

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ
И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ**

Справочник



Москва 2021

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес

ЖУРНАЛ

«ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» – ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!

Ежемесячный полнокрасочный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 8 академиков РАН и один академик НАН Республики Казахстан.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI.

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2021 г. с доставкой по Российской Федерации – 9636 руб. с учетом НДС (10%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО)

ИНН 5038001475/КПП 503801001

ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280,

Единый казначейский счет 40102810845370000004

Казначейский счет 03214643000000014800 в ГУ Банка России

по ЦФО // УФК по Московской области, г. Москва, БИК 004525987

В назначении платежа указать

код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46758000.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60,

Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».

Справки по телефону: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;

E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ
И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ**

◀ **СПРАВОЧНИК** ▶

Москва 2021

УДК 631.363(035)
ББК 36.824
Т 38

Рецензенты:

Н.В. Алдошин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
«Сельскохозяйственные машины» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;
В.В. Коновалов, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры
«Технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ»

Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф., Сыроватка В.И., Неменушная Л.А.
Т 38 **Технологии, машины и оборудование для производства комбикормов:**
справ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 168 с.

ISBN 978-5-7367-1628-9

Рассмотрены технологический процесс производства комбикормов, способы повышения производительности, основные технологические операции, правила размещения и установки оборудования, вопросы охраны труда и окружающей среды.

Приведены показатели рентабельности основных компонентов комбикормов, номенклатура, состав, общие требования к предприятиям для их производства, качеству и составу кормов, технологические характеристики машин и оборудования для производства и выполнения отдельных операций, а также адреса разработчиков-изготовителей и поставщиков.

Предназначен для широкого круга специалистов и руководителей агропромышленного комплекса, студентов высших учебных заведений сельскохозяйственного профиля, специалистов сервисных служб и др.

Mishurov, N.P., Fedorenko, V.F., Syrovatka, V.I., Nemenuschaya, L.A.
Technologies, Machines and Equipment for the Production of Compound Feed. Reference Book. (Moscow: Rosinformagrotekh), 168 (2021).

A process of compound feed production, methods of increasing productivity, basic process steps and regulations for placing and installing equipment, as well as issues of labor and environmental protection are described.

Indicators of profitability of the main components of compound feed, its nomenclature and composition are given. General requirements for compound feed production facilities, requirements for the compound feed quality and composition, specifications and performance of machinery and equipment for the compound feed production and carrying out individual process steps, and addresses of developers, manufacturers and suppliers are provided as well.

It is intended for a wide range of specialists and managers of the agricultural sector, students of higher educational institutions of agricultural profile, service specialists, etc.

УДК 631.363(035)
ББК 36.824

ISBN 978-5-7367-1628-9

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2021

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 к приоритетным направлениям развития сельского хозяйства в России относятся создание и внедрение до 2026 г. конкурентоспособных отечественных технологий производства высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения в соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (ФНТП) [1].

Уровень развития комбикормовой отрасли в России пока отстает от мирового, производство отечественных комбикормов в основном ведется без использования биопрепаратов, конверсия корма в получении животноводческой продукции существенно ниже, по многим важнейшим компонентам комбикормов наблюдается высокий уровень импортозависимости. Часто корма бывают заражены болезнетворными микроорганизмами. Использование комбикормов низкого качества ведет к снижению продуктивности животных и увеличению удельных затрат кормов на производство животноводческой продукции. Все это отрицательно сказывается на эффективности производства продукции животноводства в целом [2].

Объемы выпуска комбикормов постепенно увеличиваются, однако возрастают затраты на их производство, в том числе на закупку сырья и компонентов. Для обеспечения эффективного развития и поддержки отрасли прежде всего в целях снижения себестоимости кормов Минсельхозом России инициировано расширение перечня направлений целевого использования льготных краткосрочных кредитов для сельхозтоваропроизводителей и комбикормовых заводов. Предусматривается повышение доступности получения льготных кредитов на приобретение зерна на кормовые цели, соевого, подсолнечного, рапсового, льняного шротов и жмыхов, сухого свекловичного жома, свекловичной патоки, оболочки сои, премиксов, витаминов и аминокислот, будут задействованы механизмы таможенно-тарифного регулирования – квотирование экспорта зерновых во второй половине сезона и введение экспортной пошлины на пшеницу и подсолнечник.

Поскольку стратегическими задачами аграрной политики России в животноводстве являются увеличение поголовья, совершенствование продуктивных качеств сельскохозяйственных животных с максимальным использованием их генетического потенциала, а также модернизация комбикормовой отрасли для снижения потерь сырья при его заготовке и первичной обработке, Минсельхоз России продолжит работу по сохранению и совершенствованию существующих мер господдержки отрасли, что положительно скажется на ее эффективности [3].

Для успешной реализации поставленных задач важно определение состояния законодательной, нормативно-методической и материально-технической баз в сфере производства высококачественных комбикормов и кормовых добавок, инфраструктуры их хранения и транспортировки. С учетом того, что обеспечение условий формирования конкурентоспособных научных результатов ФНТП включает в себя создание открытого источника информации о состоянии комбикормового производства, подготовка справочника о конкурентоспособных технологиях и оборудовании для выпуска комбикормов является весьма актуальной. Результаты работы будут содействовать реализации подпрограммы «Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных» ФНТП, содержащиеся в ней сведения помогут сельхозтоваропроизводителям организовать эффективное производство комбикормов в своих хозяйствах в полном соответствии с предъявляемыми требованиями.

1. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ КОМБИКОРМОВ

Комбикорм – это сложная однородная смесь очищенных и измельченных до необходимой крупности различных кормовых средств и микродобавок, вырабатываемая по научно обоснованным рецептам и обеспечивающая полноценное сбалансированное в соответствии с нормами кормление животных.

В зависимости от назначения различают полнорационные комбикорма, комбикорма-концентраты, балансирующие кормовые добавки (белково-витаминно-минеральные добавки – БВМД, белково-витаминно-минеральные концентраты – БВМК, минеральные добавки – МД), премиксы [4-7].

Полнорационный комбикорм должен обладать всеми качествами полноценного рациона, обеспечивающего высокую продуктивность и качество продукции, хорошее состояние здоровья животных и низкие затраты питательных веществ на единицу продукции. По химическому составу, питательности и специфическим свойствам такие комбикорма должны соответствовать потребностям животных конкретного вида, возраста и производственного назначения. Они не требуют дополнительной доработки (обогащения), применяют их главным образом в кормлении свиней и птицы [4-7].

Комбикорма-концентраты предназначаются для скармливания животным в составе рационов в дополнение к грубым и сочным кормам, чем компенсируется недостаток энергии, протеина, аминокислот, жира, минеральных веществ, витаминов в основных кормах рациона. Поэтому содержание вышеуказанных веществ в 1 кг комбикорма-концентрата, как правило, должно быть выше, чем в полнорационном комбикорме (исключение – комбикорма-концентраты для летнего кормления крупного рогатого скота).

Балансирующие добавки – БВМД, БВМК, МД и другие представляют собой однородные смеси измельченных до необходимой крупности высокобелковых, минеральных кормовых средств и биологически активных веществ, вырабатываемые по научно обоснованным рецептам.

Белково-витаминно-минеральные и другие добавки предназначены для выработки комбикормов в хозяйствах на основе кормового зерна собственного производства. В зависимости от содержания в добавках протеина, биологически активных веществ и потребности в этих веществах животных разных видов, половозрастных групп БВМД и других факторов балансирующие добавки вводят в зерновые смеси в количестве от 5-10 до 25-30% по массе. Зерно и балансирующая добавка должны быть тщательно перемешаны до однородной массы. Скармливать животным БВМД и другие балансирующие добавки в чистом виде нельзя. Использовать добавки следует в кормлении только тех видов и групп животных, для которых они разработаны [4-7].

Премикс – однородная смесь измельченных до необходимых размеров микродобавок и наполнителя, предназначенная для обогащения комбикормов, БВМД, БВМК, МД и других балансирующих добавок.

Помимо восполняющих веществ (витамины, микроэлементы, аминокислоты), в премиксы вводят вещества: стимулирующего действия (антибиотики и др.); оказывающие защитное влияние на корма, предотвращающие снижение их качества; улучшающие вкусовые качества кормов и более эффективное их использование (антиоксиданты, эмульгаторы, ферменты, вкусовые добавки и др.); успокаивающие (транквилизаторы); поверхностно-активные (цеолиты, детергенты). В качестве наполнителя используют пшеничные отруби, зерно пшеницы тонкого помола, кормовые дрожжи, соевый шрот [4-7].

Комбикорм скармливают животным только того вида и группы, для которых он предназначен. Кормление им животных других видов и групп не дает требуемого эффекта. Главным при составлении или уточнении рецепта является сбалансированность кормов по питательным веществам в соответствии с нормами потребности в них животных.

На основании экспериментальных данных разработаны новые качественные требования к комбикормам для соответствующих видов и групп животных. Для основных групп животных и птицы они регулируются следующими нормативными документами:

► ГОСТ 9268-2015 Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия [8];

► ГОСТ Р 51550-2000 Комбикорма-концентраты для свиней. Общие технические условия (с изменением № 1) [9];

► ГОСТ 10199-2017 Комбикорма-концентраты для овец и коз. Общие технические условия (переиздание) [10];

► ГОСТ 18221-2018 Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия [11].

Более широко нормативные документы, касающиеся технических условий, контроля качества комбикормов, сырья для их производства, представлены на сайтах <https://gostexpert.ru/oks/65/120>; <http://docs.cntd.ru/document/gost-10199-81>.

Обновление и разработка новых стандартов для комбикормовой промышленности, осуществляются не так быстро, как требуют современные условия. Экспертной организацией является Всесоюзный научно-исследовательский институт сертификации (АО ВНИИС) [12].

Применение на добровольной основе соответствующих стандартов является достаточным условием соблюдения требований соответствующего технического регламента Евразийского экономического союза. От уровня стандартизации зависит также уровень качества производимой комбикормовой продукции. Однако отсутствие технического регламента о безопасности кормов и кормовых добавок и методики выявления фальсификатов затрудняет работу добросовестных производителей комбикормов [12].

Рецепты комбикормов, добавок и премиксов разрабатывают на основе современных научных данных о потребности организма животного в энергии, протеине, аминокислотах, макро-микроэлементах, витаминах и других питательных и биологически активных веществах с учетом вида, уровня и направления продуктивности, пола и возраста животных, их физиологического состояния. Учитывается доступность питательных и биологически активных веществ из отдельных компонентов комбикормов и премиксов. В результате современные комбикорма балансируют по 27-32 показателям питательности, в том числе по 17-20 биологически активным веществам, добавляемым в составе премиксов [4-7].

Обеспеченность животных энергией является одним из основных факторов, определяющих уровень их продуктивности. В теории

кормления сельскохозяйственных животных проблема энергетического питания занимает центральное положение. При этом определяющее значение имеет научное обоснование энергетического баланса в их организме.

В мире применяются различные системы энергетической оценки питательности кормов и нормирования потребности животных в энергии.

Современная оценка питательности кормов основана на определении чистой энергии, выражаемой в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ). За энергетическую кормовую единицу (ЭКЕ) принято 10 МДж обменной энергии (1 Дж равен 0,2388 кал, 1 кал – 4,1868 Дж, 1 МДж – 1 млн Дж).

При составлении рецептов специалисты нумеруют их в зависимости от типа рецепта (табл. 1.1) и половозрастной группы животных, для которой он предназначен (табл. 1.2). Каждому рецепту присвоен номер в зависимости от вида животных. Для каждого вида животных, птиц и рыб отведен определенный десяток: для кур – с 1 по 9; индеек – с 10 до 19; уток – с 20 по 29; гусей – с 30 по 39; прочей птицы (цесарки, голуби) – с 40 по 49; свиней – с 50 по 59; крупного рогатого скота – с 60 по 69; лошадей – с 70 по 79; овец – с 80 по 89; кроликов и нутрий – с 90 по 99; пушных зверей – со 100 по 109; рыбы – со 110 по 119; продуцентов и лабораторных животных – со 120 по 129 [4-7].

В пределах установленных десятков рецептам присваивают порядковые номера по группам животных, птиц, рыб: например, 1 – куры-несушки, 2 – цыплята в возрасте от 10 до 30 дней, 3 – молодняк кур в возрасте от 31 до 60 дней и т. д. Нумерация рецепта обозначается двумя числами, первое из которых – вид и группа животных, второе – номер рецепта. Оба числа ставят рядом через дефис. Вид комбикорма обозначают начальными буквами: ПК – полнорационный; К – комбикорм-концентрат, БВД – белково-витаминная добавка; П – премикс; ЗЦМ – заменитель цельного молока и т. д. [4-7].

Таблица 1.1

Типы и обозначения рецептов

Тип рецепта	Шифр
Комбикорм	К
Гранулированный комбикорм	ГК
Комбикорм-концентрат	КК
Комбикорм-стартер	КС
Полнорационный гранулированный комбикорм	ПГК
Полнорационная кормосмесь	ПКС
Гранулированная кормовая смесь	ГКС
Белково-витаминно-минеральная добавка	БВМД
Белково-витаминная добавка	БВД
Витаминная добавка	ВД
Минеральная добавка	МД
Витаминно-минеральная добавка	ВМД
Премикс	П
Заменитель овечьего молока	ЗОМ
Заменитель свиного молока	ЗСМ
Заменитель цельного молока	ЗЦМ

Таблица 1.2

Номера рецептов для различных половозрастных групп животных

Половозрастная группа животных	Номер рецепта
1	2
Куры	С 1 по 9
Куры-несушки	1
Цыплята в возрасте от одного до 30 дней	2
Молодняк кур в возрасте от 31 до 60 дней	3
Молодняк кур в возрасте от 61 до 120 дней	4
Бройлеры в возрасте от одного до 30 дней	5
Бройлеры в возрасте от 31 до 70 дней	6
Молодняк кур в возрасте от 121 до 180 дней	7
Петухи	8
Индейки	С 10 по 19
Индейки-несушки	10
Индюшата в возрасте от 1 до 14 дней	11
Индюшата в возрасте от 15 до 60 дней	12

1	2
Индюшата в возрасте от 61 до 120 дней	13
Индюшата в возрасте от 121 до 180 дней	14
Индюки	15
Утки	С 20 по 39
Утки-несушки	20
Утята в возрасте от одного до 30 дней	21
Утята в возрасте от 31 до 60 дней	22
Молодняк старше 60 дней	23
Гуси	С 30 по 39
Гусята в возрасте от одного до 20 дней	30
Гусята в возрасте от 21 до 75 дней	31
Молодняк старше 75 дней	32
Гуси взрослые	33
Прочая птица	40-49
Свиньи	50-59
Поросята от одного до 30 дней	50
Поросята-отъемыши	51
Ремонтный молодняк в возрасте от 4 до 8 месяцев	52
Матки супоросные I периода	53
Матки супоросные II периода и подсосные	54
Мясной откорм свиней	55
Беконный откорм свиней	56
Хряки-производители	57
Крупный рогатый скот	60-69
<i>Молочный</i>	
Дойные коровы	60
Стельные и сухостойные коровы	61
Телята от одного до 6 месяцев	62
Молодняк от 6 до 12 месяцев	63
Молодняк от 12 до 18 месяцев	64
Откорм крупного рогатого скота	65
Быки-производители	66
<i>Мясной</i>	
Коровы	67

1	2
Выращиваемый и племенной молодняк	68
Откармливаемый молодняк	69
Лошади	70-79
Взрослые рабочие	70
Молодняк рабочий	71
Взрослые рысистые и спортивные	72
Молодняк рысистый и спортивный	73
Жеребцы	74
Молодняк, выращиваемый на кумысных фермах	75
Овцы и козы	80-89
Овцы	
Матки суягные и подсосные	80
Ягнята	81
Откармливаемые овцы	82
Бараны-производители	83
Козы	
Матки	85
Козлята	86
Молодняк	87
Козлы-производители	88
Кролики и нутрии	90-99
Кролики	
Взрослые	90
Молодняк ремонтный	91
Молодняк откормочный	92
Нутрии	
Взрослые	95
Молодняк	96
Прочие животные	100-109
Рыбы	110-119
Лабораторные животные	120-129

2. СОСТАВ КОМБИКОРМОВ

2.1. Исходные компоненты комбикормов

Для производства комбикормов, БВД, премиксов и другой продукции комбикормовой промышленности используется более 100 исходных компонентов, которые условно можно разделить на следующие группы: растительного, животного и минерального происхождения; кормовые и побочные продукты мукомольно-крупяной, крахмалопаточной и рыбной промышленности, маслозаводов и бродильных производств; жидкие добавки; продукты химического и микробиологического синтеза (табл. 2.1) [4-7].

Таблица 2.1

Исходные компоненты комбикормов

№ п/п	Исходные компоненты комбикормов		
	группа	вид	компоненты
1	Растительного происхождения	Зерновые культуры	Пшеница, кукуруза, ячмень, овес, рожь, просо, тритикале и сорго
		Зернобобовые культуры	Соя, горох, чечевица, вика, бобы кормовые, люпин
		Масличные культуры	Рапс и др.
		Крахмалосодержащие корма	Сушеные картофель, морковь и др., тапиоковая мука, сушеные и измельченные клубни батата и ямса
		Грубые корма	Витаминная травяная и хвойная мука, свекловичный жом, мука из стержней кукурузы, соломенная сечка, ячменная, овсяная и рисовая лузга и др.
2	Животного происхождения		Мясокостная, мясная, перьевая, кровяная мука; белково-жировой концентрат (БЖК); мука из содержимого желудков перерабатываемых животных (КОБ); гидролизаты кератиносодержащего сырья и кожи; сухое обезжиренное молоко (СОМ); сухие обрат и пахта

1	2	3	4
3	Минерального происхождения		Бентонитовые глинопорошки; жирные бентониты; цеолиты; диффузионный остаток сахарных заводов; фосфаты; соль поваренная и кормовая; мел кормовой; ракушечник и ракушечная мука; мука костная, доломитовая, известняковая, травертиновая; соли микроэлементов; концентраты железа, меди, марганца, кобальта, йода, цинка и другие микроэлементы
4	Кормовые и побочные продукты	Мукомольно-крупянные	Отруби и мучки мукомольного и крупяного производства, подработанные отходы элеваторов, зерновые отходы первой и второй категорий, зародышевые хлопья, сечка крупяных предприятий
		Крахмалопаточные	Кукурузные сухие (маисовые) и пшеничные корма, картофельная мезга, кукурузный экстракт, глютенная мука
		Рыбные и из морских млекопитающих	Мука рыбная, креветочная, крилевая, крабовая, из морских животных
		Маслозаводов	Жмыхи, шроты, фосфатидные концентраты (лецитин)
		Бродильных производств	Солодовые ростки, пивная дробина, кормовые дрожжи, гидролизный сахар
5	Жидкие добавки		Меласса свекловичная (патока), жиры кормовые животные, растительные масла, рыбий жир, барда, витамин В ₄ – холин-хлорид 70%, соленый гидрол, ККЛЖ – жидкий лизин, рыбные и другие гидролизаты
6	Продукты химического синтеза		Метионин и другие аминокислоты, антиоксиданты, успокаивающие вещества, отдушки, биологически активные вещества, органические кислоты
		Витамины	Витамины водорастворимые, жирорастворимые; тривитамины; аскорбиновая кислота

1	2	3	4
7	Продукты микробиологического синтеза		Дрожжи кормовые гидролизные, из очищенных жидких парафинов нефти (БВК), из парафинов дизельного топлива; биомасса из природного газа; L-лизин кормовой (биомасса); кормолизин на отрубях, кристаллический и другие формы; ферментные препараты, витамины, антибиотики кормовые и др.

В России основу рецептов комбикормов составляют зерновые, доля которых в составе комбикормов достигает 65-70%, содержание зернобобовых (горох, кормовые бобы, люпин, нут, чина и др.) – 2-5%. Важная роль в балансе комбикормов принадлежит пшеничным и рисовым отрубям и мучкам (10-15%) – побочным продуктам мукомольного производства, а также мучкам крупяного производства – ячменной, рисовой, гороховой и другим, образующимся в процессе переработки крупяных культур [4-7,13].

Не менее важна группа побочных продуктов производства различных растительных масел – жмыхи и шроты (около 7%). Первое место по количеству занимают жмыхи и шроты подсолнечника, второе – хлопковые, затем шроты соевые, льняные, арахисовые и др. [4-7].

Велика роль кормовых продуктов животного происхождения: мясной, мясокостной, кровяной муки, сухого обезжиренного молока, а также рыбной, креветочной, крилевой, крабовой муки (3-5%), так как они имеют высокое содержание полноценного протеина, витаминов, солей микроэлементов.

В структуре сырьевого баланса 1,5-2,0% занимает мука: витаминная травяная, хвойная и древесной зелени – как ценный источник каротина и витаминов. Сырье минерального происхождения составляет до 3% по массе [4-7].

Доля жидких добавок в комбикормах невелика, но в перспективе есть все основания для получения и ввода значительно большего количества жидких компонентов, прежде всего мелассы и кормовых жиров. В отдельные комбикорма вводят до 68% жира в виде специально изготовленных концентратов, содержащих от 30 до 50% жира (жировой концентрат на базе экструдированной кукурузы или другого зернового сырья, белково-жировой концентрат (БЖК) на базе крови и упаренных бульонов).

Кормовые продукты и добавки в составе комбикормов должны соответствовать показателям качества согласно действующей нормативно-технической документации [4-7,13].

Кроме энергетической питательности и соотношения основных групп питательных веществ – белков, жиров, углеводов, кальция и фосфора, в комбикормах для всех видов и возрастов животных должны быть витамины, прежде всего А и D. Для свиней и птиц важное значение в полноценном питании имеют витамины Е, В, В₂, РР (никотиновая кислота), К, пантотеновая и фолиевая кислоты, холин. Нормы витаминов в рецептах можно корректировать в соответствии с их содержанием в основных ингредиентах комбикормов (на основании анализов кормов). Нормы добавок микроэлементов, номенклатура и соотношение которых основаны на экспериментальных данных, без учета их в основных ингредиентах и потребности в них различных видов менять не следует [4-7].

При решении вопроса о пригодности того или иного вида сырья исследуют не только его питательность и биологическую полноценность, но и обязательно проверяют на токсичность химического и микробиального происхождения солей тяжелых металлов, определяют уровень бактериальной и грибной обсемененности, физико-механические свойства, сохранность в процессе перевозок, хранения и др. На каждый вид сырья изготовитель составляет нормативно-техническую документацию, согласованную с соответствующими организациями.

При получении сырья с отклонениями по отдельным показателям от требований нормативной документации его переработка в про-

изводстве допускается только в том случае, если технологические линии позволяют обеспечить его доработку по физико-техническим показателям (крупность, металломагнитная примесь, сорная примесь и др.). При отклонении по показателям питательности (сырой протеин, жир и др.) должны быть внесены соответствующие коррективы в расчеты рецептов, для исключения выпуска продукции, не отвечающей нормам качества [4-7,13].

Зерновое сырье, содержащее целые и измельченные семена ядовитых сорняков (триходесма седая и гелиотроп опушенноплодный), в переработку не допускается. Запрещается также использовать сырье, содержащее куколь и вредную примесь (плевел опьяняющий, головня, спорынья, горчак, вязель, софора) в количестве, превышающем установленные нормативной документацией ограничения.

Зерновое сырье с трудноотделимым карантинным сорняком подлежит более тонкому измельчению на дробилках или вальцовых станках (содержание целых семян сорняков в измельченном сырье не допускается) и используется при выработке гранулированных комбикормов. Зерно, в котором обнаружены частицы стекла, передавать в переработку запрещается.

Недоброкачественными и непригодными к использованию считаются:

- ▶ зерно с наличием загнивших, проплесневевших, пораженных грибными и бактериальными заболеваниями зерен, непригодное по заключению ветеринарного надзора;

- ▶ отруби, дрожжи и мучка кормовые, жмыхи, шроты, мука кормовая рыбная и кормовая животного происхождения, имеющие затхлый, плесневелый, гниlostный и другие запахи, не свойственные данным продуктам, а также комковатость и устанавливаемое визуально заплесневение.

Токсичные концентрированные корма (зерно, продукты его переработки, дрожжи кормовые, жмыхи, шроты и др.) для производства комбикормов запрещены [13-16].

2.2. Краткая характеристика основных компонентов комбикормов

Компоненты растительного происхождения

Зерновые культуры

Краткая характеристика основных компонентов представлена в табл. 2.2 [4,16].

Таблица 2.2

Характеристика зерновых компонентов комбикормов

Название культуры	Характеристика культуры
1	2
Ячмень	Лучший для всех видов животных. Высокое содержание обменной энергии (10,5-10,7 МДж), пониженное – лизина, иногда треонина. В 1 кг содержится 1,21 корм. ед., 113 г сырого и 85 переваримого протеина, 49 г сырой клетчатки, 638 г БЭВ, в том числе 485 г крахмала
Кукуруза	Самое высокое содержание обменной энергии в 1 кг корма – 12,20-13,67 МДж. В 1 кг содержится 653-658 г БЭВ, в том числе 555-560 г крахмала, 4-8% жира, 2-3% клетчатки. Отличается высокой переваримостью – 88-92%
Овес	Питательная ценность: в 1 кг – 9,20-10,78 МДж обменной энергии, 9,7% – клетчатки, 4 – жира, 57 – БЭВ, в том числе 32% крахмала, 10-11% сырого протеина хорошей растворимости
Пшеница	В 1 кг содержится 10,80-13,58 МДж обменной энергии, 133 г сырого и 106 – переваримого протеина, 20 – сырого жира, 661 – БЭВ, в том числе 515 г крахмала. По содержанию протеина превосходит все виды других хлебных злаков. Обладает высокой переваримостью. Особенность – высокое содержание клейковины, что снижает ценность ее как кормовой культуры
Рожь	В 1 кг содержится 10,30-12,32 МДж обменной энергии, около 15% протеина, более 70 БЭВ, до 4% клетчатки. Беднее пшеницы незаменимыми аминокислотами, содержит гликозиды, поэтому вкусовые качества хуже. В связи с сильным набуханием крахмала ржи в желудке у животных может быть расстройство пищеварения

1	2
Просо	В 1 кг содержится 9,12-10,16 МДж обменной энергии, 10,4-15,5% протеина, 8,6-14,2 – белка, 2,6-4,2 – жира, 7,8-10,5 – клетчатки, 57,8-63,9 – БЭВ, 9,3-13,3% воды. По содержанию протеина и минеральных веществ незначительно отличается от кукурузы, однако из-за большого количества пленок значительно уступает ей по калорийности
Сорго	В 1 кг содержится 10,80-12,48 МДж обменной энергии, 85 г переваримого протеина, 655 – БЭВ, в том числе 440 – крахмала, 45 – сахара, 28 г сырого жира

Зернобобовые культуры

Краткая характеристика основных компонентов представлена в табл. 2.3 [4,16].

