



МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

AGRO/bilim.kz

NASEC
НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРОФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

АФ ТОО «Казахский научно-исследовательский институт
перерабатывающей и пищевой промышленности»



ЛЕКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по обучающему семинару по направлению:

**«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ»**

в рамках реализации государственного задания по бюджетной программе
267 «Повышение доступности знаний и научных исследований»
подпрограммы 100 «Информационное обеспечение субъектов
агропромышленного комплекса на безвозмездной основе»

Эксперт, д.т.н.: Муслимов Н.Ж.



г. Нур-Султан - 2021 г.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с развитием отрасли животноводства особую актуальность приобретает повышение конкурентоспособности комбикормовой отрасли за счет развития и внедрения передовых достижений в области техники и технологии, что позволяет предприятиям повысить производительность, снизить себестоимость продукции, повысить качество продукции, расширить ассортимент выпускаемой продукции. Внедрение передовых технологий также позволяет сократить число операций за счет совмещения технологических процессов, сократить длительность и повысить эффективность технологических процессов.

Для обеспечения отраслей животноводства развитой кормовой базой и повышения конкурентоспособности кормопроизводства необходимо:

- сохранить высокопроизводительные предприятия, так как именно на них ориентирована материально-техническая база, сформировавшаяся десятилетиями;

- восстановить или создать вновь специализированные подразделения по кормопроизводству;

- совершенствование структуры посевов кормового поля (пастбищных угодий);

- максимальное приближение кормового поля к животноводческим фермам, что позволит сократить до минимума энергетические, материальные и трудовые затраты на нерациональные транспортные перевозки кормов и энергетические расходы животных, связанных с их перегонами;

- задействовать политику диверсификации растениеводства, что будет способствовать развитию посевных площадей под кормовыми (фуражными) культурами;

- создать нормативную основу и обеспечить государственную поддержку, которые будут направлены на стимулирование процесса укрупнения и консолидации комбикормовых производств, в том числе способствующие созданию системы организационных структур по производству и приготовлению кормов, их материально-техническому перевооружению, непосредственно привязанных к сырьевым источникам и каналам реализации;

- разработать и внедрить систему оценки качества кормов по их питательной ценности и сертификации кормов.

ЦЕЛЬ семинара - распространение знаний в области технологических основ организации производства широкого ассортимента кормовых средств, предназначенных для сбалансированного рациона и кормления сельскохозяйственных животных.

ЗАДАЧИ для обучающихся:

- 1.Получить устойчивые знания в области технологических аспектов организации производства различных комбикормовых смесей и новых рецептов комбикормов;

- 2.Доказать целесообразность применения кормовых средств для сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных;

- 3.Пояснить необходимость составления кормовых смесей по питательной ценности компонентов комбикормов входящих в рецептуру разрабатываемых комбикормов;

- 4.Рассмотреть новые технологические приемы обработки сырья при производстве комбикормов и кормовых смесей

ПРАКТИЧЕСКАЯ ценность: фермер учится рассчитывать питательную ценность новых рецептов кормовых смесей для сбалансированного и рационального кормления сельскохозяйственных животных;

-участник обучающего семинара приобретает практические основы организации комбикормового производства



1 ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

1.1 Производство готовых кормов для животных

По состоянию на 1 января 2020 г. поголовье крупного рогатого скота во всех категориях хозяйств увеличилось по сравнению с началом 2017 г. на 19,0% и составило 7 436,4 тыс. голов, лошадей – соответственно на 35% и 2 852,3 тыс. голов, верблюдов – на 25,5% и 216,4 тыс. голов, овец и коз – на 6,7% и 19 155,7 тыс. голов, птицы – на 19,1% и 45,0 млн голов. Поголовье свиней на начало 2020 г. сократилось на 2,1% по сравнению с началом 2017 г. и составило 813,3 тыс. голов.

Согласно результатам маркетингового исследования, за последние 3 года поголовье скота и объемы производства корма в РК растут умеренными темпами. Анализ показывает, что несмотря на сокращение посевных площадей, отведенных для кормовых культур, в стране увеличиваются объемы готового корма для сельскохозяйственных животных.

В настоящее время общая потребность отраслей животноводства и птицеводства в комбикормах составляет порядка 5 млн тонн в год. Согласно данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, в 2019 г. было произведено 1 528,0 тыс. т готовых кормов для животных, что больше уровня 2017 г. на 29,3% (1 182 тыс. тонн). Среднегодовой темп прироста объема готовых кормов для животных в натуральном выражении за период 2018-2019 гг. составил 4,8%.

1.2 Импорт продуктов, используемых для кормления сельскохозяйственных животных

Вместе с увеличением поголовья скота значительно повышается доля импорта продуктов, используемых для кормления животных. В 2015 году было импортировано 33934,9 тонн продуктов для кормления животных на сумму 36780 тыс. долларов США. В 2016 году из этой категории импортировано 35637,9 тонн на сумму 39442,4 тыс. долларов США. В 2017 38378,9 тонн на сумму 50224,4 тыс. долларов США. В 2018 году соответственно 41285,8 тонн, на сумму 53239,8 тыс. долларов США. В 2019 году импортировано 44638,1 тонн продуктов для кормления животных на сумму 54371,5 тыс. долларов США.

В 2015 году было импортировано 16870,2 тонн прочих продуктов, используемых в кормлении животных, и прочих кормовых продуктов гранулированных или не гранулированных на сумму 20426,9 тыс. долларов США. В 2016 году из этой категории импортировано 17217 тонн на сумму 22104,5 тыс. долларов США. В 2017 17784,3 тонн на сумму 28825 тыс. долларов США. В 2018 году соответственно 16384,9 тонн, на сумму 29927,1 тыс. долларов США. В 2019 году импортировано 19187,2 тонн прочих продуктов, используемых в кормлении животных, и прочих кормовых продуктов гранулированных или не гранулированных на сумму 29423,1 тыс. долларов США.

1.3 Расход кормов в с/х предприятиях по видам скота и видам кормов

По данным Агентства по статистике Республики Казахстан сельскохозяйственными предприятиями на корм скоту и птице было использовано (скормлено) 3292,4 тыс. тонн кормов. 27,4% составили комбикорма концентраты (для обогащения кормовых смесей), 23,4% - полнорационные комбикорма, 21,5% - грубые корма (сено), 7,8% - сочные корма (зеленый корм сенокосов и пастбищ).

Корма в основном расходовались на содержание крупного рогатого скота (45,9% общего расхода). На долю домашней птицы пришлось 35,5%, лошадей - 7,5%, овец - 6,2%, свиней - 4,2%.

Наибольший рост применения комбикормовой продукции при кормлении сельскохозяйственных животных наблюдается: в Акмолинской области - 15,8% общего



расхода по республике; в Костанайской области - 15,6%; в Алматинской области - 14,7%; в Павлодарской области - 11,3%; в Северо-Казахстанской области - 11%.

Названные области лидируют по промышленному разведению сельскохозяйственных животных и птиц.

