить мочевиной до 25% протеина.

Кроме мочевины, в настоящее время в качестве заместителей протеина в комбикормах стали испытывать различные синтетические соли аммония (бикарбонат аммония, серпокислый аммоний, фосфорнокислый аммоний, уксуснокислый аммоний и др.). Для окончательного решения вопроса о целесообразности введения их в кормовые смеси требуются дальнейшие эксперименты.

Синтетические аминокислоты в отличие от природных являются рацемическими смесями. Они наряду с *l*-изомерными формами содержат такое же количество *d*-изомерной формы, не усвояемой животным организмом. Исключением являются метионин, фенилаланин и частично аргинин, обе формы которых усваиваются животным организмом одинаково. Вследствие этого метионин химического синтеза по своей питательности почти равен метиониону биологического синтеза, и целесообразность использования его в комбикормах в виде добавок не вызывает сомнения. Что же касается введения в комбикорма *d*-аминокислот и рецематов, то вопрос в этом отношении еще не решен.

### Минеральные ингредиенты комбикормов

Из минеральных веществ в состав комбикормов включают поваренную соль, мел, кормовые фосфаты, муку и крупу из раковин моллюсков, травертиновую муку, известняк и др.

Добавкой поваренной соли (хлористого натрия) выравнивают в комбикормах необходимое соотношение между натрием и калием. При этом надо иметь в виду, что лишнее количество поваренной соли в комбикормах вредно и может вызвать заболевания и даже отравление животных.

Кормовые фосфаты получают из природных фосфатов путем обработки последних высокими температурами. Они относятся к фосфорно-кальциевой подкормке, которую можно использовать всем видам животных.

Для комбикорма используют мел, отвечающий требованиям ГОСТ 1948—42. Этим веществом обогащают комбикорма кальцием и регулируют количественное соотношение кальция и фосфора в рационах.

Молотый известняк можно вводить в комбикорма в том случае, если он пригоден для кормления животных. Такой известняк должен содержать углекислого кальция не менее 85% и нерастворимых в соляной кислоте веществ не более 1%. Используют разные виды известняков, в том числе доломитный и мергель.

Крупа и мука, изготовленная из створок морских и пресноводных моллюсков, согласно РТУ 47—59, должна содержать не менее 80% углекислого кальция. Включают их главным образом в комбикорма для птицы.

В 1 кг травертиновой муки содержится около 370 г кальция, 45 г железа и некоторое количество многих микроэлементов.

В настоящее время в качестве ингредиентов для комбикормов испытывают такие соли, как однозамещенные и двузамещенные ортофосфорнокислые натрий и аммоний, двузамещенный ортофосфорнокислый кальций, окись магния, серпокислый натрий и др. Все эти минеральные подкормки, как показывают эксперименты, вполне эффективны, но широкого применения при производстве комбикормов они не имеют в связи с ограниченным их производством для кормовых целей.

## О СИНЕРГИЗМЕ, АНТАГОНИЗМЕ И ВЗАИМОВЛИЯНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СОВМЕСТНОМ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОМБИКОРМАХ

При составлении комбикормов необходимо учитывать два важных обстоятельства: 1) химическое и физико-химическое взаимодействие питательных и биологически активных веществ между собой и 2) взаимовлияние их в желудочно-кишечном тракте и в обмене веществ. Как в первом, так и во втором случае в зависимости от состава компонентов комбикорма вещества могут вступать в сложные реакции, в результате чего образуются новые соединения, и использование организмом добавленных веществ коренным образом изменяется. Иногда дефицит в том или ином факторе питания зависит не столько от его отсутствия, сколько от сложных антагонистических и синергических взаимодействий.

**С и н е р г и з м** — это такая ответная реакция организма на сочетание двух или нескольких агентов, когда эффект данного сочетания превышает сумму эффектов всех компонентов. Различают два вида синергизма — аддитивный и потенцированный или истинный. При аддитивном синергизме конечный эффект сочетания равен сумме эффектов компонентов его составляющих. Надо иметь в виду, что в этом случае агенты действуют в одном направлении, на одни и те же биологические структуры и процессы. При истинном синергизме или потенцировании конечный эффект превышает сумму эффектов компонентов, причем агенты вызывают одинаковый конечный эффект, взаимодействуя не с одними и теми же структурами и процессами, а с различными.

**А н т а г о н и з м** — явление, характеризующееся полным угнетением или ослаблением эффекта одного вещества другим. Обычно считается, что антагонизм имеет место в тех случаях, когда применение двух веществ дает меньший эффект, чем можно было ожидать на основании индивидуального действия каждого из них. Различают физико-химический, или прямой и физиологический, или

непрямой антагонизм. Физико-химический антагонизм может наблюдаться непосредственно между веществами в кормовой смеси при приготовлении и хранении ее. При этом вещества (особенно минеральные и различные синтетические), одновременно находящиеся в комбикормах, взаимно подавляют или ослабляют присущие каждому из них действие, свойство. При антагонизме физиологическом ингредиенты комбикормов взаимодействуют через функциональные системы и биохимические процессы животного организма в результате угнетения определенных функций. Если действие веществ взаимно ослабевает, то такой антагонизм называют двусторонним, если же действие одного вещества угнетается, а другого нет, то это антагонизм односторонний. Различают также антагонизм конкурентный и неконкурентный. При конкурентном антагонизме вещества на одну и ту же систему организма влияют противоположно, а при неконкурентном — они проявляют свое антагонистическое действие на различные системы.

В последующем изложении главное внимание будет уделено антагонизму и синергизму минеральных веществ, микроэлементов, витаминов, аминокислот, гормонов, антибиотиков и в некоторых случаях белков, углеводов и жиров.

**Антагонизм и синергизм минеральных веществ и взаимоотношение их с другими ингредиентами комбикормов.** Установлено, что количество кальция в костях птицы уменьшается, если в рационе избыточно содержится жиров. В кишечном тракте кальций может образовывать хелатные соединения с хлортетрациклином и тем самым препятствовать резорбции антибиотиков. Поэтому необходимо исключать соли кальция из рациона, если применяют антибиотики с лечебной целью. Кальций активирует ферменты аденозинтрифосфатазу, лецитиназу, а подавляет активность каротиназы, энлазы, дипептидазы и др. Этот элемент является антагонистом цинка, он тормозит всасывание цинка, марганца и магния. При длительном скармливании сульфата кальция состояние кур ухудшается, поэтому использование в комбикормах гипса вызывает сомнения. Усвоение же кальция из глюконата и гидротированного силиката кальция значительно выше, чем из карбоната. Очень хорошо усваивается кальций и фосфор из полицептидов, изолированных из ферментативного гидролизата казеина. Моно-, ди-, трикальцийфосфат,

костная мука и дефторированные фосфаты служат равноценными источниками фосфора. Лимонная, аскорбиновая и желчные кислоты стимулируют всасывание кальция, а щавелевая и фитиновая понижают. Кальций, фосфор и витамин D паходятся в тесном взаимодействии. Недостаток фосфора или витамина D даже при достаточном количестве кальция или недостаток фосфора при нормальном содержании кальция и витамина D вызывает рахит. При уменьшении кальция потребность в витамине D возрастает, избыток кальция ухудшает использование фосфора, железа, марганца и цинка, снижает переваримость протеина, углеводов, усвоение фосфора и других минеральных веществ. При высоком содержании кальция потребность в цинке увеличивается.

При фосфорном голодании снижается процесс обезвреживания аммиака в тканях организма, кроветворения и защитные функции его. Фосфор, как и кальций, лучше используется животными в летний период.

Магний и кальций являются антагонистами между собой. Магний задерживает отложение кальция, а при отсутствии кальция магний становится ядовитым.

Исследованиями установлено, что у животных цинковое голодание может наступить при избыточном содержании кальция в рационе. В то же время известно, что если в кормах имеется дефицит магния, то снижается усвоение как фосфора, так и кальция. При добавлении к дефицитному рациону аминокислоты гистидина или этилендиаминтетрауксусной кислоты усвоение цинка улучшается. Цинковый дефицит могут вызвать хлопковая и сезамовая мука. Протеин сои у птиц ухудшает усвоение не только цинка, но и молибдена, марганца и меди. Автоклавирование сои связало эти антагонистические свойства. Полагают, что причиной цинкового дефицита является фитиновая кислота, содержащаяся в белках указанных кормов. С помощью этой кислоты образуется неусвояемый кальций-цинковый минеральный комплекс. Антагонистом фитиновой кислоты в данном случае является этилендиаминтетрауксусная кислота, добавление которой и улучшает усвоение цинка.

Установлено также, что соединения цинка с фосфором в виде цинкортофосфат, цинктриполифосфат, цинктексаметафосфат, цинкирофосфат и цинкфосфат менее доступны организму птиц, чем цинк в виде окиси цинка. Интересно отметить, что если в корм добавляли вместе фитат,

триполифосфат и гексаметафосфат с цинком, то усвоение последнего тормозится. Если же первые добавки вносили в кормовую смесь через некоторое время после того, как был уже добавлен цинк, то антагонизм указанных фосфатов не обнаруживается. Это один из примеров физико-химического, прямого, одностороннего антагонизма веществ в комбикормах.

Цинковый дефицит наблюдается при избытке в кормах кадмия. Цинк активирует ферменты каротидазу, полипептидазу, карнозидазу, фосфатазу, устраняет А-гипоавитаминоз в связи с активацией каротидазы, расщепляющей каротин на две молекулы витамина А. При увеличенных дозах цинка всасывание молибдена улучшается, а железа ухудшается. Совместное использование цинка, марганца, меди и йода менее эффективно, чем при отдельной даче кобальта и йода или только этих двух микроэлементов вместе без цинка и марганца.

Антагонистом калия является натрий. При увеличении дозы хлористого натрия с 5 до 15 г на одну кормовую единицу повышается переваримость протеина, жира, клетчатки, увеличивается отложение азота в теле и молоке на 15—23%. Недостаток хлора тормозит образование в желудке соляной кислоты. Калий способствует расщеплению жиров. При дефиците калия повышается количество лизина, гистидина и аргинина в тканях. Калий уменьшает потребность в лизине.

Усвоение железа у порок ухудшается вследствие содержания в рыбе термолабильного фактора. Однако при повышенных дозах железа (440 мг на 1 кг корма) этот дефект устраняется. Это пример прямого, конкурентного антагонизма среди веществ.

Дефицит марганца вызывает отсутствие витамина Е. Высокие дозы этого элемента препятствуют усвоению кальция и фосфора, и, наоборот, большие дозы последних препятствуют всасыванию марганца. При повышенных дозах углекислого марганца улучшается усвоение молибдена. Серноокислый марганец таким действием не обладает, а его увеличенное количество понижает уровень железа в печени. Марганец усиливает синтез аскорбиновой кислоты, предохраняет организм от избытка меди.

Сера в виде сульфата натрия усиливает разрушение целлюлозы, расщепление нитратов и связывание аммиака в рубце, а также синтез серусодержащих аминокислот, витаминов группы В и обезвреживание ядовитых веществ.

Сера способствует биосинтезу микробиального белка в преджелудках жвачных, особенно при использовании в комбикормах мочевины. Однако необходимо учитывать, что при дефиците фосфора эффективность серы значительно падает.

Медь — антагонист молибдена. При недостатке молибдена отложение меди в печени увеличивается и может наступить отравление животного, и, наоборот, при поступлении молибдена в больших количествах в организме развивается медная недостаточность. Медь способствует усвоению железа, а молибден истощает запасы меди в печени животных. При совместном скармливании животным меди, молибдена и марганца повышается содержание меди в печени. Для синтеза гемоглобина наряду с железом необходима медь, эти микроэлементы способствуют усвоению друг друга. Медь плохо усваивается, если в кормах много молибдена и сульфатов. Недостаток меди при одновременном избытке молибдена, сульфатов и свинца вызывает у животных эндемическую атаксию. Медь активирует окислительные ферменты и усиливает использование кальция и фосфора.

Избыток молибдена в корме приводит к недостаточности меди. Дача меди устраняет избыток молибдена в организме животных. Повышенные дозы сульфатов и молибдена снижают содержание меди в печени. Сульфаты, метионин и цистин ослабляют токсичность увеличенных доз молибдена. Высокое содержание молибдена способствует в организме животных синтезу фермента ксантиноксидазы, однако при одновременном большом содержании меди этот синтез ослабевает, но зато усиливается синтез окислительных ферментов, в которые входит медь.

Иод повышает содержание в организме животных марганца, меди, цинка, никеля и железа, но замедляет синтез витамина А.

Кобальт активирует ферменты фосфатазу, пептидазу, каталазу, карбоксилазу, аргиназу и тормозит активность сукциндегидразы и цитохромксидазы. Этот микроэлемент усиливает синтез витамина А и С. Имеется тесная взаимосвязь между содержанием кобальта в кормах и количеством витамина В<sub>12</sub> в тканях животных. Однако как избыток, так и недостаток кобальта отрицательно влияет на уровень этого витамина. Высокие дозы кобальта уменьшают депонирование в печени молибдена и увеличивают отложение железа из корма. Кобальт, медь и цинк,

применяемые отдельно, увеличивают содержание в печени цыплят витамина В<sub>12</sub> и витамина С. При повышенных дозах кобальта, меди и марганца снижается уровень витамина А в печени. Дефицит кобальта вызывает снижение усвоения йода, и даже добавка йода в таких случаях не только не увеличивает, но даже уменьшает синтез гормонов щитовидной железы. Соотношение кобальта, меди и марганца в кормах влияет на синтез гормонов щитовидной железы.

Избыток стронция или недостаток кальция обуславливают низкорослость животных. При повышенном количестве стронция в рационе усвоение йода в организме животных ухудшается и вытесняется кальций из тканей. Селен и витамин Е равнозначно предотвращают энзоотическую дистрофию мышц.

Антагонистом селена является сера, а фтора — йод. При высоких концентрациях бора в кормах снижается активность пищеварительных ферментов кишечника. Бор стимулирует накопления витамина А и каротина в организме.

Фуразолидон стимулирует привесы цыплят. Применение фуразолидона вместе с прокаинампенициллином и биомидином отрицательно влияет на содержание жира в печени.

Доказано, что микроэлементы усваиваются из карбонатов лучше, чем из хлоридов и сульфатов. Кроме того, микроэлементы более эффективны лишь при полном обеспечении животных витаминами, и особенно каротином.

Такие вещества, как лимонная, аскорбиновая, фитиновая кислоты и производные аминокислот образуют в комбикормах при хранении, а также в пищеварительном аппарате животных хелатные соединения, блокирующие или стимулирующие всасывание (резорбцию) многих минеральных веществ. Имеются указания о том, что микроэлементы могут быть использованы в комбикормах не только в виде минеральных солей, но и в виде специально синтезированных органических соединений, более устойчивых при хранении и не вступающих в химическое взаимодействие с другими компонентами комбикорма. В Венгрии отказались от применения серноокислых солей микроэлементов и используют углекислые соли и комплексные соединения, как более концентрированные и лучше сохраняющиеся. Йодистый калий стабилизируют моностеаратом (препарат содержит 90% йодистого калия).

В этом препарате йод не летуч и не разрушает витамины в комбикормах.

**Антагонистическое и синергическое действие аминокислот.** В изучении антагонизма и синергизма аминокислот необходимо иметь в виду, что для построения белков тела требуются одновременно все аминокислоты. Так, если скормливать неполноценную смесь аминокислот и только через 3 часа скормить недостающие аминокислоты, то все равно будет наблюдаться белковая недостаточность.

В опытах на ферментных системах, бактериях, грибах, дрожжах, простейших организмах и на животных установлен антагонизм между аланином и глицином; аланином и серином; аланином и аспарагином; аргинином и лизиним; аргинином и орнителином; аспарагиновой кислотой и оксиаспарагиновой кислотой; валином и норвалином; валином и лейцином; валином и изолейцином; гистидином и *d*-гистидином; глицином и  $\alpha$ -аминометансульфонной кислотой; глутаминовой кислотой и метионилсульфонидом; глутаминовой кислотой, изолейцином и лейцином; лейцином и *d*-лейцином; лейцином и норвалином, лейцином и норлейцином; лейцином и аргинином; метионином и норлейцином; метионином и треонином; пролином и оксипролином; серином и гомосерином; серином и треонином; тирозином и фтортирозином; треонином и серином; триптофаном и метилтриптофаном; фенилаланином и тирозином; фенилаланином и триптофаном; цистеином и алилглицином. Однако имеются данные, свидетельствующие о том, что антагонизм между различными аминокислотами не наблюдается, когда их уровень в комбикормах приближается к уровню, установленному в курином яйце. Опыты показали, что фитиновая кислота, содержащаяся в кормовых белках, подавляет рост цыплят, если в их рационы включают синтетические аминокислоты. Использование синтетических аминокислот способствуют витамины В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, кобальт, марганец и цинк, углеводы типа маноз и рафиноз. Следует иметь в виду, что аминокислоты, введенные в избытке, вызывают токсикозы.

Установлено, что потребность в метионине и лизине при низкокалорийных рационах ниже, а при высококалорийных — выше. В перьях цыплят, выращенных на рационе, дефицитном по метионину, снижается содержание цистина, кроме того, уменьшается количество витамина А

в печени. При использовании рационов без животных кормов и добавлении метионина без лизина рост цыплят ухудшается, если же лизин добавляли к рациону, дефицитному по треонину, то уже лизин тормозил рост цыплят. При скормливании цистина уменьшается потребность птицы в метионине. Синтез метионина в печени из гомоцистеина активизирует витамин  $B_{12}$ . Имеются сведения о том, что ростстимулирующим эффектом обладает как метионин, так и витамин  $B_{12}$ , а совместное применение их не вызывает синергического действия. Добавка метионина при нормальном содержании лизина в рационе не эффективна. Цистин и метионин устраняют вредное действие избыточного количества кобальта. Дефицит метионина нарушает обмен холина и жиров. Однако добавка метионина даже при наличии в диете холина также нарушает жировой обмен, если в кормах не хватает треонина. При увеличении белка в рационе добавка метионина оказывает отрицательное действие, в то время как добавка лизина или лизина с метионином положительно влияет на рост кур. Метионин стимулирует рост цыплят лишь при одновременном применении лизина, а при дефицитном рационе по лизину включение в него метионина оказывает отрицательное влияние. Дополнительное обогащение рациона триптофаном приводит к дефициту лизина, метионина, треонина и гистидина.

Потребность в метионине возрастает при недостатке в рационе холина и витамина  $B_{12}$ . Метионин и цистин при совместном применении повышают содержание сухого вещества в шерсти, а при одновременном использовании этих аминокислот с лизином увеличивается шерстная продуктивность овец. Применение метионина и тирозина в больших дозах вредно влияет на животных. В целом серусодержащие аминокислоты устраняют неблагоприятное действие избытка молибдена.

При отсутствии глицина в рационах цыплят добавка метионина не эффективна. Распад метионина усиливается под действием ингибитора трипсина. Потребность в метионине снижается при наличии гомоцистеина и витамина  $B_{12}$ . Избыток метионина и цистина повышает потребность в никотиновой кислоте или триптофане, как в предшественнике этого витамина. Эффективность метионина возрастает при одновременном использовании треонина. Отрицательное действие при больших дачах метионина уменьшается, если в рацион добавляют аргинин, или се-

рин, или гликоциамин, или глицин, или смесь глицина с аргиппином.

Имеются данные об антагонизме лизина и аргинина. Избыток лизина ухудшает усвояемость аргинина. При недостатке лизина уменьшается количество калия в тканях, уровень холестерина в крови и токсические свойства гомосипола. Чрезмерно высокие дозы этой аминокислоты вызывают перерождение печени. Она угнетающе действует на рост животных и вызывает токсикоз при использовании как низкобелковых, так и высокобелковых рационов. Между лизином и метионином имеется тесная связь, добавка метионина оказывает положительный эффект, а добавка лизина не эффективна, несмотря на то, что в рационе может его недоставать. Лизин и аргинин повышают всасывание кальция и стронция. Интересно отметить, что кормовой препарат лизина, включающий продукты ферментации, биомассу бактерий и остатки питательной среды, оказался более эффективным, чем чистый кристаллический лизин.

Глицин снижает вредное действие избыточного количества метионина и является антагонистом триптофана и аланина.

Пролин и глютаминовая кислота могут частично заменять аргинин. Дефицит аргинина задерживает биосинтез креатина. Введение в рацион креатина, креатинина, гуанидинуксусной кислоты оказывает сберегающее действие на аргинин.

Рацион без фенилаланина, но содержащий тирозин, не нарушает азотистого баланса у птицы.

При одновременном дефиците треонина и триптофана происходит ожирение печени, как и при дефиците одного треонина. Повышение дозы треонина при низком содержании белка в рационе подавляет секрецию поджелудочной железы. При избытке лейцина у животных задерживается рост, который можно восстановить инъекцией инсулина. При повышенном количестве этой аминокислоты в рационе из тканей вытесняется изолейцин. Отрицательный эффект лейцина устраняется дачей изолейцина или смеси изолейцина и валина. Лейцин увеличивает потребность в изолейцине и валине, а добавление каждой аминокислоты в отдельности — валина, изолейцина и фенилаланина увеличивает потребность в лейцине.

При недостатке триптофана потребность в никотиновой кислоте возрастает, а потребность в триптофане повышается,

если не хватает ниацина. Кроме того, триптофан не усваивается, если имеется дефицит в пиридоксине. Триптофан при дефиците пикотиновой кислоты расходуется не на синтез белков, а на синтез этого витамина. Избыток треонина или фенилаланина можно выровнять введением в рацион триптофана.

**Антагонизм и синергизм витаминов и влияние их на другие вещества.** Установлено, что витамин Е и этоксигип предупреждают А-авитаминоз при использовании рационов, дефицитных по этому витамину. Витамины Е, D, B<sub>12</sub> и холин улучшают усвоение витамина А и каротина. Витамин Е дополняет действие антиоксидантов и задерживает разрушение в кормах жирорастворимых витаминов.

Многие бактерии синтезируют до 30 различных аналогов витамина B<sub>12</sub>, а активными являются лишь два из них. Витамин B<sub>12</sub> стимулирует синтез метионина в организме животного, что повышает полноценность растительных белков, дефицитных по этой аминокислоте. Особенно эффективен витамин B<sub>12</sub> при дефиците метионина и избытке жира в рационе с наличием в кормах кобальта и антибиотика биомитина. Кроме того, он активизирует синтез холина, нуклеиновых кислот, ферментов, содержащих сульфгидрильную группу. Между антибиотиками и этим витамином существует синергизм при лечении диспепсий у молодняка. Синергизм наблюдается также между витамином B<sub>12</sub> и фолиевой кислотой.

Витамин А повышает лечебный эффект антибиотиков. Каротин хлопчатникового листа используется лучше, чем каротин из клеверной, люцерновой и хвойной муки. Каротин люцерновой муки не разрушается под влиянием смеси сернокислых солей, включающих микроэлементы марганец, железо, медь и кобальт. Каротин же в виде масляных растворов эти соли микроэлементов разрушает. Соевая мука стабилизирует витамин А, вследствие чего ее стали использовать в качестве наполнителя при приготовлении сыпучих препаратов витаминов А и D. Витамины А и D при смешивании с препаратом Твин-80 становятся водорастворимыми, и их можно добавлять в питьевую воду.

Витамин D облегчает транспорт солей кальция через кишечник. Кроме того, витамины D и С способствуют использованию железа. Ракушки, соли микроэлементов при смешивании разрушают витамин D, если его применяют в виде масляного раствора. Если же масляный раствор витамина D был предварительно смешан с соевым

жмыхом или соевой мукой, то добавки указанных микроэлементов не оказывали разрушающего действия на витамин D даже при длительном (11-месячном) хранении. Инактивация витаминов А, D и E происходит под действием нитратов.

Витамин С устраняет В<sub>1</sub>-авитаминоз. Витамин С стимулирует биосинтез кортизона, дезоксикортизона и влияет на обмен тирозина. Витамин В<sub>2</sub> стимулирует усвоение организмом жира и триптофана. При недостаточности рибофлавина нарушается синтез витамина С и синтез никотиновой кислоты из триптофана. Одновременная недостаточность рибофлавина и никотиновой кислоты не снижается, если добавляют лишь один из этих витаминов.

Никотиновая кислота стимулирует активность пищеварительных желез и особенно поджелудочной железы; пантотеновая кислота — адреналина, параденалина и кортикостероидов; фолиевая кислота — аминокислот и нуклеиновых кислот. При избытке никотиновой кислоты наблюдается дефицит метионина. Недостаточность ниацина развивается, если не хватает триптофана.

Антагонистом витамина В<sub>1</sub> является окситамин. При дефиците витамина В<sub>6</sub> нарушается обмен триптофана.

Наиболее высокую биологическую активность имеют трансизомеры витаминов. В некоторых кормах содержатся ферменты, которые разрушают витамины в рационах; в рыбной муке — тиаминидаза, в муке ракообразных — В<sub>1</sub>-антивитамины вещества, в рисе — оризатоксин, разрушающий В<sub>1</sub>, в кровяной муке — В<sub>1</sub>-дегидраза, присутствуют некоторые антивитамины В<sub>1</sub> в хвощах, в папоротнике.

**Антагонистические и синергические свойства антибиотиков.** Установлено, что антибиотики усиливают активность пищеварительных ферментов, благоприятствуют синтезу витаминов группы В. Они дополняют действия стибьэстрола, повышают всасывание кальция в кишечнике, улучшают усвоение молибдена и марганца. Однако скармливание антибиотиков взрослой птице не эффективно. При использовании рационов, дефицитных по витамину В<sub>12</sub>, активность антибиотиков уменьшается. Антибиотики совместно с метионином, витамином В<sub>12</sub> и холином способствуют накоплению витамина А в печени.

Биомицин эффективен, если в рационе не хватает витаминов группы В, но при одновременном внесении витамина В<sub>12</sub>, кобальта, железа и метионина. Дача антибиотиков

вместе с витамином  $B_{12}$  снижает потребность организма в белках, способствует лучшему их использованию, а также синтезу метионина из гомоцистенина. При применении биомицина и витамина  $B_{12}$  в отдельности и в сочетании с кобальтом повышается жизнеспособность приплода у норок, однако хлортетрациклин с кобальтом дает лучший эффект. Проккаинопенициллин и биомицин в отдельности не стимулируют рост цыплят. Сравнительно высокий эффект получен при совместной даче этих антибиотиков и фуразолидона. Биомицин снижает потребность цыплят в витаминах  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_{12}$  и фолиевой кислоте и повышает жирность тушек, увеличивает количество витамина  $B_{12}$  в печени у бычков.

Пенициллин способствует белковому обмену, повышает выделение трипсина, улучшает использование витамина А и каротина, а вместе с биомицином повышает усвоение кальция и фосфора. Ростстимулирующий эффект антибиотиков типа пенициллина и хлортетрациклина проявляется при рационах, дефицитных по рибофлавину. Пенициллин и ауреомицин понижают потребность в тиамине и пантотеновой кислоте, оказывают сберегающее действие на витамин  $B_2$ , никотиновую и фолиевую кислоты, а также повышают превращение каротина в витамин А и снижают потребность в витамине D.

Ауреомицин усиливает недостаток витамина  $B_1$ . Смесь в равных количествах ауреомицина, тетраамицина, бацитрацина и прокаинопенициллина оказывает ростстимулирующий эффект, а смесь только ауреомицина и тетраамицина не эффективна.

Тетрациклин усиливает отложение жира. Эффективность хлортетрациклина возрастает, если рационы содержат сахарозу и лактозу, и снижается на рационах с глюкозой и крахмалом. Этот антибиотик усиливает усвоение меди, кобальта, цинка и тормозит использование марганца. Предполагают, что тетрациклин является антагонистом витамина К. Хлоромидетин ослабляет свое действие под влиянием триптофана, индола и фешиаланина.

В связи со сходством молекулы пуромицина с молекулой транспортной РНК этот антибиотик способен подавлять включение аминокислот в белки печени животных. Повышенные дозы пуромицина почти полностью подавляют включение лейцина в белки как в клетках (ретикулоциты), так и в бесклеточных системах. Имеются интересные данные, свидетельствующие о том, что стрептомицин

резко теряет свою активность при подкислении среды. Следовательно, кислая реакция желудка будет снижать действие этого антибиотика. Стрептомицин вызывает дефицит биотина. Кроме того, активность стрептомицина ослабевает в присутствии ряда солей. Поэтому смешивание этого антибиотика с различными солями, в том числе и с микроэлементами в комбикормах, вряд ли будет целесообразно. Это необходимо тщательно изучить. Следует отметить также, что некоторые органические кислоты, входящие в цикл трикарбоновых кислот (фумаровая, плавчелевоуксусная и др.), значительно снижают активность стрептомицина.

Имеются данные о том, что между стрептомицином и пенициллином существует синергизм, а пуромидин усиливает эффективность стрептомицина и снижает действие хлормицетина. Иногда два антибиотика усиливают действие третьего.

Высказано важное общепологическое положение о том, что некоторые антибиотики нарушают генетическое кодирование клетки на стадии трансляции, то есть на стадии переноса информации от матричной (информационной) РНК к молекуле белка. В настоящее время мало имеется исследований относительно взаимного нейтрализующего действия различных веществ в кормовых смесях (комбикормах, премиксах), хотя возможность такого рода взаимовлияний весьма велика. Это свидетельствует о немедленной постановке широких исследований относительно целесообразности применения в комбикормах антибиотиков с различными веществами и в разных комбинациях.

Антагонизм и синергизм гормонов и влияние их на другие вещества. Эксперименты свидетельствуют, что эстрогенные гормоны повышают синтез высокомолекулярных жиров в печени, а андрогены и эстрогены оказывают синергическое влияние на развитие яйцевода у птиц. Гормоны анаболического действия повышают усвоение неорганического фосфора. Такие вещества, как пропилигиоуранил, винилигисооксазилидон, тиоционат и прогойтрин, тормозят деятельность щитовидной железы и тем самым могут вызвать замедление роста животного.

Гормоны паращитовидной железы активируют усвоение кальция, но повышают экскрецию фосфора и аминокислот с мочой. Активность гормонов щитовидной железы ослабляется под влиянием витамина А.

Гормоны надпочечников понижают содержание витамина А в органах и задерживают превращение каротина в витамин А. Тироксин повышает количество каротина и витамина А в органах, но одновременно увеличивает потребность организма в тиамине. Увеличенные дозы гормонов коры надпочечников вызывают недостаточность (потери) калия. Известно, что гормон кортизон тормозит деятельность щитовидной железы, эстрогены усиливают ее. Избыток калия в организме увеличивает выработку стероидных гормонов, в еще большей степени повышается образование этих гормонов под влиянием адренокортикотропного гормона (АКТГ). Стероидные гормоны усиливают выделение натрия из организма, а гормоны коры надпочечников тормозят АКТГ. Прогестерон выделяется под влиянием пролактина и, в свою очередь, тормозит выделение лютеинизирующего гормона. Эстрогены обладают большими липогенными свойствами, а андрогены способствуют отложению азота (анаболиты). Комбинации эстрогенов и андрогенов более эффективны, чем в отдельности.