Таблица 2.3

Характеристика зернобобовых компонентов комбикормов

Название культуры	Характеристика культуры
Горох	В 1 кг содержится 11,1-13,06 МДж обменной энергии, 218 г сырого и 192 – переваримого протеина, 532 – БЭВ (в том числе 455 г крахмала), 54 – сырой клетчатки, 14,2 – лизина, 5,5 – метионина + цистина. Отличается хорошим углеводным составом с невысоким уровнем кальция, много тиамина и холина. В белке гороха содержится от 54 до 72% водорастворимых веществ, усвояемость его в 1,5-2 раза выше, чем белка злаковых культур
Вика	В 1 кг содержится 258 г сырого протеина, 0,86% жира, 54,25 – БЭВ, 3,96% клетчатки
Чечевица	В 1 кг содержится 292 г сырого протеина, 0,6-2,1% жира, 47-60 – БЭВ, 2,9-4,6% клетчатки
Соя	Важнейшая протеиновая добавка в комбикорма. В 1 кг содержится 21,1 г лизина, 4,3 – триптофана, 4,6 – метионина, 5,3 г цистина, 1,15 корм. ед., на 1 корм. ед. приходится 200-210 г переваримого протеина. По количеству, биологической ценности и сбору протеина с 1 га с соей не может сравниться ни одна другая зерновая культура. Содержит значительное количество антипитательных веществ (ингибитор трипсина, гемагглютинин, соланин, уреазы, липоксидазы и др.), не позволяющих скармливать сою животным без предварительной тепловой обработки (экструдирование, микронизация, варка, поджарива-

1	2
	ние и др.). При введении соевого шрота в рационы сельскохозяйственных животных и птицы стимулируется усвоение питательных веществ и повышается продуктивность
Люпин	Включает в себя алкалоиды, которые придают горький вкус зерну и вызывают расстройства пищеварения. Выведены и осваиваются сладкие сорта люпина с минимальным содержанием алкалоидов (до 0,1%) и хорошей переваримостью питательных веществ (БЭВ – 68,0-81,1%, протеина – 73,5-86,0%)
Кормовые бобы	В 1 кг содержится 10,80-12,45 МДж обменной энергии, 15 г сырого жира, 468 – БЭВ (в том числе 380 г крахмала), 16,2 – лизина, 4,8 г метионина + цистина, до 33% белка. Хороший источник фосфора, микроэлементов, витаминов. Содержат дубильные вещества, которые могут вызывать запоры у животных. Поэтому одновременно с бобами в состав комбикорма следует вводить пшеничные отруби, мелассу, оказывающие послабляющее действие на кишечник

Корне- и клубнеплоды

Краткая характеристика основных компонентов представлена в табл. 2.4 [4,16].

Таблица 2.4

Характеристика корне- и клубнеплодов

Название культуры	Характеристика культуры
Картофель	Питательный, хорошо переваримый корм, богат углеводами (крахмала 60%), но беден протеином
Морковь	Является ценным кормом для всех видов сельскохозяйственных животных, особенно для молодняка. В ней содержится 13-14% сухого вещества, состоящего на 80% из углеводов. Морковная мука в 1 кг содержит 1,02 корм. ед., 40 г переваримого протеина, 2 г кальция, 2,6 кг фосфора, 533 г сахара и 895 г каротина
Свекла	Мукой из ботвы сахарной свеклы можно заменять 20-25% концентратной части рациона. Переваримость питательных веществ муки из ботвы: протеина – 77,2%, жира – 38,7, клетчатки – 52,6, БЭВ – 83,1%

Грубые корма

Краткая характеристика основных компонентов представлена в табл. 2.5 [4,16].

Таблица 2.5

Характеристика грубых кормов

Компонент	Характеристика
Травяная мука	Витаминно-белковый корм. В 1 кг содержится 0,7-0,8 корм. ед. и 180-230 мг каротина
Сенная мука	Получают размолот высококачественного сена, лучше бобового, убранный в фазе бутонизации или начала цветения. Влажность сена не должна превышать 12%
Свекловичный жом	В 100 кг свекольного сухого жома содержится 83-85 корм. ед., кислого – 10-11, отжатого – 15-16, свежего – 8-9 корм. ед. Клетчатка жома хорошо переваривается. Перед скормливанием комбикормов, содержащих более 5% по массе сухого жома, для профилактики нарушений пищеварения у животных рекомендуется смачивать их трех-четырёхкратным количеством воды
Водоросли	Наиболее питательной является хлорелла (42% протеина). Богаты углеводами и минеральными веществами, особенно йодом. В комбикорма добавляют не более 5% водорослей в связи с тем, что большое их количество иногда может вызывать заболевание животных йодизмом (отравление организма йодом)

Компоненты животного происхождения

Краткая характеристика основных компонентов представлена в табл. 2.6 [4,13].

Таблица 2.6

Характеристика компонентов комбикормов животного происхождения

Компонент	Характеристика
1	2
Мука кормовая	Наиболее ценный компонент комбикормов, характеризующийся высоким содержанием протеина и его биологической полноценностью – содержит все незаменимые аминокислоты, витамины группы В: рибофлавин, пан-

1	2
	тотеновую и никотиновую кислоты, ниацин и В12, жирорастворимые витамины Е, А, D; минеральные элементы, основными из которых являются фосфор, кальций, железо, медь, кобальт, цинк и марганец. Усвояемость животных кормов – 92%. Подразделяют на мясокостную, мясную, кровяную, костную
Мясокостная мука	Содержит 30-50% протеина, 13-20 – жира, 26-38 – золы, 19-23 г/кг лизина, 6-13 г/кг метионина
Мясная мука	Содержит 54-64% протеина, 14-20 – жира, 11-14 – золы, 31-47 г/кг – лизина, 5-13 г/кг метионина
Кровяная мука	Содержит 6-10% зольных элементов, 48-69 г/кг лизина
Костная мука	Содержит 15-20% протеина, 10-15 – жира, до 60% зольных элементов
Перьевая мука	Сравнительно бедна триптофаном, метионином, лизином и гистидином, применяют гидролизованную
Молоко цельное (коровье)	Содержит 20 аминокислот, 25 видов минеральных веществ, 20 видов витаминов, десятки ферментов, несколько видов молочного сахара, 64 вида жирных кислот, 12,5% сухого вещества, 3,8 – жира, 3,3 – общего белка, 4,7 – молочного сахара, 0,7% – золы. В 1 кг содержится 2,28-2,88 МДж обменной энергии
Обрат	Содержит 4,5-4,7% сухого вещества, около 3,5 – белка, 4,5-4,7 – молочного сахара, около 0,7 – золы, 0,1-0,15% жира. В белке содержится 0,27% лизина
Молочная сыворотка	Сухое вещество почти на 75% состоит из молочного сахара – лактозы, содержащей 0,8% белка, 4,7 – лактозы, 6,5% сухих веществ, витамины группы В: В1 – 400 мкг/л, В2 – 700 мкг/л, холина – 150 мг/л. Питательная ценность – 256 ккал/кг, или 39% калорийности цельного молока

Компоненты минерального происхождения

Краткая характеристика основных компонентов представлена в табл. 2.7 [4,13].

Таблица 2.7

Характеристика компонентов комбикормов минерального происхождения

Название	Характеристика
1	2
Кальциевые компоненты	
Мел	Содержит 37% кальция, 0,18 – фосфора, 0,5 – калия, 0,3 – натрия, не более 5% кремния и другие элементы
Известняки	Содержат 32,6% кальция, 2,8 – магния, 3,5 кремния, 0,5 – железа, 0,2% серы
Травертин	Содержит до 39,5% кальция, 0,3 – магния, до 6% железа, кобальт, марганец, цинк, медь, серу. Способствует повышению переваримости органического вещества рациона, увеличению отложения фосфора и натрия в организме животного
Фосфорно-кальциевые компоненты	
Кормовые фосфаты	Содержание вредных примесей фтора не должно превышать 0,1%, мышьяка – 0,02, солей тяжелых металлов – 0,08, металлического железа с размером частиц от 0,5 мм – 0,01%
Кормовой обесфторенный фосфат	Содержит 35% кальция, до 17 – фосфора, около 1% окиси железа, примеси магния, кремния и других элементов
Кормовой монокальцийфосфат	Содержит около 17,6% кальция и 24 – фосфора, усвояемость последнего 90,7%. Чаще используют в рационах жвачных животных
Кормовой преципитат (дикальцийфосфат)	Содержит не менее 16% фосфора, не более 22 – кальция, усвояемость фосфора из преципитата не превышает 85%
Трикальцийфосфат	Содержит около 32% кальция и 14,5 – фосфора
Кормовой монопотрийфосфат	Содержит не менее 24-25% фосфора и 10-11 – натрия
Динатрийфосфат	Содержит 8,6% фосфора и 13,3 – натрия
Диаммонийфосфат	Содержит не менее 23% фосфора и 20 – азота

1	2
Микроэлементы	Соли сернокислого железа, сернокислой меди, хлористого и сернокислого кобальта, сернокислого цинка, селената натрия, производных селеновой и селенистой кислот
Поваренная соль (хлористый натрий)	Содержит около 95% хлорида натрия, в том числе около 39% натрия и 57 – хлора, а также примеси магния и серы

Кормовые и побочные продукты

Краткая характеристика основных компонентов представлена в табл. 2.8 [4,13].

Таблица 2.8

Характеристика кормовых и побочных продуктов

Компоненты	Характеристика
1	2
Отходы мукомольно-крупяных производств Отруби	В 1 кг пшеничных и ржаных отрубей содержится 8,85-9,28 и 8,97-10,87 МДж обменной энергии, 97-112 г переваримого протеина, 34-41 – сырого жира, 80-88 – сырой клетчатки, 526-530 – БЭВ, 5,7 – лизина, 1,9 – метионина, 1,9 г триптофана. Богаты витаминами группы В. В 1 кг пшеничных отрубей содержится в среднем 7,1 мг тиамина, 2,9 – рибофлавина, 308 мг никотиновой кислоты. Переваримость – 63%
Обойная пыль, аспирационные и ветровые отходы	Содержат 53,88% БЭВ, 10,43 – протеина, 1,35 – жира, 17,46 – клетчатки, 6,97 – золы, 10,37 – воды и 1,44% примесей
Кормовая мучка	Содержит необходимые жирные кислоты и витамины
Зерновые отходы	Используют, когда минеральная примесь снижена до определенных пределов и устранена опасность отравления животных ядовитыми семенами
Продукты – рыбные и из морских млекопитающих Кормовая рыбная мука	Содержит большое количество белков и аминокислот, витаминов А, В, D, Е; минералы, такие как кальций, фосфор, йод, селен. Обогащает растительные корма протеином, обеспечивает оптимальное соотношение жирных кислот омега-6 и

1	2
	омега-3: от 10:1 до 5:1. Полиненасыщенные жиры, содержащиеся в рыбной муке, способствуют образованию антител против многих болезней, снижают необходимость применения лекарственных препаратов в случае болезни. Жировые кислоты способствуют выработке прогестерона, что оказывает положительное влияние на репродуктивную функцию любого организма
Отходы маслозаводов Жмыхи	Содержат примерно 8-10% жира
Шроты	Высокое содержание протеина. В 1 кг соевого шрота содержится 442,5 г сырого и 352,2 г переваримого протеина, 14,49 МДж обменной энергии, 8,4 г жира, 293 – БЭВ, 26,39 – лизина, 4,27 – метионина, витамины: токоферола – 4,0 мг, тиамина – 6,5, рибофлавина – 3,2, пантотеновой кислоты – 14,8, холина – 2668, никотиновой кислоты – 25,7, пиридоксина – 8,9 мг. Несколько меньше сырого протеина содержится в подсолнечниковом шроте – 429 г, хлопковом – 411, льняном – 340 г. Подсолнечниковый шрот получают из облученных и необлученных семян: первый содержит 40-46% протеина, 10-14 – клетчатки, 1 – жира, 0,4 – кальция, 1% фосфора, в 1 кг – 1,02 корм. ед.
Кормовые фосфатиды	Включают в себя ненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, арахидоновая), ускоряющие окислительные процессы в тканях организма. Лецитин содержит холин, играющий важную роль в жировом, белковом и витаминном обмене. В составе подсолнечниковых фосфатидов – 92,7% сухого вещества, 31,7 – протеина, 17 – жира, 6,1 – золы, 0,46 – кальция, 1,02% фосфора
Отходы бродильных производств Сухая барда и сушеная дробина	В 1 кг зерновой барды (влажность 12%) содержится 0,85 корм. ед., 100 г переваримого протеина, 8,7 – лизина, 4,6 – метионина, 4,4 – кальция, около 6 г фосфора. В 1 кг сухой картофельной барды – 0,52 корм. ед., 94 г переваримого протеина, 2,1 – кальция и 6,1 г фосфора. В 1 кг сухой дробины (влажность 12%) – 15,2% переваримого протеина, 16,3% клетчатки, 3,5 г лизина, 1,6 – метионина, 1,57 – кальция и 4,68 г фосфора, 0,8 корм. ед.

1	2
Жидкие добавки Свекловичная патока (меласса)	В состав патоки входят 63% БЭВ, 9,9 – протеина, 7,5 – золы, 19,6% воды. На 100 кг мелассы приходится 75,5 корм. ед., 5 кг переваримого протеина. Содержит до 48% сахарозы, ее азотистые вещества отличаются высокой переваримостью (91%)
Животный жир	В 1 кг жира животного кормового содержится в среднем 35-38 МДж обменной энергии
Продукты химического синтеза Бикарбонат аммония	В 1 кг бикарбоната аммония содержится 170 г азота, в сульфате аммония – 212 г азота и 259 г серы, 1 г бикарбоната аммония эквивалентен 0,95 г протеина, а 1 г сульфата аммония – 1,2 г
Кормовой концентрат лизина	В препарате содержится 95% чистого вещества и 5 – золы
Витамины	Основные источники: - каротина – травяная и хвойная мука, гидропонная зелень, морковь, препарат микробного β -каротина; - ретинола (витамин А) – рыбий жир витаминизированный, концентрат витамина А; - кальциферолов (витамин D) – облученные дрожжи, рыбий жир, концентрат витамина D в масле; - токоферолов (витамин E) – проросшее зерно, молодая зелень, концентрат витамина E; - рибофлавина (витамин B2) – дрожжи кормовые или пивные, травяная мука бобовых, концентрат витамина B2; - пантотеновой кислоты (витамин B5) – кормовые и пекарские дрожжи, пшеничные отруби, препарат витамина B5; - никотиновой кислоты (витамин B3, PP) – пекарские и пивные дрожжи, пшеничные отруби, препарат никотинамида; - цианокобаламина (витамин B12) – концентрат витамина B12, отходы биомедицинской промышленности, сухая биомасса
Продукты микробиологического синтеза Дрожжи кормовые	Основным показателем качества дрожжей является содержание в них сырого протеина. Оно должно составлять для дрожжей высшей группы – 56%, первой – 51, второй – 46, третьей – 43%. В 1 кг дрожжей содержится в среднем 30 г лизина, 4 – метионина и 5 г цистина

3. НОРМЫ КОРМЛЕНИЯ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ

Высокая, генетически обусловленная продуктивность и рациональное использование кормов возможны при наличии в рационе полного набора питательных и жизненно необходимых веществ. Ранее при определении норм кормления и состава комбикормов животноводы пользовались научно обоснованными рецептами, разработанными научными организациями, или рецептами, рассчитанными самостоятельно в соответствии с нормами питательности и химического состава. Примером (а для многих эталоном) является справочник по нормам кормления, разработанный в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных»: (3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А. П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – М., 2003. – 456 с.). Но в хозяйствах зачастую сложно обеспечить полноценность кормления даже при наличии достаточного количества кормов, так как рационы необходимо сбалансировать не только по всем показателям потребности, но и по их соотношениям.

Проблема полноценности кормления значительно упрощается, если для ее решения применять информационные технологии. Генерацию комплекса рационов, близких к оптимальным, с вариациями кормового состава обеспечивают компьютерные программы, например такая как «КОРАЛЛ – Кормление» (совместная разработка специалистов ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. Тимирязева», ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», ФГБНУ ФНАЦ ВИМ), в которой могут выбираться рационы, наиболее полно отвечающие предпочтениям сельхозпроизводителя. Программа имеет функцию задания ограничений на содержание в выбранных рецептах масс кормов, критичных с позиции производителя, с последующей оптимизацией рационов. Расчёты начинаются с задания характеристик животного, условий его содержания, цены на продукцию и стоимости животного; выбора критерия оптимизации и набора кормов, которые могут быть включены в рацион. По характеристикам животного и условиям его содержания определяются нор-

мы кормления, а стоимостные показатели продукции и животного используются в экономических критериях оптимизации. Трёхуровневое удовлетворение предпочтений в выборе рационов для сельскохозяйственных животных обеспечивает оптимизацию использования кормов на животноводческом предприятии через предоставление сельхозпроизводителю широких возможностей реализации его неформализованных знаний и является важным инструментом повышения эффективности животноводческого производства [17-19].

Региональный центр «Плино» (г. Санкт-Петербург) специализируется на разработке, внедрении программного обеспечения в области племенного животноводства, хранении и обработке информации по племенным животным Ленинградской области, а также информационно-консультационном обслуживании молочного и мясного скотоводства, овцеводства и оленеводства регионов Российской Федерации в сфере информационных технологий.

Разработанная в центре программа «Рационы» помогает специалистам в хозяйствах решать различные проблемные аспекты кормления сельскохозяйственных животных. Для расчёта кормовых рационов применяются два варианта: первый – расчёт фактического рациона кормления, реально существующего в условиях сельхозпредприятия (наиболее часто применяется в практике многих зарубежных стран и является наиболее простым решением); второй – оптимизационный расчёт – поиск строго необходимых условий кормления для обеспечения заданной продуктивности, сохранения здоровья и долголетия животных, поддержания функций воспроизводства. Для обоих вариантов выдаются полный анализ кормовых рационов, рекомендации по жизненно необходимым добавкам. Анализ рассчитанных рационов проводится с учётом достижений мировой науки и практики в области кормления. Специалистами центра создана база данных по качественному составу кормов с использованием данных агрохимических лабораторий, ведётся её ежегодная актуализация.

Программа поставляется со справочником кормов и нормами кормления, разработанными учеными ВИЖ и Тимирязевской академией (под редакцией Калашникова), или нормами кормления, разработанными Санкт-Петербургскими учеными для высокопродуктивных коров и интенсивного выращивания молодняка, учитывающи-

ми, кроме продуктивности и живой массы животного, качество заготовленных кормов. Помимо этого, пользователь программы может ввести собственные нормы кормления [20].

Программа проводит анализ существующего рациона, расчет премикса, рассчитывает оптимальный рацион с учетом ограничений по дачам каждого корма и питательности рациона, соотношений между заданными элементами питательности и заданной структуры рациона. Результаты выводятся на печать (экран) в виде аналитических таблиц. В настоящее время разработаны и используются модули расчета оптимальных рационов кормления для следующих групп животных молочного и молочно-мясного направления продуктивности: «Лактирующие коровы», «Сухостойные коровы», «Нетели», «Ремонтные телки», «Ремонтные бычки», «Молодняк на откорме», «Быки-производители». Ведется разработка модулей: составления рецептов комбикормов, премиксов, расчета сводной таблицы по кормам (расчет общей потребности кормов и их стоимости), экономической эффективности кормления (расчет потерь по продуктивности и воспроизводству от дисбаланса питательных веществ в рационе; расчета продуктивности, обеспечиваемой рассчитанным или анализируемым рационом, прогноз продуктивности в условиях сбалансированного рациона и других оценок) [21].

Для экономически эффективного расчета рецептов и точного внесения добавок используется специальная программа «Корм Оптима Эксперт», разработанная компанией «Корморесурс» (г. Воронеж) и состоящая из трех модулей, которые могут работать как вместе, так и независимо друг от друга:

- ▶ программный модуль «Комбикорм» для оптимизации рецептов комбикормов и белково-витамино-минеральных концентратов для всех видов и половозрастных групп животных. Из имеющегося в наличии сырья программа обеспечивает получение такого рецепта, в котором, с одной стороны, питательная ценность полностью соответствует предъявляемым требованиям, с другой – минимизируется его цена. Применение программ оптимизации позволяет снизить стоимость корма на 5-7%;

- ▶ программный модуль «Рацион» для расчета оптимальных точных рационов кормления крупного рогатого скота на заданную

продуктивность с учетом собственных и покупных кормов в хозяйстве;

► программный модуль «Премикс» для расчета рецептов премиксов для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы.

Отличительные особенности программы «Корм Оптима Эксперт» в сравнении с аналогичными программами: полная, точная и актуальная база данных питательности кормовых средств и нормативов кормления; корректировка обменной энергии по фактическим показателям питательности кормов (протеин, жир, клетчатка, крахмал, сахар, зола и др.); корректировка аминокислотного состава сырья по фактическому содержанию сырого протеина; нормирование доступных аминокислот в комбикормах для птиц и свиней с использованием моделей идеального протеина; моделирование действия ферментных препаратов в организме животных и обоснование экономической целесообразности их применения.

Программа основана на промышленной технологии «клиент-сервер», что способствует удобству работы в сети нескольких пользователей, а также хранению очень больших объемов данных. Имеется интеграция с бухгалтерскими программами 1С Предприятие, Галактика и другими, а также АСУТП комбикормового производства [22].

Программа для расчета рационов сельскохозяйственных животных (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2019667345, 2019), разработанная в ФГБНУ КНЦЗВ предназначена для расчета рационов с учетом живой массы, физиологического состояния, показателей продуктивности, наличия кормов, их питательности и стоимости. Выполнена в приложении Excel для встроенной среды программирования VBA. Позволяет определить норму кормления для данного вида животных, рассчитать и сбалансировать рацион по необходимым показателям, провести его анализ. Работа осуществляется с использованием созданных графических форм.

Из зарубежных в качестве примера можно привести программу BESTMIX® for Feed & Ration компании «ADIFO N.V.», группы Info Support International Group (Бельгия), когда можно рассчитать как отдельно рецепт, так и целую кормовую программу на несколько периодов для нескольких комбикормовых заводов одновременно;

программу PorkMax™ – технологию экономического моделирования и расчета рационов в свиноводстве, разработанную компанией «Provimi®» (Нидерланды) компании «Cargill Incorporated» (США), которая учитывает множество факторов и определяет изменения прибыльности предприятия в зависимости от питательности, качества ингредиентов и затрат. Благодаря этому можно вовремя корректировать кормление, сохраняя максимальную прибыль. В PorkMax™ используются запатентованные глобальные исследования и опыт компании «Каргилл». Результаты работы программы значительно повышают эффективность свиноводческого предприятия, его рентабельность и конкурентоспособность. Имеются разработки компании и для других видов животных [23-25].

4. НОМЕНКЛАТУРА, СОСТАВ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДПРИЯТИЯМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

4.1. Номенклатура, состав и общие требования к предприятиям для производства комбикормов

Предприятия для производства комбикормов в хозяйствах представляют собой комплекс помещений и сооружений, предназначенный для приема, хранения и подготовки сырья, производства комбикормов, хранения и отпуска готовой продукции.

Территория размещения комбикормовых предприятий выбирается в соответствии с требованиями СП 19.13330.2019 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 на основе технико-экономических расчетов с учетом противопожарных, санитарно-гигиенических требований, ветеринарно-санитарных правил и требований охраны окружающей среды.

Участок для строительства должен быть сухим, с уклоном для отвода ливневых стоков. Недопустим выбор площадки строительства на месте бывших полигонов для бытовых отходов, очистных сооружений, скотомогильников, кожсырьевых предприятий [13, 26].

При выборе площадки следует учитывать возможность использования имеющихся в хозяйствах построек (зерноочистительно-сушильные пункты, зерносклады, навесы, автомобильные весы и др.), а также инфраструктуры инженерных сетей и сооружений.

Здание комбикормового предприятия должно быть защищено от проникновения мышевидных грызунов в соответствии с требованиями ВСП 13-5-02/0043-01.

При проектировании вновь строящихся и реконструируемых предприятий по производству комбикормов, а также отдельных зданий и сооружений, входящих в их состав следует руководствоваться СП 4.13130.2013, СП 108.13330.2012, СП 112.13330.2012, а также руководствуются следующим основным рядом их часовых производительностей (т/ч):

- ▶ специализированные – для производства полнорационных комбикормов и комбикормов-концентратов в рассыпном и гранулированном видах:

- а) для отдельных хозяйств (локальные) – 0,5; 1,0; 2,0; 4,0;

- б) межхозяйственные и межфермерские – 2,0; 4,0; 8,0; 12,0;

- ▶ комплексные – для производства полнорационных комбикормов и комбикормов-концентратов в рассыпном и гранулированном видах с линией послеуборочной обработки и хранения фуражного зерна:

- а) для отдельных хозяйств (локальные) – 2,0; 4,0;

- б) межхозяйственные и межфермерские – 2,0; 4,0; 8,0; 12,0; 16,0;

- ▶ комплексные – для производства брикетированных и гранулированных кормов с линиями производства комбикормов-концентратов и подготовки грубых кормов (локальные, межфермерские и межхозяйственные) – 1,5; 3,0; 6,0; 9,0;

- ▶ специализированные – для производства брикетированных и гранулированных кормов (локальные, межфермерские и межхозяйственные) – 1,5; 3,0; 6,0 [13, 26].

При определении мощности комбикормового предприятия надо руководствоваться данными о годовой потребности в комбикормах сельскохозяйственных животных (табл. 4.1, 4.2) [4-7, 13, 26].

Таблица 4.1

Годовая потребность в комбикормах крупного рогатого скота

Группа животных	Требуемое количество комбикормов в год, кг
Коровы при удое, кг:	
4500	1437
5000	1836
5500	2111
6000	2400
Ремонтный молодняк в возрасте:	
до одного года	550
старше одного года	450
нетели	400

Таблица 4.2

Годовая потребность в комбикормах свиней

Группа животных	Требуемое количество комбикормов в год, кг
Хряки-производители	1273
Свиноматки при отъеме поросят в возрасте, дни:	
26 (2,35 цикла)	1190
35-45 (2,15 цикла)	1325
60 (1,92 цикла)	1450
Поросята живой массой до 20 кг при отъеме в возрасте, дни:	
26	162
35-45	141
60	122
Поросята живой массой от 20 до 40 кг	547
Ремонтный молодняк:	
свиньи от 40 до 120 кг	990
хряки от 40 до 150 кг	1201
Молодняк на откорме от 40 до 120 кг при среднесуточных приростах, г:	
550-600	1029
650-700	1033
800-850	1160
Выбракованные хряки и матки на откорме	2080

При определении состава основных производственных, складских, подсобно-вспомогательных и других сооружений комбикормового предприятия исходят из его годовой программы, состава и качества используемого сырья, ассортимента и вида вырабатываемой продукции, удаленности источников сырья и потребителей комбикормов, уровня механизации и автоматизации производственных процессов [13, 26].