1.4 Потребительские свойства комбикормов

Потребительские свойства оцениваются на основе лабораторных анализов, а также на основе опытной проверки. ГОСТ (СТ РК) и ТУ на готовую продукцию составляются обязательно с учетом обеспечения ее высоких потребительских свойств. Отдельные показатели качества зерна и зерноотходов оцениваются по существующим методикам, описанных в ГОСТах:

ТОО «Фирма» АЛ и КС» (г.Астана, р-н Байконур, шоссе Ондирис 24/А) специализируется на продаже сельскохозяйственной продукции, производстве муки, комбикормов, кормовых концентратов, БМВД (белково-минеральные витаминные добавки), экструдированных и гранулированных кормов, а так же занимается реализацией сырья для производства кормов для животных. Тип предприятия - Производитель, Торговая компания. Основные клиенты - товарные фермы, откормочные площадки, крестьянские хозяйства, птицефабрики, частные подворья, подхозы. Год создания - 2012.

Неполный перечень производимой продукции: ПК-6, комбикорм для цыплят бройлеров от 30 дней. В составе есть все необходимые, для роста и развития ингредиенты: пшеница, кукуруза, дрожжи кормовые, мел, трикальцийфосфат, рыбная мука и шрот подсолнечный, соя экструдированная, масло подсолнечное, премикс П5-1, лизин, метионин.

Комбикорм для КРС - полностью сбалансированный продукт, содержащий все необходимые витамины, микроэлементы, и другие биологически активные вещества, обеспечивающие здоровое развитие животных. Применение в сочетании с грубыми и сочными кормами облегчает процесс выращивания и способствует быстрому набору мышечной массы животных.

ДК-52, комбикорм для перепелок. В составе есть все необходимые для роста и развития ингредиенты: пшеница, кукуруза, дрожжи кормовые, мел, трикальцийфосфат, рыбная мука и шрот подсолнечный, соя экструдированная, масло подсолнечное, премикс П5-1, лизин, метионин, фермент. Изготавливается в рассыпном и гранулированном виде.

КК-110, комбикорм для прудовых рыб

ПК-90, полнорационный комбикорм для кроликов с травяной мукой

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1 Определение понятия «КОМБИКОРМА»

Итак, что такое комбикорм?

Комбинированный корм (сокр. комбикорм) - это смесь зернового сырья, продуктов с высоким содержанием белка, витаминов и микроэлементов для кормления животных. В основном - это однородные смеси очищенных и измельченных до необходимой степени различных кормовых смесей, составленных по научно обоснованным рецептам и обеспечивающие сбалансированное по всем элементам кормление животных.

Основное назначение - оптимизация рационов по энергии, протеину, макро- и микроэлементам, витаминам и другим биологически активным веществам (БАВ) в соответствии с нормами кормления. Комбикорма позволяют снижать расход зернофуража почти на треть и повышать продуктивность животных на 15-20%, по сравнению с необогащенным зерном. Основным сырьем для производства

комбикормов служат зерновые корма (до 85%), такие как ячмень, овес, тритикале, пшеница, кукуруза, а также шроты или жмыхи (до 15-25%).

Компоненты комбикормов можно разделить на:

- компоненты, поставляющие энергию (зерно, кукуруза, жир);
- протеиносодержащие компоненты (обрат, соевая мука, посевной горох, рапсовая мука, подсолнечниковая мука, белый или синий сладкий люпин, рыбная мука, бобы, дрожжи, мясокостная мука, кровяная мука);
- сочные корма (картофель, свекла, капуста, трава и силос). Эти компоненты наиболее трудно перевариваемы и постоянно их можно использовать для кормления супоросных свиноматок и поросят на откорме, особенно при весе свыше 70 кг;
- другие составляющие (пищевые отходы, отходы от пивоваренной промышленности, промышленные протеинсодержащие отходы, отходы мясокомбинатов).

На комбикормовых предприятиях вырабатывают: комбикорма, белково-витаминные добавки и премиксы.

Белково-витаминные добавки (далее - БВД) - однородная смесь измельченных до необходимой крупности высокобелковых кормовых средств и микродобавок, используемых для обогащения комбикормов.

Премиксы - однородная смесь измельченных до необходимой крупности микродобавок и наполнителя, используемую для обогащения комбикормов и БВД.

2.2 Область применения комбикормов

Все кормовые средства, используемые в кормлении сельскохозяйственных животных, классифицируют по источникам получения и по питательности. По источникам получения корма делят на **растительные, животные, минеральные, микробиологического и химического синтеза**

По энергетической питательности все кормовые средства разделяют на **объемистые** (в 1 кг корма не менее 0,6 корм.ед.) и **концентрированные** (в 1 кг более 0,6 корм.ед.)

К объемистым кормам относятся:

- 1 грубые - сено, солома, мякина (содержание клетчатки более 19%);
- 2 сочные - зеленые корма, силос, сенаж, корнеклубнеплоды (содержание воды более 40%). Сенаж по содержанию клетчатки может быть отнесен к грубым кормам;
- 3 водянистые - жом, мезга, барда, пивная дробина (воды более 85%).

К концентрированным кормам относят: зерна злаковых (ячмень, овес и др.) и бобовых (горох, бобы и др.), отруби, жмыхи, шроты, кормовые дрожжи, травяную муку, сушеную свеклу и картофель, сухой жом, комбикорма

В кормлении с.-х. животных корма растительного происхождения составляют 95% от общего объема и только 5% приходится на животные корма.

К кормам животного происхождения относятся:

- 1 молоко и продукты его переработки (обрат, пахта, сыворотка);
- 2 отходы мясоперерабатывающей промышленности (мясная, мясокостная, кровяная мука, мука из шквары);
- 3 отходы рыбных и зверобойных промыслов (рыбная, китовая, тюленевая мука).

Корма животного происхождения отличаются высоким содержанием полноценного белка и минеральных веществ.

При заготовке и хранении растительных кормов происходит потеря питательных веществ. Поэтому в зимний период в рационах животных наблюдается дефицит отдельных питательных веществ. Для восполнения их недостатка используют **кормовые добавки:**

протеиновые:



а) для жвачных животных - карбамид (мочевина) и аммонийные соли (бикарбонат и сульфат аммония, диаммонийфосфат, уксусно-кислый аммоний, аммиачная вода, карбамидный концентрат);

б) для свиней, птицы и молодняка жвачных - кормовые дрожжи и синтетические аминокислоты (лизин, метионин, триптофан);

минеральные - мел, известняки, ракушечная, фосфорит, обесфторенный фосфат, моно- и дикальций фосфат, преципитат;

витаминные препараты - рыбий жир, масляные и спиртовые концентраты витаминов А, Д, облученные кормовые дрожжи, препараты витамина Е, концентраты витаминов В12, В2, В5, холина;

антибиотики - кормовые формы тетрациклинов, гризина, бацитрацина и витаминина;

ферментативные препараты - амилосубтилин ГЗх, протосубтилин ГЗх, амилоризин П10х, лектаваморин П10х, глюкаваморин Пх, пектафоетидин (Г10х, ГЗх), целловиридин ГЗх.