Инсулин сдерживает до некоторой степени нарушение обмена в организме при использовании рационов, не сбалансированных по аминокислотам. Установлен синергизм между инсулином и глюкозагом, глюкозагом и кортизолом, кортикотропином и инсулином. Однако избытку кортикостероидов противостоит повышенная секреция инсулина.

Относительно уровня клеточного обмена существует антагонизм между гормонами коры надпочечников и щитовидной железой.

Интересно также отметить, что тетраидтиропин действует как антагонист по отношению к кортизолу и АКТГ: первый тормозит образование жира в тканях, а последние способствуют этому процессу. Известно также, что кортизон и АКТГ усиливают синтез жира, а тетраидтиропины снижают и тормозят привесы животного. Образование альдостерона способствует калий, но, в свою очередь, альдостерон тормозит выделение вазопрессина. Тиреотропин повышает содержание железа в тканях, пропилтиоурацил действует противоположным образом. Кортизон и АКТГ тормозят действие тиреотропного гормона, кортизон понижает также способность щитовидной железы использовать йод. Гормоны мужских половых желез повышают активность щитовидной железы, а гормоны яичников тормозят ее функции.

Введение гормона роста усиливает недостаточность витамина В<sub>6</sub>, имеются сведения, что между гормоном роста, инсулином и витамином В<sub>12</sub> существует синергизм, а между АКТГ и гормоном роста — антагонизм. Указывается, что ростовой эффект соматотропного гормона усиливается введением фоллиевой кислоты, а тормозится при применении эстрадиола. Большие дозы тестерона, который является антагонистом эстрадиола, замедляют рост животных. Гормоны щитовидной железы вызывают недостаточность в жирорастворимых витаминах. Эстрогены снижают качество туши, а прогестерон устраняет эти нежелательные свойства. От совместного применения диэтилстильбэстрола и эстрадиола получают такой же эффект, как и от одного стильбэстрола. Эффективность диэтилстильбэстрола, эстрадиола, прогестерона и безэстрола мало отличается друг от друга. У хрячков стильбэстрол повышает привесы, а у свинок снижает. Низкая концентрация в крови эстрогенов активирует, а высокая — тормозит лактацию у коров. Прогестерон подавляет действия эстрогенов, а комбинация этих гормонов ингибирует (тормозит) лактацию. Дача свиньям метилтестерона с добавкой окситетрациклина снижает привесы по сравнению с привесами свиней, которым применяли только окситетрациклин. В отношении действия на щитовидную железу, а это значит и на рост животных, существует синергическая связь между диэтилстильбэстромом и тиреоидом. Отмечено также, что тиреоид тормозит рост организма. Это отрицательное свойство его снимается одновременным применением диэтилстильбэстрола или тиреопропина. Хорошие результаты дает применение диэтилстильбэстрола и тестерона. Положительный эффект относительно лактации дает совместное применение гормона роста и пролактина и особенно при одновременном использовании пролактина, соматотропина, кортикостероидов, тироксина, эстрогенов и инсулина. Сочетание инсулина с метиладростендиолом (МАД) дает лучший ростстимулирующий эффект, чем применение этих гормонов по отдельности. Синтез адреналина в организме повышается никотином, никотин снижает в тушке содержание жира и повышает количество белка в ней. Небольшие дозы эстрогенов усиливают рост животных, а большие тормозят. Совместное применение диэтилстильбэстрола и метиладростендиола более эффективно на привесы, чем применение их в отдельности.

Большое значение имеют исследования антагонистического и синергического действия природных гормонов с анагормонами (не путать с антигормонами). Анагормоны — это модифицированные (видоизмененные) белковые или полипептидные гормоны. Они представляют собой искусственно полученные препараты, в которых устраняется часть гормональных свойств, но сохраняется тропность (сродство) к тому органу, на который действует нативный гормон, или антигенные и другие его свойства. Анагормоны благодаря сохранению тропности конкурируют с нативным гормоном за участие в том или ином процессе и подобно антимераболитам могут вытеснить истинный гормон — это по сути дела антитела к нативным гормонам. Они взаимодействуют с гормоном и подавляют присутствующие ему функции. Анагормоны можно получить из всех гормонов белкового характера. Путем соответствующих химических реакций из гормона тиреотропина получают анагормон ацетилированный тиреотропин, применение которого устраняет избыточное действие природного тиреотропина — тиреотоксикоз. Поиски и использование анагормонов как конкурентов естественных гормонов в целях регуляции продуктивности животных представляют большой интерес. Видимо, возможны синтезы моноспецифических (специализированных) анагормонов, с помощью которых можно регулировать отдельные виды обмена веществ и изменять качество продукции — мяса, молока, яиц.

Для увеличения производства продуктов животноводства можно использовать только всесторонне изученные гормоны. В США, например, несмотря на большие научно-исследовательские работы, в практику животноводства внедрили только два гормона — диэтилстильбэстрол — для откорма крупного рогатого скота и птиц и тиреопроин — для повышения удоев у коров.

Антагонизм и синергизм белков, жиров, углеводов, ферментов и других веществ. Исследования показали, что замена калорий глюкозы калориями жира в рационе индюшат приводит к повышению привесов и лучшему использованию протеина и энергии комбикормов. По гипотезе Марлона и Эдварсона, применение комбикорма, в котором не хватает жира, вызывает превращение аминокислот в жирные кислоты. Если же есть жир в кормовой смеси, то у организма нет надобности синтезировать жирные кислоты и тратить на это энергию. При интенсивном

белковом обмене и при высоком содержании белков в комбикормах повышается расход витамина А и его количество в печени снижается, а при использовании комбикормов с низким содержанием белков количество витамина А в печени повышается. Установлено, что в соевых бобах до 60% фосфора находится в форме фитата, обуславливающего рахитогенные свойства соевого белка. Устранить эти свойства можно скормливанием фермента фитазы и прогреванием бобов. Избыток белков в рационе ухудшает использование кальция и фосфора, однако белки молока благоприятствуют этому процессу. При избытке жира в рационе ухудшается всасывание кальция в связи с образованием плохоусвояемых его соединений с жирными кислотами. Высокий уровень жира в рационе снижает эффективность холина, бетаина и витамина В<sub>12</sub>, кроме того, увеличивает потребность в витамине Е. Вредное действие высоких доз ненасыщенных жирных кислот устраняется повышенными дозами витамина Е. Повышенное содержание белков и жиров увеличивает потребность в витамине В<sub>2</sub>, однако при отсутствии белков в рационе витамин В<sub>2</sub> не усваивается.

Избыток протеина вызывает недостаточность витамина В<sub>12</sub> и пиридоксина. Животные белки по сравнению с растительными оказывают лучшее влияние на усвоение каротина. Повышенные дозы сульфаниламидных препаратов, нитрофуранов и фуразолидона могут привести к В-гиповитаминозам. С помощью окиси силиция, обладающего большой адсорбционной силой, можно приготовить сухой (сыпучий) порошок из жира, в том числе и растительного масла, содержащего большое количество полиненасыщенных жирных кислот. Жир повышает потребность в метионине. Жиры, богатые высоконепредельными жирными кислотами, способствуют задержанию азота корма в организме животного. Глюкоза снижает потери азота с мочой. При недостаточном поступлении белков резко уменьшается в организме рибофлавин, фолиевой кислоты, пантотеновой и никотиновой кислот. Повышенные дозы жиров вызывают в организме животных кетозы.

При использовании в комбикормах сырой соевой муки и продуктов переработки ее необходимо учитывать, что в них содержится белок, обладающий антагонистическим действием к ферменту трипсину. При скормливании такой сои у животных наблюдаются гипертрофия и нарушение секреции поджелудочной железы, в результате чего

снижаются переваримость протеина, усвоение жиров и обменная энергия комбикорма. Фермент, разлагающий мочевину в рубце жвачных, — уреазы, под влиянием люцерновой, арахисовой, хлопчатниковой муки и барбитуровой кислоты снижает свою активность. Это следует учитывать при разработке рецептов комбикормов с включением мочевины. Указанные ингредиенты будут способствовать наиболее медленному разложению мочевины и лучшему усвоению ее в рубце животных.

Сочетание поверхностно-активных веществ между собой (Арквад — Н. Т. и Этомид С/15) оказывает промежуточный эффект, хотя Этомид С/15 более эффективен, чем Арквад — Н. Т. Этомид С/15 в сочетании с аууреомицином дает хороший эффект. Антиоксиданты типа N, N<sup>1</sup>-дефилл-р-фенилендиамин (ДППД) повышают использование витамина А и каротина.

Таким образом, процесс взаимодействия между элементами питания очень сложный и еще недостаточно хорошо изучен. Следовательно, нормирование оптимального количества веществ в рационе осложняется необходимостью изыскания не только их оптимального уровня, но и взаимоотношения между ними. Дальнейшие исследования в этом направлении, сопровождаемые глубокими биохимическими и физиологическими анализами, несомненно принесут большую пользу в составлении комбикормов и рациональном их использовании. В применении биологически активных веществ часто встречаются случаи антагонизма, когда одновременное совместное введение нескольких ингредиентов менее эффективно, чем отдельно взятых. Поэтому высказывание, что благодаря смешиванию кормов повышается их эффективность, справедливо лишь в том случае, если учитывают синергические и антагонистические свойства веществ. Применение в комбикормах различных добавок не такое простое дело. Необходимо знать не только количественную и качественную потребность, но и взаимоотношение между ними и основными питательными веществами. Что касается механизма антагонистического и синергического действия, то он раскрыт на относительно небольшом числе указанных веществ (некоторые ферменты, гормоны, аминокислоты и т. д.). В целом же эта проблема не решена, и она требует дальнейших тщательных исследований.

## РЕЦЕПТЫ КОМБИКОРМОВ И ОЦЕНКА ИХ КАЧЕСТВА

Современный опыт ведения высокоразвитого животноводства в разных странах, а также данные науки о рациональном кормлении животных свидетельствуют о том, что неисчерпаемые возможности этой отрасли народного хозяйства могут быть наиболее полно реализованы в том случае, если будет налажено промышленное производство комбикормов с введением в них веществ, регулирующих обмен в соответствии с физиологической потребностью и хозяйственным назначением животных.

В последние годы и в нашей стране развернулась научно-исследовательская работа по совершенствованию рецептов комбикормов и комбикормов-добавок. В настоящее время комбикормовой промышленностью рекомендовано значительное количество рецептов для разных видов и групп сельскохозяйственных животных.

Наибольшее количество рецептуры комбикормов разработано для птицы и свиней. В последнее время многочисленные исследования посвящены изучению заменителей цельного молока и специальных комбикормов для телят, поросят и ягнят с использованием кормов местного производства.

Комбикорма представляют собой однородную смесь очищенных и измельченных в необходимой степени различных кормовых средств, составленную по научно обоснованным рецептам, которые обеспечивают наиболее эффективное использование содержащихся в ингредиентах питательных веществ. Вырабатывают их в рассыпном, гранулированном и брикетированном виде. Различают полнорационные комбикорма, комбикорма-концентраты, белково-витаминно-минеральные добавки, премиксы, заменители цельного молока.

Полнорационный комбикорм должен обладать всеми качествами полноценного рациона, обеспечивающего высо-

кую продуктивность и качество продукции, хорошее состояние здоровья животных и низкие затраты питательных веществ на единицу продукции. По химическому составу, питательности и специфическим свойствам полнораціонный комбикорм должен полностью отвечать требованиям организма данного вида, возраста и назначения животных.

Комбикорма-концентраты предназначаются для скармливания животным и птице в дополнение к грубым и сочным кормам.

Белково-витаминно-минеральные добавки представляют собой смесь кормов с высоким содержанием протеина, минеральных веществ, витаминов. Они предназначены для введения в состав комбикормов-концентратов в соответствии с утвержденной рецептурой, а также в зерновые корма непосредственно в хозяйствах.

Премиксы, обогатительные смеси, содержащие витамины, микроэлементы, антибиотики и другие физиологически активные вещества, необходимые животным в очень небольшом количестве, предназначены для обогащения комбикормов и белково-витаминных добавок и вводятся в их состав на комбикормовых предприятиях.

Заменители цельного молока используют для кормления молодняка в молочный период. Животным эти комбикорма дают вместо цельного молока.

Для того чтобы знать, как сбалансирован рацион, должно быть известно соотношение отдельных наиболее важных элементов питания в кормах и потребность в них организма животных при данном его физиологическом состоянии. В полнораціонные комбикорма, белково-витаминные и минеральные добавки включают биологически активные вещества в соответствии с потребностью в них отдельных групп животных.

В новых рецептах энергетическую питательность комбикормов определяют по чистой и обменной энергии, выраженной в энергетических кормовых единицах ( $\text{ЭКЕ} = 2500$  ккал). При этом энергетическую питательность отдельных ингредиентов и комбикормов вычисляют для отдельных видов животных (жвачные, свиньи, птицы) на основе переваримости и энергетической ценности переваримых веществ (калорические коэффициенты).

Энергетическая ценность отдельных ингредиентов может быть вычислена по приведенным в таблице 3 калорическим коэффициентам.

Таблица 3

Калорические коэффициенты для вычисления обменной энергии в 1 г переваримого вещества отдельных ингредиентов и комбикормов для жвачных животных, свиней и птицы

Ингредиенты	Ингредиенты		Ингредиенты	Ингредиенты	
	Для жвачных животных	Для свиней и птицы		Для жвачных животных	Для свиней и птицы
Протеин концентратов	4,5	4,5	Углеводы сахара	3,6	3,9
Жир зерна	8,30	9,1	Углеводы глюкозы	3,4	3,7
Жир животных кормов	9,30	9,5	БЭВ	3,7	4,1
Углеводы крахмала	3,8	4,2	Клетчатка	2,9	4,1

На основе приведенных калорических коэффициентов по количеству переваримого белка, жира и углеводов можно вычислить содержание больших калорий в любом ингредиенте и в комбикорме. Для этого необходимо иметь химический состав ингредиента и переваримость органических веществ животными данного вида.

Энергетическая питательность кормов и рационов, вычисленная по обменной энергии, более точна по сравнению с питательностью, выраженной в овсяных кормовых единицах по продуктивному действию. Содержание питательных веществ определяют химическим анализом, а в некоторых случаях могут быть использованы данные таблицы.

Помимо энергетической питательности и соотношения основных групп питательных веществ — белков, жиров, углеводов, кальция и фосфора, в комбикормах для всех видов и возрастов животных следует также обращать внимание и на другие их свойства. Например, витамины, и прежде всего А и D, необходимы для всех видов животных. Особенно это важно в тех случаях, когда в ингредиентах комбикормов недостаточно витамина D, а животные находятся в темных помещениях и мало бывают на прогулках в солнечные дни. Для свиней и птицы важное значение в полноценном питании имеют витамины E, B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub>, PP, пантотеновая и фолиевая кислоты, холин, K.

Нормы витаминов, указанные в рецептах, можно изменять в зависимости от содержания их в основных ингредиентах комбикормов, на основании анализов кормов и с учетом физиологического состояния животных.

В рецептах комбикормов, кроме витаминов, указывают добавки микроэлементов. Как номенклатура их, так и соотношение основаны на экспериментальных данных. Поэтому изменять нормы добавок микроэлементов без учета их в основных ингредиентах и без учета потребности в них разных видов животных не следует.

По мере накопления новых данных рецепты будут заменяться другими, более совершенными и эффективными. В принципе предлагаемые рецепты в основном отвечают современным требованиям.

Из приведенных данных в таблице 7 видно, в какой степени помещенные рецепты полнораціонных комбикормов соответствуют по уровню и соотношению питательных веществ английским и американским рецептам. Как в тех, так и в других комбикормах границы минимума и максимума допустимых уровней и соотношений основных питательных веществ в основном совпадают.

В таблицах 4, 5, 6 приведена структура комбикормов в Англии.

Полнораціонный комбикорм по химическому составу, питательности и специфическим свойствам должен отвечать потребностям организма данной группы животных и обеспечивать высокую их продуктивность, а также хорошее качество продукции при низких затратах питательных веществ на ее производство.

Особое внимание необходимо уделить качеству полнораціонных комбикормов, предназначенных для молодняка ранних возрастов. При этом надо учитывать не только высокое качество отдельных ингредиентов и их стоимость, но и строго соблюдать нормы введения витаминов, аминокислот, макро- и микроэлементов и других веществ.

Полнораціонные комбикорма должны обладать приятным запахом, охотно поедаться животными и благоприятно действовать на пищеварение. Их желательнее производить преимущественно в гранулированном виде.

В последнее десятилетие в ряде зарубежных стран большое внимание уделяют линейному программированию при составлении рецептов комбикормов. С этой целью составляют зоотехнические задания по большому числу показателей и заносят в перфокарты под кодовыми

Таблица 4

## Комбикорма для птицы

Показатели	Жир (%)	Белок (%)	Клетчатка (%)	Кальций (%)	Фосфор (%)	Содержание килокалорий в 1 кг сухого вещества	Лизин (%)	Метионин (%)
------------	---------	-----------	---------------	-------------	------------	---	-----------	--------------

Для цыплят в возрасте до 8 недель

Минимум	2	18,5	1,1	1,10	0,65	2860	0,9	0,65
Максимум	4	20,0	5,0	1,4	0,90	2970	1,1	0,75

Для птицы от 8 недель до начала кладки

Минимум	2,0	15,5	2,0	0,9	0,55	2640	0,7	0,5
Максимум	4,0	17,0	6,0	1,1	0,85	2750	0,9	0,54

Комбикорма с низкой энергией для несущихся кур

Минимум	2,0	15,5	3,0	3,0	0,6	2420	0,65	0,5
Максимум	4,0	17,0	5,5	3,25	0,9	2640	0,8	0,52

Комбикорма с высокой энергией для несущихся кур

Минимум	3,0	16,0	3,0	3,2	0,7	2970	0,8	0,55
Максимум	4,0	18,0	5,0	3,5	0,9	3025	0,9	0,58

Таблица 5

## Комбикорм для свиней

Показатели	Жир (%)	Белок (%)	Клетчатка (%)	Кальций (%)	Фосфор (%)	Общее количество переваримых питательных веществ	Лизин (%)	Метионин + цистин (%)
------------	---------	-----------	---------------	-------------	------------	--	-----------	-----------------------

Для поросят в возрасте до 8 недель

Минимум	2,0	18,0	2,0	0,9	0,7	73	0,95	0,60
Максимум	4,0	19,0	4,0	1,1	0,9	75	1,05	0,65

Для свиней от 8 недель и по достижении ими веса 56 кг

Минимум	2,0	16,0	3,0	0,8	0,6	70	0,8	0,5
Максимум	4,0	17,0	5,5	1,1	0,9	71	0,85	0,6

Для откармливаемых свиней (вес 56 кг и выше)

Минимум	1,5	13,0	3,5	0,8	0,5	69	0,5	0,4
Максимум	3,5	15,0	5,0	1,0	0,75	71	0,7	0,5

Комбикорма для коров

Таблица 6

Показатели	Жир (%)	Белок (%)	Клетчатка (%)	Кальций (%)	Фосфор (%)	Крахмальный эквивалент
------------	---------	-----------	---------------	-------------	------------	------------------------

Для дойных коров с расходом 0,35 кг комбикорма на 1 л молока

Минимум	2,0	18,0	4,0	1,0	0,6	70
Максимум	6,0	21,0	7,0	1,5	0,9	72

Для дойных коров с расходом 0,4 кг комбикорма на 1 л молока

Минимум	2,0	15,5	4,0	1,0	0,5	62
Максимум	5,0	17,0	7,0	1,5	0,8	66

Таблица 7

Полнорационные комбикорма для свиней

Страна	Протеин (%)	Жир (%)	Клетчатка (%)	Кальций (%)	Фосфор (%)	Лизин (%)	Метионин + цистин (%)
--------	-------------	---------	---------------	-------------	------------	-----------	-----------------------

Для поросят до двухмесячного возраста

<i>СССР</i>							
Минимум	16,4	3,3	3,2	0,8	0,62	0,81	0,47
Максимум	19,3	3,9	5,0	1,1	0,74	1,00	0,65
<i>Англия</i>							
Минимум	18,0	2,0	2,0	0,9	0,7	0,95	0,60
Максимум	19,0	4,0	4,0	1,1	0,9	1,05	0,65

Для поросят-отъемышей с весом до 56 кг

<i>СССР</i>							
Минимум	15,0	2,7	4,4	0,7	0,55	0,76	0,49
Максимум	17,7	3,7	5,9	2,2	1,34	0,96	0,91
<i>Англия</i>							
Минимум	16,0	2,0	3,0	0,8	0,6	0,80	0,50
Максимум	17,0	4,0	5,5	1,1	0,9	0,85	0,60

Для откармливаемых свиней

<i>СССР</i>							
Минимум	12,5	3,1	4,7	0,67	0,45	0,60	0,53
Максимум	14,7	3,3	6,2	0,86	0,60	0,74	0,65
<i>Англия</i>							
Минимум	13,0	1,5	3,5	0,80	0,50	0,50	0,40
Максимум	15,0	3,5	5,0	1,00	0,75	0,70	0,50

Таблица 8

Состав комбикорма (в 1 кг)

Показатели	Куры-несушки (клеточные)		Бройлеры		Цыплята		Утки		
	1-30 дней		31-70 дней		ремонтные 31-110 дней		несушки		
	1-30 дней	31-70 дней	1-30 дней	31-70 дней	1-30 дней	31-110 дней	1-30 дней	31-55 дней	
Обменная энергия (ккал)	2600-3000	2900-3300	2750-3150	2550-2950	2400-2800	2600-3000	2450-2850	2550-2950	2750-3150
Сырой протеин (г)	160-180	180-200	200-220	170-190	150-170	270-290	150-170	170-190	150-170
Обменная энергия на 1 г сырого протеина (ккал)	16,2-16,7	16,1-16,5	13,7-14,3	15,0-15,5	16,0-16,5	9,6-10,3	16,3-16,8	15,0-15,5	18,0-18,5
Сырой жир (г)	25-40	45-60	25-40	30-40	30-40	50-75	30-40	25-40	30-40
Сырая клетчатка (г)	50-70	30-50	30-40	40-50	50-60	30-40	50-70	40-60	50-60
Кальций (г)	30-40	7-10	12-15	13-16,5	20-24	23-27	17-21	12,5-15,5	13,5-16,5
Фосфор (г)	11-15	5-8	7-10	7-10	8-11	11-14	7,5-9	8,5-11,5	8-10,5
Наэрий (г)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Аминокислоты (г): аргинин	7,0-10,0	10,0-12,0	10,0-14,0	10,0-14,0	7,0-10,0	15,5-17,0	8,0-9,5	10,5-11,7	9,3-10,5

Показатели	Куры-несушки (клеточные)	Цыплята					Индюшата 1-30 дней	Утки		
		бройлеры		племенные		ремонтные		несушки	утята	
		1-30 дней	31-70 дней	1-30 дней	31-70 дней				1-30 дней	31-55 дней
лнзип	5,0—7,0	9,0—10,2	7,0—10,0	9,0—11,0	8,0—11,0	7,5—10,0	14,0—16,0	6,0—7,5	9,5—10,2	8,0—9,1
гистидин	1,4—2,1	3,5—4,8	3,7—4,0	3,0—4,5	2,5—4,5	3,0—4,0	3,6—4,2	2,7—3,5	4,3—5,0	4,0—5,0
метонин + цистин	5,0—6,5	7,0—8,2	5,5—8,0	7,0—9,0	7,0—9,0	6,0—8,0	8,0—9,2	4,9—5,7	6,5—7,5	5,5—7,0
триптофан	1,4—2,2	1,8—2,5	1,7—2,3	1,7—2,3	1,7—2,3	1,8—2,3	2,4—3,2	1,6—2,3	2,2—3,0	1,9—2,8
фенил аланин	1,5—2,2	0,0—0,0	0,0—0,0	9—11	9,5—11	7,5—10,0	9,0—10,5	7,0—8,5	9,0—11,0	7,5—9,0
лейцин	6,0—10,0	13,8—15,0	13—15	12—16	11—15	10,5—14	0,0—0,0	12—13,1	14,5—15,5	12,9—13
изолейцин	5,5—7,0	5,5—8,0	6,0—8,0	5,0—6,0	5,0—6,2	4,0—5,0	8,0—9,2	5,0—6,0	6,9—7,5	5,5—6,7
валин	3,5—4,5	5,0—7,0	5,7—7,0	5,0—7,0	5,0—7,0	4,5—6,0	—	4,0—5,5	5,5—6,2	4,9—5,9
	5,0—6,0	7,5—9,0	7,7—9,0	7,5—8,5	7,5—8,5	5—8	—	7,5—8,5	9,5—10,2	8,7—9,7

8-Д

Таблица 9

Нормы включения отдельных ингредиентов в комбикорма для птицы (% по питательности)

Корма	Куры-несушки (клеточные)	Цыплята					Индюшата 1-30 дней	Утки		
		бройлеры		племенные		ремонтные		несушки	утята	
		1-30 дней	31-70 дней	1-30 дней	31-70 дней				1-30 дней	31-55 дней
Зерновые злаковые	50—70	50—67	55—67	50—65	50—70	50—75	50—60	50—65	45—60	50—65
В том числе:										
овес	5—30	5—45	10—45	5—45	5—20	5—20	5—50	15—40	5—40	5—20
кукуруза	5—45	5—60	5—60	5—45	5—40	5—45	—	5—40	5—45	5—45
пшеница	10—30	5—30	30—50	5—30	10—40	10—35	15—30	15—30	15—30	15—35
просо, сорго	5—30	10—35	5—25	0—30	0—30	5—30	5—25	5—30	5—30	5—25
ячмень	10—35	10—35	15—20	10—35	15—40	15—35	15—30	15—40	15—35	15—35
Отруби пшеничные	0—10	—	—	0—10	0—10	3—15	0—10	5—10	0—10	5—15
Горох, бобы или соя	0—5	—	0—5	0—6	—	—	—	0—10	—	0—10
Жмыхи или шроты	5—20	5—20	5—13	3—15	3—20	3—12	5—15	5—15	5—20	5—15
Люцерновая или клеверная мука	1—5	1—3	1—4	0,5—4	0,5—5	2—6	1—4	4—10	1—5	2—7
Сухой обрат	0—2	1—5	0—3	0—5	0—3	0—3	—	—	—	—
Рыбная, кровяная, мясо-костная мука	3—7	5—15	3—15	3—10	2—17	2—10	5—10	3—8	3—13	3—10
Дрожжи гидролизные	2—5	—	—	2—6	2—5	1—5	2—4	1—5	1—7	1—5
Костная мука	1—3	0—15	0—1,5	0,2—1	0,1—1	0—2,6	0,2—1	0—1,5	0—3	0,5—1,5
Мел	0—3	0—1,5	0—1,5	0,2	0—2	0—2	0—1,5	1—3	0—1,5	0—2
Ракушка	1—3	0,5—2	0,5—	—	—	—	—	—	—	—
Соль	—	—	1,5	0—2	0—3	0—3	0,5—2	1,5—3,5	0,5—2	0,5—1,5

Добавлять в комбикорма из расчета, чтобы в 1 кг его содержалось 5 г натрия, учитывая, что в 1 кг соли содержится 400 г натрия.

обозначениями. Основная задача при этом — получить различные комбикорма, обладающие определенной питательностью и биологической полноценностью, с наименьшей стоимостью.

В заданиях предварительно определяют ограничения (минимум и максимум) по введению в рецепт отдельных ингредиентов, питательных веществ и энергии в комбикорме и стоимость отдельных ингредиентов.

В качестве образцов приведены рецепты полнорационных комбикормов для свиней, вычисленных в ВИЖе при помощи линейного программирования лабораториями комбикормов и счетно-вычислительных методов. В рецептах, указанные в таблицах 30, 31, 32, 33, 36, 44, 45, должны быть введены витамины и микроэлементы из расчета на 1 т комбикормов для данных групп свиней. В остальных рецептах добавки витаминов и микроэлементов включены.

Комбикормовая промышленность не всегда изготовляла комбикорма по той рецептуре, которая ей рекомендовалась, и часто прибегала к всевозможным модификациям, заменяя один или несколько ингредиентов другими, что влияло на их эффективность.

### Рецепты комбикормов для птицы

Таблица 10

Минеральные премиксы для птицы (применяют из расчета 2 кг с наполнителем на 1 т полнорационного корма)

Состав	Куры-несушки		Племенной молодняк в возрасте (дней)		Бройлеры в возрасте (дней)	
	племенные	промышленные	1—30	31—156	1—30	31—69
Название премикса	М-1	М-2	М-3	М-4	М-5	М-6
Железо сернокислое (г)	100	100	100	100	100	100
Марганец сернокислый (г)	200	100	200	100	200	200
Медь сернокислая (г)	10	10	10	10	10	10
Цинк сернокислый (г)	60	10	20	10	40	40
Кобальт хлористый (г)	10	10	10	10	10	10
Кальций йодистый (г)	5	5	5	5	5	5

Премиксы разработаны научными сотрудниками отдела кормления ВНИТИЦ.

Таблица 11

Витаминные премиксы для птицы (применяют в количестве 3 кг с наполнителем на 1 т полнорационного корма)

Состав	Куры-песушки		Племенной молодняк в возрасте (дней)		Бройлеры в возрасте (дней)	
	плевенные	промышленные	1-80	81-150	1-30	31-63
Название премиксов	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6
Витамин А стабилизированный (млн. МЕ)	15	7-8	10	7	10	7
Витамин D <sub>3</sub> (млн. МЕ)	2	1	1	1	2	2
Витамин Е (тыс. МЕ)	5	—	10	5	10	10
Витамин К (г)	1	—	2	—	2	1
Витамин В <sub>2</sub> (г)	4	3	3	3	4	3
Пантотеновая кислота (г)	10	10	10	10	10	10
Холцил-хлорид (г)	500	400	400	400	400	400
Никотиновая кислота (г)	20	20	20	20	20	20
Пиридоксин (г)	5	—	—	—	—	—
Витамин В <sub>12</sub> (мг)	50	25	50	25	50	50
Зоален (г)	—	—	125*	—	125	125
Террампицин (г)	—	—	10	—	10	10

\* До 60-дневного возраста.