Производственные и подсобно-вспомогательные помещения отапливают с применением воздушного или радиаторного отопления. В помещениях, где должен постоянно находиться обслуживающий персонал, допустимые нормы температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха следует принимать в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96: температура 19-25 °С, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,4 м/с.

Помещения, где для обслуживания оборудования не требуется постоянное рабочее место, разрешается не отапливать, если при этом не нарушаются требования технологии, механизации и производства работ (например, помещения обработки и накопления грубых кормов и минеральных добавок, хранения оперативных запасов сухого сырья и готовой продукции и др.).

В комбикормовых цехах, функционирующих по агрегатной схеме на основе высокомеханизированных и автоматизированных комплектов оборудования во всех производственных помещениях, за исключением операторской (диспетчерской), температура может быть снижена до 5°С. Складские помещения не отапливаются [13, 26].

Углы наклона днищ приемного бункера сырья (завальной ямы) должны обеспечивать его самоочистку и быть более угла естественного откоса наименее сыпучего из принимаемых продуктов на 15-20°.

Для отделения крупных примесей или инородных предметов из принимаемого сыпучего сырья в приемном бункере (завальной яме) на глубине 0,2 м от верхней кромки устанавливают металлические решетки с шагом прутьев не более 0,07 м и лазовым люком [13, 26].

Перечень основных сооружений и отделений комбикормовых предприятий, которые могут входить в их состав:

а) производственный цех:

▶ отделения:
приема и контрольной очистки зернового сырья;
дробления зернового сырья;
приема и подготовки мучнистого сырья, кормовых отходов пищевых производств и грубых кормов;
шелушения пленчатых культур, тепловой обработки зерна;
подготовки минерального сырья;
дозирования и смешивания;
подготовки жидких ингредиентов;
подготовки жира;
приготовления обогатительных добавок;
гранулирования и брикетирования;
отпуска готовой продукции;
для сырья (одно-двухдневный запас) и готовой продукции (одно-двухдневный запас);

- ▶ выбойное отделение;
- ▶ электрощитовая;
- ▶ диспетчерская;
- ▶ кабинет начальника цеха или сменного мастера – не менее 12 м²;
- ▶ комната дежурного слесаря-электрика – не менее 18 м²;
- ▶ бытовые помещения;

б) зерноочистительно-сушильный (зерноочистительный) цех;

в) цех производства травяной муки со складом;

г) цех переработки семян масличных культур на жмых и масло;

д) цех обмолота початков кукурузы;

е) склады зернового сырья;

ж) склады мучнистого и другого сырья (отруби, добавки, премиксы, соль, мел, меласса и др.);

и) склад готовой продукции [4-7, 13, 26].

В составе комбикормового предприятия предусматривают необходимые подсобно-вспомогательные здания и сооружения (лаборатория для контроля качества сырья и готовой продукции, автомобильные весы, котельная, трансформаторная подстанция, гараж, мастерская и др.) и административно-бытовые здания (помещения) в соответствии с заданием на проектирование [13, 26].

Производительность технологических линий рассчитывают исходя из максимального содержания различных видов сырья в приготавливаемых комбикормах. Для расчета потребной производительности оборудования принимают следующее количество сырья (% к часовой мощности предприятия): зернового – 88 (в том числе подлежащего шелушению – 30); мучнистого – 30; минерального – 7; мелассы, жира и других жидких компонентов – до 10; жмыхов и шротов – 10. При производстве полнорационных кормосмесей расчетное количество грубых кормов следует принимать равным 70%.

Производительность каждой линии (q , т/ч) определяют по формуле

$$q = \frac{Q \times a}{100 \times k},$$

где Q – производительность предприятия, т/ч;

a – максимальное количество сырья, подлежащего обработке на линии, %;

k – коэффициент использования линии (для линии дозирования – 0,9, дробления и гранулирования – 0,8).

Условием эффективного производства полноценных комбикормов и их использования является соблюдение следующих рекомендаций [4-7, 13, 26]:

1. Комбикормовые предприятия должны иметь книги учета выпускаемой продукции и регистрации лабораторных анализов качества готовой продукции. Они должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

2. Все комбикорма должны выпускаться сериями и партиями: под серией следует понимать количество продуктов, которое произведено одним предприятием из одного и того же сырья по единой технологии за одну смену или сутки, под партией — количество продукта, изготовленного одним предприятием, предназначенного к одновременной сдаче или приемке и оформленного одним качественным удостоверением. Таким образом, предприятие за сутки (смену) может произвести одну серию продукта, которая может быть разделена на отдельные партии и направлена различным потребителям.

Нумерацию серий проводят с учетом времени выработки, т.е. порядковый номер серии ставят впереди, а затем – дату выработки. Предположим, что порядковый номер серии 23, а продукция произведена 19 июля 2020 г., следовательно, серию можно записать так: 23.19.07.20. Подобная запись позволяет сразу определить не только порядковый номер серии, но и дату выработки продукта, что очень важно в связи с ограниченными сроками годности большинства кормов и кормовых добавок промышленного производства.

3. Комбикорма следует упаковывать в чистые, не бывшие в употреблении крафт-мешки, полиэтиленовые и тканевые мешки, плотные ящики или бочки. Повторно использовать тканевые мешки, ящики, фляги и бочки можно после тщательной очистки, промывки и дезинфекции паром или термическим способом. Запрещено использовать тару из-под химикатов, лекарственных веществ, минеральных удобрений, различных минеральных и органических солей и других веществ, которые могут оказать вредное действие на животных [4-7, 13, 26].

4. Каждая упаковка продукта должна быть маркирована, т.е. иметь клеймо, знак фирмы или предприятия, ярлык, графические изображения и другие надписи, а все корма или кормовые добавки – иметь на упаковке этикетку, на которой указывают наименование предприятия-изготовителя; наименование продукта с отметкой его марки, сорта, массы (нетто), номера серии и даты изготовления; гарантийное или истинное содержание основных веществ в продукте; правила по применению продукта; нормативно-технический документ, по которому выпускается продукт.

5. Перед отправкой или выдачей продукт хранят на заводском складе до получения лабораторных анализов, характеризующих его качество. Для этого специалисты заводской лаборатории отбирают пробы в соответствии с технологическим регламентом и нормативно-техническим документом. Часть ($\frac{1}{2}$) пробы используют в лаборатории для анализов, а часть ($\frac{1}{2}$) направляют на хранение в качестве арбитражного образца. Образец помещают в стеклянную банку, плотно закрывают крышкой, которую заливают парафином или менделеевской замазкой, опечатывают или пломбируют. На банку наклеивают этикетку, в которой указывают название предприятия-

изготовителя, наименование продукта, серию, дату выпуска, массу выпущенного продукта, дату отбора пробы, кто проводил анализы, результаты лабораторных анализов и другие данные согласно нормативно-техническому документу. Срок хранения арбитражного образца должен соответствовать не менее полутора срокам гарантийного хранения продукта или срока годности [4-7, 13, 26].

6. Каждое предприятие-изготовитель должно разработать инструкцию по хранению выпускаемого продукта. При этом обязательно устанавливают контроль (постоянный) за качеством продукта (органолептические показатели, сохранность питательных веществ) с момента поступления его на склад; показатели температуры и влажности воздуха в хранилище, зараженности амбарными вредителями и микробного обсеменения продукта.

Для определения температуры и влажности в центре хранилища (склада) на уровне середины штабеля устанавливают термометр и психрометр. Если температура воздуха в хранилище поддерживается ниже 0°C, то все другие показатели качества определяют в продукте один раз в месяц, если температура воздуха превышает +10°C, то показатели качества определяют один раз в две недели. В таких случаях перед отправкой продукт снова анализируют в лаборатории и по результатам новых анализов ему присваивают сорт.

Указания по хранению корма или кормовой добавки для потребителя должны содержаться в удостоверении о качестве продукта, а также на этикетке упаковки. В любом случае они должны храниться в чистых, сухих, хорошо вентилируемых помещениях, где отсутствуют удобрения, химикаты, минеральные корма, в том числе поваренная соль, лекарственные препараты, топливо и смазочные материалы, масла, краски, сырье животного происхождения и др. Во время хранения кормов и кормовых добавок в хранилищах запрещается проводить борьбу с амбарными вредителями, грызунами, дезинфекцию [4-7, 13, 26].

7. На каждую проданную партию продукта потребителю выдают удостоверение о качестве, где указывают наименование предприятия-изготовителя, его адрес и подчиненность; наименование продукта; серию и дату выработки; количество мест и массу партии; показатели качества продукта, а если он является сложным, то его

состав и входящие в него премиксы или БВМД; дату выдачи удостоверения о качестве; номер нормативно-технического документа.

Удостоверение должно быть подписано руководителем предприятия, изготавливающего продукт, начальником ОТК и заверено печатью предприятия-изготовителя. В необходимых случаях делают особые отметки (указания по хранению продукта и методам его использования, предупреждения и др.) [4-7, 13, 26].

Для единообразия содержания влаги, сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, крахмала, сахара, клетчатки, кальция и фосфора, поваренной соли и аминокислот в комбикормах необходимо указывать в процентах, содержание энергии в комбикормах – в обменной энергии и ЭКЕ. Для птицы и пушных зверей указывают содержание: обменной энергии и килокалорий в 100 г корма, микроэлементов – в миллиграммах в 1 кг корма (или в граммах в 1 т корма), витаминов А и D – в международных единицах, а витаминов Е, группы В, С, фолиевой кислоты – в миллиграммах в 1 кг корма, холинхлорида в граммах в 1 кг корма, антибиотиков – в граммах в 1 т (или в миллиграммах в 1 кг), примесей – в процентах, а вредных примесей, лекарственных веществ, ядов, пестицидов и других химикатов – в миллиграммах в 1 кг корма.

8. Транспортировка кормов и кормовых добавок может проводиться любым видом закрытого транспорта, исключающего порчу продукта при изменении атмосферных явлений. Любой транспорт (автомобиль, железнодорожный вагон или пароход) перед перевозкой кормов и кормовых добавок должен быть очищен от посторонних предметов, вымыт и продезинфицирован раствором формалина, острым паром и другими средствами, разрешенными ветеринарной службой. Нельзя использовать транспорт, ранее перевозивший минеральные удобрения, химикаты. Транспорт или контейнер должен быть оборудован для исключения потерь продукта во время транспортировки [4-7, 13, 26].

9. Предприятие-изготовитель или объединение на каждый вид комбикорма разрабатывает наставление по их использованию в животноводстве, в котором указываются название продукта, его химический состав (а для сложных продуктов, кроме того, сообщается и способ получения), биологические и физические свойства – стой-

кость, совместимость, летучесть; назначение и показания ввода в другие корма; дозы для индивидуального и группового применения; возможные побочные явления, меры их предупреждения и борьба с ними, противопоказания; форма выпуска, расфасовка; содержание действующего начала; условия хранения; срок годности самого продукта, а также в составе премиксов, БВМД и комбикормов. Наставление должно завершаться рекомендуемыми рационами или рецептами комбикормов, в состав которых введен рекомендуемый корм или кормовая добавка. Такое наставление в виде листка-вкладыша прилагается к каждой упаковке продукта [4-7, 13, 26].

10. Все комбикорма, содержащие антибиотики, кокцидиостатики, лекарственные вещества и стимуляторы роста, должны использоваться в хозяйстве с разрешения ветеринарной службы.

11. Запрещается скармливать животным:

- ▶ шроты, обработанные трихлорэтиленом, так как они содержат токсические вещества, которые у жвачных животных вызывают апластическую анемию и кровоизлияния в кишечнике;

- ▶ комбикорма и корма, содержащие соли сернистой кислоты, а также соли сероводорода, так как в желудочно-кишечном тракте они превращаются в сульфиты, которые разрушают или снижают активность тиамина, особенно в рационах, в составе которых имеются продукты животного происхождения;

- ▶ кожевенные остатки после дубления и хромирования, так как полученные из них корма не перевариваются в желудочно-кишечном тракте животных, а вещества, с помощью которых производят дубление и хромирование, портят животноводческую продукцию повышенным содержанием, например, хрома, являющегося токсичным элементом и канцерогеном [4-7, 13, 26].

12. Владельцы животных обязаны выполнять указания предприятий-изготовителей по хранению и методам скармливания комбикормов, изготовленных этими предприятиями. Например, комбикорм, предназначенный крупному рогатому скоту, нельзя скармливать свиньям и птице не только потому, что он содержит большое количество клетчатки, но и потому, что может содержать не рекомендуемые этим животным ингредиенты (кориандровый, рапсовый, клещевинный шрот и многие другие добавки).

13. При использовании комбикормов промышленного производства владельцы животных обязаны соблюдать научно разработанные нормы кормления животных и на их основе составлять экономичные рационы кормления [4-7, 13, 26].

4.2. Эффективные технологии и оборудование для производства комбикормов в хозяйствах

В условиях крестьянского (фермерского) хозяйства для приготовления комбикормов применяют небольшие стационарные и передвижные комбикормовые установки (агрегаты), не требующие специальных помещений, используя свободные площади складских и других хозяйственных построек. Чтобы производить комбикорма непосредственно в хозяйстве из имеющегося собственного сырья, перспективны мобильные комбикормовые заводы (МКЗ) [27-30].

Эффективным видом технологического оснащения предприятий по выпуску комбикормов являются также блочно-модульные заводы. По оценке исследователей, для модульных внутрихозяйственных предприятий мощностью 1-2 т/ч наиболее подходит прямоточная схема технологического процесса с одноэтапным последовательным дозированием компонентов, позволяющая компактно размещать оборудование и сокращать число транспортных линий.

Для предприятий мощностью от 3 т/ч наиболее эффективна технологическая схема формирования предварительных смесей зернового и белково-минерального сырья с повторным дозированием. Ее отличительные характеристики: снижение на 15-20% удельной энергоемкости, сокращение протяженности транспортных линий, оперативный переход с рецепта на рецепт, эффективная переработка трудноизмельчаемых компонентов (ячмень, овес), отлаженный автоматический режим, максимальное использование преимуществ компьютерного оборудования [31-38].

В табл. 4.3 обобщены характеристики рассмотренных выше видов технологического оснащения комбикормовых производств.

Таблица 4.3

**Сравнительная характеристика видов организации
комбикормовых производств**

Вид технологического оснащения	Краткая характеристика	Преимущества
Мобильные комбикормовые производства	Подходят для внутрихозяйственного и кооперативного производства комбикорма. Отечественные разработки уступают импортным в производительности и материалоемкости, но дешевле импортных аналогов, что очень важно для небольших хозяйств	Производство свежих комбикормов с использованием местного сырья; сокращение транспортных расходов, времени проведения погрузочно-разгрузочных работ; минимальные габаритные размеры и потребляемая мощность; простота организации технологического процесса. Себестоимость продукции на выходе на 40% ниже, чем у стационарного комплекса
Модульные комбикормовые производства	Могут использоваться для больших объемов производства. Возможность автоматизации и отслеживания важных процессов, добавления модулей (повышения производительности), индивидуальное исполнение, возможность предварительной установки рецептуры, дистанционное управление. Имеются отечественные разработки, однако часто с импортными комплектующими	Сокращение номенклатуры машин, сроков монтажа и освоения обслуживающим персоналом модульной техники; формирование предпосылок для создания широкого спектра специализированных производств; снижение материальных затрат по открытию производства

Среди направлений совершенствования для рассмотренных видов комбикормовых производств следует отметить: улучшение качества измельчения за счет применения новых типов дробилок; переход на

весовое дозирование с помощью электронных весов, оснащенных тензодатчиками, обеспечивающих точность и надежность процесса (особенно микродозирование, позволяющее с высокой точностью вводить микрокомпоненты); применение автоматизации (внедрение современных компьютеризированных систем с возможностью удаленного доступа для контроля за работой оборудования).

Основные направления для развития отечественного оборудования: повышение производительности и точности работы, снижение материалоемкости, автоматизация на всех технологических этапах, экологичность. Организация и модернизация подобных мобильных и модульных заводов актуальна, поскольку способствует обеспечению высококачественными кормами не только крупных хозяйств, но и небольших и средних.

В отличие от мобильных и модульных комбикормовых заводов стационарные комбикормовые предприятия желательно размещать с учетом местонахождения потребителей готовой продукции (животноводческих ферм и комплексов), сырьевой базы и предприятий по производству белково-витаминных добавок (БВД).

В проектах необходимо предусматривать поточность производства, минимально допустимую продолжительность технологического цикла, комплексную механизацию и автоматизацию процессов, своевременный контроль качества на основных участках производства (дозирование, измельчение, смешивание и др.), учет сырья и продукции, эффективное использование технологического, энергетического и другого оборудования, оперативное управление; защиту окружающей среды, благоприятные условия труда [39].

5. ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

5.1. Технологический процесс производства комбикормов

Технологический процесс комбикормового производства – совокупность научно обоснованных и проверенных на практике приемов и операций по переработке сырья в высококачественные комбикорма.

Для производства в хозяйствах определенных видов комбикормов, предназначенных различным половозрастным группам сельскохозяйственных животных, рекомендуют следующие технологические процессы:

- ▶ производство рассыпных комбикормов для основного взрослого поголовья крупного рогатого скота, свиней, птицы, овец и др.;
- ▶ гранулированных комбикормов для основного поголовья крупного рогатого скота, свиней, птицы, овец и др.;
- ▶ комбикормов для поросят в возрасте 9-42 дней, телят – 10-75 дней, содержащихся в крупных животноводческих комплексах;
- ▶ комбикормов для цыплят в возрасте одного-четырех дней.

Технологический процесс производства рассыпных комбикормов для основного взрослого поголовья скота и птицы наиболее распространен в хозяйствах и реализован на большинстве комбикормовых предприятий с применением оборудования, выполняющего основные технологические операции: очистку сырья, измельчение, дозирование, смешивание [4-7,13, 26].

Технологический процесс производства гранулированных комбикормов осуществляется при наличии на предприятии линий гранулирования.

Технологический процесс производства комбикормов для поросят в возрасте 9-42 дней и телят в возрасте 10-75 дней, содержащихся в крупных животноводческих комплексах, выполняется на предприятиях, имеющих линии шелушения и углубленной переработки зернового сырья (поджаривание, экструдирование, экспандирование, пропаривание с плющением, микронизация и др.).

Комбикорм для молодняка сельскохозяйственной птицы в возрасте одного-четырех дней должен содержать меньшее количество клетчатки и большее – сухого молока, вырабатываться в виде мелкой крупки по отдельному технологическому процессу [4-7, 13, 26].

Технологический процесс производства комбикормов от приема до отгрузки готовой продукции включает в себя пять этапов:

- ▶ *прием сырья* (взвешивание, разгрузка, очистка при приеме);
- ▶ *складирование* (оперативное складирование, очистка перед хранением, стабилизация его технологических свойств, складирование для хранения);
- ▶ *подготовка к дозированию* (дополнительная обработка пленчатых культур, измельчение до установленных норм крупности, углубленная переработка компонентов);
- ▶ *дозирование и смешивание компонентов* (предварительное дозирование и смешивание, основное дозирование и смешивание);
- ▶ *получение готовой продукции* (дополнительная гранулометрическая подготовка – контроль продукции по крупности, ввод жидких видов сырья в комбикорма, гранулирование продукции, её упаковка и отпуск).

Непрерывность процесса зависит от числа технологических линий и правильной организации их работы, наличия емкостей над дробилками и дозаторами.

Технологические линии на комбикормовых заводах предназначены для переработки сырья с близкими технологическими свойствами, одинаковыми способами очистки, измельчения и другими видами обработки. Разделительными границами линий являются емкости для складирования, накопления или оперативного хранения сырья и подготовленных компонентов.

Количество технологических линий обуславливается производительностью предприятия, ассортиментом вырабатываемой продукции и достигает 12-18 и более [4-7, 13, 26].

Любой технологический процесс производства комбикормовой продукции может быть построен и реализован с использованием типовых технологических линий:

- ▶ приема и складирования:
 - гранулированного, мучнистого сырья и шротов;
 - затаренного в мешки и контейнеры сырья;

- минерального сырья (мел, соль и др.);
- известняковой муки;
- ▶ подготовки зернового сырья к дозированию;
- ▶ отделения пленок;
- ▶ подготовки к дозированию:
 - отрубей и другого мучнистого сырья;
 - кормовых продуктов пищевых производств;
 - шротов;
 - сырья, поступающего в таре;
 - соли;
 - мела;
- ▶ ввода премиксов;
- ▶ дозирования и смешивания компонентов;
- ▶ переработки в составе смеси:
 - зернового, гранулированного сырья и шротов;
 - белково-минерального сырья;
- ▶ совместной порционной переработки:
 - зернового, гранулированного и другого сырья, требующего измельчения;
 - белково-минерального сырья;
 - всех видов сырья;
- ▶ гранулирования комбикормов;
- ▶ приема, складирования и ввода:
 - жира и фосфатидного концентрата;
 - мелассы;
- ▶ шелушения пленчатых культур;
- ▶ выработки пропаренных хлопьев из зерна;
- ▶ экструдирования зерна;
- ▶ бестарной отгрузки готовой продукции;
- ▶ затаривания и отпуска готовой продукции [4-7, 13, 26].

Пропускная способность каждой технологической линии рассчитывается на подготовку максимально допускаемого рецептами количества перерабатываемого сырья.

Применяется несколько вариантов организации технологического процесса производства комбикормов:

- ▶ с подготовкой каждого вида сырья в отдельности и дозированием на заключительном этапе (однокомпонентное измельчение – одноэтапное дозирование);

- ▶ формированием предварительных смесей компонентов, двух-этапным дозированием (многокомпонентное измельчение – двух-этапное дозирование);

- ▶ совместной переработкой сырья, требующего измельчения, подготовкой остальных компонентов, одноэтапным дозированием (многокомпонентное измельчение – одноэтапное дозирование);

- ▶ дозированием всех видов сырья и их совместной переработкой (одноэтапное дозирование – многокомпонентное измельчение) [4-7, 13, 26].

При реализации на предприятии технологического процесса производства комбикормов по схеме с формированием предварительных смесей компонентов складские емкости совмещают с наддозаторными и организуют линии:

- ▶ предварительной очистки зернового сырья;
- ▶ предварительной подготовки жмыхов;
- ▶ предварительной смеси зернового, гранулированного и другого сырья, а также белкового и минерального;

- ▶ мучнистого сырья;

- ▶ шротов;

- ▶ подачи предварительной смеси белкового и минерального сырья;

- ▶ основного дозирования и смешивания компонентов.

Технология приготовления предсмеси предусматривает дозирование компонентов, их смешивание, измельчение и подачу в бункеры основной линии дозирования как один компонент.

Для повышения точности дозирования, улучшения технологических свойств трудносыпучего белкового и минерального сырья рекомендуется составление из них предварительных смесей, которые далее перерабатывают как один компонент [4-7, 13, 26].

Любой технологический процесс производства комбикормов по схеме с совместной порционной переработкой сырья предусматривает совмещение складских силосных емкостей с наддозаторными и включает в себя линии:

- ▶ предварительной очистки зернового и гранулированного сырья, а также шротов и жмыхов;

- ▶ мучнистого сырья;

- ▶ подготовки белкового и минерального сырья;
- ▶ совместной переработки зернового, гранулированного сырья, жмыхов, а также белкового и минерального сырья;
- ▶ дозирования и смешивания.

Приготовленные виды сырья накапливают в наддозаторных бункерах.

Линия совместной переработки зернового, гранулированного сырья и жмыхов предназначена для дозирования зернового, гранулированного и другого сырья и его совместной гранулометрической подготовки (измельчения). Дозаторы устанавливают под силосами, в которых накапливают сырье, подработанное на линиях предварительной его очистки. Порция компонентов, сдозированных на многокомпонентных весовых дозаторах, подвергается очистке от металломагнитных примесей, совместному измельчению и накоплению в бункере перед смесителем [4-7, 13, 26].

Порцию сдозированных компонентов направляют на просеивающую машину с установкой сит, обеспечивающих требуемую по стандарту крупность. Сходовую фракцию измельчают на дробилке, объединяют с проходовой и передают в бункер наддозаторный.

В технологическом процессе производства комбикормов по схеме с дозированием всех видов сырья и их совместной переработкой в смеси очищенные от некормовых и металломагнитных примесей зерновые, гранулированные, мучнистые виды сырья, жмыхи и предсмесь белкового и минерального сырья сначала дозируют, смешивают, а затем измельчают до требуемой крупности.

В производственном цехе организуют линии:

- ▶ предварительной очистки зернового, гранулированного, мучнистого сырья и жмыхов;
- ▶ подачи предсмеси белкового и минерального сырья;
- ▶ дозирования и смешивания;
- ▶ совместного измельчения смеси всех компонентов и контроля крупности.

В хозяйствах комбикорма обычно приготавливают из фуражного зерна собственного производства и приобретаемых белково-витаминно-минеральных добавок, премиксов промышленного изготовления.

При отсутствии готовых БВМД хозяйства могут использовать отдельные кормовые продукты растительного, животного и минерального происхождения местных и других перерабатывающих предприятий [4-7, 13, 26].

На каждом предприятии должен быть разработан «Технологический регламент производства комбикормов» с изложением полного производственного процесса – от поступления сырья до выпуска готовой продукции, включающий в себя:

- ▶ характеристики вырабатываемой продукции, а также сырья и материалов для производства комбикормов;
- ▶ технологическую схему;
- ▶ спецификацию оборудования;
- ▶ описание технологического процесса с указанием параметров и режимов работы машин;
- ▶ нормы выхода продукции (материальный баланс);
- ▶ контроль технологического процесса, сырья и продукции;
- ▶ технику безопасности, охрану труда, противопожарные и противозрывные мероприятия и др.

На технологической схеме производства комбикормов обозначаются:

- ▶ приемные устройства сырья, их производительность и способы разгрузки;
- ▶ количество и емкость всех складов;
- ▶ транспортно-технологические линии подачи сырья на переработку;
- ▶ технологические линии подготовки и переработки сырья;
- ▶ количество технологического и вспомогательного оборудования, его марка и техническая характеристика;
- ▶ направления всех потоков сырья, продукции и отходов с отдельных машин;
- ▶ магнитные средства защиты;
- ▶ точки погрузки, их производительность и способ погрузки [4-7, 13, 26].

Более подробную информацию по данному вопросу можно получить в издании «Методические рекомендации по технологиче-

скому проектированию предприятий по производству комбикормов РД-АПК 1.10.17.01-15».

5.2. Требования к основным технологическим операциям

Хранение сырья. Размещение сырья в складах и элеваторах должно обеспечивать его сохранность, минимальное перемещение в процессе хранения и возможность подачи в производство любого вида сырья, требуемого для выработки продукции по заданному рецепту.

При организации хранения трудносыпучего сырья в силосах необходимо учитывать такие факторы, как продолжительность хранения, технические характеристики и размеры силосов, физико-механические свойства продуктов, влажность и др.