Часто корма для лучшей поедаемости предварительно обрабатывают:

-сено измельчают и включают в состав кормовых смесей;

-солому и мякину подготавливают механически, химически, биологически, гидробаротермически и др.

-зерновые **размалывают, поджаривают** (для поросят сосунов, зерно становится сладким на вкус), **варят и запаривают, экструдуют, микронизируют, плюшат, флокируют** (пропаривание для получения мягких усвояемых хлопьев), подвергают **дрожжеванию, осолоаживанию** (путем перевода крахмала в сахар), **проращивают** (гидропонный корм).

2.3 Ассортимент вырабатываемых комбикормов

Продукция комбикормовых предприятий представлена широким ассортиментом:

Полнорационные комбикорма (далее - ПК) - должны обладать всеми качествами полноценного рациона, обеспечивающего высокую продуктивность и качество продукции, хорошее состояние здоровья животных при низких затратах питательных веществ на единицу продукции. По своему химическому составу, питательности и специфическим свойствам полнорационный комбикорм должен полностью отвечать требованиям организма данного вида и возраста животных.

Комбикорма-концентраты (далее - К) предназначены для скармливания животным в дополнение к основному рациону в зависимости от вида, возраста и хозяйственной направленности животных, а также от структуры и качества основного рациона. Часто комбикорма-концентраты добавляют к грубым, сочным и другим кормам.

БВД - состоят из белковых компонентов, витаминов, микроэлементов, стимуляторов роста и повышения продуктивности животных. БВД предназначены для производства комбикормов непосредственно на фермерских хозяйствах различной форм собственности на основе имеющегося фуража.

Премиксы (далее - П) - представляют собой смесь биологически активных веществ (витаминов, антибиотиков, микроэлементов, аминокислот, лекарственных и вкусовых препаратов) и наполнителя, предназначенных для обогащения комбикормов и БВД на комбикормовых предприятиях.

Кормовые смеси (далее - КС) - для жвачных животных вырабатывают на основе некоторых продуктов, например лузги с добавлением отрубей, шрота, сырья минерального происхождения и микродобавок.

Заменители цельного молока (далее - ЗЦМ) - вырабатывают на основе сухого обезжиренного молока с добавлением животных и растительных жиров, фосфатидов, микродобавок и др.



Карбамидный концентрат (далее - КК) - представляет собой смесь карбамида, зернопродуктов, бентонита, получаемую по специально разработанной технологии.

Жидкие комбикорма (далее - ЖК) - это особый вид кормовых средств, получаемых на основе мелассы с добавлением ряда компонентов: ортофосфорной кислоты, рыбных гидролизатов, кормового животного жира, растворов карбамида, фосфатов, фильтрата барды, витаминов и лекарственных средств.

Комбикорма вырабатывают в рассыпном и гранулированном виде. Для отдельных видов животных предусмотрен выпуск крошки на основе измельчения гранул.

2.4 Показатели качества комбикормов

Показатели качества комбикормов регламентируют влажность, крупность частиц, содержание сырого протеина, количество кормовых единиц (питательность), обменную энергию, наличие металломагнитной примеси и др. Наличие металломагнитных примесей устанавливают в следующих параметрах: не более 20-30 мг на 1 кг комбикорма. Частицы размером более 2 мм и частицы с острыми краями не допускаются. Влажность комбикорма по нормам для разных видов животных находится в пределах 14,5...15%. Крупность нормируют отдельно по видам и возрастным группам животных. При этом конкретные значения этих показателей находятся в зависимости от рецепта комбикорма.

Органолептические показатели (запах, внешний вид, цвет) комбикормов должны соответствовать набору кормового сырья, которые входят в его состав. Не допускается наличие признаков плесени и несвойственного комбикормам запаха.

Зараженность вредителями в комбикормовой продукции ограничена до 5-ти экземпляров в 1 кг, а для рыб не допускается.

Индивидуальные значения показателей качества находятся в зависимости от рецепта комбикорма. Содержание микроэлементов нормируется в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

2.5 Компоненты для производства комбикормов

Для производства комбикормов используют широкий ассортимент различных кормовых средств, минеральных продуктов, биологически активных веществ.

Компоненты комбикормов можно разделить на:

- компоненты, поставляющие энергию (зерновые культуры, жир);
- протеиносодержащие компоненты (обрат, соевая мука, посевной горох, рапсовая мука, подсолнечниковая мука, белый или синий сладкий люпин, рыбная мука, бобы, дрожжи, мясокостная мука, кровяная мука);
- сочные корма (картофель, свекла, капуста, трава и силос). Эти компоненты наиболее трудно перевариваемы и постоянно их можно использовать для кормления супоросных свиноматок и поросят на откорме, особенно при весе свыше 70 кг;
- другие составляющие (пищевые отходы, отходы пивоваренного производства, промышленные протеинсодержащие отходы, отходы мясокомбинатов).

При оценке кормовой ценности комбикормов и кормовых продуктов используют показатель - кормовая единица, которая эквивалентна питательной ценности 1 кг овса с влажностью 450...480 г/л и влажностью 13%. Кормовая единица выражается способностью откладывать жировые отложения у сельскохозяйственных животных в количестве 150 г. Для удобства расчетов питательную ценность кормов выражают количеством кормовых единиц, содержащихся в 100 кг корма.

2.6 Пример расчета питательной ценности комбикормов

Комбикорма вырабатывают по рецептам, в которых указывают наименование компонентов и их соотношение в процентах. Рецепты разрабатывают применительно к виду животных, птиц, рыб, их возрасту и хозяйственной направленности.

Каждому рецепту присвоен номер в зависимости от вида животных. Нумерация рецепта обозначается двумя числами, из которых первое - это вид и группа животных; второе - номер рецепта. Оба числа ставят через дефис. Вид комбикорма обозначают начальными буквами: ПК - полнорационный, К - комбикорм-концентрат, БВД - белково-витаминная добавка, П - премикс, ЗЦМ - заменитель цельного молока.

Производство комбикормов строго в соответствии с разработанными рецептами не всегда возможно, так как в наличии может не оказаться некоторых видов компонентов. В этом случае разрешена замена одних компонентов другими.

Расчет питательной ценности рецептуры комбикормовой продукции производят на основе:

- норм питательной ценности, аминокислотного и минерального состава комбикормов и БВД;

- норм максимального и минимального ввода компонентов в комбикорма и БВД;

- питательной ценности и химического состава сырья;

- максимальных норм группового ввода компонентов в комбикорма и БВД.

Питательную ценность, аминокислотный и минеральный состав сырья принимают по данным химического анализа или по таблицам питательной ценности сырья.