Таблица 12

Рецепт полнорационного комбикорма для кур-песушек (Украинский научно-исследовательский институт птицеводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Кукуруза	52	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Отруби пшеничные	5		кормовых единиц (г) 108
Ячмень	5		обменной энергии (ккал) 278
Просо	6		сырого протеина (г) 17
Жмых подсолнечниковый	7		энерго-протеиновое отношение
Дрожжи кормовые	5		(ккал/г) 163
Рыбная мука	4,5		сырого жира (%) 4,0
Мясо-костная мука	3		сырой клетчатки (%) 4,36
Травяная мука	4		кальция (%) 3,2
Костная мука	3,5		фосфора (%) 1,27
Ракушка	4		натрия (%) 0,48
Рыбий жир	0,5		лизина (мг) 809
Соль	0,5		метионина (мг) 341
			цистина (мг) 207
			триптофана (мг) 184
Итого	100		

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. МЕ)	15	холли-хлорида (г)	1000
витамина D <sub>3</sub> (млн. МЕ)	1	метнопина (г)	520
витамина Е (г)	4	железа сернокислого (г)	100
витамина В <sub>2</sub> (г)	4	марганца сернокислого (г)	100
витамина В <sub>12</sub> кормового (мг)	50	цинка сернокислого (г)	10
пантотеновой кислоты (г)	10	меди сернокислой (г)	10
никотиновой кислоты (РР) (г)	15	кобальта углекислого (г)	5
		калия йодистого (г)	1,5

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

Таблица 19

Рецепт полнорационного комбикорма для кур-несушек  
(ВНИТИП, рецепт № 3)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Ячмень	30	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Пшеница	30		кормовых единиц (г) 110,8
Просо	8		обменной энергии (ккал) 277
Шрот подсолнечниковый	5		сырого протеина (г) 16,1
Рыбная мука (59%-ная)	6		энерго-протеиновое от- ношение (ккал/г)
Обрат сухой	2		сырого жира (%) 6,2
Дрожжи гидролизные	3		сырой клетчатки (%) 5,26
Травяная мука	5		кальция (%) 3,03
Ракушка, мел	5,2		фосфора (%) 0,97
Костная мука	1,5		натрия (%) 0,39
Соль	0,3		лизина (мг) 801
Жир технический	4,0		метнопина (мг) 320
			цистина (мг) 225
			триптофана (мг) 212
Итого	100		

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. МЕ)	15	метнопина (г)	63
витамина D <sub>3</sub> (млн. МЕ)	2	марганца сернокислого (г)	250
витамина Е (г)	5	магния сернокислого (г)	240
витамина В <sub>1</sub> (г)	2	железа сернокислого (г)	100
витамина В <sub>2</sub> (г)	4	меди сернокислой (г)	10
витамина В <sub>3</sub> (г)	10	цинка сернокислого (г)	64
холли-хлорида (г)	1000	кобальта хлористого (г)	10
витамина В <sub>6</sub> (г)	20	калия йодистого (г)	5
витамина В <sub>12</sub> (мг)	12		

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

При использовании комбикорма (табл. 12) курам породы белый леггорн получена яйценоскость за 11 месяцев 195 яиц. Затраты корма на 10 яиц составили 2,23 кг.

Этот рецепт комбикорма (табл. 13) обеспечивает яйценоскость кур породы леггорн 220 яиц. Затрата корма на 10 яиц составляет 1,8—1,9 кг.

Таблица 14

Рецепт полнорационного комбикорма для кур мясных линий  
(Всесоюзный научно-исследовательский институт животноводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Кукуруза	30	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Пшеница	20		кормовых единиц (г) 108
Ячмень	15		обменной энергии (ккал) 269
Просо	5		энерго-протеиновое
Жмых подсолнечниковый	8		отношение (ккал/г)
Рыбная мука	4		сырого протеина (г) 17
Мясо-костная мука	2		сырого жира (%) 3,5
Обрат сухой	1		сырой клетчатки (%) 5,1
Дрожжи гидролизные	4		кальция (%) 3,3
Травяная мука	3		фосфора (%) 0,93
Костная мука	1,5		натрия (%) 0,47
Ракушка	6		лизина (мг) 785
Соль	0,5		метионина (мг) 339
			цистина (мг) 222
			триптофана (мг) 203
<b>Итого</b>	<b>100</b>		

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. ИЕ)	15	метионина (г)	500
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	2	железа сернокислого (г)	100
витамина Е (г)	5	марганца сернокислого (г)	250
витамина В <sub>1</sub> (г)	2		
витамина В <sub>2</sub> (г)	4	цинка сернокислого (г)	60
витамина В <sub>12</sub> (мг)	12	меди сернокислой (г)	10
никотиновой кислоты (г)	15	кобальта хлористого (г)	8
пантотеновой кислоты (г)	10	калия йодистого (г)	3
		жира технического (г)	30

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

При испытании указанного комбикорма на курах породы белый плимутрок за 7 месяцев получено по 122 яйца на каждую несушку, выводимость молодняка 82%. Затраты кормов на 10 яиц составили 2,47 кг.

Таблица 15

Рецепт полнорационного комбикорма для бройлеров в возрасте 1—30 дней (Украинский научно-исследовательский институт птицеводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Кукуруза	50	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Ячмень	9		обменной энергии (ккал) 279,9
Дрожжи гидролизные	6		сырого протеина (г) 21,5
Жмых подсолнечниковый	12		энерго-протеиновое отно- 138
Рыбная мука	8		шение (ккал/г)
Мясо-костная мука	5		сырого протеина (%) 4,07
Травяная мука	2		сырой клетчатки (%) 4,13
Сухое обезжиренное мо- локо	3		кормовых единиц (г) 114,2
Просо	5		кальция (%) 1,3
			фосфора (%) 1,1
			натрия (%) 0,57
Итого	100		лизина (мг) 1311
			метионина (мг) 490
			цистина (мг) 280
		триптофана (мг) 240	
		аргинина (мг) 1379,4	
		гистидина (мг) 466,7	
		лейцина (мг) 1675,1	
		изолейцина (мг) 1073	
		фенилаланина (мг) 975,4	
		треонина (мг) 880,2	
		валина (мг) 1280,0	

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (стабилизированного) (млн. ИЕ)	15	пантотеновой кислоты (г)	10
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	1	никотиновой кислоты (г)	15
витамина Е (г)	25	марганца сернистого (г)	200
витамина В <sub>2</sub> (г)	4	(г)	
витамина В <sub>12</sub> (мг)	12	цинка сернистого (г)	110

\* Норма стабилизированного витамина А снижается на 1/3.

При испытании указанного комбикорма на бройлерах пород корниш белый и плимутрок белый живой вес цыплят к 30-дневному возрасту равнялся 385 г, затраты комбикорма на 1 кг привеса — 2,58 кг.

Таблица 16

Рецепт полнорационного комбикорма для бройлеров в возрасте 31—70 дней (Латвийский НИИЖив)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Ячмень	5,5	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Пшеница	20,0		
Кукуруза	45,0		кормовых единиц (г) 125
Прот подсолнечниковый	5,0		обменной энергии (ккал) 312
Жмых арахисовый	10,0		сырого протеина (г) 18,59
Дрожжи кормовые	3,0		энерго-протеиновое 168
Травяная мука	1,6		отношение (ккал/г)
Рыбная мука	5,0		сырого жира (%) 3,79
Технический жир	2,0		сырой клетчатки (%) 3,76
Мел	1,0		кальция (%) 1,01
Костная мука	0,5		фосфора (%) 0,79
Лизин кормовой (16%)	1,2		натрия (%) 0,23
Метioniн	0,2		лизина (мг) 1004
			метионина (мг) 534
			цистина (мг) 247
<b>Итого</b>	<b>100</b>		

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. ИЕ)	10	железа сернистого (г)	100
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	1	марганца сернистого (г)	100
витамина B <sub>2</sub> (г)	3	цинка сернистого (г)	10
холил-хлорида (г)	1000	меди сернистой (г)	10
биовита (г)	60	кобальта углекислого (г)	8

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

При испытании этого комбикорма на бройлерах породы белый плимутрок получен живой вес их в 63-дневном возрасте 1700 г при сохранении молодняка 86%. Затраты корма на 1 кг привеса 2,74 кг.

При испытании комбикорма (табл. 17) на помесных бройлерах к 63-дневному возрасту получен живой вес 1600 г. Затраты корма на 1 кг привеса составили 2,18 кг.

Таблица 17

Рецепт полнорационного комбикорма для бройлеров в возрасте 31—70 дней (ВНИТИП)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Гипеница	45	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Ячмень	19,8		кормовых единиц (г) 125
Шрот соевый	14		обменной энергии (ккал) 312
Шрот подсолнечниковый	6		сырого протеина (г) 19,5
Рыбная мука	5		энерго-протеиновое 159
Дрожжи гидролизные	3		отношение (ккал/г)
Мел	0,7		сырого жира (%) 7,8
Соль	0,5		сырой клетчатки (%) 4,28
Жир технический	6		кальция (%) 0,85
			фосфора (%) 0,8
			натрия (%) 0,5
Итого	100	лизина (мг) 1033	
		метионина (мг) 365	
		цистина (мг) 303	
		триптофана (мг) 263	

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. ИЕ)	15	витамина К (г)	2
витамина Д <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	2	антибиотика (тетрацик- лина) (г)	40
витамина Е (г)	10	метионина (г)	890
витамина В <sub>1</sub> (г)	2	железа сернистого (г)	100
витамина В <sub>2</sub> (г)	4	марганца сернистого (г)	250
витамина В <sub>12</sub> (мг)	12	цинка сернистого (г)	60
пантотеновой кислоты (г)	10	меди сернистой (г)	10
никотиновой кислоты (г)	20	кобальта углекислого (г)	8
фолиевой кислоты (г)	0,5	калия йодистого (г)	5

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

Таблица 18

Рецепт полнорационного комбикорма для индюшат в возрасте от 1 до 14 дней (Украинский научно-исследовательский институт птицеводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Кукуруза	25	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Ячмень	3		кормовых единиц (г) 112
Шпело	5		обменной энергии (ккал) 267
Горох	10		сырого протеина (г) 38,3
Жмых подсолнечниковый	20		энерго-протеиновое от- ношение (ккал/г)
Дрожжа кормовые	15		

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Обрат сухой	3	кальция (%)	1,7
Рыбная мука	7	фосфора (%)	1,4
Мясо-костная мука	7	натрия (%)	0,58
Морковная мука	3	сырого жира (%)	6,2
Костная мука	0,9	сырой клетчатки (%)	4,5
Животный технический жир	1,0	лизина (мг)	1540
Соль	0,1	метионина (мг)	580
		цистина (мг)	345
		триптофана (мг)	424
Итого	100,0		

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. ИЕ)	20	антибиотиков (г)	20
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	1,5	железа сернокислого (г)	100
витамина Е (г)	5	марганца сернокислого (г)	150
витамина В <sub>2</sub> (г)	4	(г)	
витамина В <sub>12</sub> (мг)	12	цинка сернокислого (г)	10
пантотеновой кислоты (г)	10	меди сернокислой (г)	10
никотиновой кислоты (г)	30	кобальта углекислого (г)	5
холин-хлорида (г)	600	кальция йодистого (г)	1,5

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

Таблица 10

Рецепт полнорационного комбикорма для индюшат в возрасте от 15 до 60 дней (Украинский научно-исследовательский институт птицеводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Кукуруза	26,3	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Ячмень	10	кормовых единиц (г)	111
Горох	10	обменной энергии (ккал)	279
Жмых подсолнечниковый	19	сырого протеина (г)	28
Дрожжи кормовые	12	энерго-протеиновое отношение (ккал/г)	99
Рыбная мука	7		
Мясо-костная мука	10,5	кальция (%)	1,9
Морковная мука	3	фосфора (%)	1,5
Костная мука	1,0	натрия (%)	0,66
Животный технический жир	1,0	сырого жира (%)	6,3
Соль	0,2	сырой клетчатки (%)	4,6
		лизина (мг)	1542
		метионина (мг)	571
Итого	100,0	цистина (мг)	349
		триптофана (мг)	317

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
<i>На 1 т комбикорма добавляют:</i>		
витамина А* (млн. МЕ)	15	антибиотиков (г) 20
витамина D <sub>3</sub> (млн. МЕ)	1,5	железа сернокислого (г) 100
витамина В <sub>2</sub> (мг)	4	марганца сернокислого (г) 150
витамина В <sub>12</sub> (мг)	12	цинка сернокислого (г) 10
пантотеновой кислоты (г)	10	меди сернокислой (г) 10
никотиновой кислоты (г)	20	кобальта углекислого (г) 5
хлорид-хлорида (г)	600	калия йодистого (г) 1,5

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

Таблица 20

Рецепт полнорационного комбикорма для индюшат в возрасте 61—120 дней (Украинский научно-исследовательский институт птицеводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Кукуруза	29,0	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Ячмень	7,0		обменной энергии (ккал) 260,0
Горох	15,0		сырого протеина (г) 24,0
Подсолнечниковый жмых	25,0		энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 108,0
Дрожжи гидролизные	13,5		кормовых единиц (г) 105
Травяная мука	5,0		кальция (%) 1,92
Костная мука	3,0		фосфора (%) 1,27
Обесфторенный фосфат	2,0		натрия (%) —
Соль	0,5		сырого жира (%) 2,54
<b>Итого</b>	<b>100</b>		сырой клетчатки (%) 5,92
		лизила (мг) 1178	
		метионина (мг) 471	
		цистина (мг) 295	
		триптофана (мг) 294	

*На 1 т комбикорма добавляют:*

витамина А* (нестабилизованного) (млн. МЕ)	8	цинка сернокислого (г) 10
витамина D <sub>3</sub> (млн. МЕ)	2	кобальта хлористого (г) 5
марганца сернокислого (г)	50	калия йодистого (г) 1,5

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

При испытании указанного комбикорма живой вес индюшат к 120-дневному возрасту составил 4,28 кг, а затраты комбикормов на 1 кг привеса — 3,81 кг.

Таблица 21

Рецепт полнорационного комбикорма для индюшат в возрасте 121—150 дней

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Кукуруза	48,7	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i> обменной энергии (ккал) 305,1 сырого протеина (г) 17,0 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) кормовых единиц (г) 116,7 кальция (%) 0,6 фосфора (%) 0,497 натрия (%) — сырого жира (%) 2,93 сырой клетчатки (%) 4,66 лизина (мг) 593 метионина (мг) 271 цистина (мг) 186 триптофана (мг) 168
Ячмень	32,0	
Горох	4,5	
Жмых подсолнечниковый	7,5	
Дрожжи гидролизные	4,0	
Травяная мука	1,5	
Костная мука	1,0	
Обесфторенный фосфат	0,6	
Соль	0,2	
<b>Итого</b>	<b>100</b>	

На 1 тону комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. ИЕ)	8	марганца сернистого	50
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	2	(г)	
витамина B <sub>12</sub> (мг)	12	цинка сернистого (г)	10
антибиотик — биомицин (г)	20	кобальта хлористого (г)	5

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

При испытании указанного комбикорма получен живой вес индюшат к 150-дневному возрасту 5,42 кг. Затраты комбикорма на 1 кг привеса 4,66 кг.

Таблица 22

Рецепт комбикорма-концентрата для уток-несушек  
(Литовский НИИЖ)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Кукуруза	38	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> кормовых единиц 110,9 обменной энергии (ккал) 277,1 сырого протеина (г) 18,5 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 149 сырого жира (%) 3,4 сырой клетчатки (%) 5,8 кальция (%) 2,35 фосфора (%) 0,90 натрия (%) 0,52 каротина (мг) 22
Ячмень	24,5	
Жмых подсолнечниковый	12	
Рыбная мука	5	
Дрожжи кормовые	5	
Травяная мука	10	
Мел	3	
Обесфторенный фосфат	2,0	
Поваренная соль	0,5	
Микроэлементы*		
<b>Итого</b>	<b>100</b>	

\* По нормам для комбикормовой промышленности.

При проверке указанного рецепта утки за первый цикл яйцекладки (6 месяцев) съели по 139 яиц, выводимость составила 86%.

Таблица 23

Рецепт полнорационного комбикорма для утят в возрасте 1—20 дней (ВНИИТИП)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Кукуруза	30,0	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i> кормовых единиц (г) 106,0 обменной энергии (ккал) 251,8 сырого протеина (г) 19,96 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 131,0 клетчатки (%) 5,55 жира (%) 3,94 кальция (%) 1,92 фосфора (%) 1,21 натрия (%) 0,574 лизина (мг) 9,5 метионина (мг) 3,6 цистина (мг) 2,6 триптофана (мг) 2,8
Ячмень	20,0	
Овес	5	
Просо	2,1	
Отруби	10	
Жмых подсолнечниковый	6	
Шрот соевый	4,5	
Рыбная мука	7,2	
Дрожжи гидролизные	2,7	
Травяная мука	3,3	
Костная мука	4,5	
Ракушка, мел	1,5	
Соль	0,5	
Мясо-костная мука	2,7	
Итого	100	

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. ИЕ)	10	метионина (г)	500
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	0,40	железа сернокислого (г)	100
витамина В <sub>2</sub> (г)	3,0	марганца сернокислого (г)	100
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,012	меди сернокислой (г)	10
витамина РР (г)	20	цинка сернокислого (г)	10
пантотеновой кислоты (г)	10	кобальта хлористого (г)	8
холин-хлорида (г)	1000	калия йодистого (г)	3,5

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

При выращивании утят на мясо этот рацион обеспечивает получение веса утят к 45-дневному возрасту 2 кг, к 50-дневному — 2,5 кг.

Таблица 24

Рецепт полнорационного комбикорма для мясных гусей  
(без использования зелени) в возрасте 1—30 дней (УНИИП)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Кукуруза	48	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Ячмень	15		
Горох	8		кормовых единиц (г) 111
Жмых подсолнечниковый	8		обменной энергии (ккал) 289
Люцерновая мука	3		сырого протеина (г) 20,6
Рыбная мука	8,5		энерго-протеиновое
Мясо-костная мука	5		отношение (ккал/г) 140
Дрожжи кормовые	3		кальция (%) 1,45
Костяная мука	1		фосфора (%) 1,2
Мел	—		натрия (%) 0,6
Соль поваренная	0,5		сырого жира (%) 4,14
		сырой клетчатки (%) 4,09	
		лизина (мг) 1109	
		метионина (мг) 424	
Итого	100	цистина (мг) 273	
		триптофана (мг) 214	

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. ИЕ)	15	железа сернокислого (г)	100
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	0,4	марганца сернокислого (г)	100
витамина В <sub>2</sub> (г)	4	цинка сернокислого (г)	10
витамина В <sub>12</sub> (мг)	50	меди сернокислой (г)	10
никотиновой кислоты (г)	30	кобальта углекислого (г)	8
холин-хлорида (г)	1000	кальция йодистого (г)	3

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

При испытании указанного комбикорма на гусятах породы крупная серая в 70-дневном возрасте был получен живой вес 3,93 кг при сохранении поголовья 100%, затрата корма на 1 кг привеса 3,18 кг.

Рецепт полнорационного комбикорма для мясных гусей  
(без использования зелени) в возрасте 32—75 дней  
(УИНИЦ)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Кукуруза	53	<i>В 100 г комбикорма содержится:</i>	
Ячмень	16		кормовых единиц (г) 113
Горох	8		обменной энергии (кал) 285
Жмых подсолнечниковый	4		сырого протеина (г) 16,6
Люцерновая мука	5		энерго-протеиновое
Рыбная мука	3,5		отношение (ккал/г)
Мясо-костная мука	5		кальция (%) 1,7
Дрожжи кормовые	2		фосфора (%) 0,87
Костная мука	1		натрия (%) 0,47
Мел	2		сырого жира (%) 3,9
Соль	0,5		сырой клетчатки (%) 4,18
			лизина (мг) 806
			метионина (мг) 309
			цистина (мг) 203
		триптофана (мг) 166	
Итого	100		

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А* (млн. ИЕ)	15	железа сернокислого (г)	100
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	0,4	марганца сернокислого (г)	100
витамина В <sub>2</sub> (г)	4	цинка сернокислого (г)	10
витамина В <sub>12</sub> (мг)	—	меди сернокислой (г)	10
никотиновой кислоты (г)	30	кобальта углекислого (г)	8
холин-хлорида (г)	1000	калия йодистого (г)	3

\* Норму стабилизированного витамина А снижают на 1/3.

При испытании указанного комбикорма на гусятах породы крупная серая в 70-дневном возрасте был получен живой вес 3,92 кг при сохранении поголовья 100%. Затраты корма на 1 кг привеса 3,18 кг.

## Рецепты комбикормов для свиней

Таблица 26

**Ориентировочные нормы обменной энергии и питательных веществ полнорационных комбикормов для свиней (в 1 кг)**

Показатели	Поросята от 2 до 4 месяцев	Свиньи от 4 до 8 месяцев	Свиньи от 4 до 7 месяцев на откорме	Свиньи от 4 до 6 месяцев на беконном откорме	Матки су-поросные
Обменная энергия (ккал)	2500—2900	2400—2800	2300—2700	2300—2700	2300—2700
Сырой протеин (г)	170—190	150—180	150—170	160—180	160—180
Обменная энергия на 1 г сырого протеина	14,7—15,3	16,0—15,6	15,3—15,9	14,4—15,0	14,4—15,0
Жир	20—40	20—40	20—40	15—30	20—40
Клетчатка	30—50	30—50	30—50	30—50	50—70
Кальций	12—15	11—13	9—12	9—12	9—12
Фосфор	8—10	7—9	6—8	6—8	6—18
Лизин	7,1—8,6	5,7—7,2	5,7—6,8	6,4—7,7	6,9—8,1
Метионин + цистин	4,4—5,7	3,9—5,4	3,9—5,1	4,0—5,4	4,5—5,4
Триптофан	1,7—2,3	1,5—2,2	1,5—2,0	1,6—2,2	1,6—2,2

Таблица 27

**Нормы вкючения отдельных ингредиентов в комбикорма для свиней**

Показатели	Поросята от 2 до 4 месяцев	Поросята от 4 до 8 месяцев	Свиньи от 4 до 7 месяцев на мясном откорме	Свиньи от 4 до 6 месяцев на беконном откорме	Матки су-поросные
Зерно злаковых	36—60	35—50	35—55	35—55	30—50
Зерно бобовых	0—15	0—20	0—20	0—20	0—10
Отходы мельничные (отруби, мука)	5—10	5—20	5—15	5—10	10—25
Жмыхи и шроты	0—10	0—20	0—10	0—10	5—20
Дрожжи	0—5	0—50	0—5	0—5	0—50
Корма животного происхождения	3—10	2—10	2—5	3—8	1—5
Травяная мука	1—5	1—5	1—5	1—5	1—7
Мел	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Соль	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Итого</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Таблица 28

Рецепты полнорационных комбикормов (в %) для поросят от двух- до четырехмесячного возраста

	Англия	США	СССР (по дан- ным ВНИЖ)
<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>			
сырого протеина	16—17	16	20
минимум жира	2—4	3,8	3,0
максимум клетчатки	3—5,5	4,5	5,0
кальция	0,8—1,1	0,59	1,4
фосфора	0,6—0,7	0,59	1,0
лизина	0,8—0,85	—	0,9
метионина + цистина	0,5—0,6	—	0,56
железа	100	—	50
йода	5	—	1
меди	125	—	7
цинка	75	—	13

Таблица 29

Рецепт комбикорма-концентрата для хриков-производителей (ВНИЖ)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика															
Кукуруза	22,2	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>															
Ячмень	15		органического вещества 821														
Горох	15			энергетических кормовых единиц 0,99													
Травяная мука	10				кормовых единиц 1,08												
Отруби пшеничные	7					энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 11,1											
Жмых льняной	6						сырого протеина (г) 222										
Жмых подсолнечниковый	12							сырой клетчатки (г) 73									
Дрожжи кормовые	10								сырого жира (г) 42								
Костная мука	1									переваримого протеина (г) 184							
Трикальцийфосфат или кормовой фосфат	0,4										кальция (г) 10,2						
Мел	1											фосфора (г) 7,9					
Соль	0,4												лизина (г) 7,4				
														триптофана (г) 2,3			
															метионина (г) 3,0		
																цистина (г) 2,1	
Итого	100																

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	6	цинка сернистого (г)	13
витамина D <sub>3</sub> (млн. ИЕ)	4	кобальта сернистого (г)	4
железа сернистого (г)	25	калии йодистого (г)	1
меди сернистой (г)	10		

При использовании этого комбикорма у хряков отмечалась повышенная половая активность, количество спермиев в эякуляте увеличивалось, оплодотворяемость маток составила 90%.

Таблица 30

Рецепт полнорационного комбикорма для поросят-отъемышей, составленный на основе линейного программирования на максимум обменной энергии и сырого протеина и на минимум стоимости. Стоимость 1 кг комбикорма 10,3 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Ячмень	1,1	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>	
Кукуруза	10,1		обменной энергии (ккал) 2900
Пшеница	48,8		сырого протеина (г) 190
Пшеничная мука	10,0		энерго-протеиновое
Горох	6,0		отношение (ккал/г) 15,3
Жмых подсолнечниковый	3,7		сырого жира (г) 34,2
Жмых соевый	6,3		сырой клетчатки (г) 43,3
Мясо-костная мука	7,5		кальция (г) 17,3
Травяная мука	5,0		фосфора (г) 9,8
Мел	1,5		лизина (г) 7,8
			метионина + цистина (г) 5,4
			триптофана (г) 2,2
<b>Итого</b>	<b>100</b>		

Таблица 31

Рецепт полнорационного комбикорма для поросят-отъемышей, составленный на основе линейного программирования на минимум обменной энергии, сырого протеина и стоимости. Стоимость 1 кг смеси 8,7 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Ячмень	45	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>	
Овес	15		обменной энергии (ккал) 2589
Пшеничные отруби	0,8		сырого протеина (г) 170
Ржаные отруби	9,2		энерго-протеиновое
Горох	7,1		отношение (ккал/г) 17,3
Шрот соевый	10		сырой клетчатки (г) 72,3
Травяная мука	5,0		сырого жира (г) 30,37
Мясо-костная мука	5,8		кальция (г) 17,4
Костная мука	0,6		фосфора 9,9
Мел	1,5		лизина (г) 8,8
			метионина + цистина (г) 5,0
			триптофана (г) 2,0
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>		

Таблица 32

Рецепт полнорацонного комбикорма для поросят-отъемышей,  
рассчитанный на электронно-вычислительной машине.  
Стоимость 1 кг сырья 7,76 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Ячмень	26,6	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>	
Пшеница	26,0		обменной энергии (ккал) 2762
Шрот соевый	12,4		кормовых единиц 1,05
Жмых подсолнечниковый	2,4		сырого протеина (г) 180
Кукуруза	7,2		сырого жира (г) 25,6
Отруби	20,0		сырой клетчатки (г) 50
Травяная мука	0,5		кальция (г) 10
Рыбная мука	0,5		фосфора (г) 7
Мясо-костная мука	1,6		лизина (г) 8,1
Дрожжи	0,5		метопонина + цистина (г) 7,2
Мел	1,4		триптофана (г) 2,35
Костная мука	0,2		витамина А (тыс. ИЕ) 2,05
Соль	0,5		витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 1,05
Витаминно-минеральная добавка	0,2		витамина В <sub>1</sub> (мг) 3,2
			никотиновой кислоты (мг) 73,2
			холина (г) 1,3
			витамина В <sub>12</sub> (мг) 0,015
		железа (мг) 105	
		меди (мг) 11	
		цинка (мг) 65	
		кобальта (мг) 2,5	
		йода (мг) 0,2	
Итого	100		

На 1 т комбикорма добавляют:

сухого порошкообразного концентрата витамина А (г)	333 или 2 млн. ИЕ
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	52,5 или 1 млн. 50 тыс. ИЕ
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,01
холина (г)	232
меди сернокислой (г)	11,4
цинка сернокислого (г)	99,4
кобальта углекислого (г)	4,9
калия йодистого (г)	0,18

Таблица 33

Рецепт полнорационного комбикорма для поросят-отъемышей, рассчитанный на электронно-вычислительной машине.  
Стоимость 1 кг сырья 7,9 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Ячмень	25,7	<i>В 1 кг содержится:</i>
Кукуруза	11,9	обменной энергии (ккал) 2763
Пшеница	21,7	кормовых единиц 1,06
Отруби	20,0	сырого протеина (г) 180
Шрот соевый	12,0	сырого жира (г) 27,4
Жмых подсолнечниковый	2,7	сырой клетчатки (г) 50
Дрожжи	1,0	кальция (г) 10
Рыбная мука	0,7	фосфора (г) 7
Травяная мука	0,5	лизина (г) 7,4
Мясо-костная мука	1,7	метионина + цистина (г) 7,3
Мел	1,3	триптофана (г) 2,34
Костная мука	0,2	витамина А (тыс. ИЕ) 2,05
Соль	0,5	витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 1,05
Витаминно-минеральная добавка	0,1	витамина В <sub>1</sub> (мг) 3,2
		никотиновой кислоты (мг) 73
		витамина В <sub>12</sub> (мг) 0,015
		холлина (г) 1,3
		железа (мг) 105
		меди (мг) 11
		цинка (мг) 65
		кобальта (мг) 2,55
		йода (мг) 0,22
Итого	100	

На 1 т комбикорма добавляют:

сухого порошкообразного концентрата витамина А (г)	333 или 2 млн. ИЕ
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ	52,5 или 1 млн. 50 тыс. ИЕ
холлина (г)	255
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,01
меди сернистой (г)	12,4
цинка сернистого (г)	101,4
кобальта углекислого (г)	5,0
калия йодистого (г)	0,2

Рецепт полнорационного комбикорма для порослят-отъемышей,  
рассчитанный на электронно-вычислительной машине.  
Стоимость 1 кг сырья 7,9 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Ячмень	25,0	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>	
Пшеница	20,4		обменной энергии (ккал) 2764
Кукуруза	13,6		кормовых единиц 1,06
Отруби	20,0		сырого протеина (г) 180
Шрот соевый	12,2		сырого жира (г) 28
Жмых подсолнечниковый	2,8		сырой клетчатки (г) 50
Дрожжи	1,0		кальция (г) 10
Рыбная мука	0,6		фосфора (г) 7
Мясо-костная мука	1,8		лизина (г) 7,4
Травяная мука	0,5		метионина + цистина (г) 7,25
Мел	1,3		триптофана (г) 2,33
Костная мука	0,2		витамина А (тыс. ИЕ) 2,05
Соль	0,5		витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 1,05
Витаминно-минеральная добавка	0,1		холина (г) 1,3
			витамина B <sub>12</sub> (мг) 0,015
			никотиновой кислоты (г) 73
			железа (мг) 105
Итого	100	меди (мг) 11	
		цинка (мг) 65	
		кобальта (мг) 2,55	
		йода (мг) 0,22	

На 1 т комбикорма добавляют:

сухого порошкообразного концентрата витамина А (г)	333 или 2 млн. ИЕ
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	5,25
холина (г)	263
витамина B <sub>12</sub> (г)	0,01
меди сернистой (г)	11,9
цинка сернистого	102,4
кобальта углекислого	5,0
калия йодистого (г)	0,2

Таблица 37

Рецепт полнорационного комбикорма для супоросных маток, составленный на основе линейного программирования с ограничениями на минимум обменной энергии, сырого протеина и стоимости.  
Стоимость 1 кг комбикорма 7,5 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Овес	45,0	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> обменной энергии (ккал) 2391 сырого протеина (г) 160 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 14,9 сырого жира (г) 38,1 сырой клетчатки (г) 96,9 кальция (г) 28,0 фосфора (г) 14,4 лизина (г) 7,6 метионина + цистина (г) 4,7 триптофана (г) 2,1
Отруби пшеничные	18,0	
Горох	6,0	
Жмых соевый	9,7	
Жмых льняной	6,3	
Травяная мука	7,0	
Костная мука	6,5	
Мел	1,5	
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	

Таблица 38

Рецепт полнорационного комбикорма для супоросных маток, составленный на основе линейного программирования с ограничениями на максимум обменной энергии, сырого протеина и минимум стоимости.  
Стоимость 1 кг комбикорма 5,9 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Ячмень	50,0	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> обменной энергии (ккал) 2700 сырого протеина (г) 180 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 15,0 сырого жира (г) 30,0 сырой клетчатки (г) 68,3 кальция (г) 10,0 фосфора (г) 7,1 лизина (г) 7,8 метионина + цистина (г) 6,0 триптофана (г) 2,4
Отруби пшеничные	16,5	
Отруби ржаные	8,5	
Травяная мука	1,4	
Жмых подсолнечниковый	13,0	
Шрот соевый	7,0	
Мясо-костная мука	0,1	
Костная мука	0,8	
Горох	1,3	
Мел	1,4	
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	

Рецепт полнорационного комбикорма для мясного откорма свиней  
(Московский технологический институт мясной  
и молочной промышленности)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Кукуруза и ячмень	74,5	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> кормовых единиц (кг) 1,13 обменной энергии (ккал) 1580 сырого протеина (г) 135 переваримого протеина (г) 105 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 24,5 клетчатки (г) 44,0 кальция (г) 7,2 фосфора (г) 5,6 лизина (г) 6,36 метионина + цистина (г) 3,96 триптофана (г) 1,48
Пшеничные отруби	14,0	
Мясо-костная (рыбная) мука	2,0	
Дрожжи кормовые	2,5	
Шрот подсолнечниковый или соевый	3,0	
Горох	2,5	
Мел	1,0	
Соль	0,5	
Итого	100,0	

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	1,0
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	0,2
кормового биомидина (г)	10,0
железа сернокислого (г)	100,0
цинка сернокислого (г)	100,0
меди сернокислой (г)	15
марганца сернокислого (г)	15
кобальта хлористого (г)	5
калия йодистого (г)	2

Рекомендуется использовать комбикорм при откорме свиней с живым весом 45—75 кг. При откорме получен среднесуточный привес 739 г. Затраты корма на 1 кг прироста составили 4,17 кормовой единицы, себестоимость 1 ц прироста 55 руб. 17 коп.