Рекомендованы следующие допустимые сроки непрерывного хранения сырья в бункера и силосах: отруби и мучки – 12-15 суток; жмыхи и шроты – 8-11; мука мясокостная, мясная, рыбная и дрожжи кормовые – 8-10; мука известняковая и фосфаты кормовые – 17-20 суток [4-7, 13, 26].

Сыпучее сырье (зерно, отруби, мучки и др.) должно храниться насыпью в складах силосного (бункерного) или напольного типа. Предпочтение следует отдавать первым, как поддающимся бóльшей степени механизации. Сырье, поступающее в таре (мясокостная, травяная и хвойная мука, готовые БВД и др.), необходимо хранить в ней до подачи в производство. В местах растаривания предусматриваются аспирационные устройства.

Мясокостную муку рекомендуется хранить в закрытом и прохладном помещении в штабелях высотой не более 12-14 рядов в бумажных мешках. Затаренную травяную и хвойную муку надо хранить в темном, неотапливаемом помещении с хорошей вентиляцией в штабелях высотой три-десять рядов (но не более 3 м) на несгораемом полу (нарах), гранулированную муку – насыпью в бункерах, силосах и напольных складах. Предпочтение следует отдавать хранению в бункерах и силосах с регулируемой инертной газовой средой. Напольное хранение травяной и хвойной муки совместно с другими сырьем и материалами (мешкотара, брезент и др.) не допускается [4-7, 13, 26].

Жмыхи и шроты, затаренные в мешки, разрешается размещать в штабелях высотой не более 3 м, а также в силосах высотой насыпи не более 18 м. В рассыпном виде их следует хранить в складах без подполий раздельно по роду (хлопковые, подсолнечниковые и др.) и виду (шнек-прессованные, плиточные и др.) при высоте насыпи не более 2,5 м. Напольное хранение жмыха совместно с другими материалами не допускается.

Силосы для хранения жмыхов, шротов, гранулированной травяной муки, отрубей и другого мучнистого сырья должны быть оборудованы установками для контроля температуры продукта при хранении.

Соль и мел необходимо хранить в отдельных сухих помещениях с деревянным полом и перегородками для отдельных компонентов, известняковую муку – в бункерах [4-7, 13, 26].

Для хранения мелассы, гидрола и кукурузного экстракта предусматриваются резервуарные хранилища, оборудованные специальными устройствами для приема и отпуска. Жир кормовой, фосфатидный концентрат и другие виды жидкого сырья, поступающего в бочках, флягах, обогреваемых контейнерах или другой таре, можно хранить в ней до подачи в производство.

Премиксы, поступающие в таре, хранят затаренными до подачи в производство. Их можно растаривать при приеме или по мере производственной необходимости и хранить в бункерах. Премиксы, перевозимые бестарно спецавтотранспортом, разгружают и хранят в бункерах высотой не более 5 м (в целях предотвращения самосортирования премиксов). Использование силосов большей высоты для бестарного хранения премиксов возможно только при оборудовании их устройствами, предотвращающими самосортирование премиксов при загрузке.

В силосах для хранения сырья, обладающего плохой сыпучестью, необходимо предусматривать специальные устройства (аэрация, ворошители и др.), а также покрытие эпоксидной смолой, обеспечивающие свободный и равномерный выпуск продуктов. Силосы для жмыха и шрота следует оборудовать устройствами термометрии. В силосных хранилищах должны быть предусмотрены контроль уровня заполнения и возможность механизированной перекачки сырья и готовой продукции из одного силоса в другой [4-7, 13, 26].

Запасы сырья на предприятиях межхозяйственного значения рекомендуется принимать на основании технико-экономических расчетов (если нет специальных указаний в задании на проектирование) с учетом кооперирования с хозяйствами-пайщиками (не менее) зернофуража – 160 дней, остальное сырье – 25-40.

При наличии в составе предприятия цеха по производству травяной муки важно обеспечить хранение всего сезонного объема вырабатываемой муки с учетом ее расходования.

Запасы зернового сырья на локальных (в том числе фермерских, крестьянских и др.) предприятиях необходимо предусматривать в объеме собственного фуража с учетом имеющихся в хозяйстве складских емкостей.

Очистка. Очистке от примесей подлежит как зерновое, так и мучнистое сырье. Минеральное сырье, жмыхи, кукуруза в початках и сено очистке не подлежат, но обязательно пропускаются через магнитные заграждения до и после измельчения. Очистка считается эффективной, если при пропуске через машину из очищаемого сырья на ситах и воздухом будет выделено не менее 65% примесей. В мучнистых кормах после очистки на просеивающих машинах и отсевах не должно быть примесей [4-7, 13, 26].

В технологическом потоке должны быть установлены магнитные заграждения: при приеме сырья из складов – после решетных сепараторов и просеивающих машин, перед питающими бункерами дробилок, после смесителя, перед гранулятором.

Очищенное зерно и побочные продукты могут содержать определенное количество посторонних примесей: минеральных во всех видах зерна – не более 0,25%, в побочных продуктах – не более 1,5, в травяной муке – не более 1, вредной примеси (куколь, плевел опьяняющий, головня) в зерне – не более 0,25, спорыньи – не более 0,03, горчака и вязеля – не более 0,04%, металломагнитных примесей размером до 2 мм – следы; частицы с острыми краями, крупные примеси (сход с сита с отверстиями Ø 10-16 мм), а также зараженность вредителями – не допускаются. Запрещается перерабатывать сырье, в котором обнаружены опасные для здоровья животных неотделимые примеси [4-7, 13, 26].

Отделение пленок овса и ячменя при производстве комбикормов, содержащих овес и ячмень без пленок, выполняют следующими способами:

- ▶ измельчение зерна с последующим отсеиванием пленок;
- ▶ шелушение зерна на специальных машинах с последующим отделением пленок.

В первом случае предварительно очищенное от примесей зерно измельчают на молотковых дробилках или вальцовых станках. Отделять пленки рекомендуется просеиванием измельченного овса и ячменя в отсевах или просеивающих машинах через решета с отверстиями $\varnothing$ 1,0-1,5 мм. Проход является беспленчатым продуктом и его используют для выработки комбикормов молодняку животных и птицы, а сход – для выработки кормовых смесей взрослым жвачным животным. Операция удаления пленок удовлетворяет требованиям, если содержание сырой клетчатки в проходе не превышает в овсе – 5,3%, ячмене – 3,5%.

Технология шелушения овса и ячменя включает в себя очистку зерна от металломагнитных и минеральных примесей, шелушение и отделение лузги. Шелушение зерна выполняют на отдельной линии. Для шелушения рекомендуется зерно объемной массой не менее (г/л): овес – 490, ячмень – 605. В зависимости от качества овса и ячменя выход основного продукта должен достигать по овсу не менее 55%, по ячменю – не менее 80% [4-7, 13, 26].

Некоторые специалисты считают возможным использование нешелушенного ячменя в рационах не только взрослых животных, но и молодняку (например, поросят). При этом ячмень необходимо размалывать до такого состояния, чтобы остаток на сите с отверстиями $\varnothing$ 0,2 мм составлял не более 10%. При таком размоле в ячмене отсутствуют остроигольные пленки, опасные для животных и птицы. Поэтому в хозяйствах, как правило, исключают шелушение ячменя, что не только упрощает технологию производства комбикормов, но и значительно сокращает затраты на их приготовление.

Измельчение сырья. При производстве комбикормов все зерновое сырье, кукуруза в початках, жмыхи, крупные фракции кормовых продуктов пищевых производств и кормов животного происхождения, минеральное сырье и сено измельчают.

При подготовке каждого вида сырья в отдельности рекомендуются следующие варианты измельчения:

- ▶ одноступенчатое;
- ▶ одноступенчатое с контролем крупности;
- ▶ двухступенчатое;
- ▶ двухступенчатое с контролем крупности [4-7, 13, 26].

При одноступенчатом способе каждый вид сырья измельчают за один пропуск через дробилку. Для обеспечения требований по крупности размола размеры отверстий сит в молотковых дробилках следует выбирать в зависимости от типа дробилки, вида сырья и назначения комбикорма.

Контроль крупности при одноступенчатом измельчении осуществляют путем направления измельченного продукта на просеивающую машину. Сходовая фракция с сита поступает на повторное измельчение на эту же дробилку, а проходовая – в наддозаторные бункеры.

При двухступенчатом измельчении сырье измельчают в два этапа с промежуточным просеиванием по схеме: дробилка $\Rightarrow$ просеивающая машина $\Rightarrow$ дробилка.

Качество работы измельчающих машин считается удовлетворительным, если обеспечиваются показатели крупности размола каждого вида вырабатываемых комбикормов (табл. 5.1). Количество неразмолотых зерен культурных растений не должно превышать 0,7%, дикорастущих – 0,1% [4-7, 13, 26].

Таблица 5.1

Показатели крупности размола комбикормов-концентратов

Вид животных	Остаток на сите с отверстиями (не более),%	
	Ø 3 мм	Ø 5 мм
1	2	3
Крупный рогатый скот: дойные коровы, быки-производители, взрослый скот на откорме	30	5
остальные виды и возрастные группы	10	Не допускается

Продолжение табл. 5.1

1	2	3
Свиньи: поросята до 4 месяцев матки и хряки-производители остальные виды и возрастные группы	5	--«--
	12	--«--
	10	--«--
Птица: цыплята, индюшата до 60 дней, утята до 30 дней молодняк остальные виды и возрастные группы	5	--«--
	10	--«--
	35	5
Овцы: ягнята подсосные до 4 месяцев овцы старше 4 месяцев и матки	5	Не допускается
	12	2

Для измельчения зерна при производстве комбикормов сельскохозяйственным животным, содержащимся на промышленных комплексах, с целью обеспечения требуемой крупности размола применяют:

▶ одноступенчатое измельчение – сита в дробилках с отверстиями $\varnothing 1,8$ и $\varnothing 2$ мм;

▶ двухступенчатое – сита в дробилках первой ступени $\varnothing 4-5$ мм, второй – $\varnothing 2$ мм, в просеивающей машине – сетки № 1,6.

Для измельчения зерна при производстве комбикормов для сельскохозяйственной птицы с целью обеспечения требуемой крупности применяют:

▶ одноступенчатое измельчение – сита в дробилках при измельчении ячменя, пшеницы и других мелкозернистых культур $\varnothing 4-5$ мм, гороха, кукурузы – $\varnothing 6,3$ мм;

▶ двухступенчатое измельчение – сита в дробилках первой ступени $\varnothing 6,3$ или 8 мм, второй – $\varnothing 5$ мм, в просеивающей машине – сетки № 2,8/2,2.

В рецептах комбикормов для сельскохозяйственной птицы допускается использование неизмельченного зерна пшеницы до 30% или ячменя – до 20% [4-7, 13, 26].

Подготовка мучнистого сырья – процесс, предусматривающий отделение некормовых отходов (обрывки веревки, упаковочный материал) от отрубей, мучек, муки кормовой и других мучнистых продуктов, не требующих измельчения.

Очистка мучнистого сырья от металломагнитных примесей осуществляется на электромагнитных сепараторах с постоянными магнитами.

Подготовка минерального сырья – соли, мела, известняка, ракушечной крупы и других видов минерального сырья.

Подготовку соли к дозированию проводят просеиванием на просеивающей машине с сеткой № 1-1,5, измельчением и сушкой, если ее влажность превышает 0,5%. Сходовую фракцию соли измельчают на молотковой дробилке, в которой установлено сито с отверстиями $\varnothing$ 2-3 мм.

Подготовка мела, известняка, ракушечной крупы осуществляется путем подсушки сырья (мела, если его влажность превышает 10%), предварительного измельчения, очистки от металломагнитных примесей, окончательного измельчения.

Мел и ракушечную крупку при крупности частиц выше требуемых размеров измельчают молотковыми дробилками с отверстиями сит $\varnothing$ 6-8 мм.

Известняковую муку, отвечающую требованиям по крупности (остаток на сите с отверстиями $\varnothing$ 1 мм – не более 5%), механическим и пневматическим транспортом направляют непосредственно в наддозаторные бункеры.

Известняки, поступающие в кусковом виде, сначала измельчают до размеров не более 10 мм, затем – до частиц размером около 3 мм.

Очистка минерального сырья от металломагнитных примесей осуществляется на электромагнитных сепараторах с постоянными магнитами.

Допускается (должно быть оговорено заданием на проектирование) технологический процесс подготовки минерального сырья выполнять по схеме: предварительное измельчение, взвешивание минеральных компонентов и наполнителя (отруби, травяная мука и др.), смешивание и измельчение смеси [4-7, 13, 26].

Подготовка и ввод жидких компонентов. Жидкие компоненты отличаются от сыпучих физико-механическими свойствами, поэто-

му для их ввода в комбикорма необходимы специальные технологические линии, оснащенные соответствующим оборудованием.

Жидкие компоненты не только повышают биологическую ценность комбикорма и улучшают его вкусовые качества, но и препятствуют самосортированию сыпучей массы комбикорма в процессе производства и транспортирования, а также снижают пылевыведение.

В комбикорма жидких компонентов вводят 2-5%. Сложность их ввода заключается в необходимости обеспечить точность дозирования и равномерность распределения небольшого количества жидкости в сыпучей массе. С повышением температуры вязкость жидких добавок снижается, что способствует лучшему смешиванию их с основной массой комбикорма. Поэтому перед вводом в комбикорма их обычно подогревают.

Подготовка и ввод жидких компонентов предусматривает следующие операции: прием, подогрев, учет, очистка (меласса, кормовой жир и фосфатиды), дозирование и смешивание с рассыпным комбикормом или ввод в гранулированные комбикорма [4-7, 13, 26].

Температура нагрева мелассы и жира в процессе производства должна составлять при транспортировании 40 и 50°C, при введении в смесь – 50 и 80°C.

Мелассу повышенной вязкости вводят в комбикорма при гранулировании или в рассыпной комбикорм с применением специальных агрегатов. Перспективным приемом считается ее ввод в рассыпные комбикорма при отпуске потребителю с применением высокопроизводительного оборудования. Дозирование мелассы осуществляют насосами-дозаторами или расходомерами мелассы.

Дозирование жира выполняется насосами-дозаторами или другими насосами, установленными в комплекте с расходомерами. При весовом дозировании и порционном смешивании для дозирования жидких компонентов можно устанавливать весы с емкостью или мерные бачки, с помощью которых взвешивается или отмеривается порция жидкого компонента на одну порцию смешиваемых компонентов [4-7, 13, 26].

Жир кормовой вводят в основной смеситель при смешивании всех компонентов комбикорма, в готовый комбикорм с применением специальных агрегатов, в пресс-гранулятор при гранулировании и

путем нанесения их на поверхность гранулированного комбикорма в специальных установках.

Вся арматура (трубопроводы, баки и др.), соприкасающаяся с жиром и мелассой, должна быть выполнена из антикоррозионных материалов и обогреваться по всей трассе [4-7, 13, 26].

Дозирование и смешивание. Допускается весовое (предпочтительно) дозирование компонентов и объемное. Емкость наддозаторных бункеров должна быть рассчитана не менее чем на шестичасовой запас компонентов.

При расчете емкости бункеров следует принимать:

► для мучнистых компонентов – усредненную объемную массу $0,5 \text{ т/м}^3$, угол наклона двух днищ бункеров – 60° , остальных двух – 90° ;

► для минеральных компонентов – объемную массу 1 т/м^3 ; угол наклона двух днищ бункеров 60° . Внутреннюю поверхность бункеров для минералов покрывают эпоксидной смолой;

► для травяной, сеной и хвойной муки – объемную массу $0,18 \text{ т/м}^3$, угол наклона днищ бункеров: два днища – под углом 60° , остальные два – 90° .

Допустимая погрешность при весовом дозировании при наибольшей нагрузке на весовые аппараты составляет $\pm 0,1\text{-}2\%$ массы дозы. Допустимые отклонения для объемных дозаторов: для ингредиентов, составляющих в рецепте более 30% , – до $\pm 1,5$, от 11 до 30% – до ± 1 , от 3 до 10% – до $\pm 0,5$, менее 3% , – до $\pm 0,1\%$ от суммы массы всех ингредиентов рецепта. При дозировании дробленого сена отклонение не должно превышать $\pm 0,5\%$, микродобавок и их смесей микродозаторами – $\pm 3\%$ производительности дозаторов [4-7, 13, 26].

Рабочий цикл смесительного оборудования должен соответствовать характеру процесса дозирования: непрерывный процесс-непрерывное смешивание; дискретный процесс-порционное смешивание.

Для смешивания ингредиентов должны использоваться специальные устройства, обеспечивающие высокую степень однородности смеси.

При наличии в рецепте ингредиентов, содержание которых в смеси невелико (менее 1%), необходимо объединить их в отдельную

группу для предварительного приготовления смеси с помощью соответствующих дозаторов и смесителей. В заключительной стадии производства эта смесь вводится в главный смеситель в определенном соотношении к порции основных ингредиентов. Степень заполнения смесителей должна поддерживаться оптимальной: для барабанных – 0,3-0,35, горизонтальных одно- и двухвальных – 0,4-0,6, вертикально-шнековых – 0,8-0,9.

Комбикорм считается однородным при степени однородности не ниже 75% (белково-витаминные добавки – 80%, премиксы – 85%) [4-7, 13, 26].

Гранулирование предусматривает выполнение следующих операций: контроль рассыпного комбикорма по содержанию металломагнитных и крупных примесей, пропаривание комбикорма и смешивание его с жидкими компонентами, гранулирование, охлаждение гранул, просеивание гранул для отделения мелких частиц, измельчение гранул при выработке крупки, сортирование крупки, взвешивание готового продукта.

Емкость бункера над гранулятором должна быть рассчитана не менее, чем на часовую запас комбикормов. При расчете емкости бункера принимают: объемную массу рассыпных комбикормов – $0,5 \text{ т/м}^3$, коэффициент использования объема бункера – 0,9, угол наклона днищ бункера – 60° . Число бункеров должно соответствовать числу грануляторов. При гранулировании комбикормов, содержащих муку грубых кормов, надгрануляторный бункер должен оборудоваться ворошителем, а гранулятор – подпрессовщиком [4-7, 13, 26].

Различные конструкции грануляторов по принципу действия можно разделить на два основных типа: первый основан на принципе брикетирования (сжатия мучнистых комбикормов), второй – выдавливания мучнистых комбикормов через отверстия матрицы. Наибольшее распространение на практике получил второй способ, при этом конструкции грануляторов в основном базируются на использовании вертикально ориентированной кольцевой матрицы с несколькими прессующими валками (как правило, с двумя), размещенными во внутреннем ее пространстве. За рубежом встречаются грануляторы с горизонтальной плоской матрицей круглой формы. В любом случае перед прессованием мучнистый продукт обрабаты-

ют паром, водой, мелассой, жиром или каким-либо другим связывающим веществом [4-7, 13, 26].

Гранулирование комбикормов – процесс термопластичной формовки мучнистых смесей в гранулы (преимущественно круглой формы $\varnothing$ 2,4-20 мм, длиной приблизительно 1-1,5 диаметра), в ходе которой происходит частичная варка составных частей комбикорма, ускоряющая процесс пищеварения у животных. При гранулировании происходит также гидротермическая обработка, в результате чего крахмал злаковых культур и других ингредиентов частично превращается в сахар. Осахаривание повышает кормовую ценность гранулированного комбикорма.

Рекомендуемые размеры отверстий матриц при гранулировании комбикормов: для птицы – 3,2-7,7 мм, для рыб – 3,2-7,7, для свиней – 4,7-7,7, для КРС – 7,7-9,7, для лошадей – 9,7-12,7 мм.

Режим работы установки для гранулирования должен обеспечить получение гранул, удовлетворяющих требованиям нормативной документации. Рекомендуемые параметры гранулирования: влажность пропаренного комбикорма – 15-18%, температура – 60-80 °С; давление пара – 0,2-0,5 МПа, расход – 50-80 кг/т; зазор между валками и матрицей – 0,2-0,4 мм; температура гранул на выходе из пресса – 65-95 °С [4-7, 13, 26].

После гранулирования плотность комбикорма увеличивается; гранулы имеют повышенную объемную массу по сравнению с рассыпным комбикормом, что способствует более эффективному использованию складских помещений и транспортных средств, обладают хорошей сыпучестью, удобством хранения в обычных зерновых силосах с конусами под углом 45°, свободным выходом из них, хорошо транспортируются механическим и пневматическим транспортом без нарушения однородности комбикорма, удобны для погрузки и выгрузки при доставке бестарным способом на животноводческие фермы.

Выработка гранулированных комбикормов возможна без применения пара при использовании воды, мелассы или других связующих добавок.

При гранулировании комбикормов с применением воды рассыпной комбикорм увлажняют на 3-4%. Влажность прессуемой смеси должна быть в пределах 16-17,5%.

Охладительную колонку разделяют на две зоны: верхняя – для сушки, нижняя – для охлаждения гранул. Рекомендуемый режим сушки и охлаждения: расход теплоносителя на 1 т продукции – 2500-3000 м³, воздуха – 1500-2500 м³; температура теплоносителя на входе в сушильную камеру Ø 4,7 мм – 60-80 °С, Ø 7,7 мм – 80-100 °С; скорость фильтрации воздуха в сечении колонки – 0,4-0,5 м/с; продолжительность сушки для гранул Ø 4,7 мм – 6 мин, Ø 7,7 мм – 8 мин; продолжительность охлаждения – 5-6 мин [4-7, 13, 26].

Гранулирование комбикормов для кроликов с большим содержанием (до 40%) травяной муки (волокнуистого компонента) проводят с обязательным вводом мелассы или бентонита при следующих режимах: давление пара – 0,28-0,33 МПа; расход пара при использовании мелассы – 40-60 кг/т, при использовании бентонита – 60-80 кг/т.

Комбикорма для молодняка птицы, свиней, рыбы, кроликов допускается вырабатывать в виде крупки, получаемой путем измельчения гранулированного комбикорма. Крупку получают измельчением гранул Ø 4,7-7,7 мм в валковых измельчителях, зазор между вальцами которых в зависимости от назначения устанавливают следующий: для кур-несушек – 1,0-1,5 мм, цыплят-бройлеров второго периода – 0,7-1,0, цыплят-бройлеров первого периода – 0,4-0,5, молоди рыб – 0,1-0,5 мм [4-7, 13, 26].

При правильном режиме работы установки для гранулирования выход крупки должен быть не менее 70%.

Комбикорм выровненной крупности – однородная смесь крупных частиц рассыпного комбикорма и крупки из гранул мелкой фракции комбикорма, содержит пониженное количество мелких и пылевидных частиц. Вырабатывают его на переоборудованной линии гранулирования рассыпного комбикорма. В этом случае производительность линии возрастает на 60-80% по сравнению с выработкой крупки из гранул и снижается расход электроэнергии на 40-50%, расход пара – на 35-40%. Предназначен в первую очередь для кур-несушек, может использоваться и для другой сельскохозяйственной птицы и свиней.

Наиболее эффективны гранулированные корма в кормлении жвачных животных и птицы, а также в свиноводстве [4-7, 13, 26].

Брикети́рование необходимо предусматривать при производстве прессованных кормов и кормовых смесей, содержащих грубые корма в виде сечки. Включает в себя следующие операции: магнитная очистка, брикети́рование с вводом связующих веществ, охлаждение.

Хранение готовой продукции. Готовые комбикорма (рассыпные и гранулированные) следует, как правило, хранить насыпью в складах силосного (бункерного) типа. При этом в насыпных складах высота насыпи не должна превышать 2,5 м. Затаривание и хранение готовых комбикормов в мешках необходимо предусматривать только в случаях, если это оговорено в задании на проектирование. Высота штабеля не должна превышать 13-14 рядов и быть не более 3 м.

Днища и стенки силосов и бункеров должны иметь гладкую поверхность. Углы наклона плоскостей днищ силосов для хранения:

- ▶ зернового сырья – 45°;
- ▶ мучнистого сырья, кормовых продуктов пищевых производств и рассыпных комбикормов – 70°;
- ▶ гранулированных комбикормов – 50°;
- ▶ плющеного зерна – 70° [4-7, 13, 26].

Склады готовой продукции должны быть оборудованы устройствами для механизированной погрузки рассыпных и гранулированных комбикормов в автотранспорт. В местах отгрузки необходимо предусмотреть защиту от атмосферных осадков и ветра. Мощность отпусковых устройств готовой продукции должна обеспечивать отпуск суточного объема комбикормов в течение смены.

Емкость склада готовой продукции следует принимать в соответствии с заданием на проектирование, но не менее трехсуточного запаса, включая оперативные емкости готовой продукции производственного корпуса [4-7, 13, 26].

5.3. Технологии и оборудование для эффективной предварительной обработки, повышающей усвояемость кормов

Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных специалистов установлено, что продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы на 50-60% зависит от качества потребляемого ими корма, а основой кормового рациона животных явля-

ются комбикорма, улучшение пищевой доступности и усвояемости которых способствует повышению эффективности животноводства.

Анализ требований производителей и потребителей комбикормов к технологическому и техническому оснащению предприятий, показал, что основными его критериями являются ресурсосбережение, снижение себестоимости и повышение качества получаемой продукции (питательность, санитарное состояние, эффективность использования сырьевых ресурсов) [2,3].

Измельчение. Для обеспечения максимальной его эффективности необходимо учитывать множество факторов (таких как вид оборудования, изменение параметров, варианты обработки).

К двум основным параметрам, определяющим качество размола, относятся распределение частиц по размеру и средний размер частиц гранулометрического спектра. Вальцовая и молотковая дробилки по-разному обеспечивают процесс измельчения, их сравнительная характеристика представлена в табл. 5.2.

При выборе оснащения технологической операции измельчения для обеспечения наибольшей эффективности все особенности оборудования обязательно должны учитываться.

Специалисты компании «Bühler» в качестве перспективной технологии предлагают применять многоступенчатое измельчение, сочетающее в себе просеивание и измельчение. После каждого этапа измельчения продукт просеивается, на следующую дробилку передается только сход, сокращается выработка мелких частиц, поскольку измельчаются только крупные частицы, более узким становится гранулометрический спектр, все это повышает качество комбикорма. Для реализации технологии могут комбинироваться вальцовые и молотковые дробилки [40].

Постоянный контроль параметров измельчения реализуется с помощью автоматизированного сенсорного оборудования компании «Bühler», позволяет анализировать размер частиц в потоке и сразу вносить необходимые изменения в случае отклонений, которые могут быть вызваны неправильными настройками машин, техническими неисправностями, характеристиками сырья [41-43].