Рецепт рассчитывают на основе арифметических уравнений. Каждому компоненту $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ соответствует питательная ценность в кормовых единицах $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$; содержание перевариваемого протеина $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$; содержание сырой клетчатки $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$; содержание минеральных веществ (Са, Na, P) в сумме $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$.

Таким образом, на основе всех этих замечаний составляют следующую систему уравнений:

$$X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n = 100\%;$$

$$\frac{a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_n X_n}{\sum X} = A;$$

$$\frac{v_1 X_1 + v_2 X_2 + v_3 X_3 + \dots + v_n X_n}{\sum X} = B;$$

$$\frac{c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + \dots + c_n X_n}{\sum X} = C;$$

$$\frac{z_1 X_1 + z_2 X_2 + z_3 X_3 + \dots + z_n X_n}{\sum X} = Z,$$

где: a – общее содержание кормовых единиц, корм.ед.;

v – общее содержание перевариваемого протеина, кг/кг;

c – общее содержание сырой клетчатки, %;

z – общее содержание веществ минерального происхождения, г/кг.

Ниже приведен пример расчета питательной ценности рецептуры комбикорма ПК-2-2 (табл. 3).

Таблица 3 - Полнорационный комбикорм для цыплят в возрасте от 1 до 20 дней, рецепт ПК №2-2

Наименование компонента	Процентное содержание, %
Ячмень без пленок	26
Пшеница	25
Овес без пленок	15



Отруби пшеничные	9,7
Жмых, шрот соевый	7
Жмых, шрот льняной	5
Рыбная мука	4
Мясокостная мука	4
Дрожжи кормовые	2
Ракушечная мука	2
Соль поваренная	0,3
Итого	100

Расчет питательной ценности производим на основе значений содержания питательных веществ (табл.4).

Таблица 4 - Содержание питательных веществ

Компонент	a	b	c	z			
				Ca	Na	K	P
Ячмень без пленок	30,6	1,9	1,2	21,5	10,0	114,5	135,8
Пшеница	30	3	0,5	14,7	39,7	13,8	119,7
Овес без пленок	17,5	1,5	0,7	3,9	0,7	19,8	21,7
Отруби пшеничные	7,8	1,4	0,85	24	5,8	87,9	87,8
Жмых, шрот соевый	8,8	2,4	0,4	9,1	4,8	-	38,5
Жмых, шрот льняной	5,1	1,4	0,5	15,5	3,0	-	35,5
Рыбная мука	4,9	1,8	-	204,8	107,6	-	10,8
Мясокостная мука	4,6	1,9	-	120,8	68	-	66,4
Дрожжи кормовые	2,3	0,7	-	2,8	31,8	-	5
Ракушка	-	-	-	746	-	-	-
Соль поваренная	-	-	-	-	110,1	-	-

$$A = \frac{30,6 \cdot 26 + 30 \cdot 25 + 17,5 \cdot 15 + 7,8 \cdot 9,7 + 8,8 \cdot 7 + 5,1 \cdot 5 + 4,9 \cdot 4 + 4,6 \cdot 4 + 2,3 \cdot 2}{100} = 22,2;$$

$$B = \frac{1,9 \cdot 26 + 3 \cdot 25 + 1,5 \cdot 15 + 1,4 \cdot 9,7 + 2,4 \cdot 7 + 1,4 \cdot 5 + 1,8 \cdot 4 + 1,9 \cdot 4 + 0,7 \cdot 2}{100} = 2,0;$$

$$C = \frac{1,2 \cdot 26 + 0,5 \cdot 25 + 0,7 \cdot 15 + 0,85 \cdot 9,7 + 0,4 \cdot 7 + 0,5 \cdot 5}{100} = 0,7;$$

$$Ca = \frac{21,5 \cdot 26 + 14,7 \cdot 25 + 3,9 \cdot 15 + 24 \cdot 9,7 + 9,1 \cdot 7 + 15,5 \cdot 5 + 204,8 \cdot 4 + 120,8 \cdot 4 + 2,8 \cdot 2 + 746 \cdot 0,3}{100} = 34,7;$$

$$Na = \frac{10 \cdot 26 + 39,7 \cdot 25 + 0,7 \cdot 15 + 5,8 \cdot 9,7 + 4,8 \cdot 7 + 3 \cdot 5 + 107,6 \cdot 4 + 68 \cdot 4 + 31,8 \cdot 2 + 110,1 \cdot 0,3}{100} = 21,3;$$

$$P = \frac{135,8 \cdot 26 + 119,7 \cdot 25 + 21,7 \cdot 15 + 8,7 \cdot 9,7 + 38,5 \cdot 7 + 35,5 \cdot 5 + 106,7 \cdot 4 + 66,4 \cdot 4 + 5 \cdot 2}{100} = 80,8;$$

$$K = \frac{114,8 \cdot 26 + 113,8 \cdot 25 + 19,8 \cdot 15 + 87,9 \cdot 9,7}{100} = 43,8.$$

По расчетным данным питательная ценность полирационного комбикорма ПК№2-2 (для цыплят в возрасте 1 до 20 дней) составила:
-содержание кормовых единиц A=22,2 корм.ед.;

Степанов



-перевариваемого протеина $B=2,0$ кг/кг;
-содержание сырой клетчатки $C=0,67\%$.
Далее определим соотношение P/Ca и Na/K :

$$P/Ca=80,8/34,7=2,3 \text{ г/кг}; \quad Na/K=21,3/43,8=0,48 \text{ г/кг}.$$

Качество комбикормов, БВД, кормовых смесей характеризуется большим числом показателей, конкретный перечень которых зависит от вида и назначения комбикорма и определяется НТД. Основные из них следующие: содержание кормовых единиц, обменной энергии, сырого протеина, жира, клетчатки, кальция, фосфора, натрия, лизина, метионина и цистина (в сумме), влажность, крупность размола, прочность, крошимость, водостойкость гранул и отсутствие токсичности. Биологически активные вещества указывают точно по содержанию их в премиксах.

Такие показатели как влажность, сырой протеин, сырая клетчатка, натрий, кальций и фосфор могут быть точно указаны в сопроводительной документации о качестве.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМБИКОРМОВ

3.1 Принципиальная схема организации комбикормового производства

Комбикормовое производство представлено разнообразием сырья. Сырье представляет собой сыпучие крупнокусковые, прессованные, жидкие материалы, часть продуктов поступает в таре. Поэтому комбикормовый завод имеет большое количество различных емкостей для хранения разного сырья.

На комбикормовых заводах зерновое и мучнистое сырье обычно хранят в силосных складах, для сырья крупнокускового и в таре строят склады нулевого хранения, для жидких компонентов - специальные резервуары.

Все склады связаны с производственным корпусом транспортными механизмами - нориями, скребковыми, ленточными, пневматическими транспортерами, шнеками, трубопроводами, по которым подают из склада в производственный корпус различное сырье.

Схему технологического процесса для каждого комбикормового завода строят в соответствии с Правилами организации и ведения технологического процесса. В зависимости от технической оснащенности технологический процесс завода может быть сложным или простым. Принципиальная схема производства комбикормов представлена на.