Рецепт полнорационного комбикорма для мясного откорма свиней в возрасте 4—7 месяцев, рассчитанный на электронно-вычислительной машине. Стоимость 1 кг сырья 8,74 копейки

Ингредиенты	%	Качественные характеристики	
Ячмень	40,0	<i>В 1 кг содержится:</i> обменной энергии (ккал) 2973 кормовых единиц 1,12 сырого протеина (г) 160,0 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 18,6 сырого жира (г) 35,4 сырой клетчатки (г) 55,0 кальция (г) 8,0 фосфора (г) 5,0 лизина (г) 6,7 метионина + цистина (г) 5,6 триптофана (г) 2,0 витамина А (тыс. ИЕ) 1,8 витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 0,9 витамина B <sub>12</sub> (мг) 0,015 холина (мг) 1,1 железа (мг) 105 меди (мг) 11 цинка (мг) 65 кобальта (мг) 2,5 йода (мг) 0,22	
Кукуруза	23,0		
Горох	10,4		
Отруби	5,0		
Жмых подсолнечниковый	6,5		
Жмых льняной	8,5		
Травяная мука	1,1		
Рыбная мука	0,5		
Мясо-костная мука	1,5		
Дрожжи	0,5		
Мел	1,2		
Соль	0,5		
Костная мука	0,2		
Витаминно-минеральная добавка	0,1		
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>		

На 1 т комбикорма добавляют:

сухого порошкообразного концентрата витамина А (г)	300 или 1,8 млн. ИЕ	меди сернокислой (г)	13,4
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	45 или 0,9 млн. ИЕ	цинка сернокислого (г)	133
витамина B <sub>12</sub> (г)	0,01	кобальта углекислого (г)	5,0
холина (г)	295	калия йодистого (г)	0,2
железа сернокислого (г)	256		

Рецепт полнорационного комбикорма для мясного откорма свиней в возрасте 4—7 месяцев, рассчитанный на электронно-вычислительной машине. Стоимость 1 кг сырья 7,82 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Ячмень	40,0	<i>В 1 кг содержится:</i>
Кукуруза	25,0	обменной энергии (ккал) 2906
Горох	8,2	кормовых единиц 1,11
Отруби	8,0	сырого протеина (г) 160,0
Жмых подсолнечниковый	11,0	сырого жира (г) 33,9
Травяная мука	1,0	сырой клетчатки (г) 55,0
Шрот льняной	3,1	кальция (г) 8,5
Рыбная мука	0,8	фосфора (г) 5,0
Дрожжи	0,5	лизина (г) 6,6
Мел	1,7	метионина + цистина (г) 6,1
Костная мука	0,1	триптофана (г) 2,0
Соль	0,5	витамина А (тыс. ИЕ) 1,8
Витаминно-минеральная добавка	0,1	витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 0,85
		витамина B <sub>12</sub> (мг) 0,015
		холина (г) 1,1
<b>Итого</b>	<b>100</b>	железа (мг) 105
		меди (мг) 11,0
		цинка (мг) 6,5
		кобальта (мг) 2,5
		йода (мг) 0,22

На 1 т комбикорма добавляют:

сухого порошкообразно-го концентрата витамина А (г)	300 или 1,8 млн. ИЕ	железа сернокислого (г)	250
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	42,5 или 0,85 млн. ИЕ	меди сернокислой (г)	13,9
витамина B <sub>12</sub> (г)	0,1	цинка сернокислого (г)	135,4
холина (г)	359	кобальта углекислого (г)	5,0
		калия йодистого (г)	0,1

Таблица 44

Рецепт полнорационного комбикорма для мясного откорма свиней в возрасте 4—7 месяцев, рассчитанный на электронно-вычислительной машине. Стоимость 1 кг сырья 7,87 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Ячмень	40,6	<i>В 1 кг содержится:</i> обменной энергии (ккал) 2905 кормовых единиц 1,11 сырого протеина (г) 160,0 сырого жира (г) 33,7 сырой клетчатки (г) 55,0 кальция (г) 8,5 фосфора (г) 5,0 лизина (г) 6,6 метионина + цистина (г) 6,1 триптофана (г) 2,0 витамина А (тыс. ИЕ) 1,8 витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 0,85 витамина B <sub>12</sub> (мг) 0,015 холина (г) 1,1 железа (мг) 105,0 меди (мг) 11,0 цинка (мг) 65,0 кобальта (мг) 2,5 йода (мг) 0,22
Кукуруза	25,0	
Горох	7,3	
Отруби	8,0	
Жмых подсолнечниковый	10,7	
Травяная мука	1,0	
Шрот льняной	3,5	
Рыбная мука	1,0	
Дрожжи	0,5	
Мел	1,7	
Костная мука	0,1	
Соль	0,5	
Витаминно-минеральная добавка	0,1	
<b>Итого</b>	<b>100</b>	

На 1 т комбикорма добавляют:

сухого порошкообразного концентрата	300 или 1,8 млн. ИЕ	кобальта углекислого (г)	5,0
витамина А (г)		калия йодистого (г)	0,1
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	42,5 или 0,85 млн. ИЕ		
витамина B <sub>12</sub> (г)	0,01		
холина (г)	358		
железа сернокислого (г)	244		
меди сернокислой (г)	14,0		
цинка сернокислого (г)	136		

Таблица 45

Рецепт комбикорма для мясного откорма свиней в возрасте 4—7 месяцев, рассчитанный на электронно-вычислительной машине.  
Стоимость 1 кг сырья 7,98 копеек

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Ячмень	41,2	<i>В 1 кг содержится:</i>	
Кукуруза	25,0		
Горох	6,0		обменной энергии (ккал) 2896
Отруби	8,0		кормовых единиц 1,10
Жмых подсолнечниковый	9,5		сырого протеина (г) 260,0
Травяная мука	1,0		сырого жира (г) 33,3
Шрот льняной	5,0		сырой клетчатки (г) 55,0
Рыбная мука	1,0		кальция (г) 8,5
Дрожжи	1,0		фосфора (г) 5,0
Мел	1,6		лизина (г) 6,6
Костная мука	0,1		метионина + цистина (г) 6,1
Соль	0,5		триптофана (г) 2,0
Витаминно-минеральная добавка	0,1		витамина А (тыс. ИЕ) 1,8
			витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 0,85
			витамина B <sub>12</sub> (мг) 0,015
		холина (г) 1,1	
		железа (мг) 105,0	
		меди (мг) 11,0	
		цинка (мг) 65,0	
		кобальта (мг) 2,5	
		калия йодистого (мг) 0,2	
Итого	100		

*На 1 т комбикорма добавляют:*

сухого порошкообразного концентрата витамина А (г)	300 или 1,8 млн. ИЕ
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	42,5 или 0,85 млн. ИЕ
витамина B <sub>12</sub> (г)	0,01
холина (г)	340
железа сернокислого (г)	238
меди сернокислой (г)	14,2
цинка сернокислого (г)	137
кобальта углекислого (г)	5,0
калия йодистого (г)	0,1

Таблица 46

Рецепт полнорационного комбикорма для мясного откорма свиней в возрасте 4—7 месяцев, рассчитанный на электронно-вычислительной машине. Стоимость 1 кг сырья 8,09 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
		<i>В 1 кг содержится:</i>
Ячмень	44,4	обменной энергии (ккал) 2823
Кукуруза	23,3	кормовых единиц 1,11
Горох	7,5	сырого протеина (г) 160
Отруби	5,0	сырого жира (г) 33,1
Жмых подсолнечниковый	10,8	сырой клетчатки (г) 55
Шрот льняной	4,2	кальция (г) 8,5
Травяная мука	1,0	фосфора (г) 5,0
Рыбная мука	0,8	лизина (г) 6,6
Мясо-костная мука	0,1	метионина + цистина (г) 5,8
Дрожжи	0,5	триптофана (г) 2,0
Мел	1,6	витамина А (тыс. ИЕ) 1,8
Костная мука	0,2	витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 0,85
Соль	0,5	холина (г) 1,1
Витаминно-минеральная добавка	0,1	железа (мг) 105
		меди (мг) 11
		кобальта (мг) 2,5
		цинка (мг) 65
		калия йодистого (мг) 0,22
Итого	100	

*На 1 т комбикорма добавляют:*

сухого порошкообразного витамина А (г)	300 или 1,8 млн. ИЕ
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	42,5 или 0,85 млн. ИЕ
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,01
холин-хлорида (г)	364
железа сернокислого (г)	252,3
меди сернокислой (г)	14,2
цинка сернокислого (г)	140,8
кобальта углекислого (г)	4,9
калия йодистого (г)	0,1

Таблица 47

Рецепт полнорационного комбикорма для мясного откорма свиней в возрасте 4—7 месяцев, рассчитанный на электронно-вычислительной машине. Стоимость 1 кг сырья 8,15 копейки

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Ячмень	33,0	<i>В 1 кг содержится:</i> обменной энергии (ккал) 2982 кормовых единиц 1,12 сырого протеина (г) 160,0 сырого жира (г) 35,0 сырой клетчатки (г) 55,0 кальция (г) 8,5 фосфора (г) 5,0 лизина (г) 6,6 метионина + цистина (г) 5,6 триптофана (г) 1,9 витамина А (тыс. ИЕ) 1,8 витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 0,85 витамина В <sub>12</sub> (мг) 0,015 холина (г) 1,1 железа (мг) 105 меди (мг) 11,0 цинка (мг) 65,0 кобальта (мг) 2,55 калия йодистого (мг) 0,22
Пшеница	2,0	
Кукуруза	25,0	
Горох	13,2	
Отруби	8,1	
Жмых льняной	14,1	
Травяная мука	1,0	
Рыбная мука	0,8	
Дрожжи	0,5	
Мел	1,6	
Костная мука	0,1	
Соль	0,5	
Витаминно-минеральная добавка	0,1	
Итого	100	

На 1 т комбикорма добавляют:

сухого порошкообразного концентрата витамина А (г)	300 или 1,8 млн. ИЕ
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	42,5 или 0,85 млн. ИЕ
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,01
холина (г)	162
железа сернокислого (г)	273
меди сернокислой (г)	13
цинка сернокислого (г)	126
кобальта углекислого (г)	5,0
калия йодистого (г)	0,22

Рецепт полирационного комбикорма для мясного откорма свиней в возрасте 4—7 месяцев, рассчитанного на электронно-вычислительной машине. Стоимость 1 кг сырья — 8,99 копейки.

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Ячмень	40,0	<i>В 1 кг содержится:</i> обменной энергии (ккал) 2995 кормовых единиц 1,13 сырого протеина (г) 160 сырого жира (г) 35,5 сырой клетчатки (г) 55,0 кальция (г) 8,0 фосфора (г) 5,0 лизина (г) 6,8 метионина + цистина (г) 5,6 триптофана (г) 1,9 витамина А (тыс. ИЕ) 1,8 витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 0,9 витамина B <sub>12</sub> (мг) 0,015 холина (г) 1,1 железа (мг) 105 меди (мг) 11 кобальта (мг) 2,5 цинка (мг) 65 йода (мг) 0,22
Кукуруза	25,0	
Горох	10,0	
Отруби	5,0	
Жмых подсолнечниковый	4,2	
Жмых льняной	10,0	
Травяная мука	1,1	
Рыбная мука	1,0	
Мясо-костная мука	1,3	
Дрожжи	0,5	
Мел	1,1	
Костная мука	0,2	
Соль	0,5	
Витаминно-минеральная добавка	0,1	
<b>Итого</b>	<b>100</b>	

На 1 т комбикорма добавляют:

сухого порошкообразного концентрата витамина А (г)	300 или 1,8 млн. ИЕ
облученных дрожжей с активностью 20 млн. ИЕ (г)	45 или 0,9 млн. ИЕ
витамина B <sub>12</sub> (г)	252
железа сернокислого (г)	249
меди сернокислой (г)	13,4
цинка сернокислого (г)	113
кобальта углекислого (г)	5,0
калия йодистого (г)	0,2

## Рецепты комбикормов для крупного рогатого скота

Таблица 51

Рецепт комбикорма — частичного заменителя цельного молока  
для племенных телят

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Дрожжи кормовые	35	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>
Кровяная мука	15	
Мука кукурузная	15	
Сухой обрат	10	
Фосфатиды кормовые полуобезжиренные	15	
Свиной жир	10	
<b>Итого</b>	<b>100</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 80%;"> <p>органического вещества (г) 857</p> <p>энергетических кормовых единиц 1,35</p> <p>энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 8,78</p> <p>кормовых единиц 1,50</p> <p>переваримого протеина (г) 362</p> <p>сырого протеина (г) 385,5</p> <p>сырого жира (г) 146</p> <p>сырой клетчатки (г) 24,0</p> <p>кальция (г) 8,0</p> <p>фосфора (г) 6,0</p> <p>витамина А (тыс. ИЕ) 51,2</p> <p>витамина D<sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 10</p> <p>витамина Е (мг) 80</p> <p>витамина С (мг) 70</p> <p>лизина (г) 26,8</p> <p>триптофана (г) 5,3</p> <p>метионина (г) 5,8</p> <p>цистина (г) 5,1</p> </div> <div style="width: 15%; text-align: right;"> <p>1,35</p> <p>8,78</p> <p>1,50</p> <p>362</p> <p>385,5</p> <p>146</p> <p>24,0</p> <p>8,0</p> <p>6,0</p> <p>51,2</p> <p>10</p> <p>80</p> <p>70</p> <p>26,8</p> <p>5,3</p> <p>5,8</p> <p>5,1</p> </div> </div>

*На 1 т комбикорма добавляют:*

витамина А (млн. ИЕ)	50,0	кормового антибиотика (БВК) в пересчете на биомассу (г) 50
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	6,0	
витамина Е (г)	80	
витамина С (г)	70	
<i>из расчета на одну тонну жира:</i>		
		фосфатидного концентрата (кг) 70 антиоксиданта Салтохина (г) 150

Применение комбикорма — частичного заменителя цельного молока до 50% нормы обеспечивает хороший рост и развитие животных. Среднесуточные привесы за шестимесячный период получены по 782 г.

Таблица 52

Рецепт комбикорма — частичного заменителя цельного молока для телят мясного направления (Научно-исследовательский институт животноводства Лесостепи и Полесья УССР)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Дрожжи кормовые (сухие)	10	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> органического вещества (г) 870 энергетических кормовых единиц 1,62 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 14,19 кормовых единиц переваримого протеина (г) 278 сырого протеина (г) 286,1 сырого жира (г) 240 сырой клетчатки (г) 13 кальция (г) 8,5 фосфора (г) 7,7 витамина А (тыс. ИЕ) 50,3 витамина D <sub>2</sub> (тыс. ИЕ) 10 витамина Е (мг) 80 витамина С (мг) 70 лизина (г) 21,4 триптофана (г) 3,6 метионина (г) 6,6 цистина (г) 2,9
Сухой обрат	60	
Фосфатиды кормовые полубезжирные	10	
Свиной жир	10	
Говяжий жир	10	
Итого	100	

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	50,0	кормового антибиотика (БВК) 50 в расчете на биомассу (г) <i>Из расчета на 1 т жира:</i> фосфатидного концентрата (кг) 70 антиоксиданта Сантохина (г) 150
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	6,0	
витамина Е (г)	80	
витамина С (г)	70	

Применение этого комбикорма при замене им до 50% цельного молока обеспечивает нормальный рост и развитие животных. Среднесуточные привесы за шестимесячный возраст составили 800—900 г.

Таблица 53

Рецент комбикорма-концентрата для молодняка крупного рогатого скота в возрасте от 12 до 18 месяцев (Всесоюзный институт животноводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Мука травяная витаминная	35,0	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> органического вещества (кг) 0,80 энергетических кормовых единиц 0,85 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 8,3 кормовых единиц 0,94 переваримого протеина (г) 203 сырого протеина (г) 254 сырого жира (г) 31 кальция (г) 9 фосфора (г) 7
Кукуруза (зерно)	29,0	
Жмых подсолнечниковый	16,5	
Жмых хлопчатниковый, шрот	10,0	
Жмых льняной	16,5	
Трикальцийфосфат или кормовой фосфат	1,0	
Соль поваренная	1,0	
Итого	100,0	

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	1	цинка сернокислого (г)	3,0
железа сернокислого (г)	15	кобальта хлористого (г)	2,4
меди сернокислой (г)	18,0	калия йодистого (г)	1,0
марганца сернокислого (г)	15,0		

При скармливании этого комбикорма привесы животных увеличиваются на 10—15% и улучшается их физиологическое состояние. Рекомендуется включать в рацион, состоящий из 60% сочных и 40% концентрированных кормов.

Таблица 54

Рецент комбикорма-концентрата для молочных коров (Всесоюзный институт животноводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Ячмень	15	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> органического вещества (кг) 0,83 энергетических кормовых единиц 0,88
Кукуруза	10	
Горох	10	
Овес	10	
	10	

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Отруби пшеничные	30	энерго-протеиновое отношение (ккал/г) сырого протеина (г) сырого жира (г) кальция (г) фосфора (г)	
Жмых подсолнечный или прот Кормовой фосфат	22		9,2
Соль поваренная	2		240
	1		40
			5,0
Итого	100	8,2	

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	2,4	цинка сернокислого (г)	3,0
кобальта хлористого (г)	2,4	марганца сернокислого (г)	15,0
меди сернокислой (г)	18,0	кальция йодистого (г)	1,0
железа сернокислого (г)	15,0		

Комбикорм-концентрат из зерновых кормов предназначен для кормления высокопродуктивных коров с удоем 20—35 кг. Рекомендуется скормливать при следующей структуре рациона: 20% грубых, 50% сочных кормов и 30% концентрата-комбикорма данного состава.

Таблица 55

Рецепт комбикорма-концентрата для молочных коров (Всесоюзный институт животноводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Ячмень	30	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> органического вещества (кг) 0,79 энергетических кормовых единиц 0,88 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 11,2 сырого протеина (г) 197 сырого жира (г) 24 кормовых единиц (г) 0,98 переваримого протеина (г) 159 кальция (г) 5,3 фосфора (г) 11,8
Овес	10	
Злаковые зерноотходы	25	
Отруби пшеничные	10	
Мука пшеничная	5	
Горох	10	
Меласса	5	
Карбамид	2,5	
Кормовой фосфат	1,5	
Соль поваренная	1,0	
Итого	100	

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
<i>На 1 т комбикорма добавляют:</i>		
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	2,4	марганца сернокислого (г) 15,0 железа сернокислого (г) 15,0 цинка сернокислого (г) 3,0 калия йодистого (г) 1,0
кобальта хлористого или сернокислого (г)	2,4	
меди сернокислой (г)	18,0	

Комбикорм-концентрат с использованием гороха и мочевины предназначается для кормления коров с удоем от 16 до 25 кг. Рекомендуется скармливать при рационах, состоящих из 25% грубых, 50% сочных (силос, корнеплоды) кормов и 25% комбикорма данного состава.

Таблица 56

Рецепт комбикорма-концентрата для дойных коров (Всесоюзный институт животноводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>		
Мука травяная	25	органического вещества (кг) 0,83 энергетических кормовых единиц 0,95 сырого протеина (г) 250 сырого жира (г) 46 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 9,5 кормовых единиц 1,06 переваримого протеина (г) 175 кальция (г) 7,0 фосфора (г) 6,0
Кукуруза или пше-ница	42	
Жмых подсолнечни-ковый	10	
Жмых соевый	10	
Жмых хлопчатнико-вый	10	
Трикальцийфосфат или кормовой фос-фат	2	
Соль поваренная	1	
Итого	100	

*На 1 т комбикорма добавляют:*

витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	2,4	марганца сернокислого (г) 15,0 цинка сернокислого (г) 3,0 калия йодистого (г) 1,0
кобальта хлористого или сернокислого (г)	2,4	
меди сернокислой (г)	180	

Комбикорм предназначен для дойных и сухостойных коров с удоем от 20 до 30 кг молока в сутки. Рекомендуется скармливать в рационе, состоящем из 15—16% грубых (сено, солома), 55—60% сочных кормов и 20—25% комбикорма данного состава.

Таблица 57

Рецепт комбикорма-концентрата для дойных коров (Всесоюзный институт животноводства)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Мука травяная	20	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>	
Зерновые (кукуруза, пшеница)	28		органического вещества (кг) 0,80
Отруби пшеничные	35		энергетических кормовых единиц 0,80
Жмых льняной	7		сырого протеина (г) 233
Меласса	5		сырого жира (г) 30
Мочевина	2,5		энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 8,9
Костная мука или кормовой фосфат	1,5		кормовых единиц переваримого протеина (г) 165
Соль поваренная	1,0		кальция (г) 10,5
			фосфора (г) 6,8
Итого	100,0		

На 1 т комбикорма добавляют:

витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	2,4
железа сернистого (г)	15,0
меди сернистой (г)	18,0
цинка сернистого (г)	3,0
марганца сернистого (г)	15,0
кобальта хлористого или сернистого (г)	2,4
калия йодистого (г)	1,0

Комбикорм-концентрат предназначен для дойных коров с удоем от 16 до 20 кг в сутки. Рекомендуется скармливать в рационе, состоящем из 25% грубых (сено, солома), 55% сочных (силос, свекла) кормов и 20% комбикорма данного состава.

Таблица 58

Рецепт комбикорма для лактирующих коров на силосно-корнеплодных рационах (Научно-исследовательский институт животноводства Лесостепи и Полесья УССР)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Кукуруза со стержнями	50,0	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> органического вещества (г) 788 энергетических кормовых единиц 0,96 сырого протеина (г) 195 сырого жира (г) 40,1 сырой клетчатки (г) 49,7 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 12,26 кормовых единиц 1,06 переваримого протеина (г) 160,3 кальция (г) 7,5 фосфора (г) 8,6 каротина (мг) 2,3 лизина (г) 6,91 триптофана (г) 2,1 метионина (г) 4,0 цистина (г) 2,7.
Горох	16,0	
Жмых подсолнечниковый	26,0	
Отруби пшеничные	2,0	
Сухой жом	1,3	
Кормовой фосфат	2,2	
Соль поваренная	2,5	
Итого	100	

*На 1 т комбикорма добавляют:*

кобальта хлористого (г)	1,7
меди сернокислой (г)	10
цинка сернокислого (г)	10
марганца сернокислого (г)	10
калия йодистого (г)	0,8

Дойным коровам с суточным удоем молока 15—17 кг рекомендуется скармливать 240 г комбикорма на 1 кг молока.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИКОРМОВ

Как правило, все комбикорма, выпускаемые промышленностью, испытывают на животных и только после этого их рекомендуют для массового изготовления.

Как рационы, так и полнорационные комбикорма по своим качествам должны полностью удовлетворять потребности животных. Поэтому судить об их достоинствах можно по состоянию и продуктивности животного с учетом уровня кормления. Гораздо сложнее определить питательность рациона, в который входят, помимо комбикорма-концентрата или комбикорма-добавки, и основные корма. Сложность заключается в том, что в опытах животное будет реагировать на весь рацион, а не только на одну часть его — комбикорм-добавку.

При определении питательности рациона, частью которого является испытуемый комбикорм-добавка, наши подходы принципиально ничем не отличаются от изучения питательности полноценного комбикорма или рациона. Как в первом, так и во втором случае определяют питательность рациона. Разница заключается лишь в том, что в первом случае определяют питательность комбикорма-рациона, а во втором случае — питательность рациона с комбикормом. Питательность полнорационного комбикорма может быть установлена прямым путем для данных животных и при данном их физиологическом состоянии.

Абсолютную питательность комбикорма-добавки, скормливаемой на фоне основного рациона, в прямых опытах определить нельзя, так как этот комбикорм скормливают в смеси с другими кормами. В данном случае можно судить только о сравнительной питательности, сопоставляемой с питательностью комбикорма-эталона, испытанного ранее на тождественном фоне основных кормов при прочих равных условиях.

Необходимо иметь рационы-эталонные для каждого вида животных с учетом их возраста, продуктивности и физи-

ческого состояния. Это дает возможность сопоставить данные опытов разных учреждений, изучающих питательность различных комбикормов (табл. 59—71).

Критерием оценки качества кормления животных должны быть показатели продуктивности, здоровья, плодовитости, развития приплода, продукции в расчете на кормовую единицу рациона.

Уровень продуктивности и абсолютные затраты кормов на единицу продукции в контроле будут свидетельствовать об общем качественном уровне условий экспериментальных исследований. Их необходимо принимать во внимание и в соответствии с этим давать оценку как отдельным испытуемым факторам, так и комбикормам.

Таблица 59

Рецепт-эталон (СМ-1 ВИЖ) комбикорма-концентрата для маток в период подготовки к случке и в первую половину супоросности (добавка к рациону, состоящему из 40% сочных кормов)

Ингредиенты корма	%	Качественная характеристика
Кукуруза (зерно)	27	<i>В 100 кг комбикорма содержится:</i> кормовых единиц 100,6 переваримого протеина 17,9 (кг)
Ячмень или овес	15	
Кормовые бобы или горох	10	
Жмых подсолнечниковый	15	сырой клетчатки (кг) 4,0
Рыбная мука	5	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i> кальция (г) 12,4 фосфора (г) 7,2 натрия (г) 4,6 калия (г) 6,2 лизина (г) 10,0 триптофана (г) 2,6 метионина (г) 3,9
Отруби пшеничные	25	
Мел	2	
Соль поваренная	1	
<b>Итого</b>	<b>100</b>	

На 1 т комбикорма добавляют:

дрожжей облученных (активность 20 тыс. ИЕ витамина D <sub>2</sub> в 1 г)	200	холин-хлорида (г)	500
концентрата витамина А (активность 3 млн. ИЕ в 1 кг)	2000	витамина В <sub>12</sub> (г)	0,01
витамина В <sub>2</sub> (г)	1,5	железа сернокислого (г)	25
витамина РР (г)	12	цинка сернокислого (г)	25
		кобальта сернокислого (г)	8
		калия йодистого (г)	3

Для свиноматок, подготовляемых к случке, и в первую половину супоросности с живым весом 160—180 кг рекомендуется в качестве эталона схема рациона, в котором картофель составляет 40% и комбикорм-концентрат — 60%. Для свиноматок во вторую половину супоросности в рацион входит 25% картофеля и 75% комбикорма-концентрата (состав комбикорма-концентрата рецепт СМ-1 ВИЖ).

Таблица 60

Рецепт-эталон БВМД для супоросных, подсосных свиноматок (контрольная группа)

Ингредиенты корма	%	Качественная характеристика
Жмых, шрот подсолнечниковый	20	<i>В 100 кг комбикорма содержится:</i> кормовых единиц 90,1 переваряемого протеина 28,4 (кг) сырой клетчатки (кг) 8,4 кальция (г) 1990 фосфора (г) 1250
Жмых, шрот соевый, льняной, арахисовый	40	
Рыбная, китовая мука	10	
Мясо-костная, мясная мука	12	
Отруби пшеничные	24	
Травяная витаминная мука	10	
Дрожжи кормовые	10	
Мел	1	
Соль поваренная	3	
<b>Итого</b>	<b>100</b>	

На 1 т БВМД следует добавлять:

витамина А (г)	2,2
витамина D <sub>2</sub> (г) (облученных дрожжей 180 г)	0,09
витамина В <sub>2</sub> (г)	2,6
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,015
витамина РР (г)	17,0
холин-хлорида (г)	1500
кобальта хлористого или сернокислого (г)	7,8
меди сернокислой (г)	30
железа сернокислого (г)	75
калия йодистого (г)	0,9

Комбикорм обеспечивает нормальное развитие эмбрионов и повышает молочность маток до 70—75 кг.