Таблица 5.2

Характеристика разных видов дробилок

Параметры	Дробилка	
	вальцовая	молотковая
Способ использования	Нет предпочтений	Комбикормовый завод
Сырье для измельчения	Трудно поддаются измельчению волокнистые и крупнокусковые продукты	Практически любые продукты
Размеры и форма частиц	При постоянном значении d_{50} количество мелких и крупных частиц одинаково, частицы вытянутой формы	Частицы разнокалиберные, форма округлая
Особенности оснащения	Процесс измельчения менее гибок. На размер частиц влияют количество и тип рифлей на вальцах и зазор между ними. Крупность частиц продукта регулируется зазором между вальцами	Количество и длина молотков, размер ячеек сита прямо влияют на тонкость помола. При увеличении открытой площади сита возрастает вероятность прохождения частиц без удара о поверхность между ними. С повышением скорости ротора размол становится более тонким, а гранулометрический спектр более широким
Аспирация	-	При увеличении скорости потока воздуха частицы с большей силой отсасываются через сито, что обеспечивает получение меньшего количества мелких частиц в более узком гранулометрическом спектре

Важной характеристикой эффективного измельчающего оборудования является быстрый и простой доступ к размольной камере, как у молотковой дробилки Bühler Granulex, обеспечиваемый двусторонними скользящими дверцами. Производительной и каче-

ственной работе способствуют быстросменяемые сита из четырех частей, которые легко обслуживает один человек благодаря эргономичному механизму их крепления с быстрым и надёжным зажимом. Упрощенная замена молотков обеспечивается короткими штангами молотков, фиксированием ротора тормозным устройством во время замены молотков, специальным приспособлением, предотвращающим падение молотков в размольную камеру. Улучшенная выгрузка измельчённого материала из размольной камеры снижает нагрузку на молотковую дробилку, что замедляет износ сит и молотков.

Конкурентоспособные характеристики измельчающего оборудования – регулируемые дробящие пластины, большой диаметр дробильной камеры, функция автоматической смены сит, как у молотковой дробилки Hammer mill фирмы «Wynveen International» [44].

Специалисты компании «Van Aarsen International», предлагают технологию раздельного дробления, позволяющую оптимизировать питательную ценность корма. Компоненты с учетом их питательности следует разделять на две части, которые по отдельности дозируются и измельчаются в одной и той же дробилке последовательно на ситах с разными отверстиями с помощью системы автоматической замены сит. Затем они смешиваются и обрабатываются уже совместно. Технология сочетает в себе преимущества предварительного и последующего процессов дробления, способна интегрироваться в большинство действующих производств, где применяется последующее дробление, а используемый прием автоматической замены сит позволяет значительно снизить себестоимость производимой продукции. При реализации технологии обеспечена отлаженная аспирация, исключаящая перегрузку молотковой дробилки, продукт не задерживается в дробильной камере и не переизмельчается, сохраняется высокая производительность, снижается потребление электроэнергии [43].

Эффективность измельчения напрямую зависит от низкой энергоемкости, бесшумности, минимального уровня запыленности, автоматической регулировки степени размола во время работы в соответствии с требованиями к качеству и структуре комбикормовых смесей для различных групп животных, как у дисковой мельницы компании «SKIOLD». Размол продукта происходит между двумя дисками, состоящими из ряда сегментов, изготовленных из твердых

сплавов методом агломерации, что положительно влияет на износостойкость оборудования. В конструкции мельницы предусмотрена возможность плавной регулировки зазора между дисками. Двигатель устанавливается непосредственно на размольные диски, поэтому энергия тратится только на размол, который проходит в два этапа. Благодаря компактности конструкции мельница легко встраивается как в новые, так и уже в существующие технологические линии завода. Работает без воздушной вентиляции, что исключает выброс пыли. Добавленное компьютерное оснащение FlexMix обеспечивает все требования к контролю производственного процесса. Комбинация FlexMix с дисковой мельницей SKIOLD оптимизирует использование всех ресурсов комбикормового производства [45].

Интеллектуальные решения для измельчающего оборудования компании «AWILA®» позволяют автоматизированным молотковым дробилкам AWSK выполнять работу с оптимальным использованием молотков благодаря реверсу двигателя, равномерно распределять измельчаемый материал в камере дробилки, удалять инородные предметы из измельчаемого материала, быстро менять молотки и очищать оборудование, применять различный диаметр сит и вставки. Валковые мельницы компании «AWILA®» отличаются равномерностью дробления, малошумной работой, соблюдением всех необходимых гигиенических требований [46].

На кафедре «Зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий» ФГБОУ ВО МГУПП совместно с ЗАО «Совокрим» разработана инновационная технология переработки шрота подсолнечника в высокопитательный корм. Технологическая схема переработки подсолнечного шрота состоит из десяти измельчающих и разделяющих систем, в том числе одной предварительной, трех драных, двух ситовеечных и четырех вымольных. В результате помола из исходного сырья с содержанием 39,32% сырого протеина и 19,47% сырой клетчатки получается около 79% высокобелкового продукта, состоящего из крупки и муки и содержащего в среднем 50% протеина и менее 10% клетчатки, а также 21% лузги. Такая механическая переработка подсолнечного шрота измельчением улучшает питательную ценность готовой продукции. Технология реализуется с применением серийно выпускаемого отечественного оборудования [47].

Измельчение сырья требует значительного количества электроэнергии комбикормового завода, поэтому данную технологическую операцию необходимо контролировать как для экономии электроэнергии, так и достижения оптимальной структуры корма.

Обобщая представленные информационные материалы, можно сделать вывод, что для качественного измельчения особенно важно учитывать условия производства и физиологические потребности животных при выборе оборудования, использовать технологии ступенчатого измельчения и раздельного дробления, постоянно контролировать параметры процесса измельчения с помощью сенсорного и компьютерного оборудования, применять автоматизированную замену сит, отлаженную аспирационную систему, удобную и быструю очистку размольной камеры, оснащать производство автоматизированным оборудованием с низкой энергоемкостью.

Смешивание. Однородность смешивания основных ингредиентов комбикормов с минеральными, витаминными и лечебными препаратами исключительно значима в комбикормовом производстве, так как на треть повышает продуктивность животных и птицы. В мировой практике однородность распределения компонентов оценивается по коэффициенту вариации: $V_c < 3\%$ – качество смеси отличное, при $3\% < V_c < 4\%$ – хорошее, при $4\% < V_c < 5\%$ – удовлетворительное. Для достижения хороших показателей качества комбикорма и эффективности смешивания в ИМЖ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ предложена технология смешивания в псевдоожиженном слое в три этапа, реализованная в разработанной установке, которая включает в себя измельчитель-смеситель приготовления первичного премикса с однородностью смешивания 94-95%, что равнозначно коэффициенту вариации $V_c = 4-6\%$ [48].

Высокотехнологичное оборудование для смешивания компании «Van Aarsen International» – линейка лопаточных смесителей MultiMix, работающих с широким спектром сырья, добавок и жидких компонентов, обеспечивает быстрое смешивание, высокую однородность получаемого корма – коэффициент вариации $> 5\%$. Заполнение смесителей варьируется в диапазоне 30-100% номинального объема, ввод жидкости может достигать 6% общего объема. Необходимые гигиенические свойства кормовой смеси обусловлены круглой фор-

мой и полным открытием выпуска смесителя. Наличие сменных лопаток снижает эксплуатационные расходы. Вертикальный смеситель этой же компании применяется в качестве предварительного смесителя на линии дробления для повышения эффективности дробления и снижения энергопотребления дробилки.

Интеллектуальные технологии фирмы «AWILA®» реализованы в устройстве предварительного смешивания PFL, обеспечивающем быструю выгрузку без остатка, необходимые санитарно-гигиенические условия эксплуатации, аккуратную обработку продукта. Устройство AWILA® для предварительного смешивания порошков и гранул обеспечивает высокую однородность смеси при соотношении компонентов 1:100000 (10 мг/кг) в течение всего 90 с.

Для эффективного смешивания следует применять и разработанные этой компанией одношахтные противоточные смесители, отличающиеся очень коротким временем смешивания, высокой его точностью при соотношении 1:100000, добавлением жидких компонентов с оптимальным дозированием, технологией защиты от износа, легкой очисткой благодаря полной быстрой выгрузке, возможностью включения системы автоматического дозирования AWILA® с электронным взвешиванием и дозированием всех компонентов [46].

У лопастных смесителей компании «Wynveen International» при высокой производительности коэффициент вариации ниже 5%. Уровень контаминации продукции в данном оборудовании очень низкий, потому что остаточное количество продукта на стенках смесителя после выгрузки не превышает 0,1%. Смеситель с двумя валами рекомендуется для специальных видов смешивания, особенно для короткого времени цикла (смешивание сухих материалов) или аккуратного смешивания хрупких продуктов, например, хлопьев, обеспечивает оптимальную однородность смешивания (производство премиксов и лекарственных кормов) [44].

Обобщая конкурентоспособные конструкторские решения и технологии для смешивания, можно сделать вывод, что для достижения требуемого качества корма важно обеспечить однородность с коэффициентом вариации смешивания ниже 5%, высокую скорость смешивания, простоту и четкое соблюдение гигиенических норм при очистке оборудования, использовать оптимальное дозирование

различных компонентов, применять автоматизацию, максимально снизить износ деталей оборудования.

Тепловая обработка. Технологии тепловой обработки комбикормов и его компонентов подразделяются на термические, гидротермические и термомеханические: термические включают в себя такие виды обработки, как нагрев горячим воздухом, поджаривание и др.; основными гидромеханическими способами являются холодное и горячее кондиционирование, пропаривание и др.; среди термомеханических способов наиболее известны гранулирование, экструдирование и экспандирование [13, 26].

Анализ технологий тепловой обработки комбикормов (табл. 5.3) показал, что наиболее перспективными являются гранулирование, экструдирование, экспандирование, обработка горячим воздухом с пропариванием и др. [13, 26].

Таблица 5.3

Результаты обработки фуражного зерна по различным технологиям

Технология обработки	Виды животных	Рост привесов, %	Снижение затрат кормов, %
Двойное гранулирование	Телята	5,0-6,0	6,0-7,3
Экструдирование	Поросята-отъемыши	18,6	9,7
Экспандирование	Поросята	2,8-8,8	2,5-5,3
	Цыплята	4,7-6,2	3,5-4,9
Поджаривание	Поросята раннего отъема	0,1-1,0	0
Поджаривание с пропариванием	Поросята раннего отъема	7,5-11,3	8,0-10,3
Пропаривание	Поросята раннего отъема	2,5-3,3	2,1-3,2
Пропаривание с плющением	Поросята до 60 дней	11,5-13,3	10,1-12,2
	Телята до 95 дней	8,0-10,0	4,0-5,0
Флакирование	Поросята	1,8-2,4	1,2-1,6
Обработка горячим воздухом с пропариванием	Поросята раннего отъема	12,0-15,0	15,0-20,0

Кроме приведенных в табл. 5.3 видов тепловой обработки, существуют различные вспомогательные технологии (будут рассмотрены далее), которые применяются, например, перед гранулированием и

экструдированием, упрощая их реализацию и повышая эффективность [49-54].

Гранулирование. Данный технологический процесс способствует превращению питательных веществ в более доступные для организма животного формы, снижению бактериальной обсемененности корма и потерь комбикорма при транспортировании, хранении, раздаче животным и др. Так, степень декстринизации крахмала гранулированных комбикормов достигает более 40%, что позволяет сократить удельные затраты кормов в 1,3-1,5 раза, а гранулирование комбикормов при избыточном давлении пара 0,42 МПа обеспечивает уничтожение плесневых грибов на 98-99% их первоначального содержания.

Организации, занимающиеся производством оборудования для гранулирования комбикормов, ведут активную работу по совершенствованию своей продукции.

Примером эффективного технологического решения процесса гранулирования, направленного на улучшение санитарно-гигиенического состояния готового продукта, является разработка фирмы «Buhler AG» (Швейцария) – система поверхностного нагрева «Хотсил», включающая в себя нагревательные элементы, помещенные в силиконовый слой, усиленный стекловолокном, установленные на корпус кондиционера-смесителя и имеющие силиконовую изоляцию толщиной 0,3 дюйма, заземление, устройство регулирования температуры, потенциометр и распределительную коробку. Нагрев кондиционеров до 110°C обеспечивает конденсацию подводимого пара на частицах корма, а не на их внутренней поверхности. Тем самым благоприятные условия сохранения жизнедеятельности бактерий в процессе гранулирования сводятся к минимуму. Системой «Хотсил» оборудуются все части пресс-гранулятора, где возможно образование конденсата. При работе системы используются «мягкие» режимы гранулирования комбикормов, что позволяет избежать возникновения неблагоприятных процессов, вызывающих снижение содержания чувствительных к нагреву активных веществ [13, 26, 55].

Подобной системой оснащен пресс-гранулятор АННС/D, применение которого гарантирует интенсивное и однородное перемешивание частиц комбикорма и пара. В процессе гранулирования воз-

можен ввод еще двух жидкостей. Преимущества данного оборудования: уменьшение остаточных частиц, упрощение процесса очистки благодаря широкой сервисной дверце, беспрепятственный и точный выбор времени выдержки в диапазоне 30-240 с, принцип «первый на входе, первый на выходе» для четкого соблюдения времени выдержки, гарантирующий одинаковую тепловую обработку всех частиц корма.

Инновационными решениями оборудования для обеззараживания и гранулирования комбикормов HYSYS фирмы «Buhler AG» являются системы HUMIX (кондиционер, обеспечивающий интенсивное и гомогенное смешивание пара с частицами кормовой смеси), HUTHERM (зона выдержки, способствующая эффективному уничтожению патогенных микроорганизмов, повышению качества гранул и производительности пресса), HUMODE (система автоматического управления процессом – кондиционирования и гранулирования до охлаждения), HURAC (современная технология гранулирования производительностью до 50 т/ч) [13, 26, 55].

Для повышения эффективности гранулирования компания «Технекс» предлагает пресс-гранулятор, отличающийся несколькими инновационными технологическими решениями, такими как устройство быстрого съема и установки матрицы, сокращающее время ее установки до 40% и повышающее производительность; сервисный привод, сокращающий время поворота матрицы в процессе установки и зачистки камеры, исключая простои; система дистанционного изменения зазора роликов, позволяющая регулировать зазор в процессе работы «на ходу» и влиять на качество гранул, снижающая износ матрицы, роликов при паузах в работе, энергозатраты, ускоряющая процесс очистки; система контроля проскальзывания роликов, при возникновении опасных ситуаций предотвращающая блокирование и остановку пресс-гранулятора (является инструментом ранней диагностики «завала» пресс-гранулятора); маятниковая система подвода ножей с дистанционным приводом, способствующая надежной работе в запыленных условиях и точное позиционирование ножей относительно матрицы; дистанционный привод ножей, обеспечивающий возможность их легкой замены или заточки режущих кромок, автоматизация процесса, позволяющая настроить необхо-

димый размер гранул в зависимости от их диаметра, дистанционно управлять зазором, усилить контроль над размером гранул и исключить человеческий фактор при запуске процесса; автоматическая система смазки, исключая ошибки оператора, повышающая срок службы деталей технологического оборудования и обеспечивающая безопасную эксплуатацию оборудования [56].

Практически все последние достижения в области гранулирования отражены в новом поколении грануляторов CU компания «Van Aarsen». Они оснащены регулировкой вальцов с электроприводом и активным контролем пробуксовки вальцов – оператор может выбрать желаемое расстояние вальца до матрицы даже при полной рабочей нагрузке гранулятора, увеличение срока службы матрицы и вальцов до 30%. Благодаря увязке работы дозирующего шнека с расстоянием вальцов при неработающем грануляторе вальцы отодвигаются. Система оснащена режимом очистки, позволяющим оператору очистить матрицу после окончания порции. Это дает возможность быстро запустить гранулятор из положения покоя, так как продукт не налипает на матрицу. Активный контроль пробуксовки вальцов представляет собой интеллектуальную систему, предназначенную для оптимизации производительности гранулятора.

Двигатель гранулятора оснащен частотным контроллером, позволяющим регулировать скорость для различных рецептов, имеются встроенные перепускные клапаны во впускной воронке. Работа на оборудовании полностью автоматизирована. Низкие затраты на обслуживание обеспечиваются коротким временем простоя для обслуживания, автоматической смазкой подшипников вальцов и главного вала, наличием системы смены матриц Quick fit® (смена занимает около 25 мин) с точным позиционированием матрицы, коническим гнездом матрицы со сменным кольцом держателя матрицы, предотвращающим износ держателя, защитой от перегрузки и износа. Высокая энергоэффективность обеспечивается энергопотреблением до 8 кВт/т, применением двухстадийной системы трансмиссии, наличием гидравлической регулировки вальцов [57].

Интеллектуальная система для пресс-грануляции 200-800 компании «AWILA® Anlagenbau GmbH» отличается серией инноваций в гранулировании, таких как индивидуальное дозирование измельчен-

ного продукта в устройство для кондиционирования, индивидуально регулируемое добавление пара и жидких компонентов, длительное время выдержки, обеспечивающее оптимальное качество гранул, прочная конструкция для малошумной и стабильной работы. Преобразователь частоты способствует точной настройке подачи продукта в устройство для кондиционирования. Дозирующий шнек оснащен системой защиты от переполнения, которая автоматически останавливает транспортер [46].

Для реализации технологии двойного гранулирования специалисты фирмы «Berga» (Италия) разработали оборудование, производящее данную операцию за один проход исходного материала через рабочие органы – двойной осевой пресс-гранулятор, в камере которого размещены две матрицы с валками. В результате этого гранулы получают более твердыми и стойкими к разрушению. Двойное гранулирование обеспечивает более глубокие преобразования питательных веществ исходного сырья в доступные для организма животного формы, за счет чего повышается питательная ценность готового продукта [13, 26, 55].

Специалистами АО «Мельинвест» разработана производительная линия гранулирования, характеризующаяся европейским качеством по российским ценам, способная успешно конкурировать с иностранными аналогами [56].

Для повышения эффективности процесса гранулирования специалистами АО НПЦ «ВНИИКП» разработано приспособление к прессующему узлу серийного пресса Б6-ДГВ, предназначенное для равномерного распределения продукта между валками. Система регулировки зазора дает возможность в любой момент при любой производительности загрузить прессующие валки и получить равное давление каждого из них на матрицу, что повышает производительность пресса на 30% в первую очередь за счет увеличения диаметра прессующих валков до 200 мм (соотношение диаметров валка и матрицы возросло до 0,493) и снижает удельные энергозатраты на гранулирование с 9,2 до 7,7 кВт·ч/т. Кроме того, рабочая поверхность прессующего валка выполнена таким образом, что боковое выдавливание продукта между валками и матрицей сведено к минимуму [58].

Проблема снижения трудоемкости замены рабочих органов особенно актуальна для предприятий, где в течение одной смены приходится вырабатывать несколько видов комбикормов, что в условиях рыночной экономики является необходимым условием эффективной работы. Поэтому вопросам быстрой замены рабочих органов ведущие зарубежные производители грануляторов уделяют особое внимание. Есть несколько вариантов решения этой проблемы. Так, фирма «Simon-Barron» (США), используя принцип «плавающей матрицы», производит замену всего за 7 мин (на замену матрицы отечественного гранулятора затрачивается около 30 мин) [13, 55].

Многочисленными исследованиями доказано, что значительно снизить энергоемкость процесса гранулирования и повышения производительности прессов можно достичь увеличением коэффициента перфорации матриц (отношение площадей отверстий матрицы и рабочей поверхности).

Большое влияние на энергоемкость процесса и качество получаемых гранул оказывает частота вращения матрицы, оптимальное значение которой зависит от многих факторов (вида гранулируемого материала, конструктивных особенностей пресса и др.), но определяющим является диаметр отверстий матрицы. Установлено, что гранулы диаметром более 12,5 мм лучше получать при частоте вращения матрицы до 175 мин^{-1} , меньшего размера – при $250\text{--}300 \text{ мин}^{-1}$. В современных зарубежных грануляторах выбор оптимальной частоты вращения матрицы обеспечивается за счет их оснащения коробкой передач или электродвигателем с переменной частотой вращения.

Высокая надежность зарубежных пресс-грануляторов в первую очередь достигается за счет использования высоколегированных сталей для изготовления рабочих органов и качественных смазочных материалов, что обеспечивает почти в 2 раза больший по сравнению с отечественными срок службы их матриц и валков.

Снижение шума и вибрации достигается в основном за счет использования клиноременной передачи в приводе пресса. По этому пути идут большинство зарубежных фирм [4-7, 13, 55].

Экструдирование. Одним из наиболее эффективных способов тепловой обработки зерновых компонентов и непосредственно самих

комбикормов является экструдирование, главная задача которого – глубокая клейстеризация крахмала. При этом происходит декструкция макромолекул крахмала с образованием различных декстринов и сахаров, в результате чего существенно повышается усвояемость комбикормов, а ассимиляция питательных веществ происходит с меньшими энергетическими затратами [13, 55].

Практика показывает, что экструдирование практически полностью обеззараживает продукт от грибной и бактериальной микрофлоры, а слаботоксичное сырье делает нетоксичным [13, 55]. Технология экструдирования позволяет значительно расширить сырьевую базу при производстве комбикормов за счет использования производственных отходов. Технологические особенности данного процесса определяются в первую очередь конструкцией экструдеров. Существующие их конструкции по воздействию на обрабатываемый продукт подразделяются на три группы: установки на основе кратковременного высокотемпературного воздействия на продукт, установки на основе применения высокого давления и установки для обработки продукта низкой влажности – без увлажнения продукта («сухие» экструдеры). Преимущества последних состоят в следующем: что они могут использоваться практически в любых условиях; отсутствует необходимость сушить готовый экструдат; невысокая стоимость; простота в эксплуатации [13, 26, 55].

Технология сухой экструзии высокого сдвига с более чем 90%-ной желатинизацией крахмала позволяет эффективно перерабатывать в ценные корма различное сырье. В результате сухой экструзии значительно повышаются усвояемость и питательная ценность исходного сырья. Например, образующийся в процессе повышенный уровень желатинизации крахмала способствует увеличению микробиального белка в экструдированной по данной технологии кукурузе в рубце жвачных животных в 4 раза по сравнению с пропаренными кукурузными хлопьями и в 8 раз по сравнению с измельченной кукурузой. Обработка зерновых культур методом сухой экструзии высокого сдвига эффективно снижает уровень микотоксинов. Реализовать технологию можно на экструдере 2000-CG компании «Инста-Про Интернэшнл» [57].

Актуальной задачей сельхозтоваропроизводителей является повышение содержания протеина и каротина в комбикормах за счет

включения в их состав зеленой растительной массы. В данном случае эффективность обеспечивает технология производства комбикорма, предусматривающая измельчение зеленой массы, ее смешивание с прочими компонентами комбикорма и экструдирование полученной смеси. При экструдировании зерна обычно необходим достаточно дорогой и сложный процесс его предварительного увлажнения методом отволаживания или пропаривания перед подачей в экструдер.

Учеными Аграрного научного центра «Донской» и Донского государственного технического университета разработан способ производства экструдированного корма с вводом зеленой растительной массы (патент RU 2619981), позволяющий сократить затраты энергии за счет снижения объемов экструдированного сырья. Ее преимущества: повышение питательной ценности корма и усвояемости фуражного зерна, снижение потерь каротина в ходе технологического процесса. Конструкция большинства используемых в сельхозпредприятиях экструдеров не позволяет отдельно загружать и совместно экструдировать два вида сырья. Поэтому для реализации технологии разработана конструкция экструдера-измельчителя для производства экструдированного корма из фуражного зерна и зеленой растительной массы (патент RU 2619981). Предлагаемая технология позволяет получить фактически эти же продукты, совмещенные в одном виде корма, при удельных энергозатратах 85-90 кВт·ч/т, что в 3 раза меньше по сравнению с традиционным методом. Новая технология является энергоэффективной, обеспечивая снижение затрат электроэнергии на 10-15%, а себестоимости комбикорма – на 15-20% за счет экономии электроэнергии и замены части его компонентов дешевым местным растительным сырьем. Недостаток предлагаемой технологии – возможность внедрения лишь на комбикормовых производствах, находящихся недалеко от посевов кормовых трав, и только в период их вегетации [59-61].

Учеными ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса» при исследовании возможности использования люпина в составе готовых концентратов создан и запатентован энергосахаропротеиновый концентрат (ЭСПК), в состав которого входят зерно люпина, маслосемена рапса и озимая тритикале в разном процентном соотношении (основу (60-75%) со-

ставляет люпин). Экструдирование данной смеси снижает её алкалоидность [15, 26, 55].

Исследователи активно работают над усовершенствованием конструкции экструдеров для повышения эффективности переработки кормов с жиросодержащими компонентами (например, соей). На российском рынке представлена широкая гамма отечественных и зарубежных экструдеров, работающих в данной сфере [62].

Применение экструдирования соевых бобов позволит заменить более дорогие специализированные продукты с транзитными белками, соевый шрот (обработанный с помощью растворителей и участием гексана), барду и жареные продукты. Так, полученный методом сухой экструзии высокого сдвига соевый жмых ExPress способен увеличить потребление корма на 0,9 кг, а удои – на 3,4 кг по сравнению со шротом [63].

Все больше внимания исследователи и производители оборудования уделяют экологическим методам переработки сырья для комбикормов. Например, чешская компания «Farmet» предлагает современные технологии переработки масличных семян механическими и баротермическими методами. Примером эффективной технологии экструдирования является также безгексановая технология переработки сои Farmet EP1 Recu+, включающая в себя прессование, экструзию с обрушением семян, рекуперацию тепла. Получаемый в результате конечный продукт по качеству сопоставим со шротом, но дешевле. При реализации технологии снизить энергозатраты на экструзию позволяют оптимальные параметры сырья, обеспечиваемые очисткой семян и холодным отжимом масла на форпрессе. Благодаря равномерному нагреву и высокой температуре в экструдере происходят стерилизация, прекращается выработка токсинов, чем достигается более длительный период хранения жмыха. Соблюдение рекомендуемых параметров экструзии позволяет избежать негативного влияния высоких температур на качество жмыха, удовлетворяет основным требованиям систем кормления жвачных животных – содержит нерасщепляемый в рубце протеин (байпасный) высокой усвояемости. Эффективность технологии подтверждает показательный параметр – остаточное количество масла в жмыхе. Для технологии двукратного прессования холодным способом CP2 его

содержание составляет 10-12%, а для технологий холодно-горячего прессования CWP и прессования с экструзией EP2 – 7-9% [64, 65].

Работа современных производительных экструдеров характеризуется высоким энергопотреблением, для снижения которого перспективно использовать рекуперацию тепла, предлагаемую специалистами компании «Farmet». Отработавшая смесь пара с горячим воздухом транспортируется в рекуперационный бункер для последующего нагрева сырья. Затем экструдат подается в сушильный конвейер, где его влажность и температура снижаются до уровня, необходимого для ведения качественного отжима масла прессованием. Тепло, образующееся в процессе сушки и охлаждения экструдата, также используется при подогреве сырья. Температура жмыха на выходе из прессов – около 110°C, поэтому конвейер для транспортирования жмыха снабжен вытяжкой для забора смеси пара с горячим воздухом и ее дальнейшей подачи в рекуперационный нагреватель.