Технологические линии на комбикормовых заводах предназначаются для переработки сырья с близкими технологическими свойствами, одинаковыми способами очистки, измельчения и другими видами обработки. Различные виды сырья на технологических линиях обрабатывают последовательно или параллельно и после подготовки направляют в специальные бункера, из которых компоненты поступают на дозирование и смешивание. Полученный рассыпной комбикорм направляют на гранулирование или отпускают потребителям.

Технологический процесс начинается с подготовки сырья: число технологических линий подготовки сырья зависит от производительности завода, ассортимента выпускаемой продукции, требований зоотехники.

Подготовка включает очистку зерна от примесей, если нужно, шелушение и измельчение, а также специальную подготовку отдельных продуктов. Подготовленное сырье (за исключением жидкого), направляют в бункера, установленные над дозаторами. В нужном соотношении компоненты дозируют и после смешивания получают рассыпной комбикорм. При смешивании могут быть введены жидкие компоненты.



Весь комбикорм, или его часть, могут быть переработаны в гранулы. При гранулировании комбикормов существует возможность ввода жидких компонентов.

При производстве полнорационных брикетированных комбикормов их прессуют в специальном отделении завода.

Грубые компоненты-наполнители (сено, солому и т.д.) подают в цех, где смешивают с комбикормом перед прессованием.

Рассыпные гранулированные комбикорма хранят в основном в силосных складах, отгружают бестарным способом в автокормовозы и другие транспортные средства. Часть комбикормов выпускают в таре.

Общая схема производства БВД принципиально не отличается от схемы производства комбикормов.

Принципиальную схему производства премиксов строят несколько иначе. Так как премиксы содержат большое количество биологически активных веществ, большое значение придается их равномерному распределению. Схема производства премиксов включает подготовку наполнителя и различных групп биологически активных веществ.

Деление на группы *условно* и зависит от их содержания в премиксе. Группу микрокомпонентов подготавливают и смешивают в нужном соотношении, затем как один компонент присоединяют к компонентам средней группы, которые после дозирования и смешивания опять как один компонент присоединяют к макрокомпонентам. После дозирования и смешивания образуется смесь всех биологически активных веществ, которые в дальнейшем смешивают с наполнителем. Премиксы обычно выпускают в таре.

При подготовке компонентов комбикормов основными операциями являются очистка от примесей, измельчение, шелушение пленчатых культур, просеивание и т.д., что характеризуется разнообразием применяемых машин.

Правилами организации и ведения технологического процесса в зависимости от принятой технологии определены следующие технологические линии: подготовки зернового сырья, мучнистого сырья, прессованных и крупнокусковых компонентов, кормовых продуктов пищевых производств, отделения пленок, шротов, рассыпной травяной муки, сырья минерального происхождения, а также линии предварительной смеси трудносыпучих компонентов, предварительного дозирования зернового и гранулированного сырья, линии ввода премиксов, карбамида, жидких компонентов, дозирования и смешивания, гранулирования и отпуска комбикормов.

Задача технологических линий сводится к обеспечению непрерывной работы завода, которая непосредственно зависит от непрерывной работы линии дозирования и смешивания.

3.2 Разработанная технологическая схема комбикормового завода

Модуль предназначен для очистки и измельчения зерновых культур – кукурузы, ячменя, пшеницы и т.д. Линия зернового сырья включает зерноочистительные и измельчающие машины. Зерно очищают от примесей в воздушно-ситовых сепараторах и магнитных колонках. В воздушно-ситовых сепараторах применяют штампованные металлические сита: приемные сита с круглыми отверстиями диаметром 10 мм или продолговатые 12×50 мм; сортировочные сита с круглыми отверстиями диаметром 10...16 мм; подсевные сита с круглыми отверстиями диаметром 1,0...1,4 мм или продолговатыми отверстиями размером 1,0×10 мм, или 1,2×12 мм. При этом нижние пределы размеров отверстий применяют при очистке зерна проса или чумизы.

Для выделения металломагнитных примесей используют электромагнитные сепараторы. В результате очистки в зерне, направленном на измельчение, содержание примеси должно быть: металломагнитных - следы; крупных - остаток на сите с отверстиями диаметром 10...16 мм - не допускается; минеральной примеси во всех видах зерна - не более 0,25%.

Для измельчения зернового сырья обычно используют молотковые дробилки и вальцовые станки, а также различные измельчающие машины ударно-стирающего действия. Степень измельчения зерна регламентируется видом комбикорма и достигается подбором сит и типа дробилки.

После дробилок продукт транспортируют пневмотранспортом, что в свою очередь значительно повышает производительность дробилок и охлаждает продукт измельчения. Над дробилками устанавливают бункера для зерна, емкостью обеспечивающей их работу в течение 2-4 часов.

Технологический процесс измельчения компонентов строят по двум принципиально возможным вариантам:

- последовательное измельчение компонентов до направления их в наддозаторные бункера; при наличии нескольких линий измельчения компоненты распределяют по линиям, а в каждой линии последовательный принцип сохраняют;

- измельчение смесей компонентов после их дозирования.

В связи с тем, что в состав комбикорма входит зерно различных культур, применяют две схемы его измельчения:

- первая схема предусматривает последовательное измельчение зерновых компонентов;

- вторая схема предусматривает совместное измельчение зернового сырья.

Предварительно из зерна различных культур составляют смесь в заданном для вырабатываемого комбикорма соотношении с помощью многокомпонентных весовых дозаторов и смесителей периодического принципа действия. Затем эту смесь измельчают.

Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки. Первая схема удобна тем, что за каждой дробилкой можно закрепить виды сырья, сходные по технологическим свойствам, при этом дробилки измельчают зерно в оптимальном режиме. Недостаток - необходимость частой замены сит при выработке комбикормов разной крупности.

Вторая схема позволяет сократить число дробилок, увеличить их производительность, в результате промежуточного просеивания получать измельченный материал нужной крупности, не заменяя при этом сита в дробилках. Однако эта схема не позволяет создать запасы сырья на линии дозирования, так как следующий рецепт комбикорма отличается по наименованию и соотношением компонентов.

3.3 Прием, складирование сырья и подача на производство

Технологическая схема линии витаминной и травяной муки представлена на. Так как витаминная и травяная мука обычно поступает в бумажных мешках, то обработку сырья целесообразно вести с применением мешкоразтарочных машин. Устанавливают их в транспортной цепи после выгрузки. Растаренный продукт можно хранить в небольших оперативных бункерах.

Процесс дозирования во многом определяет качество комбикормов. От дозирования зависит питательная ценность и расход комбикормов на производство единицы животноводческой продукции.

В настоящее время все большее распространение получает весовой способ дозирования, так как он более точный, обеспечивает заданное соотношение компонентов, создает возможность полной автоматизации технологического процесса с сохранением нужной информации.

По структуре рабочего цикла весовое дозирование бывает непрерывным и дискретным. На действующих комбикормовых заводах применяют в основном многокомпонентные весовые дозаторы дискретного действия.