Рецепт-эталон полнорационного комбикорма, используемого при раннем отъеме поросят в возрасте от одного до двух месяцев (контрольная группа)

Ингредиенты корма	%	Качественная характеристика
Ячмень (зерно без плесок)	17,5	<i>В 100 кг комбикорма содержится:</i>
Пшеница (зерно)	10	кормовых единиц 109,8
Овес (зерно без плесок)	35	переваримого протеина 16,74
Сухой обрат или ЗЦМ	13	(кг)
Дрожжи кормовые	4	сырой клетчатки (кг) 3,2
Рыбная мука	6	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>
Жмых льняной или соевый	9	кальция (г) 9,0
Травяная витаминная мука	2	фосфора (г) 6,2
Кормовая патока (меясса)	2	натрия (г) 4,0
Соль поваренная	0,7	калия (г) 4,3
Мел	0,8	лизина (г) 8,6
		триптофана (г) 2,5
		метионина (г) 3,4
Итого	100	

На 1 т комбикорма добавляют (г):

витамина А	0,6
витамина D <sub>2</sub>	0,023
витамина В <sub>12</sub>	0,009
витамина В <sub>2</sub>	0,75
витамина РР	4,0
холин-хлорида	500
железа сернокислого	50
меди сернокислой	7
цинка сернокислого	13
кобальта сернокислого	1,9
калия йодистого	1,0
биоцидин солянокислый или кормовые антибиототики в эквивалентном количестве по активности	15,0

При использовании этого комбикорма расход молока при выращивании поросят сокращается на 80%, вес поросят в двухмесячном возрасте равен 18—18,5 кг.

При использовании полнорационного комбикорма суточные привесы у откармливаемых свинок составляют 680—700 г при затрате на 1 кг привеса 3,9—4 кормовых единицы (табл. 62).

Таблица 62

Рецепт-эталон полнорационного комбикорма для мясного откорма свиней от трех- до шестимесячного возраста (контрольная группа)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Ячмень	43	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>	
Кукуруза или овес	17		кормовых единиц 1,09
Отруби пшеничные	14		сырого протеина (г) 156
Мучка ячменная (отход крупурушек)	7,5		переваримого протеина (г) 119
Травяная мука (высший сорт)	8		сырой клетчатки (г) 60
Жмых подсолнечниковый	4		кальция (г) 7,7
Дрожжи кормовые	3		фосфора (г) 5,8
Рыбная мука	2		лизина (г) 7,1
Мел	1,0		метионина (г) 2,6
Соль поваренная	0,5		триптофана (г) 2,0
<b>Итого</b>	<b>100</b>		

*На 1 т комбикорма добавляют:*

витамина А	0,6	кобальта углекислого (г) 1,9
витамина В <sub>2</sub>	0,75	железа сернокислого (г) 50
витамина РР	4	меди сернокислой (г) 7
холин-хлорида	500	цинка сернокислого (г) 13
витамина В <sub>12</sub>	0,009	калия йодистого (г) 1
витамина D <sub>2</sub>	0,023	

Таблица 63

Кормовая смесь (эталон) (контрольная группа)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Пшеница	40	<i>В 100 кг смеси содержится:</i>	
Ячмень	18,7		кормовых единиц 106
Овес	12		сырого протеина (кг) 14,6
Отруби пшеничные	24		переваримого протеина (кг) 11,4
Жмых подсолнечниковый	4,5		(кг)
Мел	0,5		сырой клетчатки (кг) 5,2
Соль поваренная	0,3		сырого жира (кг) 3,1
<b>Итого</b>	<b>100</b>		

*В 1 кг смеси содержится:*

кальция (г)	3,2	холина (мг) 906
фосфора (г)	5,8	лизина (г) 4,7
натрия (г)	2,1	триптофана (г) 2,2
калия (г)	5,9	метионина (г) 2,1
каротина (мг)	1,7	цистина (г) 1,8
рибофлавина (мг)	1,7	аргинина (г) 8,3
пантотеновой кислоты (мг)	13,5	гистидина (г) 3,1
		лейцина (г) 8,6

Таблица 64

Рецепт БВМ-1 ВИЖ (эталон) белково-витаминно-минеральной добавки для поросят-отъемышей в возрасте от двух до четырех месяцев (контрольная группа)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Жмых льняной	25	<i>В 100 кг комбикорма содержится:</i>	
Жмых соевый	25		
Рыбная мука	25		кормовых единиц 94,0
Костяная мука	7		сырого протеина (кг) 34,9
Витаминная травяная мука	40		переваримого протеина (кг) 27,9
Отруби пшеничные	5		сырой клетчатки (кг) 3,9
Мел	2		сырого жира (кг) 5,1
Соль поваренная	1		
Итого	100		

*В 1 кг комбикорма содержится:*

кальция (г)	41,8	витамина D <sub>2</sub> (ИЕ)	4000
фосфора (г)	23,1	рибофлавина (мг)	2,8
натрия (г)	9,0	пантотеновой кислоты (мг)	10,1
калия (г)	8,6	холина (мг)	2400
железа сернокислого (мг)	200	<i>На 1 т комбикорма добавляют:</i>	
меди сернокислой (мг)	80	биоминерала солянокислого или кормовых антибиотиков в эквивалентном по активности количестве	40
цинка сернокислого (мг)	60	облученных дрожжей (активность 20 тыс. ИЕ в 1 г) (г)	200
кобальта сернокислого (мг)	30	порошкообразного стабилизированного препарата витамина А* (кг)	2
калия йодистого (мг)	3	железа сернокислого (г)	200
лизина (г)	25,2	меди сернокислой (г)	80
триптофана (г)	11,4	цинка сернокислого (г)	60
метионина (г)	7,5	кобальта сернокислого (г)	30
цистина (г)	5,9	калия йодистого (г)	3
аргинина (г)	22,6		
лейцина (г)	25,7		
витамина А (мг)	4,0		
каротина (мг)	13,7		

\* В 1 кг препарата содержится 2 г витамина А, соответствующего 6 млн. ИЕ.

Применение комбикорма обеспечивает высокую энергию роста поросят, вес их в четырехмесячном возрасте составляет 50—55 кг.

Таблица 65

Полнораціонний комбикорм с добавкой 15% БВМ-1 ВИЖ (эталон)  
для поросят в возрасте 2—4 месяцев (контрольная группа)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Зерновая смесь	85	<i>В 100 кг комбикорма содержится:</i>	
БВМ-1 ВИЖ	15		
		кормовых единиц	104
		сырого протеина (кг)	17,6
		переваримого протеина (кг)	13,7
		сырой клетчатки (кг)	4,9
		сырого жира (кг)	3,3

*В 1 кг комбикорма содержится:*

кальция (г)	8,9	гистидина (г)	4,7
фосфора (г)	8,3	витамина А (мг)	0,6
натрия (г)	3,1	каротина (мг)	3,4
калия (г)	6,3	рибофлавина (мг)	1,8
лизина (г)	7,7	пантотеновой кислоты (мг)	12,9
триптофана (г)	3,5	холлин-хлорида (мг)	1090
метионина (г)	2,9	витамина В <sub>12</sub> (мкг)	3
цистина (г)	2,4	витамина D <sub>2</sub> (МЕ)	600
аргинина (г)	10,4		

Таблица 66

Рецепт-эталон БВМД для мясного откорма свиней от четырех до шестимесячного возраста

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Жмых подсолнечниковый	30	<i>В 100 кг комбикорма содержится:</i>	
Жмых соевый	15		
Дрожжи кормовые	20	кормовых единиц	98,7
Горох	14	переваримого протеина (кг)	27,0
Отруби пшеничные	10,5		
Мел	6,5	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>	
Соль поваренная	4	кальция (г)	28,4
		фосфора (г)	6,8
		натрия (г)	15,4
		калия (г)	11,1
		лизина (г)	29,7
		триптофана (г)	4,3
		метионина (г)	5,9
<b>Итого</b>	<b>100</b>		

*На 1 т комбикорма добавляют:*

бромидна солянокислого (г)	40	меди сернокислой (г)	30
дрожжей облученных (г)	200	цинка сернокислого (г)	60
витамина А (г)	2000	кобальта сернокислого (г)	20
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,06	калия йодистого (г)	4
железа сернокислого (г)	200		

При использовании комбикорма суточные привесы откармливаемых свиней составляют 680—700 г при затрате на 1 кг привеса 4 кормовых единицы.

Таблица 67

Рецепт-эталон БМВД для ремонтного молодняка свиней в возрасте от четырех до восьми месяцев

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Жмых подсолнечниковый	20	<i>В 100 кг комбикорма содержится:</i>
Жмых соевый	15	
Рыбная мука	7	переваряемого протеина 28,5
Мясо-костная мука	8	(кг)
Дрожжи кормовые	10	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>
Горох	18	
Отруби пшеничные	12	фосфора (г) 9,83
Мел	6	натрия (г) 16,43
Соль поваренная	4	калия (г) 9,64
Итого	100	лизина (г) 19,78
		триптофана (г) 4,02
		метионина (г) 6,17

На 1 т комбикорма добавляют:

дрожжей облученных (г)	200	меди сернокислой (г)	80
концентра витамина А (г)	2000	цинка сернокислого (г)	60
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,006	кобальта сернокислого (г)	20
железа сернокислого (г)	200	калия йодистого (г)	4

При скармливании этого комбикорма получают крепких и здоровых племенных животных с хорошими репродуктивными свойствами.

Таблица 68

Рецепт-эталон комбикорма для молочных коров (скармливают в количестве 30% по питательности рациона, состоящего из 20% сена и 50% сочных кормов (30% силоса, 20% свеклы))

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Зерновые (кукуруза, пшеница)	50	<i>В 100 кг комбикорма содержится:</i>	
Отруби пшеничные	25		кормовых единиц 98,0
Жмых льняной	23	органического вещества 82,54	
Костная мука	1	(кг)	
Соль	1	сырого протеина (кг) 20,36	
Итого	100	<i>В 1 кг комбикорма содержится:</i>	
			кальция (г) 8,6
			фосфора (г) 7,0

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
-------------	---	-----------------------------

На 1 т комбикорма добавляют:

кобальта хлористого	2,4	кальция йодистого (г)	1
или сернокислого (г)		дрожжей облученных (г)	60
меди сернокислой (г)	18	или витамина D <sub>2</sub>	
железа сернокислого (г)	15	(в чистом виде) (г)	0,06

Таблица 69

Рецепт-эталон БВМД для молочных коров (используют в количестве 25—30% от зерновой смеси)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Зернобобовые (горох, со- бы)	20	В 100 кг добавки содержится:
Жмых подсолнечниковый	30	органического вещества 75,0
Отруби пшеничные	40	(кг)
Мочевина с мелассой	7	сырого протеина (кг) 43,3
(89:11)		кормовых единиц (кг) 87,0
Минеральная смесь	3	переваримого протеина 30,3
		(кг)
Итого	100	В 1 кг добавки содержится:
		кальция (г) 8,2
		фосфора (г) 9,8

На 1 т комбикорма добавляют:

кобальта хлористого или сернокислого (г)	2,4
меди сернокислой (г)	18,0
железа сернокислого (г)	15,0
кальция йодистого (г)	1,0
дрожжей облученных (г)	60,0

Затраты кормовых единиц на 1 кг молока составляют 0,9—1,0.

Таблица 70

Рецепт-эталон БВМД для телят в возрасте от восьми месяцев до одного года

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Кормовые дрожжи	27,3	В 100 кг комбикорма содержится:
Соевый шрот	27,3	кормовых единиц 112
Льняной жмых	27,3	переваримого протеина 34,8
Пшеничные зародыши	9,0	(кг)
Рыбная мука	9,1	В 1 кг комбикорма содержится:
Итого	100	кальция (г) 10,2
		фосфора (г) 8,2

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
-------------	---	-----------------------------

На 1 кг смеси добавляем:

кобальта хлористого (мг)	36	цинка серпокислого (мг)	45
меди сернокислой (мг)	96	кальция йодистого (мг)	4
железа сернокислого (мг)	82	витамина D <sub>2</sub> (мг)	0,05
марганца сернокислого (мг)	78	стабилизированного витамина А (мг)	3

Таблица 71

Эталон рациона для кур-песухек (контрольная группа)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика		
Кукуруза	40,0	<i>В 100 г рациона содержится:</i>		
Ячмень	26,5		кормовых единиц (г)	110,65
Шрот подсолнечниковый	12,0		переваримого протеина (г)	15,69
Рыбная мука	4,5		кальция (мг)	1818
Мясо-костная мука	3,0		фосфора (мг)	1149
Дрожжи гидролизные	5,0		натрия (мг)	516
Травяная мука	5,0		лизина (г)	0,83
Ракушка, мел	1,0		метионина (г)	0,36
Костная мука	2,5		цистина (г)	0,21
Соль поваренная	0,5		триптофана (г)	0,18
<b>Итого</b>	<b>100</b>		добавка витамина А и D по норме	

Таблица 72

Эталон рациона для цыплят до 80 дней (контрольная группа)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика		
Кукуруза	35	<i>В 100 г рациона содержится:</i>		
Ячмень	35		кормовых единиц (г)	107,6
Шрот подсолнечниковый	8		переваримого протеина (г)	14,84
Дрожжи гидролизные	5		кальция (мг)	2046
Травяная мука	5		фосфора (мг)	1086
Рыбная мука	7		натрия (мг)	417
Костная мука	2		лизина (г)	0,88
Ракушка	2		метионина + цистина (г)	0,68
Соль поваренная	0,3		триптофана (г)	0,21
Гравий	0,7		добавка витамина А и D по норме	
<b>Итого</b>	<b>100</b>			

Рецепт (табл. 70) составлен отделом кормления ВИЖ. При скармливании белково-витаминно-минеральной добавки молодяку крупного рогатого скота взамен подсолнечникового жмыха привесы подопытных животных по сравнению с контрольными увеличились на 27%.

#### Методические указания по проведению опытов на птице

Питательность комбикорма, его назначение, правила использования и рекомендуемые к нему добавки, чтобы составленный рацион был полноценным и мог обеспечить высокую продуктивность птицы, указаны в сопроводительных документах.

Для обеспечения необходимой полноценности рационов кур, индеек, уток комбикорма должны составлять 50—60% общей питательности, а зерновые корма — 40—50%.

Длительность опытов по проверке эффективности комбикормов со взрослой птицей не менее трех месяцев: с пятимесячного возраста для кур яичного направления, с шестимесячного возраста для кур мясного направления, до 56—70 дней для цыплят, до 50—55 дней для утят, до 120—150 дней для индюшат, до 75—90 дней для гусят.

Комбикорма необходимо испытывать на птице тех возрастов, на которые они рассчитаны. При проверке комбикормов в производственных условиях для несушек лучшим будет срок со дня перевода молодок в помещение для взрослой птицы.

Желательно, чтобы в каждой опытной группе было не менее 250 кур и не менее 500 цыплят в производственных опытах и не менее 20 кур и цыплят в научно-хозяйственных.

В зависимости от указаний по применению испытуемого комбикорма методикой предусматривается кормление только сухими кормами. Комбинированное кормление в первую очередь допускается для взрослой птицы и ремонтного молодяка при использовании комбикормов, содержащих недостаточно витаминов.

Во время опыта взрослую птицу и молодяк содержат в тех условиях, которые приняты в данном хозяйстве.

Учитываемые показатели. В зависимости от возможностей хозяйства и научно-исследовательских учреждений перечень учитываемых показателей может быть различным. Однако в опытах следует изучить влияние комби-

корма на продуктивность, качество получаемой продукции, здоровье птицы, а также на экономическую эффективность его.

Показатели в опытах для взрослой птицы:

1. Яйценоскость по декадам.
2. Средний вес яиц в конце каждого месяца (три дня подряд).
3. Характеристика яиц (ежемесячно): биологическая — по инкубационным показателям и по качеству потомства, выращенного до 45—70 дней.
4. Анализ качества комбикорма в связи с длительностью его хранения на содержание питательных веществ, каротина, витаминов (ежемесячно в течение шести месяцев).
5. Отход взрослой птицы и его причины.
6. Экономическая эффективность применения комбикормов, содержащих антибиотики и без них.
7. Эффективность применения комбикорма заводского приготовления по сравнению с контрольным эталоном.
8. Потребление комбикорма.
9. Оплата корма.

Показатели в опытах для цыплят:

1. Живой вес.
2. Потребление комбикорма.
3. Оплата корма.
4. Убойные качества: выход мяса, сортность тушек, выход съедобных частей, развитие отдельных органов.
5. Отход молодняка.
6. Экономическая эффективность применения улучшенного комбикорма.

Проведение балансовых опытов и определение переваримости питательных веществ птицей. **О т б о р п т и ц ы.** Птицу для опыта отбирают по методу аналогов. Она должна быть типичной для породы и поголовья, на котором проводится оценка комбикормов.

В каждой опытной группе (если опыты не индивидуальные) должно быть не менее трех взрослых кур и 10 голов молодняка. Лучше для каждого опыта иметь две параллельные группы.

**С р о к и и п е р и о д ы о п ы т а.** Балансовые опыты в зависимости от целей исследования на молодняке проводят в конце опыта, а на взрослой птице — при наивысшей яйцекладке и в период линьки.

Балансовый опыт состоит из двух периодов. Первый период — предварительный, он длится 6—7 дней. Если

птица до этого получала те же корма, которые предполагается исследовать, то его можно сократить до трех дней. Цель предварительного периода — приучить птицу к новым условиям содержания и исключить влияние предшествующего кормления.

Второй период — опытный (учетный), продолжительностью от 5 до 7 дней. В этот период учитывают продуктивность, потребление кормов и выделение помета.

Как в предварительный, так и в опытный периоды птицу содержат в специально оборудованных клетках. Дно клеток делают из выдвижной оцинкованной сетки, через которую помет хорошо проваливается. Под него ставят выдвижной оцинкованный противень. Если есть возможность, то сетку следует заменить стеклянными палочками, а противень — толстым стеклом. Хорошо также на оцинкованный противень положить полиэтиленовую пленку. Кормушку и поилку устанавливают с наружной стороны, чтобы птица не разбрасывала корм.

Техника кормления и учет потребления корма. Распорядок кормления при балансовых опытах применяют такой же, как и в производственных условиях. В учетный период тщательно учитывают потребление всех кормов ежедневно. Если есть остатки корма, то их собирают, высушивают при температуре  $70^{\circ}$ , взвешивают и сохраняют для анализа.

Перед началом опытного периода кормушку освобождают от остатков предшествующего корма, а поместный лист тщательно очищают от помета, птицу взвешивают.

**Сбор помета.** Помет в опытный период собирают ежедневно в одно и то же время — лучше утром и вечером. Затем его взвешивают и растирают в ступке. Из общего количества при каждом сборе его берут  $10\%$  в специально приготовленную литровую банку с притертой пробкой. Пробу помета для анализа каждый раз заливают  $10\%$ -ным раствором щавелевой кислоты из расчета 1 мл на 50 г помета (количество щавелевой кислоты учитывают и при определении первоначальной влаги помета из расчета исключают).

Собранный сырой помет хранят в прохладном месте, но не замораживают. После окончания учетного периода помет высушивают при  $60-70^{\circ}$  до постоянного веса, тщательно размалывают, помещают в банку с притертой пробкой и хранят для анализов.

Анализ кормов, помета, яиц. В кормовой смеси, в помете и яйцах чаще определяют количество азота, кальция, фосфора и жира. Методы анализа общепринятые: сухое вещество определяют высушиванием при  $105^{\circ}$ ; золу — методом сухого озоления; фосфор — мокрым озолением, в дальнейшем объемным или колориметрическим методом; кальций — сухим озолением, затем объемным методом; клетчатку — методом Геннеберга-Штомана; общий азот — методом Кьельдаля; сырой протеин — расчетным методом, путем умножения общего азота на коэффициент 6,25; жир — методом Сокслета; БЭВ — рассчитывают. Определяют также валовую и переваримую энергию.

#### Методические указания по проведению опытов на поросятах и откармливаемых свиньях

Эффективность полнорационных комбикормов определяют, сравнивая их с комбикормами-эталоном. Кормовое достоинство испытуемых комбикормов-добавок изучают на фоне основных рационов, состоящих из 30—40% сочных кормов и 60—70% комбикормов-добавок.

Если в хозяйстве имеется возможность, рекомендуется сравнивать эффективность обогащенных полнорационных комбикормов и комбикормов-добавок с принятыми в хозяйстве для данной группы животных рационами. При этом необходимо, чтобы энергетическая питательность хозяйственных рационов была одинаковой с рационами, включающими комбикорма-добавки и полнорационные комбикорма.

Группы свиней формируют по принципу аналогов. В каждой группе желательно иметь не менее десяти животных, кормление их должно быть индивидуальное. Вес откармливаемых животных перед постановкой на опыт 20 кг, при снятии с откорма 85—110 кг.

Главный период опыта делится на два подпериода: первый — возраст животных от 2 до  $3\frac{1}{2}$  месяцев, вес до 60 кг, второй — возраст от  $3\frac{1}{2}$  до 6 месяцев, вес при беконном откорме 85 кг, при мясном — 110 кг.

В первом подпериоде изучают комбикорма для поросят-отъемышей, во втором — при откорме для беконных и мясных свиней.

Показатели опыта. Группы свиней содержат в отдельных станках или загонках. Каждому животному ставят

индивидуальный номер группы. При установлении эффективности полнорационных комбикормов и комбикормов-добавок желательнее применять самокормушки. При отсутствии самокормушек рационы для свиней составляют по общепринятым правилам. В течение всего опытного периода животных кормят строго по нормам в соответствии с их весом и энергией роста. Остатки кормов учитывают.

Взвешивают животных перед постановкой на опыт утром, натощак, а затем один раз в месяц. Обязательно нужно взвесить свиней после окончания первого периода опыта и при переводе на кормление комбикормами для мясного откорма. В конце опыта животных взвешивают два дня подряд утром.

В качестве показателя эффективности каждого комбикорма служат такие данные: вес свиней и их абсолютный и среднесуточный привесы за период опыта; затрата корма на одно животное и на 1 кг привеса (для беконного откорма в контроле 3 кг, а для мясного — 3,5 кг полнорационного комбикорма).

Необходимо также определить трудовые затраты при скармливании комбикормов из самокормушек с учетом современной технологии кормления, подсчитать себестоимость 1 ц привеса. Обязательно определение убойного выхода и качества мясной продукции по каждой группе откармливаемых свиней.

Во время опыта ведут дневник, в который записывают все наблюдения за состоянием здоровья животных и отклонения от принятой схемы и методики опыта. Продуктивность животных (привесы), количество съеденных кормов за период опыта отмечают в соответствующих журналах.

Для более глубокого изучения происходящих изменений в организме животных под влиянием комбикормов проводят обменные опыты на поросятах-отъемышах и откармливаемых свиньях.

Животных для обменных опытов отбирают из соответствующих групп научно-хозяйственных опытов. Состав комбикормов и уровень кормления должны быть такими же, как и в научно-хозяйственном опыте. Обменные опыты выполняют по общепринятой методике.

Для определения доброкачественности свинины проводят органолептические исследования, определяя внешний вид и цвет мяса и субпродуктов, их консистенцию, запах, состояние жира.

Консистенцию мяса определяют легким надавливанием пальца и наблюдением за скоростью выравнивания ямки.

Запах устанавливают как поверхностного образца мяса, так и на разрезе в глубоких слоях, а также при варке (в момент появления пара при открывании посуды).

Жир проверяют по цвету, запаху, консистенции и прозрачности в расплавленном состоянии.

Качество мяса и бульона определяют по запаху, прозрачности, цвету, состоянию жира и вкусу. Для этого образцы мяса, измельченные на кусочки весом 20—30 г, помещают в колбу, заливают водой и варят. Качество мяса и бульона проверяют путем дегустации.

#### Методические указания по проведению опытов на молочных коровах

Комбикорма-концентраты и комбикорма-добавки испытывают в научно-хозяйственных и физиологических опытах. Продолжительность научно-хозяйственных опытов не менее трех месяцев. В отдельных случаях желательнее проводить исследования в течение года или всего стойлового или летнего содержания.

**Формирование групп и схема опыта.** В зависимости от числа изучаемых комбикормов в опыте может быть две или три группы, из которых одна контрольная, однородные по возрасту, периоду лактации, стельности, суточному удою и содержанию жира в молоке.

В группах для научно-хозяйственного опыта должно быть не менее 8—10 коров, а для физиологического — не менее 4.

Кормление коров и учет молока — индивидуальные. Рационы для контрольной и опытных групп должны быть одинаковые, кроме испытываемых факторов.

Схемы опыта при испытании комбикормов-концентратов и комбикормов-добавок могут быть следующие.

1. Схема опыта по испытанию обогащенных комбикормов-концентратов. Первая группа (контрольная) получает основной рацион, состоящий из грубого корма, сочного и обычного стандартного комбикорма-концентрата. Вторая группа — тот же основной рацион и комбикорм, обогащенный разными биологическими веществами.

2. Схема опыта по испытанию белково-минерально-витаминных добавок. Первая группа — контрольная —

получает основной рацион, состоящий из грубого и сочного корма и зерновой смеси концентратов (в качестве эталона). В качестве белкового дополнителя могут быть включены горох или жмыхи, а также минеральная подкормка. Вторая группа получает тот же основной рацион, но зерновая смесь обогащена испытуемой белково-минерально-витаминной добавкой, состоящей из белкового компонента (жмых, горох, мочевины), сложной минеральной смеси с микроэлементами и витаминами.

**Основные показатели, учитываемые в опыте.** Перед опытом все корма подвергают химическому анализу. В них определяют влажность, органическое вещество, протеин, клетчатку, жир, золу, кальций и фосфор.

В течение научно-хозяйственного опыта ежедневно учитывают заданные и съеденные корма и количество надоенного молока от каждой коровы. Коров ежемесячно взвешивают два дня подряд. Два раза в месяц берут точные пробы молока для анализа на содержание жира и белка.

Кроме того, периодически исследуют состояние здоровья коров: работу пищеварительного тракта, температуру тела, пульс, дыхание, шерстный покров и косяк. Желательно также 2—3 раза за опыт определить в сыворотке крови общий азот, содержание кальция и фосфора, резервную щелочность, а в односточных пробах мочи исследовать аммиак, рН, аминный азот, реакцию на белок.

В физиологических опытах, помимо указанных показателей, определяют количество съеденных кормов, сколько выделено кала, мочи, получено молока за учетный период, устанавливают среднюю пробу кормов, кала, мочи и молока.

На основании химического анализа кормов и выделений, определения их калорийности вычисляют коэффициенты переваримости, балансы азота, энергии, кальция и фосфора, питательность рациона и затраты питательных веществ на единицу продукции (для контроля 0,9 кг переваримых питательных веществ на 1 кг молока с 4% жира).

При изучении влияния различных кормов, кроме молочной продуктивности коров, необходимо изучать химический состав, физические и технологические свойства молока. В таких опытах обычно предварительный период продолжается 25—30 дней, основной — 60—80 дней и более.

В предварительный период определяют содержание жира и белка в молоке каждой подопытной коровы, с тем чтобы были группы животных по этим показателям одинаковые.

При использовании нового испытуемого корма, когда удои станут устойчивыми и влияние переходного кормления прекратится, приступают к отбору проб молока для анализов, обычно на 7—10-й день после изменения кормления. Содержание жира и белка определяют индивидуально в молоке каждой коровы из двухсуточной пробы (желательно один раз в десять дней).

#### Методические указания по проведению опытов на телятах разных возрастов

Опыты следует проводить по схемам, предусматривающим возрастные различия молодняка.

В первом опыте оценивают эффективность применения заменителя цельного молока (ЗЦМ) для телят; во втором опыте — комбикормов, скармливаемых телятам в различные возрастные периоды: с 2- до 12-месячного возраста.

Соблюдая основные положения формирования групп подопытных телят по принципу аналогов для изучения эффективности заменителя цельного молока, формируют две группы, не менее чем десять телят в каждой.

**Первый опыт.** Телят первой, контрольной, группы выращивают по принятой в хозяйстве схеме выпойки.

Телята второй группы до 10-дневного возраста получают цельное молоко, а с 11-го дня им начинают скармливать заменитель молока, концентрация которого может колебаться в пределах 100—120 г на 1 кг восстановленного молока. Поскольку в настоящее время в хозяйствах применяют много рецептов для замены молока с 11-го дня жизни телят одними растительными смесями, необходимо иметь соответствующую группу молодняка для проверки и таких рецептов. На телятах этой группы в возрасте 25—40 дней следует определить переваримость и усвояемость питательных веществ из растительных концентратов, так как только в случае высокой усвояемости можно судить о равноценности растительных заместителей цельного молока.

Концентрированные, сочные и грубые корма телята всех групп должны получать в одинаковом количестве

в соответствии со схемой выпойки, принятой в хозяйстве.

Продолжительность опыта 90 дней. В это время ведут точный учет потребленного корма, наблюдения за состоянием здоровья животных (особенно за работой желудочно-кишечного тракта). Не реже двух раз в месяц всех подопытных телят взвешивают (утром до кормления). Не реже двух раз в месяц определяют содержание жира в молоке, его удельный вес, вычисляют количество сухого вещества.

После перевода телят на общий хозяйственный рацион за ними продолжается наблюдение до шестимесячного возраста (учет корма, взвешивание).

**В т о р о й о п ы т.** Эффективность комбикормов для телят разного возраста изучают по несколько измененной схеме. В молочный период для всех телят применяют единую, принятую в хозяйстве схему выпойки цельного и снятого молока.

В связи с тем, что для каждой возрастной группы предусматриваются два или более варианта комбикормов, опыт проводят на соответствующем числе групп телят. Порядок формирования групп и число подопытных телят те же, что и в первом опыте.

Для телят первой группы (контрольная) в течение всего опыта применяют хозяйственное кормление. Грубые, сочные и концентрированные корма скармливают в соответствии с принятой схемой. Смесь концентратов как эталон (овсянка 30%, пшеничные отруби 40%, льняной жмых 30%) дают с учетом питательности и содержания протеина в изучаемых комбикормах. В химической лаборатории все корма подвергают анализу. Дополнительно желательны проводить опыты по определению переваримости, баланса азота и т. д.

Телята других групп получают в основном те же корма, но смесь концентратов заменяют соответствующим количеством изучаемого комбикорма в зависимости от возраста животных. Опыты длятся 11 месяцев.

Об эффективности (биологической ценности) каждого комбикорма судят по следующим данным: весу телят, их среднесуточному привесу за опыт, затратам корма на 1 кг привеса — кормовых единиц и переваримого протеина.

Если имеется соответствующее поголовье, параллельно с основным опытом можно проводить опыт с молод-

няком в возрасте 2—3, 4—6 и 7—12 месяцев. Это ускорит получение предварительных результатов по оценке комбикормов и повысит достоверность окончательной оценки рецептуры.

#### Методические указания по проведению опытов на откармливаемом скоте

Комбикорма-добавки, применяемые при выращивании и откорме молодняка или взрослого скота, нужно оценивать в зависимости от структуры основного рациона и типа кормления животных.

**Подбор групп.** Для проведения научно-хозяйственного опыта на большом поголовье опытными могут быть отдельные группы. Если же условия хозяйства не позволяют поставить на опыт большое поголовье, то гурт разделяют на группы. Одну из групп выделяют в качестве контрольной. Необходимо стремиться к тому, чтобы опытные группы были однородными по породе, полу, возрасту, весу и упитанности. Продолжительность научно-хозяйственных опытов может быть различной в зависимости от возраста и упитанности животных, но не менее 60 дней.