В составе технологии EP1 Resu+ предусмотрена система увлажнения жмыха, способная поддерживать его влажность на требуемом уровне. Удаление соевой оболочки и последующая обработка сои позволяют получать экструдированный соевый жмых с содержанием сырого протеина до 50% и его растворимостью в КОН – более 80%. Вся технологическая линия управляется автоматической системой управления FIC (Farmet Intelligent Control).

Преимущества использования в технологии системы многоступенчатой рекуперация тепла – экономия энергии на подогреве семян сои до 50 кВт на 1 т, повышение производительности оборудования на 20-45%, увеличение срока службы рабочих органов прессов и экструдеров в 2 раза.

Конкурентоспособной разработкой компании «Farmet» для эффективного экструдирования является также технология производства соевого текстурата. Уникальность технологии глубокой переработки сои в том, что она позволяет, применяя только механическое прессование и экструдирование, за один производственный цикл получать текстурированный соевый белок высоких качества и вкуса [40].

Для повышения эффективности экструдирования важно уменьшить износ деталей оборудования, сократить расходы на операторов и на время технического обслуживания, повысить производительность.

Компанией «Инста-Про Интернэшнл» для предупреждения быстрого изнашивания деталей при экструдировании предложено применять систему нормированной подачи воды под определенным давлением в приемную камеру с помощью водяного насоса с одновременным регулированием температуры экструдирования [13, 26, 55].

Эффективность экструдирования достигается с помощью кормовых экструдеров АО «Жаско», в которых отрицательный эффект термообработки сведен к минимуму: процесс сухой экструзии занимает менее 30 с, при этом сырье стерилизуется, увеличивается в объеме, повышается усвояемость корма, гомогенизируется, стабилизируется, снижается влажность и повышается питательная ценность сырья [15, 26, 55]. Специалисты данной компании разработали технологии переработки животных отходов в экструдированный комбикорм. Благодаря безотходному производству значительно снижаются потери производителя, обеспечиваются импортозамещение дорогих белковых компонентов кормов и охрана окружающей среды [66].

Экструзия – сложная технологическая операция, но благодаря научным изысканиям по техническому и технологическому обеспечению доступна большинству сельхозпроизводителей. Научные и производственные организации имеют практический опыт разработки перспективных технологий экструдирования, усовершенствовав этот важнейший для комбикормового производства процесс [13, 26, 55-65].

Все представленные технологии способны обеспечить высокую степень питательной ценности и эффективности корма, его лучшее усвоение животными; снижение уровня содержания бактерий, вирусов и токсинов в сырье; создание надежного источника крахмала для микрофлоры рубца, что стимулирует у жвачных животных микробиальный синтез белка и при соблюдении правильного рациона повышает объем производства молока; модификацию недорогого, доступного сырья в ценный пищевой компонент для производства комбикормов.

Экспандирование. Процесс экспандирования, известный также под названием «High-Temperature-Short-Time Conditionierung» (кондиционирование под давлением), осуществляется в экспандере, состоящем из привода, вала с рабочими органами и толстостенного трубчатого корпуса, разделенного на несколько рабочих зон: ввод

исходного продукта, смешивание, обработка под давлением и вывод продукта [13].

Обработка комбикорма в экспандере по сравнению с другими методами проводится при более высокой его влажности. Ряд зарубежных фирм рекомендуют экспандировать корм влажностью до 26%. Оптимальная рабочая температура при приготовлении комбикормов для птицы и свиней находится в пределах 105-110°C, давление – 8 МПа (максимально) [13,26,55].

На выходе из экспандера готовый продукт переходит из зоны высокого в область низкого (атмосферного) давления, в результате чего происходят более глубокая деструкция крахмала, увеличение объема массы, испарение части влаги и снижение температуры продукта до 90°C. Если экспандат не подвергается дальнейшей обработке, то для обеспечения длительного хранения его необходимо охладить и подсушить.

В зависимости от рецептуры, рабочих температуры и давления готовый продукт получают в виде теста, толстых хлопьев или комков. Удельная энергоёмкость процесса экспандирования при производстве комбикормов для птицы и свиней составляет 5-10 кВт·ч/т; для крупного рогатого скота – 15 кВт·ч/т. Экспандирование практически полностью обеззараживает кормовое сырье.

По сравнению с экструдированием процесс экспандирования менее энергоёмкий (удельные затраты энергии при экструдировании составляют 100-150 кВт·ч/т). В отличие от экструдера обработка корма в экспандере при повышенной его влажности протекает в менее жестких условиях, что позволяет сохранять на требуемом уровне как содержание аминокислот, так и их биологическую активность.

По сравнению с гранулированием преимущества экспандирования заключаются в обеспечении лучшего санитарного состояния получаемых комбикормов (максимальная температура при гранулировании составляет 70-80°C, что не обеспечивает надежной стерилизации корма), возможности ввода большего количества жидких добавок (при гранулировании доза вводимых жидких добавок не превышает 3%) и использовании дешевого и сложного для гранулирования сырья и др.

Одним из главных параметров, оказывающих влияние на энергетические и качественные показатели процесса экспандирования, является отношение длины шнека к его диаметру (L/D). Чем больше показатель L/D , тем продолжительнее время обработки корма и соответственно увеличивается глубина физико-химических изменений, происходящих в продукте. Варьирование показателя L/D в основном достигают путем разработки различных моделей экспандеров с одно-, двух- и трехсекционными рабочими цилиндрами. Однако наиболее перспективными являются экспандеры, конструкция которых построена на модульном принципе, что позволяет снабжать их цилиндрами и шнеками разной длины. Это дает возможность производителям комбикормов за счет установки различных шнеков и цилиндров самим выбирать необходимое соотношение L/D в зависимости от требуемой глубины обработки и с учетом свойств обрабатываемого продукта.

Эффективное решение проблемы регулирования зазора в головке экспандера предложено фирмой «Amandus Kahl». Дистанционно управляемый гидравлический серводвигатель автоматически реагирует на изменение давления в рабочей зоне экспандера, что предупреждает возможность блокировки установки, облегчает ее обслуживание и позволяет плавно регулировать консистенцию выходящей из экспандера массы.

Фирма «Amandus Kahl» разработала результативную конструкцию экспандера/экструдера марки ОЕЕ [13, 26, 55], отличительной особенностью которой является возможность простой и быстрой смены головки на выходе: гидравлически регулируемого конуса на гидравлически регулируемую матрицу с обрезающим устройством. Использование нового экспандера создает предпосылки для разработки гибких технологий производства экспандированных комбикормов: быстрый переход на выпуск нового вида продукции без дополнительных капитальных затрат.

Эффективный прием взаимодействия экспандера с гранулятором позволяет значительно повысить производительность последнего (до 30%), так как в этом случае пресс осуществляет только формование гранул. При этом появляется возможность уменьшения толщины матрицы. Кроме того, такое взаимодействие позволяет использовать

кормовое сырье с высоким содержанием клетчатки, а также значительно увеличить количество вводимых жидких добавок. Отказаться от использования в технологической линии пресс-гранулятора можно при экспандировании кормового сырья с большим содержанием крахмала.

Применение экспандера позволяет изготавливать комбикорма в виде нетвердой крупки, которая благотворно влияет на процесс усвояемости животными. Для исправления обратного выдавливания рабочей массы через зазор между шнеком и корпусом в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ предложен комбинированный профиль винтовой канавки шнека экспандера: левая боковая («толкающая») поверхность канавки имеет форму полуокружности, а правая – в нижней части также форму полуокружности, в средней и верхней – наклонной прямой линии. Проведенные специалистами теоретические исследования показали, что данный профиль способствует возникновению разности сил бокового давления со стороны пограничных частиц на основную массу материала в отличие от шнеков со стандартной винтовой канавкой, выполненной в форме треугольника, трапеции или полуокружности. Неравномерное распределение бокового давления будет препятствовать обратному выдавливанию перерабатываемого материала через зазор между шнеком и корпусом, тем самым повышая производительность экспандера [67].

Эффективность экспандирования обеспечивает предлагаемая специалистами АО «НПЦ «ВНИИКП» технологическая линия производства полнорационных комбикормов. Она позволяет эффективно производить высокобелковые кормовые добавки для их дальнейшего использования в производстве полнорационных комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы, повысить кормовую ценность продукта и переваримость крахмала. Ее положительное влияние заключается также в изменении белкового комплекса зерна, инактивации ингибиторов пищеварительного тракта, пастеризации, образовании ароматических веществ, улучшающих вкусовые качества зерна. Технология позволяет повысить качество полнорационных комбикормов для сельскохозяйственных животных со сбалансированными по питательной ценности компонентами, способствующими росту привесов, сокращению сроков откорма и снижению кон-

версии корма, улучшить усвояемость люпина на 10-12%, снизить до минимума антипитательные вещества, полностью удалить оболочку зерна, улучшить технологические и технико-экономические показатели, уменьшить энергозатраты на 18-20%, повысить продуктивность животных и птицы в среднем на 15-20%, а усвояемость кормов – на 10-12%, сократить долю зерновых компонентов в рецептуре комбикорма на 10-15%, снизить удельный расход электроэнергии на 10-15% [68].

Применение реактора взамен смесителя (нормализатора), экспандера и гранулятора обеспечивает непрерывную поточную работу линии производства комбикормов, снижение удельных затрат теплоты и энергоемкости, металлоемкости, капиталоемкости, повышение производительности линии, а также качества кормов за счет более глубокого прогрева [69].

Влаготепловая обработка. Для решения проблемы предварительной тепловой обработки и обеззараживания кормов разработан ряд технологий, которые наряду с решением вопроса стерилизации кормов обеспечивают повышение доступности кормовых свойств исходного продукта. При этом основными факторами воздействия на исходный продукт являются вода, давление и температура.

Использование данных технологий позволяет не только практически полностью обеззараживать зерно, но и значительно повысить его кормовую доступность (желатинизация крахмала – более 85%). Готовый продукт имеет отличную усвояемость, малое количество пылевидных частиц, естественные запах, цвет и форму, прекрасный вкус в сочетании с высокой питательностью. Характерная особенность влаготепловой обработки – параметры процесса можно изменять и контролировать независимо друг от друга, подбирая оптимальные режимы работы для разных видов сырья и в зависимости от назначения готовой продукции [13, 26, 55].

Отечественными и зарубежными специалистами установлено, что значительно снизить энергетические и эксплуатационные затраты (на 40-60%) и повысить безопасность работ при максимальном сохранении биологически активных и питательных веществ позволяет технология кондиционирования зерна анаэробной парогазовой смесью умеренной температуры и нормального давления.

Для реализации данной технологии компания «AWILA®» выпускает комплект оборудования, включающий в себя парогенератор, кондиционер и паропровод с контрольно-измерительной аппаратурой [13, 26, 55]. Парогенератор имеет специальную конструкцию, которая обеспечивает получение газовой смеси (химические соединения с кислородом воздуха, водяной пар и углекислый газ CO_2) с низким содержанием кислорода (не более 4%) во время сжигания в нем (с открытым пламенем) смеси метана, воздуха и воды. Давление внутри парогенератора не превышает 0,1 МПа. Сверху в вертикальный противоточный кондиционер непрерывного действия поступает исходное зерновое сырье, которое с помощью перемешивающего устройства с лопастями, расположенными по винтообразной образующей, тщательно смешивается с восходящим потоком парогазовой смеси.

Процесс кондиционирования длится 4 мин, в течение которых под воздействием парогазовой смеси в сочетании с низким содержанием кислорода, невысокой влажностью и температурой подавляется жизнедеятельность болезнетворных бактерий, продукт нагревается до 45-50 °С, благодаря чему создаются хорошие предпосылки для его дальнейшего гранулирования. В результате гранулирования обработанного по такой технологии корма, помимо обеззараживания, повышается кормовая доступность, сокращается расход энергии на процесс гранулирования за счет снижения прочности продукта, уменьшается износ матрицы и валков, расширяется сырьевая база и др.

К преимуществам данной технологии также относятся мгновенная обработка анаэробной смесью горячего воздуха и воды, полное уничтожение энтеробактерий, динамическое кондиционирование каждой частицы в столбе продукта, энергосбережение, возможность варьирования параметров, повышение конверсии подаваемого материала и качества гранул, а также производительности пресс-грануляторов на 25-30%. Систему управления, используемую в технологии, можно адаптировать к индивидуальным требованиям и легко интегрировать в новые или имеющиеся обычные системы управления, она может работать в полуавтоматическом и ручном режимах [46].

Тепловая обработка существенно отражается на динамике химического состава и питательности семян кормовых культур, поэтому очень эффективна для устранения антипитательных свойств сырья.

Например, после гидротермического воздействия у люпина заметно падает концентрация сырого жира, многократно увеличивается степень декстринизации крахмала и денатурации белка. Гидротермическое воздействие обеспечивает снижение общей концентрации пектина более чем на 1,7% по сравнению с исходным, но его пористость возрастает почти в 3 раза.

Влаготепловая обработка обеспечивает рост переваримости протеина исходного сырья люпина почти до максимума – 91%, что на 9% больше, чем при его обработке методом экструзии. Причина этого эффекта кроется в образовании на фоне интенсивного паротеплового воздействия гидрофильного коллоида, способного к быстрому и беспрепятственному взаимодействию с ферментами желудочно-кишечного тракта. В результате происходит значительный рост энергетической питательности гидротермически обработанного люпина – на 15,6 Ккал, или 5,14%, по сравнению с исходным люпином.

Подбор режимов гидротермической обработки и научно-производственные испытания позволили создать технологию производства белкового люпинового концентрата под названием «Термобоб». Эта технология обеспечивает специальную предварительную подготовку люпина белых сортов, оптимальную гидротермическую его обработку в подобранных режимах температуры и экспозиции, создание на основе гидротермической обработки специальных смесей люпина, сои, гороха.

Опыты, приведённые учёными ВНИТИП (В.А. Манукян, Н.А. Зиновьева, Н.М. Зудина и др.) по замене соевого шрота концентратом, полученным по технологии «Термобоб», при выращивании бройлеров показали, что уровень соепродуктов в рационе можно понизить на 40-60% при адекватной по питательности их замене гидротермически обработанным люпином. Высокая растворимость в воде белков люпина обеспечивает большую доступность ферментов гидролиза жира к субстратам, что повышает его переваримость на 3,37-4,43%. Введение люпина взамен части кормовых соепродуктов положительно отразилось на возможности усваивать золу рациона, а значит и улучшило минеральное обеспечение организма растущей птицы. Люпин благотворно подействовал на активность целлюлозолитической микрофлоры кишечника, что выразилось в росте переваримости сырой клетчат-

ки на 7,45-7,99%. Такие изменения отложения азота и переваримости положительно сказались на продуктивности птицы, понизив затраты корма на 1 кг прироста на 1,0-1,11% [70].

Специалистами ФГБНУ ФНАЦ ВИМ для реализации технологии влаготепловой обработки разработана установка, включающая в себя топочно-контактный парогазогенератор форсуночного типа и вертикальный противоточный цилиндрический кондиционер непрерывного действия. Во время сжигания в парогазогенераторе смеси метана, воздуха и воды образуются химические соединения с кислородом воздуха, в том числе водяной пар и углекислый газ. Получаемая газовая смесь (содержание кислорода в ней не превышает 4%) подается в рабочую зону кондиционера через штуцеры [13, 26, 55]. Сверху в кондиционер непрерывно поступает исходное зерновое сырье, которое с помощью перемешивающего устройства с лопастями, расположенными по винтообразной образующей, тщательно смешивается с парогазовой смесью и транспортируется к выходу. Требуемое качество конечного продукта обеспечивается путем варьирования температуры и влажности парогазовой смеси, а также времени обработки. Там же разработан способ инактивации антипитательных веществ зерна бобовых и масличных культур комбинированным методом – совместной влаготепловой и термохимической обработкой [13, 26, 55].

Исходное сырье поступает в оперативный бункер, откуда питателем порционно дозируется в вертикальный шнековый или лопастной кондиционер-выдерживатель периодического действия. Туда же подаются насыщенный пар атмосферного давления температурой 100 °С и водный раствор соляной кислоты, подогретый до необходимой температуры. Концентрация кислоты не должна превышать значений, выше которых необходима ее нейтрализация во избежание ущерба здоровью животных. Обработка в кондиционере сопровождается увлажнением и нагревом сырья, а его перемешивание витками шнека интенсифицирует процессы в рабочей камере. Время выдержки сырья в кондиционере, концентрацию, расход кислоты и пара устанавливают в зависимости от вида сырья и требуемой степени инактивации содержащихся в нем антипитательных веществ [13, 26, 55].

При влаготепловой обработке семян подсолнечника (влажность 25%, температура 120 °С, продолжительность 10-30 мин) выявлено снижение активности антипитательных веществ. Обезвреживание рапсового сырья различными методами показало, что двухэтапная водная экстракция при интенсивном перемешивании наиболее эффективна и позволяет снизить содержание глюкозинолатов до уровня, ниже предельно допустимого при минимальных потерях питательных веществ. При увлажнении и нагреве соевого шрота паром при температуре 100 °С и атмосферном давлении в течение 10 мин активность ингибитора трипсина снижается более чем в 5 раз. С увеличением времени пропаривания до 30 мин ингибиторы трипсина и уреазы разрушались до допустимых значений.

Таким образом, влаготепловая обработка белкового сырья комбикормов для инактивации в нем антипитательных веществ паром нормального давления или паром с горячей водой весьма эффективна. Основные рациональные режимные параметры обработки зависят от вида сырья и требуемой степени инактивации: температура пара – 100-120 °С, время обработки – до 30 мин, влажность продукта – не менее 25%.

Специалистами ФГБНУ ФНАЦ ВИМ проведены также исследования влаготепловой обработки комбикормов перед экспандированием [13, 26, 55]. Установлено, что влаготепловая обработка комбикормов в газомеханически псевдоожиженном слое отвечает всем требованиям к процессу кондиционирования. Необходимых его параметров можно достичь в активном гидродинамическом режиме обработки слоя комбикорма насыщенным паром атмосферного давления с удельной подачей 0,1 кг на 1 кг продукта. Периодический характер процесса позволяет регулировать его продолжительность в зависимости от свойств комбикорма, термодинамических параметров теплоносителя и наоборот. Оптимальная степень физико-химических и структурно-механических изменений в продукте, а также высокая однородность обработки могут быть достигнуты в одном и том же аппарате включением в процесс дополнительных стадий обработки, таких как ввод жидкостей, выдержка, гомогенизация и др.

Исследования специалистов АО «НПЦ «ВНИИКП» различных способов тепловой обработки зернового сырья показали, что наибо-

лее эффективным средством воздействия на него является горячий воздух. Сочетание обжаривания зерна горячим воздухом с пропариванием дает один из лучших результатов по увеличению привесов и абсолютно лучший – по снижению затрат корма на единицу привеса молодняка животных. При этом затраты (в денежном выражении) на обработку зерна горячим воздухом по сравнению с другими видами тепловой обработки самые низкие [13, 26, 55]. В ходе исследований установлено, что наибольшие преобразования углеводов и белков наблюдаются при обработке зерна влажностью 16% в кипящем слое горячим воздухом температурой 300°С в течение 2 мин. Температура в зерне за это время достигает 180-200 °С, оно вспучивается и растрескивается, а насыпная масса уменьшается более чем в 2 раза (240-300 кг/м³ – насыпная масса обработанного зерна, 650-675 кг/м³ – необработанного). Количество декстринов в обработанном зерне достигает 20% (количество декстринов в необработанном зерне в зависимости от его влажности находится в пределах 1-2%), вследствие чего переваримость крахмала возрастает в 2-2,5 раза, а протеина при оптимальном режиме остается на начальном уровне. Выявлено также, что процесс нагрева зерна протекает более интенсивно при сочетании конвективного и кондуктивного способов подвода тепла к обрабатываемому материалу.

На основании выполненных исследований разработана установка барабанного типа, применительно к которой определен способ предварительной подготовки зерна перед обжариванием горячим воздухом. Суть его заключается в увлажнении водой предварительно нагретого зерна (качество обработки сравнимо с пропариванием). Проведена производственная проверка барабанного обжарочного агрегата и определены режимы его работы, обеспечивающие степень декстринизации крахмала ячменя до 20%. По результатам проведенного комплекса работ разработана конструкторская документация на барабанный обжарочный аппарат производительностью 1 т/ч [13, 26, 55].

Тепловая обработка и механическое воздействие на зерно считаются одними из эффективных приемов в технологическом процессе при производстве комбикормов, позволяющими улучшить поедаемость и вкусовые качества кормов, их перевариваемость; повысить

питательную ценность кормов за счет расщепления труднопереваримых веществ и коэффициент использования, улучшить водопоглощительную способность корма, усвоение его животными, снизить прочностные свойства зерна и расход энергии на измельчение корма при поедании [13, 26, 55].

Влаготепловая обработка и различные виды механического воздействия на зерно – важные операции при производстве комбикормов [71]. Специалистами научных и производственных организаций разработан ряд перспективных технологий, относящихся к данной категории (табл. 5.4) [49-54, 71-75].

Таблица 5.4

Эффективные технологии предварительной и обеззараживающей тепловой обработки комбикормов

Название	Краткая характеристика	Положительный эффект
1	2	3
Способ производства различных видов комбикормов с помощью тепловой обработки, ИМЖ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ	Включает в себя подачу компонентов в приемные бункеры со встроенными теплообменниками и подогревателями, дозирование, смешивание в сборном транспортёре, обработку в реакторе баротермической обработки, охлаждение, отбор подогретого воздуха по паропроводу и подачу его в теплообменники приемных бункеров, отбор тепла и отвод по тепловой магистрали в подогреватели емкостей жидких компонентов	Упрощение технологии производства комбикормов, исключение энергоёмкости процессов измельчения и гранулирования
Технология предварительной тепловой обработки, ФГБНУ ИМЖ – филиал ФНАЦ ВИМ	Разработана линия тепловой обработки комбикормов с реактором. Применение реактора баротермической обработки кормов с тепловыми затворами взамен автоклавов и запарников. Время обработки 60-120 с. Совмещает энергоёмкие процессы нормализации, экспан-	Обеспечение непрерывной работы, экономии времени обработки и тепловой энергии, повышение качества корма, очищение комбикорма от

1	2	3
	дирования, экструдирования и гранулирования	сальмонеллы, патогенных бактерий, грибов и плесени
Технология дистанционного контроля сушки для измерения влажности комбикормов и компонентов, ООО «ЭКАН»	Реализует термогравиметрический (воздушно-тепловой) метод определения массовой доли влаги, основанный на измерении массы образца анализируемого вещества до и после его высушивания с последующим расчётом значений массовой доли влаги. Разработано мобильное приложение «АСЭШ таймер»	Возможность проведения независимых измерений в двух камерах одновременно и одновременного проведения определения влажности 12 проб, дистанционного контроля окончания процесса сушки и установления времени срабатывания таймера для каждой из четырёх секций
Технология кондиционирования зерна, компания «Awila» (Германия)	Проводится анаэробной парогазовой смесью умеренной температуры и нормального давления. Процесс длится 4 мин, продукт нагревается до 45-50°C. Возможность контроля и регулирования температуры и влажности	Снижение энергетических и эксплуатационных затрат на 40-60%, повышение безопасности работ и качества готового продукта
Кондиционирование, реализуемое на паровом смесителе с горячим пуском, компания «Van Aarsen» (Нидерланды)	Высокое качество пара и усовершенствованная система его подачи, отсутствие конденсата, повторное использование тепла, устранение риска гидравлического удара, точное управление дозированием пара	Предотвращение загрязнения дальнейших технологических процессов необработанным продуктом, исключение потери при выработке первой порции, снижение энер-

1	2	3
		гопотребления, повышение качества гранул, длительный срок службы всех компонентов паровой системы, исключение разрушения питательных и биологически активных веществ корма
Технология обеззараживания комбикормов, компания «Van Aarsen» (Нидерланды)	Реализуется на базе кондиционеров серии LTC. Время обработки до 4 мин; производительность – 17,5-70 м ³ /ч при плотности продукта 500 кг/м ³	Гарантированная последовательность выполнения процесса, низкое потребление энергии, отсутствие необходимости в дальнейшей тепловой обработке комбикорма
Технология предварительной термической обработки комбикормов, компания «AGRO Technology» (Дания)	Проводится перед гранулированием и экструдированием в кондиционере ОАР. Предусмотрена возможность изменения пропускной способности и уровня продукта в камере кондиционера	Увеличение количества вводимых пара и жидких добавок, повышение питательной ценности готового продукта за счет регулирования времени нахождения продукта в зоне обработки
Технология обеззараживания кормов, компания «Amandus Kahl GmbH & Co. KG» (Германия)	Реализуется на системе, в состав которой входят кондиционер кратковременного действия, гидротермический стерилизатор, охладитель с	Низкая частота вращения мешалок способствует появлению эффекта агломе-

1	2	3
	дополнительным теплотехническим устройством. Температура процесса 85°C, автоматическое управление заслонками, равномерное поступательное движение через стерилизатор, эффективная очищающая система внутренних органов	рации, обеспечивает высокую однородность и питательную ценность готового продукта
Технология гидро-термической обработки, компания «Амандус Каль ГмБХ & Ко» (Германия)	15-минутное кондиционирование при 100°C в сочетании с кратковременной обработкой в экспандере	Улучшение механического расщепления клеток масличных культур, обеспечение оптимальной обработки продукта. Система более бережная, чем обычная обработка в экструдере при чрезмерном температурном режиме
Технология производства хлопьев, АО НПЦ «ВНИ-ИКП»	Включает в себя увлажнение, отволаживание; пропаривание в специальных аппаратах при давлении пара 0,2-0,4 МПа; плющение зерна; сушку хлопьев; измельчение. Влажность зерна должна достигать 20-25%, температура – 80-100 °С. Плющение пропаренного зерна при зазоре между валками плющилки 0,2-0,5 мм	Улучшение вкусовых качеств, повышение питательной ценности углеводного и протеинового комплексов, очищение зерна от антипитательных веществ, семян сорняков и возможной плесени
Технология производства комбикормов из зерновых хлопьев, АО НПЦ «ВНИ-ИКП»	Разработана специальная линия. Обеспечивает возможность частичной и полной замены сахара и сухого молока в стартерных комбикормах для телят неизмельченными хлопьями гороха, ячменя, овса	Повышение качества и кормовой ценности зерна злаковых и бобовых культур, снижение удельного расхода электро-

1	2	3
		энергии на их измельчение, расширение ассортимента рассыпных комбикормов, увеличение продуктивности телят 10-75- дневного возраста на 15-20%, сокращение расхода кормов на 12-15%
Технология влаготепловой обработки, ФГБОУ ВО ВГУИТ	Разработан аппарат. Обеспечивает реализацию процесса увлажнения зерна пшеницы, ячменя и гороха при изменении температуры воды от 20 до 100 °С. После 10-минутной обработки степень клейстеризации достигает 12-13%, через 30 мин – 36-40, через 70 мин – 100%	Частичное ферментативное расщепление, декстринизация, желатинизация крахмала и растворение протеиновых оболочек крахмальных зерен, способствующие активизации биохимических процессов
Технология инфракрасной обработки зерна, бобовых культур, ФГБОУ ВО ВГУИТ	Разработана линия. Оптимальное значение плотности падающего потока излучения при поджаривании зерна соответствует 16,3 кВт/м ²	Ресурсосбережение, снижение уровня грибной микрофлоры на 99,5%, улучшение соединения сахаров и декстринов в 2-3 раза, повышение степени клейстеризации до 35%

Разработки, представленные в табл. 5.4, отличаются конкурентоспособными характеристиками, обеспечивают высокую степень питательной доступности и эффективности корма, его лучшее усвоение животными; снижение уровня содержания бактерий, вирусов и токсинов в сырье; создание надежного источника крахмала для микрофлоры рубца, что стимулирует у жвачных животных микробиальный синтез белка, а при соблюдении правильного рациона повышает объем производства молока; модификацию недорогого доступного сырья в ценный пищевой компонент для производства комбикормов. Технические и технологические решения обеспечивают снижение энергетических и эксплуатационных затрат до 60%, повышение производительности, безопасности работ и качества готового продукта; совершенствование выполнения технологического процесса; увеличение количества вводимых пара и добавок; предотвращение загрязнения: контроль за соблюдением параметров тепловой обработки. Могут быть рекомендованы для повышения эффективности тепловой обработки комбикормов.