Существует несколько технологических схем дозирования и смешивания. Наиболее распространена схема одновременного дозирования всех компонентов. В соответствии с этой схемой все подлежащие дозированию компоненты отдельно направляют в бункера над дозаторами, и дозирование происходит в один этап. Недостаток - одновременное дозирование большого числа компонентов, что требует установки нескольких дозаторов различной грузоподъемности. И также неравномерное смешивание предыдущих компонентов.

В настоящее время широкое применение получило двухэтажное дозирование и смешивание. Рассмотрим первый вариант схемы - предварительное дозирование и смешивание трудносыпучих компонентов. Трудносыпучее сырье - минерального, животного происхождения и другие предварительно дозируют в многокомпонентных дозаторах и смешивают в смесителях периодического действия.

Смешивание ведут в два этапа для повышения однородности комбикорма. Для того, чтобы смесь стала более сыпучей добавляют шрот.

Второй вариант схемы - предварительное дозирование и смешивание зернового и гранулированного сырья.

Линия подготовки таких смесей включает дозирование зерна, гранулированной травяной муки, дрожжей и других продуктов, подлежащих измельчению.

Подготовленную предварительно смесь зернового и гранулированного сырья измельчают в один или два этапа с промежуточным просеиванием продуктов измельчения. Крупность измельчения продуктов в первом случае определяется размером сит в дробилках, во второй раз - размером отверстий сит в просеивающих машинах.

Третий вариант схемы - линия дозирования и смешивания с двумя узлами предварительного дозирования зерновых и трудносыпучих компонентов.

Наличие линии для предварительного дозирования и смешивания зерновых компонентов упрощает подачу этого сырья из склада, улучшает условия его измельчения, т.е. смесь зерна измельчается лучше, чем каждый вид в отдельности. Такую схему линии дозирования и смешивания применяют на заводах большой производительности.

3.4 Модуль очистки, шелушения ячменя, овса

Линия шелушения пленчатых культур предназначена для отделения пленок у злаковых культур с цветковыми оболочками. Овес и ячмень отличаются большой питательной ценностью, но их пленки содержат большое количество клетчатки, и имеют формы острых иголок, которые представляют опасность для животных, в связи с чем перед измельчением их отделяют.

Для отделения пленок используют следующие способы:

- измельчение ячменя и овса с последующим отсеиванием пленок;
- шелушение овса и ячменя в специальных машинах.

Перед отделением пленок пленчатые культуры подготавливают на линии зернового сырья. Процесс отделения пленок при измельчении основан на различии прочностных характеристик, т.е. способности к измельчению ядра и пленок.

При дроблении пленки измельчаются значительно меньше, чем ядро. Согласно первому способу, пленчатые культуры измельчают при однократном пропуске через молотковые дробилки с размером отверстий диаметром 3...4 мм. Затем продукты просеивают на ситах с размером отверстий диаметром 2...3 мм. Проход представляет собой в основном измельченное ядро. Кроме того, для измельчения используют вальцовые станки. Лучший результат достигается при последовательном измельчении на двух системах.

Второй способ предусматривает отделение пленок от овса и ячменя в специальных шелушильных машинах.



При очистке зерна от грубых примесей его делят на две фракции. Сход с сита диаметром 5...6 мм направляют в шелушильную машину, а проход используют для производства некоторых видов комбикормов с повышенным содержанием клетчатки. Для шелушения рекомендуется использовать зерно овса натурной массой 490 г/л и ячменя 605 г/л.

Для шелушения используют шелушительно-шлифовальную машину А1-ЗШН. Образовавшийся в процессе обработки продукт в виде мучки и лузги выводится из устройства.

3.5 Модуль дозирования зернового сырья, шрота (макрокомпоненты)

Линия предназначена для обработки отрубей, мучки, груборазмолотого зерна (дерти) и других подобных продуктов, не требующих измельчения.

При очистке мучнистого сырья из него выделяют крупные и металломагнитные примеси. Крупные примеси выделяют в просеивающих машинах - рассевах, буратах, ситовых сепараторах, а также в специальных просеивателях А1-5ЦП. Для выделения примесей применяют металлотканые или штамповочные сита с отверстиями диаметром 5...10 мм.

Если необходимо получить сравнительно мелкий продукт, то при этом используют машины с двумя ситами. Размер второго сита выбирают в зависимости от крупности комбикорма для указанных животных, проход направляют в комбикорм, а сход для выработки других рецептов. Для выделения металломагнитной примеси используют электромагнитные сепараторы или сепараторы со статическими магнитами. После сепаратора продукт поступает в бункера над дозаторами. Отходы после просеивания и металломагнитные примеси отдельно собирают в бункера и периодически удаляют из цеха.

3.6 Модуль измельчения сырья

Линия прессованного и кускового сырья предназначена для обработки жмыхов, кукурузы в початках и других продуктов, требующих двукратного измельчения. Сырье поступает сначала на грубое измельчение в жмыхоломач 1 или в измельчитель. После измельчения продукты контролируют по крупности на просеивающей машине, в которой устанавливают сита №20...60 (диаметр 2...6 мм) или проволочные сетки №1,6...0,5, сход направляют на доизмельчение, а проход - в наддозаторные бункера. Перед измельчением устанавливают магнитные колонки. Повторное измельчение проводят в молотковой дробилке.

Линия подготовки соли и мела и сырья минерального происхождения практически одинаковы. На этих линиях подготавливают поваренную соль, мел, известняк, травертиновую муку, кормовые фосфаты, ракушечник.

Большинство видов сырья минерального происхождения (соль, мел) поступает на комбикормовые заводы в размолотом виде, но в некоторых случаях отдельные продукты содержат куски значительных размеров, образующиеся при длительном хранении. Все это обуславливает необходимость установки камнедробилки, предназначенной для измельчения крупных кусков.

Повышенная влажность сырья минерального происхождения существенно влияет на сыпучесть, что значительно сказывается на эффективности дозирования. Также нужно учесть, что влажность снижает эффективность измельчения.

С этой целью, для снижения влажности минерального сырья используют сушилки для мела; начальная температура агента сушки 450°C, конечная 100...110°C, для соли соответственно 175 и 70°C.

Высушенное сырье минерального происхождения после очистки в магнитных сепараторах измельчают в молотковых дробилках, затем просеивают. Для

контрольного просеивания мела применяют металлотканые сита №1, №6, для известковой муки №2.

Так как соль обладает повышенными гигроскопическими свойствами, то для предотвращения образования кусков, в партию соли необходимо добавить 15-20% мела или шрота. Такая смесь может длительное время храниться в накопительных емкостях. При промышленном производстве комбикормов $Q=600$ т/сут и выше рекомендуется выделять две самостоятельные линии – для соли и для мела.