**Показатели и учет результатов опыта.** В течение опыта тщательно учитывают количество съеденных кормов. Для этого взвешивают заданные корма и остатки. Съеденную траву в пастбищный период можно определять методом выделения контрольных площадок, система пастбы скота должна быть загонная.

Взвешивают подопытных животных при постановке на опыт и в конце опыта в течение двух дней подряд утром до кормления, а в конце каждого месяца — один раз.

В научно-хозяйственном опыте определяют количество съеденных кормов за период опыта по группам, привесы, оплату корма, стоимость 1 кг привеса.

В начале и в конце откорма проводят контрольные убой животных и устанавливают убойный выход, химический состав мяса и жира (содержание влаги, белка, жира и золы). Наряду с этим желательно иметь данные о переваримости кормов и обмене азота, кальция и фосфора. Подобные опыты следует проводить в середине откорма на четырех животных из каждой группы. Длительность учетного периода десять дней.

## КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ КОМБИКОРМОВ

Ввиду того что в нашей стране еще мало опыта по организации и технике контроля за качеством ингредиентов и комбикормов, приведем данные по этому вопросу из зарубежной литературы.

В Чехословакии государственный контроль в области эпизоотологии и токсикологии обеспечивают ветеринарные работники, а качества смесей — Центральный контрольный и испытательный институт сельского хозяйства и его областные отделения.

Выдвигается проблема необходимой биологической проверки безвредности комбикорма на группе животных того вида, для которых он предназначен. Поскольку химические методы ветеринарного обследования кормов не всегда дают точную картину о качестве корма, ветеринарная служба проверяет его на животных. Для этого при каждом заводе оборудовано соответствующее помещение для проведения исследований на животных.

Учитывая, что кормовые ингредиенты, поступающие с утильзаводов, не всегда достаточно надежны в санитарном отношении, бактериологическое их исследование обязательно. Много внимания уделяют химическому, бактериологическому и механическому контролю сырья и готовой продукции.

В обязательном порядке проводят следующие исследования при оценке сырья.

1. Органолептическую оценку, механический анализ и определение влажности каждой партии сырья при поступлении на завод и перед переработкой.

2. Химический анализ каждой партии кормовой муки животного происхождения, дрожжей, химических и витаминных препаратов и прочих ценных кормов. Анализ других ингредиентов проводят при подозрении на порчу.

В случае, если контроль заводской лаборатории не будет достаточным, образец ингредиента направляют для

химического анализа в Центральный контрольно-испытательный сельскохозяйственный институт или в Государственный ветеринарный институт.

Ветеринарная служба районного национального комитета выдает свидетельство, подтверждающее возможность использования сырья для производства комбикормов. Заводы сообщают районному ветеринару о поступлении каждой партии импортной муки животного происхождения. До получения результатов оценки ветеринарной службы районного национального комитета это сырье не используют. На муку животного происхождения отечественного производства поставщик одновременно представляет свидетельство о санитарной безвредности продукта.

Исследуют и готовые комбикорма — определяют влажность, степень измельчения и в зависимости от оснащения лаборатории проводят химические анализы.

Один раз в декаду на всех комбикормовых заводах Чехии, Моравии и Словакии исследуют среднюю пробу каждого вида продукции.

Государственный повторный контроль качества по имеющимся техническим условиям проводят Центральные контрольно-испытательные сельскохозяйственные институты, центральные и областные лаборатории Государственной инспекции контроля качества, Государственные ветеринарные институты.

Повторный контроль содержания специфических питательных веществ (витаминов, антибиотиков и др.) осуществляют Центральные контрольно-испытательные сельскохозяйственные институты.

В цехах комбикормовых заводов повторно контролируют санитарную безупречность и безвредность корма.

Для определения дефектов продуктов и их кормового действия применяют биологический контроль на животных, для которых кормовые смеси предназначены. Все недостатки, которые выявляются при этом, немедленно сообщают Объединению сельскохозяйственных закупочных и заготовительных организаций.

Предприятие, изготавливающее комбикорма, на каждой мешке наклеивает этикетку, на которой указывает: точное название и состав смеси, время изготовления, качество и соответствие техническим условиям, способ использования, условия правильного хранения, гарантийный срок хранения. Кроме того, отмечает, что смесь на заводе подвергнута биологическому контролю. Производитель

комбикорма с каждой партией высылает потребителю заверенное удостоверение о качестве.

В Германской Демократической Республике ответственность за издание рецептов и норм на промышленные комбикорма, смеси действующих веществ и на минеральные смеси несет Сельскохозяйственный совет ГДР.

Проекты рецептов и норм обсуждают ученые, практики, работники сельскохозяйственных советов и народных заготовительных предприятий, специалисты по производству комбикормов и утверждает экспертная комиссия Сельскохозяйственного совета.

В Центральном учреждении по контролю кормов и кормлению в Галле-Легтине при Сельскохозяйственном совете ГДР комбикорма, приготовленные по различным рецептам, проверяют в опытах на животных (поедаемость, оплата корма, обеспечение потребности животных в питательных веществах, кормовое действие).

Сельскохозяйственный совет объявляет на текущий год в качестве обязательных определенные рецепты и нормы.

Сырье и комбикорм подвергают государственному и заводскому контролю комбикормовых предприятий. Государственный контроль кормов включает органолептические, химические, микроскопические и биологические исследования, токсикологические и бактериологические исследования, контроль деклараций, упаковки, физических свойств, контроль кормов в опытах на животных.

Качество кормов в ГДР контролируют центральное учреждение по контролю кормов, пять контрольных институтов Немецкой академии сельскохозяйственных наук, государственный ветеринарный контрольный институт, ветеринарные учреждения при областных сельскохозяйственных советах.

Центральное учреждение по контролю кормов и ветеринарный контрольный институт дают предприятиям комбикормовой и пищевой промышленности, а также объединению заготовительных и закупочных народных предприятий и торговым кооператорам материально-технического обеспечения указания по улучшению производства, хранения сырья и комбикормов.

Новые методы контроля, предлагаемые Сельскохозяйственным советом ГДР, являются обязательными для всех контрольных учреждений страны независимо от их ведомственного подчинения.

На комбикормовом предприятии за качество кормов отвечает директор. На крупных предприятиях директор назначает штатного руководителя технической контрольной организации, который имеет в своем распоряжении лаборантов и несколько лаборантов.

Контроль начинают с принятия сырья и его органолептической оценки. Лабораторные анализы проводят в зависимости от вида сырья, готовые результаты получают через 24 часа. Затем исследуют корма при производственном процессе (измельчение, дозировка и смешивание) и при выдаче готового комбикорма.

### Лабораторные методы определения качества комбикормов

На качество комбикормов большое влияние оказывает однородность смеси — равномерность распределения ингредиентов.

Рассмотрим методы, пригодные для установления дисперсии ингредиентов, описание которых приводит Пирс.

**Химические методы.** Методы определения протеина, жира, клетчатки, золы, влажности и азота мочевины стандартные. Они разработаны и рекомендованы Ассоциацией агрохимиков.

Методы эти хорошо известны и пригодны для контроля при смешивании таких веществ, как добавки (без медикаментов) с полностью сбалансированными комбикормами, в которых основным источником этих веществ является один ингредиент, например распределение мочевины в смеси.

Минеральные вещества — кальций, фосфор, йод, хлориды, железо, медь, марганец, цинк, кобальт — определяют по тем же стандартным методам, предложенным Ассоциацией агрохимиков.

Эти методы пригодны для проверки специфического распределения добавленных в смеси минеральных веществ, и любой элемент из них может быть использован в качестве индикатора. Однако, поскольку источник кальция и фосфора часто не один, этот метод не может быть столь точным, как при определении микроэлементов, которых нет в зерне и большинстве других ингредиентов, используемых в больших количествах в комбикормах.

Определение меди, цинка и кобальта в малых концентрациях очень трудоемко для многих заводских лабора-

торий, поэтому эти анализы редко используют в качестве индикатора.

Йод можно использовать в качестве индикатора, но поскольку он обычно вводится в малых количествах и соединения его при неблагоприятных условиях нестойки, то надежность анализа бывает ниже приемлемой для определения дисперсии, за исключением премикс-концентратов.

Методы определения хлоридов обычно характеризуют равномерность распределения поваренной соли в смесях и используют их в качестве индикатор-метода.

Методы определения железа и марганца специфичны, надежны и относительно легки. Они могут найти широкое применение в качестве индикатор-метода для установления присутствия премиксов в смеси и контроля их смешивания. Поскольку размер частиц соединений железа и марганца может быть получен такой же, как и размер частиц многих других добавок, эти методы можно применять в качестве индикатор-метода для медикаментов.

Методы определения специфических веществ (в эту группу входят все витамины, включаемые в комбикорма) различны, но неточность многих из них, продолжительность исследования, нестойкость некоторых форм витаминов препятствуют их широкому применению при установлении дисперсии кормовых смесей, за исключением концентрированных витаминных премиксов.

Из многих методов определения медикаментов определение мышьяковистых соединений является наиболее точным и легким для использования их в премиксах в качестве индикатора.

Методы индикатора (индикатор-метод) могут быть подразделены на методы, требующие лабораторных условий, и методы, требующие в большинстве случаев только простейших инструментов.

**Лабораторные методы.** Метод обнаружения краски. Краску оранж-2 смешивают с исследуемым веществом. Из этой смеси готовят премикс, который добавляют в корма в обычно используемых количествах. После смешивания берут образец, размалывают (тонкий помол) и экстрагируют растворителем. Доведенную до определенного объема надосадочную жидкость пропускают через адсорбционную колонку с землей Фуллера. Адсорбированную краску элюируют. Концентрацию краски в элюате определяют с помощью фотоэлектроколориметра, а

количество ее устанавливают по заранее составленной калибровочной кривой.

*Нитритный метод* запатентован в США. Обычно нитрит натрия в качестве индикатора используют в количестве 4—5% в премиксах и 20—50 г на 1 т в кормах. Эту методику рекомендуется использовать для определения такого трудного для анализа вещества, как витамин D.

*Метод метиленовой синьки* — один из самых доступных. После подмешивания метиленовой синьки к исследуемому продукту ее экстрагируют из взятого образца 95%-ным метанолом. Экстракт доводят до постоянного объема, а концентрацию краски в нем определяют на спектрофотометре.

Этот метод имеет преимущество по сравнению с методом, водной экстракции. Оно заключается в том, что уменьшается количество посторонних водорастворимых веществ и только изредка конечный раствор бывает мутным и требует второй фильтрации и центрифугирования. На максимальное поглощение лучей при длине волны 655 мк мало влияет присутствие других веществ, которые могут экстрагироваться метанолом.

*Методы, не требующие лабораторий. Методы небольшой точности.* К ним относятся следующие.

1. Простейший метод контроля распределения тонко-размолотых веществ в смесях — добавление определенного количества цельного зерна кукурузы. После смешивания партию комбикорма затаривают в мешки. Затем комбикорма из отобранных мешков просеивают, чтобы отделить кукурузные зерна. Таким способом устанавливают количество зерен в разных мешках и, следовательно, равномерность смешивания.

Этот метод имеет тот недостаток, что используют целые зерна, размер которых намного больше частиц основной массы смеси и, следовательно, нельзя ожидать хорошего их распределения. Величина образцов также должна быть очень большой, иначе в некоторых из них может не оказаться зерна.

2. Второй простой метод изучения распределения частиц применяется в вертикальных смесителях. Техника его состоит во введении в смеситель определенного количества деревянных кубиков размером  $25 \times 25 \times 4,7$  мм. Далее поступают так же, как и с кукурузой. Этот метод непригоден для некоторых типов оборудования.

3. Третий метод состоит в использовании ингредиентов малой и большой плотности и установлении объемного веса образцов. Применяют его ограниченно. В основном им пользуются, когда ограничено время и имеющееся оборудование не позволяет использовать другой, более точный метод.

4. Метод окрашивания корма — это разновидность метода обнаружения краски. Его используют на заводах, где нет лабораторий. Поскольку интенсивность окраски определяют визуально, то точность метода окрашивания не высокая.

5. Американская Ассоциация по микроскопии кормов сообщила об успешном использовании флуоресцентных свойств при ультрафиолетовом их облучении для определения приблизительного процентного содержания флуоресцирующих веществ в смеси. Ограничивает использование метода флуоресценции — необходимость специального оборудования и малое количество естественно флуоресцирующих веществ.

Однако флуоресцентные индикаторы можно с большой пользой применять для контроля тех участков смешительной системы, где может произойти задержка какого-либо материала и последующее загрязнение смеси.

*К методам высокой точности относятся следующие три метода.*

1. Метод с использованием гранул с цветным покрытием, цветных частиц сои, шариков витамина А, частиц дикальцийфосфата, свекловичного жома и даже шариков из пластмассы. В образце, рассыпанном тонким слоем, подсчитывают количество гранул. При правильном использовании этот метод в экспериментальных исследованиях дает максимальную точность.

Однако при применении этого метода в заводских условиях выявляется ряд его недостатков. Один из них — введение цветных гранул в таком количестве, чтобы они были заметны невооруженным глазом. Эти гранулы должны быть устойчивыми против дробления.

При наличии микроскопа с большой разрешающей способностью имеется возможность применять шарики дикальцийфосфата и витамина А. Это позволит определить ингредиенты, входящие в смесь в малых количествах. Если размеры шариков будут колебаться в незначительных пределах, то подсчет под микроскопом может дать довольно точные результаты.

2. Микроиндикаторный метод — это по существу модифицированный метод цветных гранул. В качестве индикатора используют соль или частицы двуокиси кремния очень тщательно контролируемых размеров, которые покрываются водорастворимой краской.

Индикатора добавляют от 6 до 24 г на 1 т, в зависимости от типа исследования. Навеску комбикорма в 5 г помещают в колбу и добавляют 25 мл растворителя (хлороформа или сероуглерода), перемешивают и оставляют стоять полторы минуты. Затем отфильтровывают плавающий корм и растворитель, избегая потерь осадка. Колбу высушивают на горячей плите или печи. Сухой осадок содержит индикатор.

Сухой осадок пересыют из колбы на фильтровальную бумагу, распределяя его равномерно. Тщательно (но не избыточно) увлажняют бумагу и осадок водой. Как только появляется первое пятно, бумагу высушивают на горячей плите (1,5 минуты), сухой осадок удаляют щеткой и пятна подсчитывают.

Индикаторы разных цветов отличаются друг от друга, и пятна подсчитывают отдельно. Вся процедура может быть выполнена за 10 минут. Можно использовать микроскоп с большой разрешающей способностью. При содержании в смеси большого количества жидких кормов (меляссы, сгущенного рыбного сока) точность метода намного снижается, так как жидкость может удалить краску с соли или даже растворить некоторую часть ее.

Этот метод можно применять главным образом с негранулированными кормами, так как при гранулировании частицы соли прессуются и их трудно наблюдать. Высокоскоростные смесители могут уменьшить размер частиц до такой степени, что их почти нельзя установить, а это приведет к ошибочным результатам.

3. Метод радиоактивных изотопов. Им можно контролировать распределение отдельных частиц, содержащих радиоактивное вещество, причем во многих случаях в течение технологического процесса.

Радиоактивный индикатор можно применять, если он удовлетворяет следующим требованиям.

Он не должен быть токсичным в применяемых дозах. Период полураспада (время, требуемое для исчезновения половины радиоактивности элемента) индикатора должен быть достаточно продолжительным, чтобы была возможность ввести его в технологическую линию приготовления

премикса, смешивания, взять образцы и подсчитать радиоактивность. В то же время период полураспада должен быть и достаточно коротким, чтобы обычный порядок распределения корма среди потребителей не нарушался бы в ожидании снижения радиоактивности до допустимого уровня.

Методика использования радиоактивного изотопа следующая.

1. Равномерно смешивают известную дозу радиоактивного элемента с определённым по весу количеством премикса или со специфическими ингредиентами.

2. Отвешивают образец этой смеси и сохраняют его как стандарт для вычисления степени разбавления.

3. Добавляют премикс в смесь через смесительную систему обычным способом, смешивают и выполняют весь технологический процесс согласно стандартному режиму.

4. Берут образцы в желательных местах системы или из затаренных мешков.

5. Измеряют радиоактивность образцов и рассчитывают распределение активного соединения или премикса, который был использован как носитель активного вещества.

Таблица 73

Радиоактивные изотопы, рекомендованные для изучения эффективности смешивания

Радиоактивный изотоп	Период полураспада	Гамма-излучение (микрокюри)
Фтор-18	1,87 часа	0,64
Йод-132	2,33 »	—
Калий-42	12,40 »	1,51
Медь-64	12,80 »	1,35
Натрий-24	14,80 »	1,38;
Молибден-99	67,00 »	0,74;
Фосфор-32	14,30 дня	Нет
Сера-35	87,10 »	»
Кальций-45	180 дней	»
Стронций-89	55 »	»
Железо-59	46 »	1,31
Йод-131	8 »	0,638

## Основные положения единой государственной системы проектирования состава комбикормов, проверки питательности и контроля их качества в СССР

Увеличение удельного веса комбикормов в рационах — один из главных факторов повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, улучшения качества продуктов животноводства и снижения их себестоимости.

Однако эффективность применения комбикормов в животноводстве целиком зависит от их качества. Комбикорма представляют собой сложные комплексы из очень разнообразных по своим свойствам ингредиентов. Их полезное действие будет проявляться только в том случае, если сочетание, соотношение и дозировка полностью соответствуют требованиям организма животных данного вида и направления продуктивности.

Необходим строгий контроль за качеством комбикормов, так как при использовании недоброкачественных комбикормов может быть нанесен ущерб хозяйствам.

В основу единой государственной системы контроля за качеством комбикормов должны быть положены стандарты на отдельные виды сырья, витамины, аминокислоты, минеральные вещества, лекарственные средства, стимуляторы и т. д. Необходимо также стандартизировать технологию производства комбикормов, добавок, премиксов. Показатели, характеризующие качество рецептов и вырабатываемых по ним комбикормов, должны быть гарантированы.

Целесообразно пересмотреть существующие и разработать новые более совершенные стандарты и нормативы. В этом деле должны участвовать все ведомства, которые связаны с разработкой рецептов, с сырьем и технологией производства комбикормов.

Функции по контролю качества комбикормов целесообразно возложить на комиссию по комбикормам Министерства сельского хозяйства СССР, на сеть агрохимических и ветеринарных лабораторий и другие существующие организации сельскохозяйственных министерств и ведомств при них.

Государственная система должна включить три основных раздела по контролю качества комбикормов, вырабатываемых промышленностью.

1. Контроль качества рецептов, предлагаемых промышленностью научно-исследовательскими учреждениями.

2. Контроль качества сырья, используемого промышленностью для приготовления комбикормов.

3. Контроль качества комбикормов, выработанных промышленностью.

Государственная система контроля должна заключаться в том, чтобы рецепты полностью отвечали требованиям данного вида и группы животных, для которых комбикорма предназначены. Ингредиенты, включенные в рецепты, должны быть доступными для промышленности. Рецепты должны быть экспериментально обоснованы как в техническом, так и в хозяйственно-экономическом отношении, их необходимо сопровождать химическими, биологическими, зоотехническими и экономическими показателями, как это делают в ГДР.

При Министерстве сельского хозяйства СССР желательно иметь специальный орган, который бы оценивал качество рецептов, рекомендуемых научными учреждениями для государственной промышленности союзного подчинения. Одновременно он направлял бы и контролировал деятельность республиканских министерств.

Для осуществления контроля качества сырья необходимо разработать стандарты на каждый его вид и утвердить соответствующие ГОСТ. В соответствии с этими стандартами и следует поставлять сырье для государственной промышленности.

Поставщики сырья должны сопровождать каждую партию соответствующим документом, характеризующим качество ее по ГОСТу для данного вида сырья.

Комбикормовый завод, принимая сырье, проверяет соответствие показателей с ГОСТом и проводит собственные определения некоторых из них. Качественные показатели ингредиента служат основанием включения его в комбикорм. При длительном хранении сырья на складе завода проводят повторные анализы по некоторым показателям, в том числе на влажность, доброкачественность (органолептическая экспертиза), активность витаминов, ферментов и антибиотиков.

Периодический контроль качества сырья, предназначенного для комбикормов на складах завода, необходимо осуществлять контрольными лабораториями. Для этой цели со склада следует отбирать средние пробы сырья и анализировать их по химическим, биологическим и кор-

мовым показателям. Лабораторные результаты надо сопоставлять с данными заводских лабораторий и с ГОСТами.

За сетью контрольных лабораторий (агрохимических, ветеринарных и др.) на территории каждой республики целесообразно закреплять все комбикормовые заводы. Штат их (помимо существующего) установить с таким расчетом, чтобы они могли выполнять работу своевременно и в полном объеме согласно программе.

Министерство сельского хозяйства СССР должно периодически пересматривать стандарты на отдельные ингредиенты и разрабатывать новые ГОСТы, а также единую методику химических и других анализов и показатели экспертизы качества ингредиентов.

Единая государственная система осуществляет систематический контроль за качеством комбикормов, выпускаемых государственной комбикормовой промышленностью.

Контроль за качеством комбикормов на комбикормовых предприятиях целесообразно возложить на специальные лаборатории, подчиняющиеся министерствам сельского хозяйства союзных республик, на территории которых находится комбикормовый завод.

Комбикорма и кормовые смеси необходимо анализировать на содержание влаги, сырого протеина, сырой клетчатки, металлических примесей, песка, куколя, плевела опьяняющего, головни, спорыньи, общей энергии, кальция, фосфора, фтора, поваренной соли, метабисульфита натрия, мышьяка, цитритов, витаминов А и D, антиокислителей, ядохимикатов (гранозана, тетраметилтиурамдисульфида, гексахлорана, ДДТ, полихлорпинена, трихлорфенолята меди), гиссипола, салмонелл. Данные анализа комбикормов и кормосмесей, отправляемых потребителям пасышью, сообщают в сопроводительных документах, а при перевозке в мешках указывают на прикрепляемых к ним этикетках.

Научно-исследовательские институты по животноводству должны разработать стандартную методику проверки питательности комбикормов, определить минимальный уровень продуктивности животных, который необходимо получить при скармливании 1 т комбикорма и разработать новые стандарты на комбикорма и все виды сырья.

Главная задача государственного контроля сводится к тому, чтобы комбикорма, выпускаемые заводами, имели высокую питательность и биологическую ценность. Эти

достоинства комбикормов зависят от качества рецептов и ингредиентов, а также от технологии их приготовления.

Контроль за соблюдением технологии, применяемой на государственных комбикормовых заводах, заслуживает особого внимания. В процессе технологии могут быть существенные отклонения от нормы введения ингредиентов в комбикорма. Изменение соотношений ингредиентов или исключения отдельных из них из рецепта; крупность дробления или помола, а также равномерность смешивания, качество гранул, брикетов могут существенно отразиться на качестве комбикорма. Хранение, упаковка, транспортировка также должны тщательно контролироваться.

Государственный контроль за технологией приготовления комбикормов на государственных комбикормовых заводах должен быть возложен на специальную контрольную службу. Такой контроль могут осуществлять технологические комбикормовые лаборатории. Подобные лаборатории организованы во всех союзных республиках, и они могут выполнять контрольные функции, располагая соответствующими кадрами и оборудованием.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИКОРМОВ В ХОЗЯЙСТВАХ

В ближайшее время хозяйства будут иметь возможность из собственного сырья с применением добавок и премиксов готовить полнорационные комбикорма и комбикорма-концентраты для разных видов животных.

Комбикорма, приготовляемые в самом хозяйстве или государственными заводами, необходимо правильно и рационально использовать при кормлении животных. Полнорационные комбикорма следует скармливать только животным тех видов и групп, для которых они предназначены, так как действие их строго ограничено. Использование же их животным другого вида или группы с иным направлением продуктивности не дает положительного эффекта, а в отдельных случаях может быть нанесен ущерб здоровью животного и его продуктивности.

Нормы скармливания комбикормов должны соответствовать потребности животных, которые указаны в порциях кормления; они зависят от вида животного, его возраста, уровня продуктивности и физиологического состояния. Если полнорационные комбикорма скармливают из самокормушек, то необходимо строго следить за поедаемостью.

Эффективность использования полнорационных комбикормов выше, если их готовят не в рассыпном, а в гранулированном виде. Они охотнее поедаются животными, при этом не образуется пылевых остатков, загрязняющих воздух. К сожалению, до настоящего времени гранулированные комбикорма у нас занимают очень небольшой удельный вес. В первую очередь комбикорма следует гранулировать для птицы и свиней.

При использовании комбикормов-концентратов необходимо учитывать целый ряд факторов, и в первую очередь основную часть рациона.

Белково-витаминно-минеральные добавки и премиксы скармливают только в смеси с основными кормами или комбикормами-концентратами. Эти добавки очень дороги,

и, кроме того, в них включают большое количество различных биологически активных веществ. Поэтому, чтобы получить положительный эффект, они должны быть равномерно перемешаны с комбикормами-концентратами или простыми смесями, в противном случае могут быть отрицательные результаты, вплоть до отравления животных. Добавки и премиксы применяют в строго определенных количествах.

Экономическая эффективность использования комбикормов зависит от многих факторов, которые необходимо учитывать, прежде всего от особенностей животных, их породы и способности к высокой продуктивности.

Интенсификация животноводства, повышение его продуктивности и снижение затрат на производство продукции должны сопровождаться улучшением всех звеньев, связанных с существованием животных, — содержания, кормления, обслуживания, только в этом случае можно получить наибольший эффект от скармливания комбикормов.

Рекомендуя те или иные рецепты комбикормов, надо обращать самое серьезное внимание на условия среды, которые в значительной степени обуславливают продуктивность, физиологическое состояние животных и оплату корма.

В специальных опытах научно-исследовательских учреждений, где животные находились в благоприятных условиях, эффективность комбикормов была высокая.

В экспериментальном хозяйстве ВИЖ «Кленово-Чегодаево» одной группе (контрольная) свиней 2—4-месячного возраста скармливали злаково-зерновую смесь, состоящую из 40% пшеницы, 20% ячменя, 10% овса, 24,2% зерноотходов, 5% подсолнечникового жмыха, 0,5% мела и 0,3% поваренной соли.

Второй группе свиней давали зерновую смесь, обогащенную БВМД (20% по весу), которая включала в себя все микроэлементы, витамины А и D<sub>2</sub> и аминокислоты — лизин, триптофан, метионин и аргинин.

От свиней второй группы получили 617 г привеса в сутки, а от контрольных — 515 г. Затраты кормов на 1 кг привеса составили соответственно 4,35 и 5,26 кормовой единицы.

При скармливании супоросным и подсосным маткам полноценных комбикормов, с использованием БВМД, молочность маток равнялась 68—72 кг. Средний живой

вес молодняка в двухмесячном возрасте был 19,5 кг, или на 3,5—4 кг больше веса поросят, выращенных на обычных хозяйственных кормах.

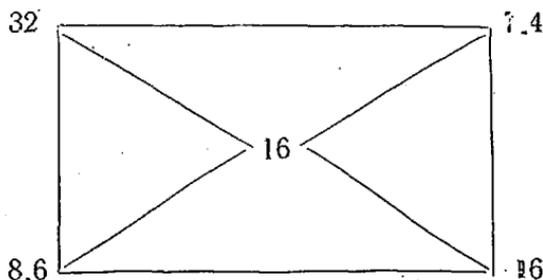
В опытном хозяйстве ВИЖ «Щаново» основной рацион высокопродуктивных коров в стойловый период состоял из 4 кг клеверного сена, 27 кг силоса и 15 кг кормовой свеклы. Одним коровам в дополнение к основному рациону скармливали 7,5—8 кг зерновой смеси (30% ячменя, 30% овса, 40% фуражной пшеницы), другим — 70% по весу этой же смеси и 30% БВМД или 5—5,5 кг полноценного комбикорма. В результате такого кормления от коров, получавших полноценный комбикорм, за 150 дней стойлового периода надоили по 4600 кг молока с содержанием 3,6% жира, а в группе, рацион которой состоял из простой зерновой смеси, — по 3700 кг молока с 3,45% жира. Расход концентратов на 1 кг молока в первом случае составил 220 г, а во втором — 365 г. Балансирование рационов коров комбикормами-концентратами позволяет при меньшем расходе концентратов получать удой за лактацию 5300—5500 кг молока.

Если хозяйство располагает простой зерновой смесью и белково-витаминно-минеральной добавкой (БВМД) промышленного производства, то на месте можно приготовить полноценные комбикорма. Для этого их следует взять в нужном соотношении и тщательно перемешать, чтобы получить комбикорм, равный по питательности комбикорму, предназначенному для данной группы животных. Обычно БВМД добавляют в зерновую смесь в количестве 15—35% по весу. Такими комбикормами можно сбалансировать рационы по питательным веществам и использовать зерновые смеси с наибольшей эффективностью.

При смешивании концентратов с комбикормами-добавками для получения необходимого содержания протеина в рационах количество каждого корма можно легко определить с помощью прямоугольника Пирсона. Для этого следует начертить прямоугольник. Желаемый процент протеина ставят в центре прямоугольника, процент протеина в добавке — в левом верхнем углу, процент протеина в зерновых кормах — в левом нижнем углу. Разницу между цифрой, стоящей в центре, и цифрой в каждом левом углу проставляют в правых углах по диагонали. Цифра в правом верхнем углу показывает число требуемых частей протеиновой подкормки, а цифра в нижнем левом углу — число частей зерновой смеси.

Пример. Какое количество молотой кукурузы (содержащей 8,6% протеина) следует смешать с 32%-ой смесью концентратов, чтобы получить 1 т смеси с 16% протеина?

В центре прямоугольника ставим определяемый процент протеина — 16, в левом верхнем углу — 32, а в левом нижнем углу — процент протеина в зерне — 8,6. Теперь из 16 вычитаем 8,6, получаем 7,4 и ставим в верхнем правом углу, разницу между 32 и 16 — в нижнем углу.



Суммируем число требуемых частей добавки (7,4) и число частей зерна (16) и получаем 23,4 части.

Чтобы высчитать количество каждого из двух ингредиентов, необходимое для приготовления тонны корма, содержащего 16% протеина, делим 1000 на 23,4 и получаем количество килограммов в каждой части ( $1000 : 23,4 = 42,735$  кг в одной части). Затем умножаем это число на 7,4 и на 16 и получаем число килограммов каждого ингредиента ( $7,4 \times 42,735 = 316,2$  кг 32%-ной протеиновой подкормки;  $16 \text{ частей} \times 42,735 = 683,8$  кг молотой кукурузы).

Таким образом, в данном случае для получения одной тонны смеси, содержащей 16% протеина, требуется смешать 316,2 кг 32%-ной протеиновой подкормки и 683,8 кг молотой кукурузы.