5.4. Эффективные технологии для обогащения кормов добавками

На современном этапе развития российского АПК актуальна проблема не только увеличения производства животноводческой продукции, но и повышения ее качества за счет применения в промышленном птицеводстве и животноводстве эффективных кормовых добавок, к которым относятся премиксы, балансирующие корма по всем питательным веществам; антибактериальные добавки; ферменты, пробиотики, эубиотики, органические кислоты, гуминовые вещества и др.; добавки для нейтрализации антипитательных веществ и улучшения усвоения. В современном производстве необходимо применять препараты, способные повысить продуктивность животноводства и птицеводства, обеспечить качество мяса, сохранность поголовья, не вызывая химического загрязнения.

В табл. 5.5 обобщены примеры перспективных технологий повышения качества кормов, отличающихся биобезопасностью и эффективностью [60, 61, 66-95].

Таблица 5.5

Эффективные технологии обогащения добавками

Технологии применения биопрепаратов и добавок	
название	положительный эффект
1	2
Технология применения кератин- и коллагенсодержащих добавок ФНЦ ВНИТИП РАН	Приготовлены путем высокотемпературной кратковременной обработки и ферментного гидролиза. Замена рыбной муки в рационе цыплят-бройлеров данной добавкой, повышает выход живой массы, сохранность птицы, снижает затраты на 1 кг прироста живой массы
Технология применения ферментных препаратов в кормлении свиней, ФГБОУ ВО «Чувашская ГСХА»	Использование смеси ферментных препаратов отечественного производства в рационах молодняка свиней улучшает динамику прироста живой массы, переваримость питательных веществ, что способствует снижению затрат. Наиболее предпочтительны – смеси ферментных препаратов амилосубтилина и целлюлокса. Повышает среднюю живую массу на 8-13 кг
Концентрат «ForaProtein» для кормления высокопродуктивных коров, Группа компаний «Агро-Балттрейд» по технологии ExPro	С его применением повышаются надои молока до 10% и его качество, среднесуточные привесы на 10-15%; снижаются потребление корма на 5-8% и улучшается его усвояемость
Технология применения полнорационного комбикорма с добавлением кормовых добавок на основе сапропеля, ФГБОУ ВО «Великолукская ГСХА»	Способствует удешевлению рациона на 7-10% и при замене до 10% обеспечивает рентабельность производства мяса бройлеров на уровне контрольной группы и экономии дорогостоящих кормовых ингредиентов. Обеспечивает увеличение массы сердца, мышечного желудка, легких – на 35,8-65,5% по сравнению с показателем контрольной группы
Комплекс микроэлементов в органической форме с более высокой биологической доступностью совместно с фитазой, АО «Биоамид»,	Позволяет сократить ввод в комбикорм железа, марганца, меди, цинка и кобальта до 7,5% гарантированных норм. Ввод ферментной добавки фитазы частично компенсирует дефицит микроэлементов, при этом конверсия корма улучшается на 1,65%

1	2
ФНЦ «ВНИТИП» РАН, НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИгенетика	Комбинированное применение в рационах цыплят-бройлеров фитазы и органического микроэлементного комплекса улучшает показатели откорма, сокращает расходы на корма на 19,9%, повышает отложение макро- и микроэлементов в костяке при снижении выделения с пометом фосфора, марганца, железа, меди, цинка и тяжелых металлов: свинца, кадмия и мышьяка
Пробиотический препарат «Энзимспорин» для кормовых рационов кроликов, ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ имени императора Петра I»	Введение препарата в дозировке 1,0 г/кг комбикорма в рационе положительно влияет на продуктивные показатели, которые превышают аналогичные значения в контрольной группе кроликов: предубойную массу – на 10,72%, убойный выход – на 3,76%, индекс мясности – на 0,94 ед., а также увеличивает массовую долю белка в мышечной ткани до 23,96%, что превышает данный показатель в первой (контрольной группе) на 3,73%
Пробиотический препарат «Энзимспорин» совместно с травяной мукой из зеленой массы топинамбура при откорме молодняка кроликов, ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ имени императора Петра I»	Коэффициенты переваримости в опытной группе, потреблявшей комбикорм с вводом пробиотического препарата «Энзимспорин» (1,0 г/кг комбикорма) и травяной муки из зеленой массы топинамбура (15% к массе сырья), превосходили значения контрольной группы особей по сухому веществу на 4,64%, сырому протеину – на 7,62, сырой клетчатке – на 4,17% ($P \geq 0,99$), что указывает на увеличение степени продуцирования пробиотическим препаратом ферментов с протеолитической, амилалитической и целлюлолитической активностью
Технология применения белковых добавок из личинок мух <i>Hermetia illucens</i> , DSM Nutritional Products	Доказана эффективность замены в рационе животных 5% рыбной муки на 7% высушенных личинок <i>Hermetia illucens</i> . В составе жирных кислот доминируют насыщенные, 49% которых приходится на лауриновую кислоту, что увеличивает среднесуточный прирост живой массы свиней на 6,7% и на 8% снижает затраты комбикорма на 1 кг прироста

1	2
Инновационная технология производства высокоэффективных комбикормов для ценных пород рыб, АО «НПЦ «ВНИИКП»	Спроектирован и изготовлен комплект оборудования в 2-2,7 раза дешевле зарубежных аналогов. Позволяет снизить материальные и энергетические затраты на 10-12%. Применение вакуумного напыления жировых компонентов повышает содержание жира в конечном продукте до 35%, позволит отказаться от закупок дорогостоящего зарубежного оборудования, сократить себестоимость производимых комбикормов на 12-15%
Технология производства комбикормов с введением бурых водорослей (ламинария, фукус) и добавок из них (например, «Алогодарфид»), ФГБОУ ВО СПбГУВМ	Сорбируют микотоксины, позитивно влияют на развитие бифидофлоры толстого кишечника, устраняют диарею у животных и птицы, особенно у молодняка, повышают степень переваривания питательных веществ, улучшают их конверсию. Введение водорослевой крупки в рацион птицы в дозе 0,2-0,5% по массе комбикорма позволяет решить комплекс проблем со здоровьем, повысить продуктивность птицы и её сохранность, получить пищевые продукты птицеводства высокого экологического качества
Технология создания кормов на основе одноклеточных водорослей, ФГБОУ ВО «ВолГАУ»	Для синтезаций применяются новейшие штаммы микроорганизмов. Привес массы опытного теленка на 200 г больше контрольного. Ускоряет обменные процессы в организме. Обеспечивает получение дополнительного корма в зонах рискованного земледелия без использования пахотных земель, сельхозтехники, удобрений, а также вне зависимости от погодных условий. Стоимость гель-гранул такая же, как и стандартного комбикорма, но привесы выше. Первая установка по производству гель-гранул находится в Сахалинском НИИ сельского хозяйства
Технология введения сине-зеленых водорослей (в частности, <i>Chlorella</i> и <i>Spirulina</i>) в гранулированные корма, ФГБОУ ВО ВГУИТ	Разработана линия с вводом суспензии сине-зеленых микроводорослей при гранулировании комбикормов для различных видов животных. Использование такой суспензии в производстве комбикормов определяется их уникальным составом и свойствами (богаты

1	2
	аминокислотами, витаминами, ферментами и другими биологически активными веществами). В результате комбикорм отличается повышенной питательной и биологической ценностью, сниженной крошимостью гранул, и, соответственно меньшим количеством мелкой фракции в готовой продукции и лучшими потребительскими свойствами
Белково-витаминно-минеральные концентраты и премиксы, компания ООО «Мустанг Технологии Кормления», поставщик технологии и оборудования – компания «BDW Feedmill Systems» (Германия)	Измельчению подвергаются зерно, шроты, наполнитель премиксов. В качестве наполнителя используются как отруби, так и минеральное сырье, например, мелкодисперсная известняковая мука. Получаемые добавки выпускаются в больших объемах, удобны в использовании на крупном производстве, значительно повышают питательность комбикормов
Технология применения в корме фитобиотиков, таких как натуральные эфирные масла растений, препараты Фарматан и Флорабис, кормовая добавка AdiCox Sol PF®, мука из крапивы, измельченная сухая трава эхинацеи пурпурной в комплексе с пробиотиком и других фитодобавок, ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина»	Оказывает иммуностимулирующее, антибактериальное и антидепрессантное действие, стимулирует рост, повышает биологическую ценность мяса, обеспечивает сохранность поголовья и экономии комбикорма
Технология производства кормовых смесей с использованием пророщенного зерна в качестве кормовой добавки, ФГБОУ ВО «БелГАУ»	Предложен комплекс машин для проращивания, подготовки и добавления в комбикорм пророщенного зерна. Способствует увеличению привесов свиней на 8-10% за счет сокращения периода откорма

1	2
Комплексная кормовая добавка «Фелуцен», ФГБОУ ВО «Омский ГАУ им. П.А. Столыпина» (г. Омск), Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева (Петропавловск, Республика Казахстан)	Повышает молочную продуктивность коров и качество молока, нормализует биохимический статус организма, нормализует функцию печени и улучшает метаболические процессы. С его применением средний удой опытной группы увеличился на 2,2 кг, количество казеина – на 0,5%, сухого вещества на $13,25 \pm 0,6\%$
Препарат Био-Мос, ФГБОУ ВО «МГА ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»	Способствует улучшению конверсии корма и увеличению мясной продуктивности выращиваемых животных. Наиболее эффективная норма ввода препарата – 2,5 г на 1 кг комбикорма в стартовый период
Добавка PassPro Balance, ФГБНУ «Краснодарский НЦЗВ», ООО «Протектфид», ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»	Включает в себя (на абсолютно сухое вещество) 42,0% сырого протеина, 8,5 – сырого жира, 6,4 сырой клетчатки, и 12,3 МДж обменной энергии, обладает гепатопротекторными свойствами. С ее применением прибыль увеличилась на 38,2%, расход концентратов на выработку коровами 1 кг молока базисной жирности снизился на 22,8%

Приведенный в табл. 5.5 обзор исследований, возможных способов повышения качества и питательности корма с применением биопрепаратов и биопродуктов подтверждает их перспективность для широкого использования в животноводстве и птицеводстве. В условиях промышленного выращивания животных и птицы добавки способствуют повышению общей резистентности организма, нормализации микрофлоры ЖКТ, увеличению продуктивности за счет лучшей усвояемости питательных веществ корма. Для массового использования подобных ингредиентов в комбикормах необходимы дальнейшие исследования и разработка выверенных рецептур их применения.

5.5. Размещение и установка оборудования

Компоновка оборудования и его размещение в соответствии с требованиями технологического процесса должны осуществляться с наименьшим количеством транспортных механизмов и внутри-цеховых коммуникаций. Оборудование, выполняющее одинаковые технологические операции, по возможности, следует размещать на одном этаже.

Дробилки, вальцовые станки и турбовоздуходувки следует располагать преимущественно на первом этаже. Оборудование, не требующее кругового обслуживания (бункеры, циклоны, самотечные трубопроводы и др.), можно устанавливать группами.

Отдельные машины и оборудование разрешается устанавливать вне зданий:

- ▶ без укрытий: трубы норийные; трубопроводы самотечные, пневмотранспортные и аспирационные; транспортеры в металлическом кожухе – цепные, скребковые, безроликовые ленточные (волокуши); шнеки, циклоны, вентиляторы, бункеры для отходов;

- ▶ с применением местных укрытий, навесов или кожухов из негорючих материалов: башмаки и головки норий, приводные и натяжные станции транспортеров, приводы вентиляторов, автомобильные разгрузчики, автомобильные весы [4-7,13,26].

Оборудование и механизмы, генерирующие шум и вибрацию, следует снабжать звукопоглощающими и виброизолирующими устройствами или либо размещать в изолированных помещениях. Нагреватели и воздуходувки необходимо размещать в изолированном помещении.

Места установки магнитных заграждений следует принимать согласно «Правилам организации и ведения технологического процесса производства комбикормов, белково-витаминных добавок, премиксов и карбамидного концентрата».

При выполнении расчетов по проектированию объектов комбикормового производства необходимо пользоваться значениями объемной массы и углов естественного откоса зернового сырья и комбикормов, которые приведены в табл. 5.6 [4-7,13,26].

Таблица 5.6

**Объемные массы и углы естественных откосов сырья и комбикормов
(при кондиционной влажности)**

Сырье	Объемная масса, т/м ³	Углы естествен- ного откоса, °
1	2	3
<i>Зерновые и зернобобовые культуры</i>		
Овес	0,40-0,56	18-22
Ячмень	0,55-0,75	19-21
Просо	0,68-0,82	22-25
Кукуруза	0,70-0,82	19-21
Кукуруза в початках	0,44-0,48	-
Пшеница	0,65-0,76	23-25
Рожь	0,65-0,81	27
<i>Побочные продукты от первичной обработки зерна</i>		
Гречиха	0,55-0,69	-
Вика	0,70-0,88	18-21
Чина	0,70	-
Чечевица	0,76-0,85	22-25
Горох	0,60-0,80	17-19
Бобы	0,70-0,80	23-25
Сорго	0,51-0,64	24-25
Соя	0,73-0,85	17-20
Зерновая смесь	0,47-0,6	18-25
<i>Продукты размола зерна</i>		
Овес измельченный	0,30-0,36	48-53
Ячмень измельченный	0,46-0,65	42-43
Кукуруза измельченная	0,57-0,64	44-47
Кукуруза в початках измельченная	0,40-0,46	-
Просо измельченное	0,56-0,61	39-42
Пшеница измельченная	0,57-0,67	43-47
Горох измельченный	0,66-0,73	40-42
Экструдированное измельченное зерно	0,60-0,65	24-45
Плющенное зерно	0,180-0,300	45-60
Экструдированное зерно	0,180-0,320	-
Зерновая смесь измельченная	0,45-0,61	40-45

Продолжение табл. 5.6

1	2	3
Лузга:		
ячменная	0,21-0,30	80-90
овсяная	0,13-0,23	80-90
просьяная	0,48	-
<i>Мучнистые продукты</i>		
Отруби:		
пшеничные	0,22-0,33	40-45
ржаные	0,31-0,40	40-44
Мучка:		
пшеничная	0,45-0,63	41-45
овсяная	0,30-0,46	50-60
ячменная	0,39-0,42	45-55
просьяная	0,40-0,49	40-45
рисовая	0,40-0,49	50-60
гороховая	0,40-0,67	45-50
кукурузная	0,56-0,67	45-50
<i>Кормовые продукты пищевых производств</i>		
Жмых:		
подсолнечный (измельченный)	0,65-0,75	40...45
льнаной (измельченный)	0,65-0,75	40...45
хлопковый (измельченный)	0,40-0,50	45...50
Барда хлебная сухая	0,16-0,26	50-60
Кукурузные корма сухие	0,28-0,32	42-45
Пивная дробина	0,25	50-55
Солодовые ростки	0,25-0,30	50-60
Жом свекловичный сухой	0,22-0,32	50-60
Шрот:		
соевый	0,47-0,61	47-50
подсолнечный	0,48-0,63	48-51
кориандровый	0,45-0,60	44-47
льнаной	0,45-0,64	45-52
хлопковый	0,36-0,40	40-44
Мука:		
мясокостная	0,50-0,65	44-51
рыбная	0,45-0,62	41-56
китовая	0,52-0,65	50-60

Продолжение табл. 5.6

1	2	3
Дрожжи кормовые сухие	0,43-0,57	43-50
Сухое обезжиренное молоко	0,36-0,38	40-45
Карбамидный концентрат	0,56-0,60	39-41
Меласса	1,24-1,44	-
Жир животный кормовой	0,92-0,96	-
<i>Сырье минерального происхождения</i>		
Мел	0,98-1,40	40-50
Соль поваренная:		
каменная	1,0-2,20	40-50
мелкая	1,25-1,52	39-50
Мука костная	1,00-1,06	40-45
Фосфат обесфторенный	1,62-1,80	42-45
Ракушка молотая	1,40-1,45	30-32
Известняковая мука	1,10-1,62	24-30
Карбамид	0,70-0,72	30-40
<i>Травяная мука</i>		
Витаминная	0,18-0,20	65-75
Хвойная	0,25-0,26	46-50
Гранулированная	0,60-0,70	30-34
<i>Комбикорма</i>		
Немелассированные рассыпные	0,41-0,56	42-44
Гранулированные	0,60-0,66	39-42
Крупка из гранул	0,52-0,63	39-42
БВД	0,50-0,53	40-41
Примечание. Для расчета вместимости силосов принимать средние значения объемных масс, площадей напольного хранения – низшие, определения расчетных нагрузок на строительные конструкции – высшие.		

5.6. Перемещение сырья и готовой продукции

Для перемещения сырья и готовой продукции в процессе приготовления комбикормов можно применять следующие виды внутри- и межцехового транспорта:

- механический: нории, транспортеры (цепные, ленточные, шнековые, вибрационные), электропогрузчики, штабелеры;
- самотечные трубопроводы;
- аэрозольтранспорт;
- пневмотранспорт.

Тип транспорта следует выбирать в зависимости от вида перемещаемого материала и объемно-планировочной структуры производственного корпуса:

- для зернового и мучнистого сырья, а также гранулированных комбикормов допускаются все виды транспорта, для рассыпных комбикормов – нории, цепные скребковые транспортеры и самотечные трубопроводы;
- для мелассированных рассыпных комбикормов – горизонтальные и наклонные скребковые транспортеры;
- для сырья и готовой продукции, затаренных в мешки, – стационарные и передвижные ленточные транспортеры, электропогрузчики, штабелеры [4-7,13,26].

Угол подъема наклонной части стационарных ленточных транспортеров для зерна должен быть не более 16° , а при транспортировании проса и гороха – не более 10° . На участках с уклоном ленты более 14° не допускается установка насыпных лотков.

Самотечные трубы должны примыкать к насыпным лоткам транспортеров так, чтобы направление движения продукта в трубах соответствовало направлению движения рабочей ветви ленты транспортера.

Допускается установка укрытых несгораемыми кожухами ленточных транспортеров на эстакадах открытого типа из несгораемых материалов (для связи между складами и другими сооружениями предприятия).

Самотечные трубопроводы изготавливаются из черной и оцинкованной листовой стали. Диаметры и толщина стенок труб в зависимости от их назначения и производительности линии приведены в табл. 5.7 [4-7, 13, 26].

Таблица 5.7

**Размеры стенок самотечных труб в зависимости от их назначения
и производительности линии**

Назначение самотечного трубопровода	Угол наклона самотека (не менее), град.	Диаметр труб (мм) при производительности линий, т/ч				Толщина стенок, мм
		До 5	До 10	До 20	Более 20	
Для приема сырья и отпуска готовой продукции: зернового сырья мучнистого	36 54	220	220	220	300	2,0
Для зернового сырья (производственный корпус)	36	140	140	180	220	2,0
Для остальных видов сырья промежуточных продуктов, полученных в процессе производства, и готовой продукции (производственный корпус)	47	140	180	180	220	0,7-1,0
Для отходов	50	140	140	140	180	0,7-1,0
Откосы аспирационных сетей	55	140	140	140	180	0,7-1,0

5.7. Охрана труда и окружающей среды

Предприятия по производству комбикормов должны работать в режиме производств закрытого типа. Вход на территорию цехов и въезд любого вида транспорта, не связанного с обслуживанием предприятия, запрещается.

Для обеспечения безопасности при обслуживании оборудования необходимо предусматривать ограждение на движущихся и выступающих частях машин и механизмов. Грузы натяжных станций ленточных транспортеров должны быть ограждены до высоты не менее

2 м. В конце станции следует устанавливать упоры для сбрасывающей тележки [4-7, 13, 26, 55].

Рекомендуются следующие нормы размещения оборудования на комбикормовых предприятиях: при его обслуживании:

- основные проходы в местах постоянного пребывания работающих – шириной не менее 1,5 м;

- между группами машин – шириной не менее 1 м, между отдельными машинами – не менее 0,8 м,

- между стеной и оборудованием – шириной не менее 0,8 м;

- между машинами, а также между машинами и стенами помещений при необходимости кругового обслуживания – шириной не менее 1,0 м;

- от электрощитов до выступающих частей оборудования – не менее 1,25 м;

- между ленточными и другими транспортерами при наличии разгрузочных тележек на них – расширены на величину выступающей части разгрузочных тележек.

В проходах запрещается обустривать постоянные рабочие места и размещать грузы натяжных станций [4-7, 26].

Расстояние от верха оборудования до потолка должно быть не менее 0,4 м, высота от пола рабочих площадок, мостиков и других элементов до низа конструктивных элементов покрытия, оборудования или линий коммуникаций – не менее 2 м при регулярном проходе работающих и не менее 1,9 м – при нерегулярном проходе.

Нории, молотковые дробилки, сено дробилки, жмыхоломачи, кукурузоломачи, фильтры, вентиляторы и пневматические (нагнетательные) трубопроводы для сена и мучнистого сырья должны быть соединены с атмосферой взрыворазрядными предохранительными мембранными клапанами.

Для ухода за головками норий, циклонами и другим оборудованием, установленным на высоте более 1,5 м, вокруг них необходимо устраивать специальные площадки с перилами высотой не менее 1 м и зашивкой по низу на 0,2 м [4-7, 13, 26, 55].

Для звукозаглушения и звукоизоляции аспирационные установки надо обеспечить:

– вентиляторами с электродвигателями – звукопоглощающими основаниями (резиновые прокладки высотой 20 мм и шириной не менее 50-60 мм) или виброизолирующими опорами;

– вентиляторами, отделяемыми от воздухопроводов эластичными вставками или прокладками из эластичной резины толщиной 40-50 мм.

Приточный воздух, поступающий в производственные помещения, должен забираться в зонах наименьшего его загрязнения и подвергаться предварительно эффективной очистке, а в холодный период года подогреваться в калориферах.

Открытые концы всасывающих патрубков вентиляторов ограждаются предохранительными сетками с ячейками размером 25х25 мм [4-7, 13, 26, 55].

В полу механизированных напольных хранилищ над всеми выпускными отверстиями следует устанавливать вертикальные пирамидальные предохранительные решетки, которые должны быть выше максимального уровня загрузки сырья не менее чем на 0,5 м, а расстояние между их поперечными пленками – не более 300 мм. Основания решеток необходимо прочно закрепить над выпускными отверстиями, а окна закрыть сетками и снабдить стеклоуловителями.

Вход в механизированное напольное хранилище сырья допускается только через одну дверь, заблокированную с электродвигателем нижнего транспортера. Галереи верхних транспортеров не должны иметь свободного выхода на насыпь зерна [4-7, 13, 26, 55].

Загрузочные, газовые и смотровые люки бункеров, силосов, закрываемых и др., а также мелассохранилищ следует снабдить прочными металлическими решетками с ячейками размером не более 250х75 мм. Сверху решетки должны закрываться крышками с автоматически закрывающимися замками. Хранилища силосного типа важно обеспечить специальными лебедками для опускания людей через лазовые люки в емкости с целью технического обслуживания.

При размещении оборудования важно предусматривать продольные и поперечные проходы, обеспечивающие выходы непосредственно на лестничные клетки или в смежные помещения, а также проходы между группами машин. Оборудование, не имеющее движущихся частей (норийные трубы, короба цепных транспортеров и шнеков и др.), может быть установлено на расстоянии 0,15 м от стены стороной, не требующей обслуживания [4-7, 13, 26, 55].

Площадки, переходы, антресоли, прямки и лестницы к ним необходимо оградить перилами высотой не менее 1,0 со сплошной обортовкой по низу на высоту 0,2 м.

Перила галерей и лестниц должны быть удобными для обхвата рукой, без острых углов, заусенцев, способных травмировать руку, и выступов, за которые может зацепиться одежда на поверхности.

При размещении стационарных транспортеров следует предусматривать проходы:

- между стеной и одной продольной стороной транспортера шириной не менее 0,7 м;
- между двумя параллельно расположенными транспортерами – не менее 0,8 м [4-7, 13, 26, 55].

В проходной подземной галерее допускается установка ленточных транспортеров (кроме приводной станции) на расстоянии не менее 0,3 м от одной стены и 0,8 м от другой.

Транспортеры длиной более 50 м необходимо оборудовать переходными мостиками с перилами высотой не менее 1 м, при этом нижняя часть ограждения на высоте 0,2 м должна быть сплошной.

При установке норий на уровне пола следует предусматривать проходы с трех сторон шириной не менее 0,7 м. Низ башмака должен быть приподнят над уровнем пола на 0,15 м. Все движущиеся и выступающие части стационарных агрегатов в местах возможного доступа к ним людей должны иметь ограждения. Грузы натяжных станций ленточных транспортеров необходимо ограждать до высоты не менее 2 м [4-7, 13, 26, 55].

Поверхности оборудования и отопительных приборов, имеющих температуру выше 50 °С, следует покрыть теплоизолирующим материалом или закрыть кожухами в местах возможного доступа обслуживающего персонала.

Машины, подверженные при работе знакопеременным колебаниям (вибрациям), необходимо устанавливать на виброизолирующие опоры. Для точного перемещения и фиксации мобильных машин и агрегатов в местах их технологических остановок, а также стыковки со стационарным оборудованием на полах производственных помещений важно предусмотреть колесоотбойные бордюры, профилированную колею и др., а также упоры для предотвращения наезда автотранспорта на оборудование [4-7, 13, 26, 55].

Конструкция распределительных коллекторов, соединения трубопроводов пара и горячей воды, запорной арматуры, КИП должны соответствовать «Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды». Задвижки и другую трубопроводную арматуру необходимо размещать в удобных и безопасных для обслуживания местах, при необходимости – с удлиненными штоками и штурвалами [4-7, 13, 26, 55].