3.7 Модуль дозирования белкового, минерального сырья, шрота (средние компоненты)

Данная линия предназначена для обработки большинства продуктов пищевых производств и сырья животного происхождения: сушеного жома, шротов, жмыхов, рыбной, мясной мясокостной, рыбной муки и т.д.

На линии кормовых продуктов, сырье очищают, сортируют и измельчают, так как эти продукты могут образовывать при хранении небольшие комки или содержать крупные части, требующие измельчения.

Сырье очищают и сортируют на ситовых сепараторах с двумя ситами. Для отделения крупных примесей устанавливают штампованные сита с отверстиями диаметром 15...20 мм, сход с которых направляют в отходы, при этом в отходах не должно быть более двух процентов годного продукта.

В сортировочных рамах устанавливают сита №30...60 (отверстия диаметром 3...6 мм). Сходные фракции этих сит направляют на измельчение.

Проход с сортировочного сита и измельченные схода объединяют и направляют на дозирование.

Технологический процесс происходит следующим образом. Все исходные продукты в последовательном порядке взвешивают на автоматических весах и поступают в бункер 1, далее через электромагнит 2 очищают от металломагнитных примесей. После чего просеивают на ситовом сепараторе 3, где сход с верхнего сита направляют в отходы, а сход с сортировочного сита на измельчение. Продукты измельчения и мелкая фракция (проход) направляют в бункера над дозаторами.

3.8 Линия ввода жидких компонентов

Основными жидкими компонентами комбикормов являются меласса и жир. Меласса улучшает вкусовые свойства комбикормов, снижает потери его от распыла, хорошо заменяет по питательной ценности зерновые компоненты. Жир - наиболее калорийный продукт, содержащий биологически активные вещества, его добавки значительно повышают питательную ценность комбикорма.

При этом эти компоненты являются трудно вводимыми. Жир и меласса при комнатной температуре представляют или мазеобразные продукты (жир), или густую вязкую жидкость (меласса). Для расплавления жира и повышения текучести мелассы их приходится подогревать до температуры 50-70°C.

Жидкие продукты вводят в рецептуру комбикорма на разных этапах его приготовления и транспортирования. Их можно вводить в основной смеситель главной линии дозирования и смешивания, можно вводить на специальной линии после смесителя или при отпуске потребителю.

Основным недостатком является то, что в смесителе, особенно большой емкости, не всегда удается равномерно распределить жидкие компоненты по всему объему, так как они быстро охлаждаются и застывают в массе комбикорма.

Для ввода жидких компонентов делают специальные линии со скоростными смесителями, быстровращающиеся органы которых лучше смешивают жидкие компоненты с комбикормом.



Существует также линия обогащения комбикормов жидкими компонентами при их отпуске потребителю.

Основная сложность при построении линии ввода жидких компонентов, заключается в том, что комбикорма, в состав которых входят жир или меласса, особенно в количествах, превышающих 3-5% нельзя длительное время хранить в бункерах.

Мелассирование комбикормов. Для более эффективной работы линии мелассирования, жидкий компонент требуется подогреть до 50°C, при этом повышается текучесть.

В баке объемом 9 м³ мелассу подогревают паром до нужной температуры и далее насосом перекачивают в бак-подогреватель объемом 2 м³.

Пропустив мелассу через фильтры, представляющие собой бачки с сетками для улавливания примесей, ее подают в смеситель. Кроме того мелассу можно направлять непосредственно в смесительную часть пресса-гранулятора для мелассирования гранулированных комбикормов.

Эта же линия служит для ввода в рецептуру комбикорма карбамида.

Один из способов ввода в комбикорма карбамида является его растворение в мелассе. Используется также свойство карбамида хорошо растворяться в воде (в соотношении 1:1). Для растворения карбамида в мелассе применяют установку, состоящую из двух аппаратов. Затем раствор карбамида смешивают с массой в смесителе или направляют в смесительную часть пресса-гранулятора.

Ввод жира в комбикорма. В отличие от мелассы, жир поступает на предприятия в бачках и флягах. Большинство животных жиров, используемых в комбикормовой промышленности, имеет температуру плавления выше 30°C.

Из накопительного бака объемом с нагревателем в виде спирали в который подают пар, жир насосом подается в расходный бак. Из расходного бака жир через фильтры насосом-дозатором направляют в смеситель. Как и мелассу, жир через фильтр насосом-дозатором можно подавать в пресс-гранулятор.

В настоящее время разрабатываются сухие жиры или жировые порошки. Одно из таких решений – это выработка порошка на основе взорванной кукурузы. Крупу, полученную при размоле взорванной кукурузы, насыщают жиром в количестве до 50%. Подученный порошок достаточно хорошо сыпуч, и его можно вводить в комбикорма как обычный сыпучий компонент. Также возможно получать жировые порошки и на другой основе.

3.9 Модуль экструдирования сырья

Процесс экструдирования осуществляется следующим образом. Подготовленное исходное сырье подается через загрузочный бункер или питатель в экструдер. По мере перемещения продуктов в рабочей камере увеличивается степень сжатия, которая определяется отношением площади рабочего канала к суммарной площади фильер на выходе продукта из профилирующей матрицы. Кроме того, продукт, уплотняясь, прогревается как за счет сил трения частиц о поверхности вращающихся рабочих органов и деформаций сдвига в самом продукте, так и за счет дополнительного подвода тепла.

Известно, что биополимеры в процессе экструдирования подвергаются фазовым превращениям из хрупкого стеклообразного состояния в высокоэластичное и затем в вязкотекучее. Фазовые переходы состояния продукта позволяют весь процесс экструдирования разделить на ряд технологических зон: загрузка, сжатие, гомогенизация, собственно экструзия.

В экструдере различают зоны загрузки (втягивания), уплотнения, пластификации, смешивания и среза, а также зону выгрузки, в которой возрастает давление, и продукт при этом продавливается через фильеры (слайд 32). В экструдерах специального

назначения могут быть выделены зоны дегазирования, диспергирования, смешивания и др.

Длина функциональных зон экструдера может меняться в значительных пределах в зависимости от свойств перерабатываемого продукта, его технологичности и особенностей обработки.

В зоне загрузки изменений в продукте практически не наблюдается. Высокоэластичное состояние продукт приобретает в зоне уплотнения и пластификации. Здесь происходит разрушение клеточной структуры продукта, его крахмального и целлюлозно-лигнинового компонентов. В зоне смешивания, роста давления и формовки продукт приобретает вязкотекучее состояние, при котором происходят структурные преобразования белков, крахмала и клетчатки.

Основные и наиболее важные изменения происходят в зоне экструзии. При быстром переходе продукта из зоны высокого давления ($16 \cdot 10^5$ Па и более) в зону атмосферного давления аккумулированная им энергия высвобождается со скоростью, примерно равной скорости взрыва. При этом в результате «взрыва» (вспучивания) продукта происходят глубокие преобразования его структуры: разрыв клеточных стенок, деструкция, гидролиз.