Предположим, что на ферме имеется например 1000 кг 32%-ной смеси, которую желательно смешать с кукурузной мукой, чтобы получить смеси с 16% протеина. Необходимо знать, сколько следует взять кукурузной муки. В данном случае 7,4 части будут равняться 1000 кг 32%-ной протеиновой подкормки, одна часть составит  $1000 : 7,4$ , или 135,1 кг, а 16 частей ( $135,1 \times 16$ ) 2161,6 кг кукурузной муки. Это количество кукурузной муки, смешанное с 1000 кг 32%-ной протеиновой подкормки, даст 3161,6 кг смеси, содержащей 16% протеина.

Заменяя 16% протеина в приведенных примерах желаемым процентом, можно высчитать любой процент корма.

Далее, если используют разные виды зерна в равных или в различных пропорциях, то при применении метода прямоугольника можно пользоваться средними цифрами. Если, например, хотят использовать равные части кукурузы и овса, то можно взять среднее содержание протеина в этих кормах.

Этот же способ вычисления применяют, когда используют не 32%-ную протеиновую смесь, а какую-либо другую. Если имеются две протеиновые смеси, то можно вывести средние цифры, как это было показано для кукурузы и овса.

### Приготовление комбикорма для свиней

В хозяйстве имеется зерносмесь, состоящая из 50% ячменя, 30% пшеницы и 20% кукурузы. Для того чтобы данную зерносмесь использовать с наибольшей эффективностью, ее следует обогатить белково-витамино-минеральной добавкой промышленного производства.

Таблица 74

Состав БВМД для поросят от 2- до 4-месячного возраста

Ингредиенты	Состав, %	Качественная характеристика
Отруби пшеничные	36	<i>В 1 кг БВМД содержится (г):</i>
Жмых подсолнечниковый	23	
Травяная мука из люцерны	13,4	органического вещества 720
Животные корма (рыбная, мясо-костная мука)	23	сырого протеина 290
		кормовых единиц 0,80
Мел	2,3	переваримого протеина 251
Соль поваренная	2,3	кальция 34,0
		фосфора 18,2
Итого	100,0	

В 1 т БВМД содержится витамина А 4,5 млн. ИЕ, витамина D<sub>2</sub> 4,5 млн. ИЕ, витамина В<sub>12</sub> 67 мг, рибофлавина 6,8 г, никотиновой кислоты 90 г и микроэлементы.

Чтобы приготовить комбикорм, требуется взять 75% (по весу) зерновой смеси и 25% белково-витаминно-минеральной добавки, в результате чего получится комбикорм (табл. 75), удовлетворяющий животных во всех элементах питания. Его скармливают без дополнительных кормов.

Таблица 75

• Состав комбикорма для свиней

Ингредиенты	Состав, %	Качественная характеристика	
Ячмень	37,5	<i>В 1 кг комбикорма содержится (г):</i>	
Пшеница	22,5		
Кукуруза	15,0		органического вещества 0,821
Отруби пшеничные	9,0		сырого протеина 162
Жмых подсолнечниковый	5,7		кормовых единиц 1,1
Травяная витаминная мука из люцерны	3,4		переваримого протеина 132
Рыбная и мясо-костная мука	5,7		кальция 9,1
Мел	0,6		фосфора 6,5
Соль поваренная	0,6		

В хозяйстве вместе с сахарной свеклой или картофелем скармливают зерносмесь, состоящую из 55% ячменя и 45% пшеницы. Такое кормление животных малоэффективно и ведет к излишним затратам корма. В суточном рационе свиньи с весом 70 кг должно быть 3,3 кормовой единицы, 340 г переваримого протеина, 16 г кальция и 13 г фосфора. При скармливании животному около 2 кг зерновой смеси и 4 кг сахарной свеклы или 3,5 кг картофеля рацион будет удовлетворять потребности животного в кормовых единицах, но будет дефицитным по переваримому протеину (около 30%), кальцию (около 70%), фосфору (около 23%) и витаминам А и D.

Для того чтобы рацион, состоящий в основном из зерновой смеси, удовлетворял потребности животного и мог быть использован с высокой эффективностью, его необходимо обогатить БВМД (табл. 76).

В 1 т БВМД содержится витамина А 4 млн. ИЕ, витамина D<sub>2</sub> 3 млн. ИЕ, сернокислого железа 200 г, сернокислой меди 28, сернокислого цинка 40, углекислого кобальта 7, йодистого калия 4 г.

## Рецепт БВМД для мясного откорма свиней от 4- до 6—7-месячного возраста

Ингредиенты	Состав, %	Качественная характеристика
Отруби пшеничные	40	<i>В 1 кг добавки содержится (г):</i> органического вещества 724 сырого протеина 260 кормовых единиц 0,850 переваримого протеина 223 кальция 25,8 фосфора 18,5
Дрожжи кормовые	26	
Корма животного происхождения (рыбная и мясо-костная мука)	10,2	
Травяная витаминная мука из клевера	17,6	
Трикальцийфосфат	3,7	
Соль поваренная	2,5	
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	

Для получения комбикорма следует взять 75% по весу зерновой смеси и 25% БВМД, тщательно их перемешать, и будет получен комбикорм-концентрат, состав которого приведен в таблице 77.

## Состав комбикорма-концентрата для свиней

Ингредиенты	Состав, %	Качественная характеристика
Ячмень	41,2	<i>В 1 кг комбикорма содержится (г):</i> органического вещества 812 сырого протеина 157 кормовых единиц 0,103 переваримого протеина 128 кальция 7,0 фосфора 5,1
Пшеница	33,8	
Отруби пшеничные	10,0	
Дрожжи кормовые	6,5	
Рыбная и мясо-костная мука	2,6	
Травяная витаминная мука	4,4	
Трикальцийфосфат	0,9	
Соль поваренная	0,6	
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	

Готовый комбикорм-концентрат дают откармливаемым свиньям в возрасте от 3- до 6—7-месячного возраста в количестве 75% суточной потребности, а недостающие 25% питательных веществ животные получают в виде сочных кормов. Такой рацион удовлетворяет потребность

## Состав БВМД для суноросных и подсосных маток

Ингредиенты	Состав, %	Качественная характеристика
Жмых подсолнечниковый	40	<i>В 1 кг добавки содержится (г):</i> органического вещества 774 сырого протеина 307 кормовых единиц 0,80 переваримого протеина 276 кальция 24 фосфора 14
Дрожжи кормовые	5	
Отруби пшеничные	15	
Мука гороховая	7	
Мука китовая	6	
Травяная витаминная мука	20	
Трикальцийфосфат	3	
Соль поваренная	3	
Мел	1	
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	

Таблица 79

## Рецепт БВМД для свиноматок во вторую половину суноросности и подсосных

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Жмых, шрот подсолнечниковый	20	<i>В 1 кг БВМД содержится:</i> органического вещества (кг) 0,77 энергетических кормовых единиц 0,81 сырого протеина (г) 357 сырой клетчатки (г) 84 сырого жира (г) 59 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 5,7 кормовых единиц 0,590 переваримого протеина (г) 284 кальция (г) 19,90 фосфора (г) 12,50 лизина (г) 19,1 триптофана (г) 4,2 метионина (г) 6,6 цистина (г) 4,0
Жмых, шрот соевый, льняной, арахисовый	10	
Рыбная мука	12	
Мясо-костная, мясная мука	12	
Отруби пшеничные	22	
Травяная мука	10	
Дрожжи кормовые	10	
Мел	1	
Соль	3	
<b>Итого</b>	<b>100</b>	

На 1 т БВМД добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	6,6	железа сернокислого (г)	75
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	3,6	меди сернокислой (г)	30
витамина В <sub>2</sub> (г)	2,6	кобальта сернокислого и хлористого (г)	7,8
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,015		
витамина РР (г)	17,0	калия йодистого (г)	0,9
холин-хлорида (г)	1500		

животных в питательных веществах и обеспечивает получение высоких привесов.

Аналогичным путем готовят комбикорма-концентраты и полнораціонные комбикорма с БВМД для любой половозрастной группы свиней.

Чтобы приготовить комбикорм-концентрат для супоросных и подсосных маток из смеси ячменной и кукурузной дерти, следует взять 65% по весу зерновой смеси и добавить к ней 35% БВМД такого состава (табл. 78).

Полученный комбикорм в количестве 30—35% скармливают в составе рациона, содержащего 65—70% по питательности корнеплодов или комбинированного силоса зрелой и зеленой массы летом.

Таблица 80

Рецепт БВМД для свиноматок во вторую половину супоросности и подсосных (Молдавский НИИ животноводства и ветеринарии)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Жмых подсолнечниковый	40	<i>В 1 кг БВМД содержится:</i>
Дрожжи кормовые	5	органического вещества 0,774
Отруби пшеничные	15	(кг)
Горох	7	энергетических кормовых единиц 0,90
Мука пшеничная	6	сырого протеина (г) 307
Мука травяная	20	сырой клетчатки (г) 107
Трикальцийфосфат	3	сырого жира (г) 33
Соль	3	энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 7,88
Мел	1	кормовых единиц переваримого протеина 0,80
<b>Итого</b>	<b>100</b>	(г) 276
		кальция (г) 24,0
		фосфора (г) 14,0
		лизина (г) 12,8
		триптофана (г) 4,7
		метионина (г) 3,5
		цистина (г) 5,4

На 1 т БВМД добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	8,5	железа сернокислого (г)	64
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	3,4	цинка сернокислого (г)	33
витамина В <sub>2</sub> (г)	2,1	калия йодистого (г)	2,6
витамина РР (г)	31	молибдена сернокислого (г)	25
холин-хлорида (г)	1275	кобальта сернокислого (г)	11,4
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,026		

БВМД скармливают в смеси с кукурузной или ячменной дробью в пропорции 35 и 65%. В рацион включают корнеплоды или комбинированный силос зимой и зеленую массу летом.

При использовании этой добавки плодовитость свиноматок составила 12—13,5 поросят со средним живым весом при отъеме 15—16 кг.

Таблица 81

Рецепт БВМД для поросят-отъемышей (НИИ животноводства Лесостепи и Полесья УССР)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Отруби пшеничные	30	<i>В 1 кг БВМД содержится:</i> органического вещества (кг) 0,739 энергетических кормовых единиц сырого протеина (г) 317 сырой клетчатки (г) 65 сырого жира (г) 40 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 6,3 кормовых единиц переваримого протеина (г) 0,88 кальция (г) 28,3 фосфора (г) 14,7 лизина (г) 16,9 триптофана (г) 3,7 метионина (г) 5,9 цистина (г) 4,1
Жмых подсолнечниковый	19	
Дрожжи кормовые	18	
Животные корма (рыбная, мясо-костная мука 1:1)	18	
Травяная мука	11	
Мел	2	
Соль поваренная	2	
<b>Итого</b>	<b>100</b>	

На 1 т БВМД добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	4,4
витамина В <sub>12</sub> (мг)	66
никотиновой кислоты (г)	92
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	4,4
рибофлавина (г)	7,4
биомицина кормового (г)	74

Рекомендуется добавлять 27% к зерновой смеси, состоящей из 57% зерновых злаковых и 16% зернобобовых, с включением в рацион 20% сочных кормов.

## Рецепт БВМД для поросят-отъемышей (ВИЖ)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Горох	20	<i>В 1 кг БВМД содержится:</i> органического вещества (кг) 0,780 энергетических кормовых единиц сырого протеина (г) 263 сырой клетчатки (г) 67 сырого жира (г) 45 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 8,8 кормовых единиц 1,03 переваримого протеина (г) 238 кальция (г) 19,4 фосфора (г) 10,6 лизина (г) 12,3 триптофана (г) 4,1 метионина (г) 4,1 цистина (г) 3,0
Ячмень	15	
Жмых подсолнечниковый	21	
Жмых льняной	16	
Дрожжи кормовые	10	
Травяная мука	7	
Пшеница	4	
Мел	4	
Соль поваренная	3	
Итого	100	

На 1 т БВМД добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	6	железа сернокислого (г)	800
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	4	меди сернокислой (г)	80
биоцицина сернокислого или кормовых антибиотиков в эквивалентном количестве по активности (г)	40	цинка сернокислого	60
		кобальта сернокислого (г)	20
		калия йодистого (г)	2

Рекомендуется добавлять 15% к зерновой смеси.

## Рецепт БВМД для мясного откорма свиней (Молдавский НИИ животноводства и ветеринарии)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Мука ячменная	19	<i>В 1 кг БВМД содержится:</i> органического вещества (кг) 0,800 энергетических кормовых единиц сырого протеина (г) 291 сырой клетчатки (г) 88 сырого жира (г) 51 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 9,24 кормовых единиц 1,04 переваримого протеина (г) 270 кальция (г) 6,4
Жмых подсолнечниковый	43	
Отруби пшеничные	12	
Мясо-костная мука	12	
Травяная мука	10	
Соль	4	
Итого	100	

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
		фосфора (г) 8,0
		лизина (г) 12,2
		цистина (г) 3,7
		триптофана (г) 4,1
		метионина (г) 4,7

На 1 т БВМД добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	4,5	меди сернокислой (г)	30,0
витамина В <sub>2</sub> (г)	2,1	кобальта сернокислого (г)	14,5
витамина В <sub>12</sub> (г)	0,02	цинка сернокислого (г)	43,3
никотиновой кислоты (г)	20	калия йодистого (г)	3,33
железа сернокислого (г)	166,5		

БВМД скармливают в смеси с кукурузой в соотношении 30 и 70%. При использовании указанной смеси получен среднесуточный привес 543 г при затрате на 1 кг привеса 4,64 кормовой единицы. При скармливании БВМД в сочетании с бахчевыми и корнеплодами необходимо давать фосфорно-кальциевые подкормки.

Таблица 84

Рецепт БВМД для мясного откорма свиней (ВИЖ)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Жмых подсолнечниковый	30	<i>В 1 кг БВМД содержится:</i> органического вещества (кг) 0,753 энергетических кормовых единиц 0,89 сырого протеина (г) 330 сырой клетчатки (г) 70 сырого жира (г) 43 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 6,8 кормовых единиц 0,99 переваримого протеина (г) 270 кальция (г) 28,4 фосфора (г) 6,8 лизина (г) 29,7 триптофана (г) 4,3 метионина (г) 5,9 цистина (г) 3,5
Жмых соевый	15	
Дрожжи кормовые	20	
Горох	14	
Отруби пшеничные	10,5	
Мел	6,5	
Соль	4	
Итого	100	

## На 1 т БВМД добавляют:

витамина А (млн. ИЕ)	6	меди сернокислой (г)	30
витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	4	цинка сернокислого (г)	60
витамина B <sub>12</sub> (г)	0,006	кобальта сернокислого (г)	20
биомицина солянокислого (г)	40	калия йодистого (г)	4
железа сернокислого (г)	200		

Рекомендуется скармливать подсвинкам в возрасте от 4 до 6 месяцев в количестве 10—22%, к зерновой смеси.

Таблица 85

Рецепт БВМД для мясного откорма свиней (Московский технологический институт мясной и молочной промышленности)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Дрожжи кормовые	21,3	<i>Содержится в 1 кг:</i> кормовых единиц 0,97 обменной энергии (ккал) 2216 сырого протеина (г) 313 переваримого протеина (г) 265 энерго-протеиновое отношение (ккал/г) 8,5 кальция (г) 24,6 фосфора (г) 19,2 лизина (г) 20,5 метионина + цистина (г) 9,2 триптофана (г) 3,9
Мясо-костная (рыбная) мука	17,0	
Шрот подсолнечниковый (соевый)	25,5	
Горох	21,2	
Травяная мука	15,0	
Итого	100	

На 1 т БВМД добавляют 100 г кормового биомицина.

Норма добавки для свиней с живым весом до 45 кг — 24%, с весом от 45 до 75 кг — 11 и с весом более 75 кг — 6% веса рациона.

При добавке БВМД к зерновой смеси (кукуруза — 42%, ячмень — 42 и отруби пшеничные — 16% или ячмень — 84% и отруби пшеничные — 16%) получен среднесуточный привес 671 г. Затраты корма на 1 кг привеса составили 4,39 кормовой единицы.

Таблица 86.

Премикс для поросят-отъемышей и откармливаемого молодняка (ВИЖ)

Ингредиенты	Содержание
Витамины:	
А (млн. ИЕ)	120
D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	60
B <sub>12</sub> (кг)	0,0006
B <sub>2</sub> (кг)	0,10
РР (кг)	1,30
Холин-хлорид (кг)	33,3
Биоминици сернокислый (кг)	1,0
Железо сернокислое (кг)	3,33
Медь сернокислая (кг)	0,47
Цинк сернокислый (кг)	0,87
Кобальт хлористый (кг)	0,13
Йодистый калий (кг)	0,07
Наполнитель (шрот соевый, льняной, подсолнечниковый или отруби) с доведением общего веса до 1000 кг	

Премикс включают в состав полнорационных комбикормов и комбикормов-концентратов (15 кг на 1 т) взамен 15 кг ингредиента, используемого в качестве наполнителя.

Таблица 87

Рецепт минеральной смеси для подкормки свиней при мясном откорме (Московский технологический институт мясо-молочной промышленности)

Ингредиенты	%	Ингредиенты	%
Мел	65,0	Марганец сернокислый	0,10
Поваренная соль	33,4	Кобальт хлористый	0,04
Железо сернокислое	0,68	Калий йодистый	0,01
Цинк сернокислый	0,67		
Медь углекислая	0,10		
		Итого	100

Введение 1,5% смеси в концентратный рацион с белково-витаминной добавкой способствовало повышению привесов от 4,0 до 19,1%. Затраты корма на 1 кг привеса колебались от 3,98 до 5,11 кормовой единицы. Себестоимость 1 ц привеса снизилась на 1 руб. 04 коп. — 2 руб. 80 коп.

Таблица 88

Премикс для свиноматок в первую половину супоросности.  
Применительно к полнорационным комбикормам и комбикормам-концентраатам (ВИЖ)

Ингредиенты	Содержание
Витамины:	
А (млн. МЕ)	399
D <sub>2</sub> (млн. МЕ)	88
E <sub>2</sub> (кг)	0,08
PP (кг)	0,80
B <sub>12</sub> (кг)	0,0007
Холин-хлорид (кг)	33,30
Железо сернокислое (кг)	4,67
Медь сернокислая (кг)	1,67
Цинк сернокислый (кг)	1,67
Кобальт хлористый (кг)	0,53
Калий йодистый (кг)	0,200
Наполнитель (шрот соевый, льняной, подсолнечниковый или отруби) с доведением общего веса до 1000 кг	

Премикса добавляют 15 кг на 1 т комбикорма вместо 15 кг ингредиента, используемого в качестве наполнителя.

Таблица 89

Премикс для хряков-производителей (ВИЖ)

Ингредиенты	Содержание
Витамин А (млн. МЕ)	339
Витамин D <sub>2</sub> (млн. МЕ)	80
Железо сернокислое (кг)	1,67
Цинк сернокислый (кг)	0,86
Кобальт сернокислый (кг)	0,27
Медь сернокислая (кг)	0,67
Калий йодистый (кг)	0,07
Наполнитель (шрот соевый, льняной, подсолнечниковый или отруби) с доведением общего веса до 1000 кг	

Премикса добавляют 15 кг на 1 т комбикорма взамен 15 кг ингредиента, используемого в качестве наполнителя.

## Приготовление в хозяйстве комбикормов для крупного рогатого скота

Для крупного рогатого скота в хозяйстве необходимо готовить комбикорма с учетом основного рациона и направления продуктивности животных. Это обусловлено разной потребностью этих групп скота в основных питательных веществах.

Приведем пример приготовления комбикорма для коров с использованием белково-витаминно-минеральной добавки промышленного производства.

Суточный удой новотельных коров составляет 24 кг молока с жирностью 4%, вес 500—550 кг. Для обеспечения такого уровня продуктивности корова должна получать в рационе 17,8 кормовой единицы, 1780 г переваримого протеина, 130 г кальция, 62 г фосфора и 750 г каротина.

Основной рацион коров в стойловый период состоит из 5 кг клеверного сена, 20 кг смешанного силоса (горох, овес и кукуруза) и 20 кг кормовой свеклы. При скармливании в дополнение к основному рациону даже 7 кг имеющихся в хозяйстве концентрированных кормов в виде зерновой смеси (30% пшеницы, 40% ячменя и 30% овса) потребности коров в протеине не удовлетворялись на 300 г, а в кальции — на 30 г.

Для более рационального использования этой зерновой смеси из нее нужно приготовить комбикорм-концентрат такого состава: 70% этой смеси (30% пшеницы, 40% ячменя и 30% овса) и 30% белково-витаминно-минеральной добавки промышленного производства.

Таблица 90

Рецепт БВМД для дойных коров

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Жмых подсолнечниковый	20	<i>В 1 кг БВМД содержится (г):</i> органического вещества 85 кормовых единиц сырого протеина 97 переваримого протеина 280 кальция 16 фосфора 10,2
Шрот подсолнечниковый, хлопчатниковый	30	
Зернобобовые (горох)	18	
Пшеница	26	
Мел	3	
Соль	3	
Итого	100,0	

В 1 т БВМД содержится 9 млн. ИЕ витамина А (стабилизированный), 7,2 млн. ИЕ витамина D<sub>2</sub>, 60 мг хлористого кобальта, 75 мг сернокислой меди, 205 мг сернокислого железа и 3 мг йодистого калия.

В результате тщательного перемешивания получится готовый комбикорм-концентрат такого состава (табл. 91).

Таблица 91

Комбикорм для дойных коров

Ингредиенты	%	Качественная характеристика
Пшеница	29	<i>В 1 кг комбикорма содержится (г):</i> органического вещества 870 кормовых единиц 102 сырого протеина 196 переваримого протеина 139 кальция 5,7 фосфора 4,3
Ячмень	28	
Овес	21	
Жмых подсолнечниковый	6	
Шрот хлопчатниковый, подсолнечниковый, соевый	9	
Горох	5	
Мел	1	
Соль	1	
<b>Итого</b>	<b>100,0</b>	

Витамины и микроэлементы содержатся в комбикорме в необходимом количестве. Скармливание этого комбикорма в размере 30—32% общей питательности рациона полностью обеспечивает потребности коров во всех питательных веществах.

Таким образом, для каждой зоны страны из самых различных зерновых кормов можно приготовить в хозяйстве требуемый комбикорм, используя для этого БВМД для соответствующих видов и групп животных.

Таблица 92

## Рецепт БВМД для дойных коров (ВИЖ)

Ингредиенты	%	Качественная характеристика	
Горох	46,2	<i>В 1 кг добавки содержится:</i> органического вещества (кг) 0,76	
Шрот хлопчатниковый	39,0		энергетических кормовых 0,88
Жмых подсолнечниково- вый	5	единиц	
Мочевина с мелассой (89:11)	7	сырого протеина (г) 479	
Фосфат обесфторенный	1,8	сырого жира (г) 23	
Соль поваренная	1	кормовых единиц 0,98	
Итого	100,0	энерго-протеиновое отношение (ккал/г)	4,6
		переваримого протеина (г)	335
		кальция (г)	8,6
		фосфора (г)	10

*На 1 т БВМД добавляют:*

витамина D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	7,2	марганца сернистого (г)	45
железа сернистого (г)	45	кобальта хлористого	7,2
меди сернистой (г)	54	или сернистого (г)	
цинка сернистого (г)	9	калия йодистого (г)	3

БВМД добавляют 20—25% от зерновой смеси. При скармливании такой обогащенной смеси в основном рационе из 20% грубых, 50% сочных и 30% концентратов получают удой 25—30 кг молока в сутки.

Таблица 93

Премикс для племенного молодняка крупного рогатого скота.  
Применительно к комбикормам-концентратам (ВИЖ)

Ингредиенты	Количество (кг)
Цинк сернистый	1,06
Железо сернистое	0,33
Марганец сернистый	2,66
Кобальт хлористый	0,33
Витамины D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	66,4
Наполнитель (подсолнечниковый шрот, отруби) с доведением общего веса до 1000 кг	

Премикса добавляют 15 кг на 1 т комбикорма-концентрата взамен используемого в качестве наполнителя ингредиента.

Таблица 94

Премикс для быков-производителей. Применительно к комбикормам-концентратам (ВИЖ).

Ингредиенты	Количество (кг)
Кобальт хлористый	0,16
Медь сернокислая	1,20
Цинк сернокислый	0,20
Железо сернокислое	1,00
Марганец сернокислый	1,00
Калий йодистый	0,07
Витамин А (млн. ИЕ)	200
Витамин D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	160
Наполнитель (подсолнечниковый шрот, отруби) с доведением общего веса до 1000 кг	

Для обогащения 1 т комбикорма-концентрата добавляют 15 кг премикса взамен ингредиента, используемого в качестве наполнителя.

Таблица 95

Премикс для откорма крупного рогатого скота. Применительно к комбикормам-концентратам (ВИЖ)

Ингредиенты	Количество (кг)
Медь сернокислая	2,00
Кобальт сернокислый	0,37
Железо сернокислое	1,00
Цинк сернокислый	0,80
Калий йодистый	0,07
Витамин D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	66,4
Наполнитель (подсолнечниковый шрот, отруби) с доведением общего веса до 1000 кг	

Для обогащения 1 т комбикорма-концентрата добавляют 15 кг премикса взамен ингредиента, используемого в качестве наполнителя.

Таблица 96

Основной рацион из сена, силоса и свеклы для дойных коров

Рацион	Суточный удой 4%-ного молока (кг)									
	32	28	24	20	16	14	12	10		
Сено злаково-бобовое (кг)										
органическое вещество (кг)	2,31	2,31	2,31	2,31	3,08	3,08	3,08	3,85		
сырой протеин (г)	288	288	288	288	384	384	384	480		
Силос кукурузный (г)										
органическое вещество (кг)	7,20	7,20	7,20	7,20	6,0	6,0	6,0	4,8		
сырой протеин (г)	750	750	750	750	625	625	625	500		
Сахарная свекла (г)										
органическое вещество (кг)	3,48	3,48	3,48	3,48	2,32	2,32	2,32	2,32		
сырой протеин (г)	285	225	225	225	150	150	150	150		
Итого в основном рационе:										
органическое вещество (кг)	12,99	12,99	12,99	12,99	11,4	11,4	11,4	10,99		
сырой протеин (г)	1263	1263	1263	1263	1159	1159	1159	1130		
До нормы недостает в основном рационе:										
органическое вещество (кг)	5,91	4,21	2,61	1,61	1,40	0,6	0,1	0,46		
сырой протеин (г)	1751	1489	1233	1073	789	769	681	518		

## Комбикорма и белковые добавки к основному рациону

Показатели	Зерновая смесь	Белковая добавка		Зерновая смесь	Белковая добавка																
		Зерновая смесь	Белковая добавка																		
Количество концентратов (кг)	5,5	2,5	3,5	2,5	1,2	2,5	2,5	2,1	1,0	120	0,6	150	0,6	9							
Органического вещества (кг)	4,15	1,9	2,62	1,9	0,9	1,85	1,90	1,55	0,81	—	0,48	—	0,48								
Сырого протеина (г)	651	1082	407	1082	148	1085	1082	909	431	338	261	420	261								
Всего в рационе:																					
кальция (г)	96	—	91	—	87	—	81	75	—	72	72	—	74								
фосфора (г)	135	—	125	—	107	—	57	40	—	38	36	—	31								
поваренной соли (г)	155	—	135	—	120	—	105	90	—	80	70	—	65								
каротина (мг)	524	—	459	—	513	—	510	455	—	455	455	—	400								

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Ориентировочные нормы питательности 100 г сухого комбикорма для сельскохозяйственной птицы

Показатели	Пятилетняя бройлера в возрасте (дней)		Двухлетняя племенная в возрасте (дней)		Ремонтный поголовья в возрасте (дней)		Курь-несушки с инкубационной ооцитом 20 яиц в месяц
	1-30	31-70	1-30	31-80	81-110	111-150	
Обменная энергия (ккал)	295	310	295	275	260	250	280
Сырой протеин (%)	21,0	19	21	18	16	13	17
Сырая клетчатка (%)	3-4	4	3-4	4-5	5-6	7-10	5-7
Минеральные вещества (%):							
кальций	1,0	0,8	1,4	1,5	2,2	2,5	3,5
фосфор	0,8	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,3
натрий	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
							3,1
							1,1
							0,5

Показатели	Инкубационная и возраст (дней)		Ремонтный поголовья в возрасте (дней)		Взрослые птицы и возраст (дней)	Утка в возрасте (дней)	Утка в возрасте (дней)
	1-30	31-90	121-180	1-30			
Обменная энергия (ккал)	280	285	295	270	280	275	295
Сырой протеин (%)	28	22	20	14,5	16	18	16
Сырая клетчатка (%)	3-4	4-5	7-10	7-10	5-7	5	5,6
Минеральные вещества (%):							
кальций	2,5	2,3	1,7	1,7	2,5	1,4	1,5
фосфор	1,2	1,2	0,8	0,8	1,2	1,0	0,9
натрий	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4

Показатели	Ремонтные утки в возрасте (дней)	Утки взрослые	Мясные гусынята в возрасте 1—75 дней	Гуси взрослые
	56—150			
Обменная энергия (ккал)	260	265	265	250
Сырой протеин (%)	15	16	18	14
Сырая клетчатка (%)	7—10	5—7	5—7	8—10
Минеральные вещества (%):				
кальций	1,6	1,9	1,6	1,6
фосфор	0,7	0,8	0,9	0,8
натрий	0,5	0,5	0,4	0,25

Рекомендуемое соотношение обменной энергии и сырого протеина

Группа птицы	В 1 кг корма обменной энергии (ккал) на 1% сырого протеина
Куры-несушки при яйценоскости:	
50%	200—207
70%	180—190
90%	176—183
Цыплята в возрасте (дней):	
от 1 до 30	139—145
» 31 » 80	150—155
» 81 » 110	160—165
» 111 » 150	180—190
Бройлеры до 30 дней	132—143
Бройлеры старше 30 дней	152—165
Индеек взрослые	180—190
Индюшата в возрасте (дней):	
от 1 до 30	95—101
» 31 » 90	125—132
» 91 » 120	150—160
» 121 » 180	170—180
Утки-несушки	150—165
Утята в возрасте (дней):	
от 1 до 30	145—150
» 31 » 55	180—185
ремонтные, от 56 до 150	165—175

Примерные обобщенные нормы аминокислот для сельскохозяйственной птицы  
(по отечественным и зарубежным данным)

Вид птицы	Аргинин	Лизин	Цистин	Метионин + цистин	В том числе			Триптофан	Глицин	Фенилаланин	Тирозин	Лейцин	Изолейцин	Треонин	Валлин
					метионин	цистин	тиртин								
Цыплята (20% сырого протеина в рационе): от рациона	1,2	0,9	0,35	0,8	0,45	0,35	0,2	1,0	0,7	0,6	0,6	1,4	0,6	0,6	0,8
	6,0	4,3	1,73	4,0	2,25	1,75	1,0	5,0	3,5	3,0	3,0	7,0	3,0	3,0	4,0
Куры-несушки (15% сырого протеина в рационе): от рациона	0,8	0,52	0,16	0,53	0,28	0,25	0,15	0,48	0,46	0,66	1,2	0,58	0,4	0,58	0,56
	5,3	3,4	1,0	3,6	1,7	1,6	1,0	1,2	3,2	4,4	8,0	3,9	2,7	3,7	3,7
Индюшата (25% сырого протеина в рационе): от рациона	1,6	1,5	0,38	0,87	0,52	0,35	0,26	1,0	—	—	—	—	—	—	—
	5,7	5,3	1,9	3,45	1,9	1,25	0,9	3,6	—	—	—	—	—	—	—
Утята 1—30 дней (при 18% сырого протеина в рационе)	1,41	0,97	0,46	0,67	0,34	0,33	0,24	1,0	0,61	0,62	1,48	0,71	0,58	0,93	0,93
	0,98	0,83	0,43	0,59	0,30	0,29	0,21	0,8	0,57	0,58	1,32	0,6	0,53	0,92	0,92
Утята 31—55 дней (при 16% сырого протеина в рационе)	0,87	0,64	0,29	0,52	0,26	0,26	0,17	0,75	0,63	0,31	1,24	0,54	0,5	0,73	0,73
	1,0	1,0	0,4	0,7	0,45	0,25	0,2	1,0	0,8	0,40	1,5	0,5	0,55	0,95	0,95

Приложение 4

Нормы обогащения кормовых смесей для сельскохозяйственной птицы витаминами и микроэлементами (г на 1 т комбикорма)

Компоненты	Молодняк			тушка		
	цып-лята	индю-шата	утята	куры	ин-дейки	утки
Витамины А (млн. ИЕ)	10	20	10	15	15	15
Витамины D <sub>2</sub> (млн. ИЕ)	30	45	12	30	45	30
или витамин D <sub>3</sub>	1,0	1,5	0,4	1,0	1,5	1,0
Витамины Е	10	15	10	5	5	5
Витамины B <sub>12</sub>	12	12	12	12	12	12
Витамины B <sub>1</sub>	2	2	2	2	2	2
Никотиновая кислота	20	30	30	15	15	15
Витамины B <sub>2</sub>	3	4	4	4	4	4
Пантотеновая кислота	10	10	10	10	10	10
Холинхлорид	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Витамины К	2	2	2	—	—	—
Железо сернокислое	100	100	100	100	100	100
Марганец сернокислый	100	100	100	100	100	100
Кобальт углекислый	8	8	8	8	8	8
Цинк сернокислый	10	10	10	10	10	10
Медь сернокислая	10	10	10	10	10	10
Калий йодистый	3	3	3	3	3	3

Примечание: 1. При использовании стабилизированных препаратов норма витаминов А и D может быть снижена на 30—40%.