Расширение продукта на выходе из фильеры является следствием физических свойств воды. В экструдере температура изменяется от 130°C до 200°C . При этих термических условиях и под очень большим давлением вода существует только в жидком состоянии. Когда смесь выходит из фильеры и достигает атмосферного давления, вода сразу же испаряется, выделяя значительное количество энергии. Накапливая энергию, вода из состояния перегретой жидкости мгновенно ($1,2 \cdot 10^{-4}$ с) превращается в пар, разрушая при этом молекулы амилозы и амилопектина до декстринов и сахаров.

Под действием давления пара в продукте образуются поры, а оставшиеся целыми крахмальные зерна разрываются. Резкое понижение температуры обеспечивает затвердевание крахмала и фиксирует альвеолярную структуру, образовавшуюся под действием водяного пара.

В результате экструзии кормовых продуктов происходят явления денатурации белков, инактивации антипитательных веществ, декстринизации крахмала, деструкции целлюлозно-лигниновых образований, практически полной стерилизации продуктов экструзии, создание микропористой структуры продукта. Это способствует повышению усвояемости питательных веществ экструдированного корма.

После экструдирования продукта улучшается переваримость его питательных веществ, повышается стойкость при хранении, усвояемость жира, увеличивается объемная масса.

Рассмотрим как влияет технологический процесс экструдирования.

Белки: экструзионная обработка повышает перевариваемость белков, делает более доступными аминокислоты вследствие разрушения в молекулах белка вторичных связей. Благодаря относительно низким температурам и кратковременности тепловой обработки сами аминокислоты при этом не разрушаются. В то же время успешно нейтрализуются факторы, отрицательно влияющие на пищевую ценность сырья, такие как ингибитор трипсина, уреазы и прочие;

Крахмал: в процессе технологической обработки крахмал желатинизируется, что повышает его усвояемость;

Жиры: происходит разрыв стенок жировых клеток, вследствие чего повышается доступность масла, увеличивается энергетическая ценность продукта. Повышается стабильность жиров, благодаря тому, что такие ферменты как липаза, вызывающие прогоркание масел, разрушаются в процессе экструзии, а лецитин и токоферолы, являющиеся природными стабилизаторами, сохраняют полную активность. Сырье находится под воздействием максимальных температур всего 5-6 секунд, а для

окисления требуется гораздо более высокая температура и более длительная тепловая обработка;

Клетчатка: в процессе трения и дробления клетчатка измельчается, что повышает ее перевариваемость.

Таким образом, экструдирование позволяет целенаправленно изменить свойства продукта и его составляющих компонентов и находит все более широкое практическое применение во многих отраслях народного хозяйства, в том числе и в комбикормовой промышленности

Нами была получена опытная партия экструдированного корма из отходов очистки льна в условиях ТОО «СевКазНИИСХ» (с.Бесколь, СКО). В результате работы проведено экструдирование 2 500 кг отходов очистки льна. При пропуске через экструдер отходов послеуборочной обработки масличных культур в результате баротермического воздействия уменьшается влажность, а из масличного сырья высвобождается часть масла, в связи, с чем убыль в массе составили 2%. Итоговая масса полученного экструдированного корма составила 2 450 кг.

Были применены режимы экструдирования: диаметр фильеры $D=7$ мм, влажность исходного сырья $\varphi=9\%$, скорость подачи сырья $v=5,8$ Гц обеспечивающие расчетные удельные энергетические затраты на единицу выпускаемой продукции $WП=60-80$ Вт/кг и удельные энергетические затраты на промежуток времени $WB=6-8$ кВт/ч, а так же расчетное содержание обменной энергии $q=8,5-9$ МДж/кг.

3.10 Модуль гранулирования сырья

Гранулированные комбикорма изготавливают для всех видов сельскохозяйственных животных, птиц, рыб. При этом размеры гранул зависят от вида и возраста животных, а также способов кормления. Для молодняка птицы применяют гранулированные комбикорма в виде крупки.

Комбикорма гранулируют сухим и влажным способом.

Сухое гранулирование проводят в установках ДГ, Б6-ДГВ, Б6-ДГЕ, имеющих производительность соответственно 7...10, 9...11, 14...15 т/ч.

При сухом гранулировании рассыпной комбикорм обрабатывают паром или смешивают с жидкими компонентами, а затем массу прессуют. Влажность прессуемой массы достигает 18%.

Влажное гранулирование применяют при производстве гранулированных комбикормов преимущественно для рыб, так как при этом получают гранулы, трудноразмокающие в воде.

При влажном способе влажность прессуемой массы достигает 30...32%. В этом случае применяют более длительное кондиционирование паром и горячей водой одновременно, поскольку гранулы выходят с повышенным содержанием влаги, их сушат в виброкипящем слое и только потом охлаждают.

Производительность машин находится в прямой зависимости от размера выпускаемых гранул. Нижний предел размера гранул диаметром 4,7 мм, верхний - при диаметре 19 мм. Каждая установка состоит из пресса-гранулятора, охладителя гранул, измельчителя гранул, сортировочной машины для сортирования и выделения крошки.

После контрольного просеивания на ситах с отверстиями 4...5 мм и сепарирования в машинах-сепараторах комбикорма поступают в приемные бункера. Комбикорм прессуют в пресс-грануляторе. Полученные гранулы охлаждают в охладительной колонке ОХ до температуры не выше чем на 5-10°C температуры окружающей среды. Затем, если необходимо, комбикорм измельчают на измельчителе, после которого гранулы просеивают на сепараторе, где отбирают крошки и мучнистые продукты. Крупку для молодняка получают из гранул диаметром до 10 мм путем применения измельчающих машин с последующим сортированием продуктов измельчения.

Для гранулирования используется рассыпной комбикорм тонкого измельчения без содержания пленок.

На производительность прессующего оборудования при выпуске гранулированных комбикормов влияют объемная масса, однородность, гранулометрический состав (крупность частиц), влажность, коэффициенты внутреннего и внешнего трения исходного сырья, количество и характеристика жира и мелассы, а также количество и характеристика применяемого пара.

При гранулировании используется метод гидротермической обработки (ГТО) рассыпного комбикорма паром под давлением 0,35...0,40 МПа и температуре до 150°C.

3.11 Линия отпуска готовой продукции на автотранспорт

Выработанную готовую продукцию определенное время хранят на комбикормовых заводах до отпуска потребителю. Для хранения продукции применяют склады, вместимость которых должна соответствовать объему выработанной продукции не менее пятисуточной продукции. Храниться могут рассыпные, гранулированные комбикорма и белково-витаминные добавки в таре или россыпью.

Для отпуска комбикормов у складов готовой продукции должны быть предусмотрены отпускные устройства.

Отпуск комбикормовой продукции ведут на цепных транспортерах непосредственно под силосами готовой продукции, на уровне второго этажа.

Возможен отпуск комбикормов из силосов, которые размещают под подъездными путями. В этом случае комбикорм из силосов непосредственно поступает в тару, что значительно сокращает время отпуска.

Эксперт, д.т.н.: Муслимов Н.Ж.