2. Для бройлеров и высокопродуктивных кур норму сернокислого марганца следует увеличить до 200 г на 1 т, а сернокислого цинка для кур—до 60 г, для бройлеров—до 40 г.

3. Недорогим и эффективным источником витамина B<sub>12</sub> является комплексный препарат КМВ-12, получаемый по методу метанового брожения, разработанному профессором В. Н. Букиным. КМВ-12 (кормовой концентрат метанового брожения витамина B<sub>12</sub>) вводят до 0,2% или до 2 кг на 1 т комбикорма.

Приложение 5

Нормы концентрации питательных веществ в 1 кг сухого вещества рациона для свиней (по А. П. Дмитроченко и Н. А. Коваленко)

Показатели	Вес племенного и откормочного молодняка (кг)					
	20	40	60	80	100	120
Примерный суточный привес (г)	250	400	500	600	650	700
Примерное количество сухого вещества в рационе (кг)	0,8—1,35	1,2—2,0	1,8—2,5	2,3—3,0	2,8—3,3	3,1—3,7

Показатели	Вес племенного и откормочного молодняка (кг)					
	20	40	60	80	100	120
В 1 кг сухого вещества рациона содержится (%):						
энергетических кормовых единиц	1,43	1,32	1,32	1,32	1,24	1,24
сырого протеина	22	18	16,7	16	14	13
переваримого протеина	15,6	14	12,5	12	11,0	10
сырой клетчатки	до 7	9	10	10	11	—
лизина (г)	9,8	8,8	6,8	4,8	4,6	4,5
метионина (г)	6,0	5,4	4,3	3,3	3,2	3,1
триптофана (г)	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8
зола (г)	70	65	60	60	55	50
кальция (г)	3,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0
фосфора (г)	4,0	5,0	4,0	3,5	3,5	3,5
поваренной соли (г)	10	10	10	10	10	10
железа (мг)	200	100	100	100	100	100
меди (мг)	20	10	10	10	10	10
кобальта (мг)	—	2	2	2	2	2
цинка (мг)	10	60	60	60	60	60
марганца (мг)	40	40	40	40	40	40
йода (мкг)	50	200	200	200	200	200
каротина (мг)	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5
витамина А (тыс. ИЕ)	3,0	2,5	2,5	2,3	2,3	2,3
витамина D (ИЕ)	300	300	300	300	300	300
витамина В <sub>1</sub> (мг)	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5
витамина В <sub>2</sub> (мг)	2,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
никотиновой кислоты (мг)	25	25	25	27	30	32
пантотеновой кислоты (мг)	15	15	15	15	15	15
пиридоксина (мг)	1,2	—	—	—	—	—
холина (г)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
витамина В <sub>12</sub> (мкг)	25	20	15	15	15	15
биотина (мг)	11	11	11	11	10	10

Примечание. Данные о потреблении сухого вещества взяты из опытов кормления свиней; переваримого протеина, поваренной соли, кальция, фосфора, каротина — из норм ВИЖа; микроэлементов — из ориентировочных норм потребностей; аминокислот — по Д. Беккеру и Д. Рейду; витаминов из временных норм 1961 г. (по А. Р. Вальдману); энергетические кормовые единицы (1 ЭКЕ равна 2500 ккал обменной энергии) для свиней обрешены по расчету; чистая зола принята ориентировочно.

Нормы питательных веществ для свиноматок, составленные по нормам Полтавского научно-исследовательского института свиноводства и по другим данным (на голову в сутки)  
(по А. П. Дмитроченко и П. А. Коваленко)

Показатели	Вес супоросных маток в возрасте до 2—4 лет (кг)									
	первая половина супоросности					вторая половина супоросности				
	80—100	100—120	120—140	140—160	160—200	100—120	120—140	140—160	160—200	200—250
Примерное количество сухого вещества в рационе (кг)	2,30	2,55	2,66	2,80	3,00	2,90	3,05	3,20	3,50	3,80
Энергетические кормовые единицы	2,08	2,28	2,40	2,53	2,67	2,61	2,74	2,87	3,15	3,41
Переваримый протеин (г)	310—330	340—360	360—375	375—395	395—420	400—430	430—460	460—485	485—530	530—570
Сырая клетчатка (г)	277	304	319	337	356	347	366	384	419	454
Липиды (г)	—	—	—	—	—	—	—	21—23,2	—	—
Метионин (г)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Цистин (г)	—	—	—	—	—	—	—	9,2—13,1	—	—
Триптофан (г)	—	—	—	—	—	—	—	5,3—6,0	—	—
Чистая зола	162	177	186	197	208	202	214	224	244	265
Кальций (г)	16,13	17,78	18,62	18,67	20,79	20,76	21,35	22,40	24,46	26,46

Продолжение

Показатели	Вес супоросных маток в возрасте до 2—4 лет (кг)									
	первая половина супоросности					вторая половина супоросности				
	80—100	100—120	120—140	140—160	160—200	100—120	120—140	140—160	160—200	200—250
Фосфор (г)*	10,39	11,39	11,95	12,65	13,36	13,00	13,73	14,40	15,70	17,01
Поваренная соль (г)	23,1	25,3	26,6	28,1	19,1	28,9	30,5	32,0	34,90	37,80
Железо (мг)	162	177	186	197	208	202	214	224	244	265
Медь (мг)	23,1	25,3	26,6	28,1	29,1	28,9	30,5	32,0	34,90	37,80
Кобальт (мг)*	8,03	8,85	9,31	9,83	10,4	10,11	10,64	11,1	12,1	13,24
Цинк (мг)	173	189	199	210	215	216	228	240	262	284
Марганец (мг)	92,4	101,2	106,4	112,4	118,8	115,6	122	128	140	151
Йод (мкг)	462	506	532	562	582	578	610	640	698	756
Наротип (мг)	18,9	19,1	20,6	21,7	22,7	22,4	28,6	25,0	27,5	29,5
Витамин А (тыс. ИЕ)	11,55	12,65	13,30	14,05	14,85	14,45	15,25	16,00	17,45	18,90
Витамин D (тыс. ИЕ)	1363	1492	1569	1658	1752	1705	1799	1888	2059	2230
Витамин В <sub>1</sub> (мг)	5,77	6,32	6,65	7,02	7,43	7,22	7,62	8,00	8,72	9,45
Витамин В <sub>2</sub> (мг)	6,9—7,6	7,6—8,4	8,0—8,8	8,4—9,3	8,9—9,8	8,7—9,5	9,2—10	10,6—9,6	10,5—11,5	11,4—12,5
Пантотеновая кислота (мг)	46,2	50,6	53,2	56,2	58,2	57,8	61,0	64,0	69,8	75,6
Никотиновая кислота (мг)	69,3	75,9	79,8	84,3	89,1	86,7	91,5	96	104,7	113,4
Витамин В <sub>12</sub> (мкг)	34,65	37,95	39,90	42,15	44,55	43,35	45,5	48,0	52,3	56,7
Биоминцил (мг)	46,2	50,6	53,2	56,2	58,2	57,8	61,2	64,0	69,3	75,6

\* Цифры приведены средние с отклонением для кальция =16,5%, для фосфора =12,4, для кобальта =75,0%, для цинка =50,5%.

Таблица питательности

Корма	Влажность	Химический состав (%)							Содержание	
		сухое вещество	органиче- ское ве- щество	протеин	жир	клетчатка	БЭВ	зола	кальция	фосфора
<i>Злаковые</i>										
Кукуруза, зерно	14,8	85,2	83,7	10,2	4,7	2,7	66,1	1,5	0,42	3,1
Кукуруза в початках	15,5	84,5	82,9	9,8	4,2	3,4	65,5	1,6	0,30	2,9
Ячмень	13,0	87,0	84,0	10,5	2,3	5,5	65,7	3,0	1,23	3,29
Овес	13,3	86,7	83,4	10,7	4,1	9,9	58,7	3,3	1,43	3,3
Овес без плески	13,0	87,0	83,9	12,6	4,7	5,1	61,5	3,1	0,26	1,45
Просо	12,0	88,0	84,7	12,3	3,3	8,3	60,8	3,3	0,73	3,13
Пшено	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9	2,7
Сорго	13,0	87,0	84,7	12,5	2,9	3,5	65,8	2,3	1,3	0,55
Пшеница	13,0	87,0	85,7	14,7	1,6	1,9	67,5	1,3	0,59	4,79
Рожь	13,0	87,0	85,2	12,7	1,9	2,2	68,4	1,8	0,84	3,42
<i>Бобовые</i>										
Горох	13,6	86,4	78,0	22,2	1,9	5,4	54,1	2,8	1,7	4,2
Соя	11,4	88,6	83,4	33,2	15,3	7,3	27,6	5,2	5,1	6,9
Чечевича	13,1	86,8	83,8	24,6	1,3	4,3	53,6	3,1	1,8	3,3
Кормовые ко- ские бобы	12,0	88,0	84,8	27,3	1,6	7,7	48,2	3,2	1,5	4,0
Чипа	12,8	87,2	84,2	26,9	1,2	5,3	50,8	3,0	1,7	3,8
Вика	13,0	87,0	83,9	25,1	1,5	5,5	51,8	3,1	1,4	4,1
Люпин	14,5	85,5	—	31,5	5,2	13,2	32,5	3,1	—	—
Мучка пшенич- ная	12,4	87,6	85,0	14,5	3,5	4,0	63,0	2,6	0,9	3,6
Мучка ячмен- ная	13,7	86,3	83,1	15,5	2,8	5,6	59,2	3,2	—	—
Мучка овсяная	7,4	92,6	87,3	11,9	4,1	10,4	60,9	5,3	1,6	3,8
Мучка куку- рузная	13,0	87,0	85,3	9,5	4,2	2,3	69,3	1,7	0,7	1,5
Мучка рисовая	8,4	91,6	79,7	8,5	10,1	23,1	38,0	11,9	1,8	4,3
Мучка прося- ная	13,0	87,0	81,9	14,2	9,2	12,7	49,4	5,1	0,8	3,0
Мучка ржаная	9,5	90,5	81,7	19,3	6,1	12,0	44,3	8,8	0,6	4,4
Мучка гречне- вая	17,2	82,8	79,9	9,6	1,8	7,7	60,8	2,9	1,0	1,9
Мучка горохо- вая	13,0	87,0	83,7	23,6	3,1	7,5	49,5	3,3	0,9	4,2
Отруби пше- ничные	14,8	85,2	80,3	15,5	3,2	8,4	53,2	4,9	1,8	10,1

концентрированных кормов

в 1 кг (г)				Кормовых единиц	Переваримого протеина (г)	Птица		Свиньи		Крупный рогатый скот	
лизна	метео-пина	цистина	трипто-фана			обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма	обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма	обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма
2,9	1,9	1,0	0,8	1,32	84	3350	1,343	3200	1,28	3330	1,033
1,9	1,9	1,4	0,6	1,02	37	2052	0,821	—	—	2430	0,821
4,4	1,8	1,8	1,6	1,13	79	2675	1,07	2975	1,19	2656	0,924
3,6	1,6	1,6	1,4	0,98	82	2575	1,03	2600	1,04	2446	0,848
—	—	—	—	1,17	101	2950	1,18	—	—	2619	0,912
2,4	2,6	—	1,5	0,95	79	2800	1,12	2425	0,97	2321	0,817
—	—	—	—	1,19	104	3325	1,33	—	—	—	—
2,8	1,1	1,8	1,0	1,5	96	3000	1,20	—	—	2744	0,955
3,9	2,1	2,0	1,8	1,19	120	2900	1,16	3200	1,28	2973	1,031
4,4	1,7	1,8	1,1	1,17	103	2700	1,08	3175	1,27	2843	0,989
14,8	3,2	2,5	1,8	1,15	195	2277	0,911	2975	1,19	2868	0,991
21,9	4,6	5,3	4,3	1,31	292	2975	1,19	3700	1,48	2318	0,821
21,8	4,8	2,1	1,3	1,19	212	—	—	—	—	2961	1,029
14,0	1,3	2,8	2,3	1,15	287	2365	0,946	3350	1,34	2932	1,022
16,7	3,1	1,8	2,2	1,06	223	—	—	—	—	2805	0,978
14,8	6,8	2,9	2,1	1,17	222	—	—	—	—	2493	0,867
16,2	3,4	2,1	2,3	1,19	262	1800	0,720	3200	1,28	2882	0,986
—	—	—	—	0,992	125	2875	1,15	2800	1,12	3071	1,070
—	—	—	—	1,168	88	2450	0,98	—	—	2306	0,796
—	—	—	—	1,042	94	2375	0,95	2275	0,95	2445	0,906
—	—	—	—	1,34	68	—	—	—	—	2111	0,769
—	—	—	—	0,723	55	—	—	—	—	2172	0,796
—	—	—	—	1,00	106	—	—	—	—	2245	0,783
—	—	—	—	0,688	100	—	—	—	—	2153	0,779
8,3	1,5	1,8	0,7	0,968	67	—	—	2794	0,92	2362	0,782
—	—	—	—	1,16	202	—	—	—	—	2187	0,763
15,7	1,9	2,2	1,9	0,718	113	1825	0,73	2150	0,86	2205	0,753

Корма	Влажность	Химический состав (%)							Содержание	
		сухое вещество	органиче- ское ве- щество	протеин	жир	клетчатка	БЭВ	зола	кальция	фосфора
Отруби ржаные	14,0	86,0	80,7	15,5	3,4	8,1	53,7	5,3	1,0	9,5
<i>Жмыхи</i>										
Подсолнечнико- вый	10,7	89,3	82,5	40,9	6,8	8,5	26,3	6,8	3,3	9,9
Льняной	11,0	89,0	82,4	33,1	6,8	9,3	33,2	6,6	4,3	8,5
Соевый	14,9	85,1	79,1	38,7	9,8	2,7	27,9	6,0	3,2	6,0
Арахисовый	10,0	90,0	85,6	27,7	10,0	22,4	25,5	4,4	0,4	9,2
Копольяный	9,0	91,0	79,4	31,8	9,4	23,4	19,4	7,5	3,5	14,6
Хлопчатнико- вый	9,6	90,5	84,2	70,3	7,3	20,8	25,8	5,8	2,8	9,8
Клецевинный	10,0	90,0	80,4	43,1	5,9	22,9	10,3	7,8	2,4	3,1
Кокосовый	9,6	90,4	69,0	19,2	13,4	11,3	39,9	6,6	1,1	4,8
Рапсовый	11,4	88,6	81,6	33,0	9,0	13,2	26,4	7,0	2,8	5,8
Кушкнутный	9,4	90,6	84,7	39,5	12,0	6,5	27,7	5,9	17,9	14,3
Кукурузный	9,8	90,2	86,1	15,8	6,5	5,4	58,4	4,1	0,5	3,6
Сафлоровый	17,3	82,7	79,2	18,6	5,3	35,7	19,6	3,5	—	—
<i>Шроты</i>										
Подсолнечнико- вый	9,8	90	83,7	41,1	3,6	14,1	24,9	6,5	3,35	10,6
Льняной	11,0	89,0	81,8	33,3	1,9	9,7	36,9	7,2	—	—
Соевый	11,0	89,0	82,9	43,0	1,2	6,5	32,2	6,1	4,25	7,71
Арахисовый	—	—	—	33,1	9,9	7,5	—	—	—	—
Копольяный	12,0	88,0	—	33,1	1,1	29,7	15,5	8,6	—	—
Хлопчатнико- вый	11,7	88,3	82,1	45,0	3,7	12,3	21,1	6,8	2,8	17,2
Клецевинный	11,3	88,7	80,4	39,0	1,9	28,6	10,9	8,3	7,3	4,7
Кокосовый	9,0	91,0	82,3	21,5	5,9	16,2	24,8	22,6	—	—
Рапсовый	8,7	91,3	83,6	38,3	2,3	12,0	31,0	7,7	—	—
Кукурузный	10,7	89,3	85,3	16,2	3,7	7,6	57,8	4,0	—	—
Сафлоровый	14,1	85,9	82,1	20,3	0,9	33,9	27,0	3,8	—	—
Кориадровый	11,3	88,7	80,7	19,2	2,4	25,7	33,4	8,0	12,1	6,0
<i>Корма животного происхождения</i>										
Мука рыбная	13,4	86,6	62,3	54,8	2,7	—	4,8	24,3	67,2	31,8
„ кнговая	13,4	86,6	—	62,0	9,9	—	—	14,7	91,4	41,5
„ крабовая	—	—	—	—	—	—	—	—	83,4	10,7
Мясо-костная мука	8,0	92,0	—	41,0	11,4	1,0	4,7	33,9	14,3	74,0
Мука мясная	5,0	95,0	77,8	28,9	25,1	6,7	17,1	17,2	35,7	19,2

## Продолжение

в 1 кг (г)				Кормовых единиц	Переваримого протеина (г)	Птица		Свиньи		Крупный рогатый скот	
лизна	метионина	цистина	триптофана			обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма	обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма	обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма
7,8	2,6	3,3	0,6	0,766	113	—	—	—	—	2278	0,783
13,1	9,5	5,9	5,5	1,088	372	2570	1,028	3300	1,32	5363	1,919
11,1	5,1	5,1	4,4	1,133	285	2875	1,15	3687	1,30	2806	0,998
27,8	5,7	6,2	6,2	1,25	348	3150	1,26	3300	1,32	3008	1,024
—	—	—	—	0,945	249	3100	1,24	—	—	2756	0,992
—	—	—	—	0,88	248	—	—	—	—	2058	0,724
15,9	4,4	5,9	5,2	0,942	201	2575	1,03	3150	1,26	9807	1,011
9,6	5,3	—	3,8	1,32	386	—	—	—	—	2460	0,873
—	—	—	—	1,00	168	—	—	—	—	3174	1,148
—	—	—	—	1,00	270	—	—	—	—	2912	1,032
—	—	—	—	1,27	270	—	—	—	—	2411	0,873
—	—	—	—	1,08	104	—	—	—	—	2562	0,924
—	—	—	—	0,56	139	—	—	—	—	1545	0,511
—	—	—	—	1,04	378	2675	1,07	3025	1,21	2834	1,023
—	—	—	—	1,03	286	2875	1,15	—	—	2664	0,949
27,8	5,7	6,2	6,2	1,19	386	2975	1,19	2700	1,08	3273	1,072
—	—	—	—	—	—	3100	1,24	3325	1,33	—	—
8,3	6,8	3,4	4,6	0,83	248	—	—	—	—	2179	0,767
7,2	4,8	6,4	5,6	1,04	375	2550	1,02	2800	1,12	2548	0,900
—	—	—	—	0,83	297	—	—	—	—	2904	1,031
4,7	2,7	1,8	1,8	1,00	168	—	—	2475	0,99	3120	1,136
16,9	4,2	15,3	6,1	0,90	295	—	—	—	—	2536	0,926
9,4	4,0	3,2	2,4	1,16	127	—	—	—	—	2825	1,009
5,0	2,7	—	2,5	0,56	152	—	—	—	—	2223	0,764
6,7	1,1	3,2	1,6	0,66	130	—	—	—	—	2068	0,733
—	—	—	—	0,97	533	2775	1,11	2800	1,12	2450	0,849
51,3	14,8	—	12,5	1,02	600	—	—	—	—	3486	1,207
19,2	6,4	—	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0,84	425	2400	0,96	1600	0,64	2729	0,983
38,0	8,0	4,1	6,1	1,85	283	—	—	—	—	3897	1,397

Корма	Влажность	Химический состав (%)							Содержание	
		сухое вещество	органиче- ское ве- щество	протеин	жир	клетчатка	БЭВ	зола	кальция	фосфора
Мука кровавая	26,7	73,3	67,2	60,4	4,6	—	2,4	5,7	5,8	4,9
Сухой обрат	4,0	96,0	—	25,4	2,5	—	40,0	5,3	12,4	9,6
Сухая сыворотка	12,0	88,0	—	11,6	0,9	—	67,5	7,9	11,8	6,6
Жом свекловичный	13,9	87,1	83,1	7,0	0,6	14,6	60,0	3,9	6,51	2,67
Сухие выжимки винограда	70,0	30,0	—	3,4	2,4	9,4	11,9	2,9	—	—
Сухие кукурузные корма (маис)	13,1	86,9	85,4	21,9	5,0	6,0	52,4	1,5	1,3	1,5
Сухая барда пшеничная	13,0	86,0	85,0	16,6	8,7	11,6	53,5	1,0	1,13	0,5
Барда сухая кукурузная	13,0	87,0	80,1	12,6	4,7	18,6	40,2	6,9	0,68	1,87
Травяная витаминная мука из клевера	9,0	91,0	81,0	17,5	2,7	27,4	33,8	9,6	0,93	0,19
Костная мука (зола 50—60%)	4,7	95,3	—	18,9	16,6	4,0	5,0	64,4	26,45	14,2
Обесфторенный фосфат	—	—	—	—	—	—	—	—	33,0	14,0
Кормовой преципитат	—	—	—	—	—	—	—	—	26,0	17,0
Мел	1,99	—	—	—	—	—	—	—	369,5	1,78
Известняк	1,0	—	—	—	—	—	—	—	326,5	0,97
Ракушка	2,0	—	—	—	—	—	—	—	341,0	—
Соль	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Молоко сухое	—	—	—	—	—	—	—	—	12,4	9,6
Травяная люцерновая мука	—	—	—	—	—	—	—	—	21,6	3,30
Пшеничный зародыш	12,7	87,3	—	32,0	12,9	2,2	34,9	5,3	—	—
Дрожжи гидролизные	13,0	87,0	78,6	36,5	3,7	—	38,4	8,4	0,87	0,59
Дрожжи пекарские	8,8	91,2	83,1	47,7	1,9	0,4	33,1	8,1	—	—
Перьевая мука	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Творог 20%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 9%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Рыбий жир	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Корма	Влажность	Химический состав (%)							Содержание	
		сухое вещество	органиче- ское ве- щество	протеин	жир	клетчатка	БЭВ	зола	кальция	фосфора
Технический жир	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Картофель су- хой	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Трикальцийфо- сфат	—	—	—	—	—	—	—	—	321,0	144,0

Приложение 8

Валовая энергия 1 кг сухого вещества кормов (ккал)

Название корма	Средняя калорийность	Название корма	Средняя калорийность
Сено:		Кукуруза	4442
луговое	4433	(зерно и мука)	
клеверное		Отруби пшенич- ные	4532
хорошее		Овес — зерно	4397
ранней убор- ки	4462	Ячмень — зерно	4432
клеверное		Шрот соевый	4682
плохое		Жмых:	
поздней	4233	соевый	5042
уборки		подсолнеч- никовый	5079
люцерновое	4372	арахисовый	4884
тимофеевки	4518	Мука:	
Стебли куку- рузные	4332	рыбная	3278
Солома:		мясная	6240
овсяная	4436	Бобы кормовые	4487
пшеничная	4444	Дрожки пив- ные	4800
Свекла:			
кормовая	3706		
сахарная	4025		
Картофель	3849		

Продолжение

в 1 кг (г)				Кормовых единиц	Неперваримого протеина (г)	Птица		Свиньи		Крупный рогатый скот	
лизна	жестко-лизна	целизна	тринто-фаза			обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма	обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма	обменной энергии	ЭКЕ в 1 кг корма
—	—	—	—	—	—	8750	3,50	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	8525	3,41	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Приложение 9

Калорийность сухого вещества кормов, определенная путем сжигания в калориметрической бомбе

Корма	Содержание влаги (%)	Содержание килокалорий в 1 кг корма
Кукуруза	10,35	4109
Ячмень	9,90	4030
Овес	11,50	4430
Горох	9,14	4883
Люпин сладкий	8,49	4509
Жмых льняной	4,53	4503
Отруби пшеничные	8,40	4376
Сено:		
вико-овсяное	11,02	4256
люцерповое	11,39	4116
злаковое	9,48	4295
клеверное	12,95	4258
Картофель сырой	78,58	3728
Картофель вареный	81,61	3897
Морковь кормовая	86,87	3910
Турнепс	88,50	3771
Свекла сахарная	74,90	3923
Свекла кормовая	84,51	3822
Кукуруза зеленая (до появления султана)	84,69	4123
Люпин зеленый	88,72	4227
Бобы кормовые зеленые	84,93	4204
Разнотравье	72,18	4260
Трава:		
вико-овсяная	84,03	4046
люпин-овес	85,59	4099
овес-горох	84,16	4135
Капуста кормовая	79,70	3931
Клевер зеленый	75,05	4261

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

Введение . . . . .	3
Производство комбикормов в зарубежных странах с интенсивно развитым животноводством . . . . .	8
Основные вопросы производства комбикормов в совхозах и колхозах . . . . .	19
Основные пути обмена питательных веществ в организме сельскохозяйственных животных . . . . .	31
Общие принципы и этапы обмена веществ в организме животных . . . . .	31
Обмен и эффективность кормового протеина, входящего в комбикорма . . . . .	45
Метаболизм и значение углеводов . . . . .	53
Обмен липидов (жиров) и значение их для животных . . . . .	58
Водно-солевой обмен и значение минеральных веществ для сельскохозяйственных животных . . . . .	63
Значение для сельскохозяйственных животных биологически активных веществ, входящих в комбикорма . . . . .	68
Микроэлементы . . . . .	69
Витамины . . . . .	71
Использование биостимуляторов в комбикормах . . . . .	77
Введение в комбикорма лекарственных, профилактических и других средств . . . . .	83
Другие микродобавки, вносимые в комбикорма . . . . .	88
Питательность и специфические свойства главных ингредиентов комбикормов . . . . .	91
Растительные корма . . . . .	91
Кормовые отходы технической переработки растительных культур . . . . .	96
Ингредиенты комбикормов животного происхождения . . . . .	102
Ингредиенты комбикормов микробиологического и химического синтеза . . . . .	103
Минеральные ингредиенты комбикормов . . . . .	105
О синергизме, антагонизме и взаимовлиянии различных веществ при совместном их использовании в комбикормах . . . . .	107
Рецепты комбикормов и оценка их качества . . . . .	125
Рецепты комбикормов для птицы . . . . .	134
Рецепты комбикормов для свиней . . . . .	147
Рецепты комбикормов для крупного рогатого скота . . . . .	162
Определение эффективности комбикормов . . . . .	169
Методические указания по проведению опытов на птице . . . . .	179
Методические указания по проведению опытов на поросятах и откармливаемых свиньях . . . . .	182

Методические указания по проведению опытов на молочных коровах. . . . .	184
Методические указания по проведению опытов на телятах разных возрастов. . . . .	186
Методические указания по проведению опытов на откармливаемом скоте. . . . .	188
<b>Контроль за качеством комбикормов . . . . .</b>	<b>189</b>
Лабораторные методы определения качества комбикормов .	192
Основные положения единой государственной системы проектирования состава комбикормов, проверки штателности и контроля их качества в СССР . . . . .	198
Рациональное использование комбикормов в хозяйствах . .	202
Приготовление комбикормов для свиней . . . . .	206
Приготовление в хозяйстве комбикормов для крупного рогатого скота. . . . .	217
<i>Приложения</i> . . . . .	223

В  
П  
О  
О  
С  
С  
М  
С  
Г  
Э

Денисов Н. И. и Таранов М. Т.

ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
КОМБИКОРМОВ. М., «Колос», 1970.

239 с.

УДК 636.085.55

Редактор *А. Громова*  
Художник *В. Рутгайзер*  
Художественный редактор *С. Томили*  
Технические редакторы *И. Гуревич* и *И. Гоколова*.  
Корректор *В. Русилова*.

Сдано в набор 6/III 1970 г. Подписано к печати 19/VI 1970 г.

Т-10711. Формат 84×108<sup>1/2</sup>.

Бумага маш.-мел. Печ. л. 7,5 (12,6).

Уч.-изд. л. 12,48. Изд. № 22. Т. п. 1970 г.

№ 128. Тираж 23 000 экз. Заказ № 5058.

Цена 51 коп.

Издательство «Колос», Москва, К-31,  
ул. Дзержинского, д. 1/19.

Набрано в ордена Трудового Красного  
Знамени Первой Образцовой типографии  
имени А. А. Жданова Главполиграфпрома  
Комитета по печати при Совете Министров  
СССР. Москва, М-54, Валовая, 28.

Отпечатано с матриц в областной типографии  
Ивановского управления по печати.  
г. Иваново-8, ул. Типографская, 6.