Наружные выходы отапливаемых производственных помещений должны иметь тамбуры площадью, обеспечивающей закрытое состояние наружной или внутренней двери при входе или выходе, въезде или выезде. Размеры ворот в свету для пропуска транспортных средств должны превышать габаритные размеры груженых транспортных средств по высоте на 0,2 м, и по ширине – на 0,6 м, а ворота и двери помещений в направлении эвакуации людей в критических ситуациях – открываться наружу [4-7, 13, 26, 55].

Технологические процессы предприятий по производству комбикормов не должны загрязнять атмосферу. В комплексе мероприятий, направленных на уменьшение загрязнения воздушной среды в первую очередь важно предусмотреть герметизацию оборудования и коммуникаций, очистку технических и вентиляционных выбросов, отвечающую современному техническому уровню.

При превышении предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе следует разрабатывать дополнительные мероприятия по их снижению путем повышения эффективности очистных устройств и сооружения новых, увеличения высоты труб, уменьшения выбросов от соседних предприятий и др. [4-7, 13, 26, 55].

5.8. Противопожарные требования

В производственных помещениях комбикормовых предприятий должна быть предусмотрена система автоматической пожарной сигнализации.

Пути эвакуации людей из зданий и помещений, а также пожарные лестницы следует проектировать для одно-, и двухэтажных и выше зданий предприятий по производству комбикормов в соответствии с СНиП 31-03-2001.

Технологические проемы для пропуска транспортеров, самотеч-

ных трубопроводов и воздухопроводов в противопожарных стенах зданий должны иметь защиту в виде автоматических противопожарных клапанов [4-7,13,26,55].

Размещение в одном помещении отделений различной категории взрыво- и пожарной опасности должно быть технологически обосновано и отвечать требованиям СП 56.13330.2011. Такие помещения необходимо разделять несгораемыми и пыленепроницаемыми перегородками с пределом огнестойкости 0,75 ч, а двери в перегородках – принимать с пределом огнестойкости 0,6 ч.

Нории, молотковые дробилки, фильтры, вентиляторы и пневматические (нагнетательные) трубопроводы должны быть соединены с атмосферой взрыворазрядниками, предохранительными мембранными клапанами.

Противопожарные разрывы между зданиями следует принимать согласно СП 19.13330.2011 и СП 4.13130.2013 [4-7, 13, 26, 55].

5.9. Контроль качества и безопасности при производстве комбикормов

В соответствии с приложением 1 постановления Правительства Российской Федерации от 25.07.2006 № 458 (ред. от 11.11.2020) «Об отнесении видов продукции к сельскохозяйственной продукции и к продукции первичной переработки, произведенной из сельскохозяйственного сырья собственного производства» прочая продукция кормопроизводства включена в перечень видов продукции, относимой к сельскохозяйственной.

Меры по обеспечению государственного контроля (надзора) закреплены постановлением Правительства Российской Федерации от 04.08.2005 № 491 (ред. от 17.10.2011) «О мерах по обеспечению государственного контроля за качеством и безопасностью зерна, комбикормов и компонентов для их производства, а также побочных продуктов переработки зерна» [96].

Органом исполнительной власти, наделенным полномочиями проводить проверки комбикормовых заводов, является Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). Приказом Россельхознадзора от 17.10.2016 №744 (ред. от 14.10.2020) «Об утверждении Перечня правовых актов и их отдель-

ных частей (положений), содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении Россельхознадзором мероприятий по государственному контролю (надзору) и Порядка его ведения» закреплены основные правовые акты проверок [96].

Все контролирующие организации осуществляют контроль и надзор согласно Федеральному закону «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» № 294-ФЗ от 26.12.2008. Существуют административный, судебный, предварительный и последующий контроль и надзор. В области безопасности комбикормов применяется как предварительный, так и текущий и последующий контроль, и надзор.

К предварительному контролю относится подтверждение соответствия продукции заданным требованиям обязательной сертификацией или добровольной. Комбикорма подлежат подтверждению соответствия в форме декларации [96].

Ежегодный план проверок утверждается прокуратурой и размещается на официальном сайте надзорной организации в срок до 1 ноября года, предшествующего году проведения плановых проверок.

Внеплановые проверки также согласовываются с прокуратурой. Основанием для их проведения является поступление жалобы или истечение срока ранее выданного предписания. Контрольно-надзорные органы не вправе проводить проверку без руководителя организации или уполномоченного лица [96].

В настоящее время продолжается реформирование системы государственного контроля (надзора), применяется система риск-ориентированного подхода. Предприятия проверяются в зависимости от класса опасности производимой продукции. Действует автоматизированная система «Аргус», которая позволяет проводить сквозной контроль, обеспечиваемый автоматизацией процесса рассмотрения заявок на ввоз, вывоз или транзит животных, продуктов и сырья животного происхождения, процесса выдачи разрешений или отказов. Проводится внедрение и другой информационной системы – ФГИС «Меркурий», предназначенной для автоматизации бизнес-процессов в торговле и обмена электронными данными между бизнесом и государством [96].

6. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

На отечественном рынке присутствует как отечественное так и зарубежное оборудование для производства комбикормов, техническая характеристика основных из них приведена в табл. 6.1.

Техническая характеристика машин и оборудования для производства комбикормов

Наименование, марка	Производитель- ность, т/ч	Установлен- ная мощ- ность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Изготовитель, по- ставщик
1	2	3	4	5	6
<i>Агрегаты, заводы и установки для производства комбикормов</i>					
Комбикормовые заводы	10, 15, 20				ЗАО Инженерный центр «Грант»
Комбикормовые цеха	3, 5, 10				
Комбикормовые цеха	10-16, 35-40, 80- 90 (проекты 100, 120, 160, 200, 240) т в смену	-	-	-	ООО «Агротехно- парк»
Агрегаты комбикормо- вые:					ЗАО Инженерный центр «Грант»
АК-1	1	13,2	-	627	
АК-3	3	25		784	
АК-4	3,5	27		990	
АКА-3.322	3	21,7	3880х1960х2270	1900	ООО «Агротехно- парк»
АКА-3.322	3-4	16-21	3520х1820х2230	1900	
АК-2-1	2	21,5	2300х1900х4300	875	ЗАО «Жаско»
АК-2-2	2,5	29	1500х1050х1240	1325	
Блочно-модульный комбикормовый завод УЗ-БМКЗ	2-30	-	-	-	АО «НПЦ «ВНИИКП»

Комбикормовые установки: КУ-2-1 КУ-2-2	2 2,5	23,15/26,65 30,2	6950х1900х4240 6950х3900х4240	800 1250	АО «Слободской машиностроитель- ный завод»
Комбикормовые заводы: Премиум Профи Мастер Оптимум	5-40 5-40 5 2-5	120 115 120 55	-	-	ООО «Доза-Агро»
Комбикормовые мини-заводы серии «Клад»	0,3-3	-	-	-	ООО «Агро-Аш»
Комбикормовые заводы: Р1-БКЗ Р1-БКЗ-5	2 4,5	50 90	18200х5000х8000 15000х10000х11500	9000 10000	АО «Мельинвест»
Линии: КПК-0,5-Ф КПК-1-Ф КПК-2-Ф КПК-3-Ф КПК-4-Ф КПК-5-Ф	500 1000 2000 3000 4000 5000	8,60; 13,20; 28; 28; 41; 48	-	-	ООО «Доза-Агро»
ЛПКГ-0,9-Ф ЛПКГ-1-Ф ЛПКГ-3-Ф ЛПКГ-5-Ф	800 1300 2800 4000	68,27 93,01 162,64 247,42	-	-	
Линии: ЛГ-0,9-Ф, ЛГ-1-Ф, ЛГ-3-Ф, ЛГ-6-Ф	900 1500 2200 5000	54,82 69,31 132,44 212,02	-	-	

1	2	3	4	5	6
Комбикормовый мини-завод КЗМ	1-4	-	-	-	ООО НПП «А-Инжиниринг»
Автоматические комбикормовые заводы А.КЗС	1-4,5	-	-	-	
Комбикормовые мини-заводы: КМЗ-0,5 КМЗ-1 КМЗ-2 КМЗ-3 КМЗ-4	0,5 1 2 3 4	-	-	-	Компания «Агро-Поставка»
Мобильные комбикормовые установки: с одним смесителем с двумя	1,0-1,5 2,0-3,0	41,0 45,0	2400х4800х3500 2400х2400х3500		ЗАО «Совокрим» ООО «Полымя»
Малогабаритные комбикормовые установки: МКУ-1 МКУ-2	300 600	53 64	4700х2350х2350 4700х2350х23500	-	
Линия для приготовления комбикормов с одним смесителем	До 3	23,5-47,5	-	-	
Линии приготовления рассыпных комбикормов	3-20	-	-	-	

Линии приготовления гранулированных комбикормов	3-20	-	-	-	
Прицепные установки для приготовления комбикорма с пневматическим забором зерна ПКУ 5105, ПКУ 5165	6-9	75-113/ 100-150	-	-	
Модульный комбикормовый завод	3-10	-	-	-	Группа компаний «Технэкс»
Комбикормовый завод	5-40	-	-	-	ООО НПО «Агро-Симо-Машбуд»
Модульные комбикормовые заводы	5 – 100 т/ч				«Awila»
Установки для приготовления комбикормов: МКУ-0,7 МКУ-1,5 МКУ-3	1,8 2,4 4	2 25,7 51	4000x1100x3000 7000x2044x3555 8310x4193x3555	-	ООО НПО «Агро-Симо-Машбуд»
Комбикормовые линии	0,8-4,5	7,5-30			ООО «БелДозаМех»
Комбикормовые заводы контейнерного типа	2-30	-	-	-	«Ottevanger Milling Engineers»
Контейнерные комбикормовые заводы	2-30	-	-	-	«Wynveen International b.v.»
Комбикормовые заводы					«Skiold Sæby A/S»
Комбикормовые заводы «Смарт»	До 10	-	-	-	«ROSAL»

1	2	3	4	5	6
Комбикормовые заводы: MVKS VKS	0,5-2 2,5-5				«Farmet a.s.»
<i>Оборудование для тепловой обработки комбикормов</i>					
Пресс-грануляторы для комбикорма:					ООО «Доза-Агро»
ДГ-6В	6	77,75			
ДГ-6В-Н	6	77,75			
ДГ-5В	4,5	62,95			
ДГ-5В-Н	4,5	62,95			
ДГ-4В	3,5	47,25			
ДГ-4В-Н	3,5	47,25			
ДГ-3ВУ	2,5	39,25			
ДГ-3ВУ-Н	2,5	39,25			
ДГ-1В	1,4	20,35			
ДГ-0.9В	0,8	15,75	-	-	
ДГ-4Н	3,6	47,25			
ДГ-5Н	5	57,95			
ДГ-6Н	6	77,95			
ДГ-7Н	7	92,95			
ДГ-8Н	8	116,6			
ДГ-10Н	10	141,7			
ДГ-12Н	12	168			
ДГ-15Н	15	194,7			
ДГ-20Н	20	233,2			
ДГ-4Н/2	3,6	50,15			

ДГ-5Н/2	5	60,15			
ДГ-6Н/2	6	80,15			
ДГ-7Н/2	7	95,15			
ДГ-8Н/2	8	122,1			
ДГ-10Н/2	10	141,7			
ДГ-12Н/2	12	168			
ДГ-15Н/2	15	194,7			
ДГ-20Н/2	20	233,2			
Гранулятор ОГМ-6-90	5-4	92,95	2300x1100x2200	2200	
Пресс-грануляторы: КМРМ-250 ОГМ-75	До 1,5	23,85	1800x750x2200	720	ООО «Агромаш»
	До 3	77,95	2300x1100x2200	2675	
Гранулятор кормов «Гранд»	3-10	132	3270x2250x1740	5500	АО «Мельинвест»
Грануляторы: ГШ-01 ГШ-02	1	55	1740x2065x1350	1860	ООО НПП «Экс-про»
	1,5	90	1960x2065x1350	1820	
Мини-грануляторы: ZLSP 120 ZLSP 150 ZLSP 200; ZLSP 230; ZLSP 260; ZLSP 300; ZLSP 400	50-100	3 (220/380)	710 x 390 x 910	80	ЗАО Инженерный центр «Грант»
	80-200	4	800 x 450 x 700	95	
	100-280	7,5	1000 x 430 x 950	200	
	280-380	11	1140 x 470 x 970	290	
	380-480	15	1200 x 500 x 1070	330	
	570-670	22	1270 x 520 x 1070	410	
	750-930	30	1520 x 600 x 1150	550	
Пресс-грануляторы: ДГ-0,9 ДГ-1	0,8	15,75	-	-	
	1,3	19,25			

1	2	3	4	5	6
ДГ-3 ДГ-4 ДГ-5 ДГ-7 ДГ-10 ДГ-15	3 3,5 5 7 10 15	39,95 47,95 58,75 97 141 170			
Пресс-грануляторы: 420-108SM 520-178SM 660-178SM	10 15 20	75,0 160,0 160,0	2590x2350x2760 3716x2720x3010 3770x3234x3505	2920 6560 8330	ООО «Полымя»
Комплект оборудования для производства микронизированного зерна	2	90	10000x5500x4500	20000	АО «НПЦ «ВНИ-И КП»
Установки для гранулирования комбикормов: Б6-ДГВ Б6-ДГН	8-11 2-4	144-154 70	- -	- 5130	ТПО «Продмаш-Гранул»
Пресс-гранулятор Б6-ДГВА/1К	18-25	279	6957x2900x3790	13380	
Линии гранулирования	0,5-4				ООО НПЦ «А-Инжиниринг»

Линии гранулирования: P2 P3 P4 P5	5-10 12-16 18-22 30-32	-	-	-	«GRAF Equipment-GmbH»
Пресс-грануляторы: KMPM-250 KMPM-320/SZ-3 SZ-4 SZ-5 SZ-7 SZ-10	0,501 1-3 2-5 3-8 4-10 5-16	23,85 39,95 59,1 97 117 169,7	1800x750x2200 1800x1550x2000 2856x925x2060 3486x1325x2650 3486x1325x2650 3550x1475x2855	720 1500 2300 2500 2600 3900	Компания «Агро-Поставка»
Мини грануляторы: ZLSP 120B ZLSP 150B ZLSP 200B ZLSP 230B ZLSP 260B ZLSP 300C ZLSP 400C	50-100 80-200 100-280 280-380 380-480 570-670 750-930	3 4 7,5 11 15 22 30	710x390x910 800x450x700 1000x430x950 1140x470x970 1200x500x1070 1270x520x1070 1520x600x1150	80 85 231 290 330 410 550	
Линии экструдирования 50/50	0,3-1	-	-	-	ООО «Агромаш»
Зерновые экструдеры: ЭТР-100/11 ЭТР-200/18 ЭТР-500/30	До 0,1 До 0,2 До 0,35	11 20,15 31,65	-	-	

1	2	3	4	5	6
ЭТР-700/45	До 0,5	46,55			
ЭТР-700/55	До 0,6	56,65			
ЭТР 700/55-Турбо	До 0,8	78			
Универсальные кор- мовые экструдеры для смеси зерно/солома:					
ЭТР-200/18	До 0,15	20,5	-	-	
ЭТР-500/30	До 0,3	32			
ЭТР-700/45	До 0,4	47			
ЭТР-700/55	До 0,5	57			
ЭТР 700/55-Турбо	До 0,7	78			
Пресс-экструдеры:					ЗАО «Жаско»
ПЭ-370У	0,35-0,45	38,1	1510x1195x1495	740	
ПЭ-450У	0,4-0,5	46,1	2250x2400x1450	790	
ПЭ-550У	0,45-0,65	57,22	1990x2115x1720	1510	
ПЭ-750У	0,65-0,8	78	1670x1550x1600	1560	
ПЭ-900У	1-1,4	92,6	1120x500x1320	1990	
ПЭ-1250У	0,9-1,3	90	2010x2200x1800	2200	
Пресс-экструдеры:					
ПЭ-300УВ	0,27-0,35	31	1510x1195x1490	720	
ПЭ-100	0,08-0,13	11,37	850x850x1500	250	
ПЭ-180	0,15-0,2	18,62	928x665x1545	300	
ПЭ-220	0,2-0,25	22,62	928x665x1545	450	
ПЭ-750	0,65-0,8	78	2010x2200x1800	1560	
ПЭ-900	0,9-1,3	92,6	1120x500x1320	1937	
ПЭ-1100	1,2-1,5	113,37	2800x2290x1985	2140	

Пресс-экструдер (боковой питатель) ПЭ-550-01-БП	До 0,65	57,22	-	1510	
Пресс-экструдеры: ПЭ-750 С ПЭ-900 С	0,65-0,8 0,9-1,3	78 92,6	2010x2200x1800 2450x1760x1800	1560 1990	
Кормовой экструдер ПЭ 1100С	1,2-1,5	113,37	2800x2290x1985	2140	
Турбоэкструдеры: «Экспро-01» «Экспро-02» «Экспро-03» «Экспро-04»	0,5-0,7 0,8-1 1,2 1,4	55 90 90 132	2100x2065x1350 2180x2065x1350 2180x2065x1750 2180x2065x1350	1900 2100 2100 2100	ООО НПП «Экспро»
Турбоэкструдеры: «Экспро-02 Био» «Экспро-02 У Био» «Экспро-02У» «Экспро-03У» «Экспро-04У»	0,8-1 0,8-1,2 1,1 1,3 1,6	90 90 90 90 132	2400x2065x1520 2400x2065x1350 2180x2065x1750 2180x2065x1750 2180x2065x1750	2200 2200 2200 2100 2100	
Кормовые экструдеры: ЭК-40 ЭК-100 ЭК-100 ВОМ ЭК-150 ЭК-300 ЭК-300Ш ЭК-500 ЭК-1250 ЭК-1500	00,4 0,1 0,1 0,15 0,3-0,35 0,3-0,35 0,4-0,47 1-1,2 1,3-1,4	4 11,12 - 18,65 37,8 38,5 45 93 132	600 x 600 x 1100 830 x 670 x 1700 830 x 670 x 1700 930 x 670 x 1700 1670 x 1550 x 1550 1670 x 1550 x 1550 1500 x 1400 x 1650 2065 x 1650 x 2080 2065 x 1650 x 2080	90 250 150 350 750 780 720 2130 2250	

ЗАО Инженерный
центр «Грант»

1	2	3	4	5	6
Экструдеры: УЗ-ДЭК-1500 ДРОЭ-1	1,5 1	110 113,25	2500x2200x1650	2130	АО «НПЦ «ВНИ- ИКП»
Экструдеры для комби- кормов серии:					ООО «Доза-Агро»
К-40	0,035	7,50			
К-50	0,06	11			
К-60	0,09	15			
К-60А	0,09	15	-	-	
ЭП-200	0,25	22,62			
ЭП-01	0,6	55,55			
ЭП-02 БИО	1,2	91,70			
ЭП-02	1,2	91,70			
Экструдеры: Э1-5 Э1-4	0,35 1,8	75 90	-	-	ООО «Продсель- маш»
Экструдеры: ПЭ 110 ПЭ 380 ПЭ 500 ПЭ 1000 ПЭ 1250	0,11 0,38 0,470 1,05 1,25	11,55 37,8 57,5 92,65 112,65	1579x654x1000 1700x750x2000 000x1970x1650 2300x2000x1700 2065x1655x2080	360 720 1250 2000 2250	Компания «Агро- Поставка»
Экструдеры серии ES	0,025-1,3	3,5-110	-	72-2130	ООО НПП «А-Инжиниринг»

Экструдеры: Е-500 Е-1000 Е-1500 Е-1700 ЕМ-500 ЕМ-1250 (зерновые, соевые)	До 0,5 До 1 1,5 1,7 0,5 1,3	57 92 97 103 55,55 90,55	2300x2100x1700 1800x2600x1900 3125x1769x2379 2400x2400x2850 1850x1550x1910 2000x1670x1920	1800 2500 3200 4000 1400 2000	ООО «Прогресс»
Микронизатор ИММ-20	0,5-2	83	3450x1400x2445	1750	
Экструдеры: МВ-150 МВ-200 МВ-300	75 75-132 132-315	-	3356x810x1653 3217x1828x1474 4453x2381x1860	-	ООО «МК «Тех- нэкс»
Кондиционеры длитель- ной выдержки: КДВ 1600 КДВ 3000 КДВ 4500	20 40 60	-	5390x956x1160 6324x1340x1374 8535x1434x1374	-	
Смесители-кондицио- неры: СКТ-250 СКТ-400 СКТ-500.03 СКТ-500.10 СКТ-600	6 10 40 53 40	4 7,5/1,5 11/15 15 18,5	1418x425x715 2326x699x1143 2898x808x1028 2878x888x1094 3436x989x1240	154 501 606/644 710 1060	
Экспандеры: МВП-150 МВП-200 МВП-300	-	75, 110/132 160/200/250/ 315	2805x810x4670 2806x1810x1590 3160x2490x2170	-	

1	2	3	4	5	6
Пропариватель ПЗС 1	До 0,7	15,37	2890x690x1800		ООО «Агромаш»
Грануляторы: MABRIK PVR-40 PVR-100 PVR-150	-	22-30 55-75 90-100	-	1180 2850 4440	«ROSAL»
Пресс-грануляторы:					
CLM	4-30	55-355	-	2460-17700	«Awila
Münch 250 Münch 350 Münch 420 Münch 850 Münch 940	0,2-0,5 2 4-6 20-35 35-50	11-15 2x22-37 2x45-55 2x110-132 2x160-200	-	0,9 1,9 4,2 12,3 13,0	«Münch-Edelstahl GmbH»
Пресс-грануляторы	-	3-630	-	-	«Amandus Kahl GmbH & Co. KG.»
Грануляторы серии C и Cu	До 60	-	-	-	«Van Aarsen-International B. V.»
Пресс-грануляторы	До 100	-	-	-	«Andritz Feed and Biofuel A/S»
Система гранулирования HYSYS	До 50	-	-	-	«Bühler AG»
Пресс-грануляторы: Kubex™ T	10-50	До 280; до 585	-	-	
АННС АННД RWPR GT	80 12 30 -	2x75/2x90 2x110/2x132 250-315 -	1950x2350x1500 3080x3200x2090 3560x2850x2840 1650x1675x1690	3500 6500 1100	
				1800-11000	
					ГК ICK GROUP

Экструдеры: серии 9000 серии 2000 серии 600	3,4-3,6 0,5-1,8 0,027-0,036	-	-	-	«Insta-Pro International»
Экструдер MS 3000	0,8-1,5				
Экструдеры серии EX	1,5-20	200-550	-	4000-9000	«Andritz Feed and Biofuel A/S»
Экструдеры: FE 100 FE 250, FE 500 FE 1000 FE 4000	2,2-4,8 5,4-8,4 10,8-16,8 22-33 680-170	15 22 55 110 400	-	-	«Farmet a.s.»
Экструдеры: X100 X125 S50 Y160 Y200 Z300 OEE 25 NG	0,3-1,2	75	-	-	«Setrem»
	1-1,8	90			
	0,01-0,5	22-37			«Amandus Kahl GmbH & Co. KG»
	0,1-3,8	110			
	1,2-5	160			
	2,5-9	200-250			
	До 10	До 450			
Экспандеры Amandus Kahl	2-60	55-600	-	2600-13300	«Amandus Kahl GmbH & Co. KG»
Лабораторный экспандер	0,3	15	-	-	«Amandus Kahl GmbH & Co. KG»
Экспандеры	4-80	90-590	-	3700-9000	«Andritz Feed and Biofuel A/S»

1	2	3	4	5	6
Паровые смесители	12-25	-	-	-	«Van Aarsen-International B. V.»
Кондиционеры с контролем времени	12-25	-	-	-	
Дробилки					
Агрегаты дробильные комбикормовые:					ЗАО «Жаско»
АДК-8	6-8	30	1840х1040х1260	800	
АДК-10	10	45	1960х1040х1300	970	
Дробилка кормовая КД	3	Без шнека 22	2600х1750х2800	Со шнеком 780	
		Со шнеком 23,5	5600х1750х2800		
Дробилка кормов ДМ-2А	2,5	22	1500х1050х1690	470	
Молотковая дробилка МД-45	До 5	45	1690х840х1050	830	
Дробилки:					АО «Слободской машиностроительный завод»
ДМ-4 (зернодробилка)	5	32,2	5160х4110х3720	870	
Дробилка КД-2А	3	23,1	5600х1750х2800	780	
Дробилка КУ-203	2,5	22	1500х1050х1690	470	
Измельчитель зерна «Фермер ИЗ-25»	0,35	1,2	315х300х600	7,3	АО «Капитал-ПРОК»
Дробилки:					ООО НПО «Агро-Сима-Машбуд»
А1-ДМ2Р-55	6,5	55,55	1600х1370х2250	1440	
А1-ДМ2Р-75	10,0	75,55	1650х1370х2250	1765	
А1-ДМ2Р-110	14,5	110,55	1950х1370х2250	2290	
А1-ДМ2Р-160	22,5	160,55	2350х1370х2250	2600	

Агрегат кормодробиль- ный АКР-1	5	30	1600x1360x2110	680	АО «Реммаш»
Дробилка ДМ-2	1-1,3	15	1150 х 687 х 830	260	
Дробилки: ДМА-1250 ДМА-1600 ДМА-3000 ДМА-5000 ДПА-7,5 ДПА-11 ДПА-18,5 ДПА-22 ДПА-30	1,25 1,6 3,0 5,0 0,3-0,7 0,5-1,1 1,1-2,1 1,9-3,6 2,2-4	7,5 11 22 30 7,5 11 18,5 22 30	-	-	ООО НПП «А-Инжиниринг»
Дробилка молотковая	0,75	22	1268x883x872	723	НПИФ ООО «КОН- СИТ Холдинг»
Дробилки молотковые: ДМ-5 ДМ-8 ДМ-10	3-6 6-8 8-10	18,5/22,5 30 30/37	1314x1070x1650 1865x1040x1300 1840x1040x1260	667 860 860	ООО «Агротехно- парк»
Дробилки молотковые: ДМРТ 1205 ДМРТ 1207 ДМРТ 1210	1,59 1,7 2,76	110/132/ 160/200 110/132/ 160/200 250/315/355	2272x1590x2430 2644x1934x2462 3235x1934x2659	3057 5110 6145	ООО «МК» Тех- нэкс»
Дробилка молотковая вертикальная ДМВ-10	1,7	75/110	1650x1642x2510	1990	

1	2	3	4	5	6
Дробилки молотковые: ММД-15 ММД-20 ММД-30 ММД-60 ММД-63 ММД-95	0,5-1,5 До 3,5 0,8-4,0 До 7 12-20 До 30	-	-	170 577 670 930 3130 3740	ООО «Малинов- ский РМЗ»
Дробилки: БДК-М Р1-БДК-5М Р1-БДК-10М Р1-ДП	1,5-2 4-5 8-10 10	15,25 38,75 91,5 77,2	1500х1500х2700 1890х1480х3800 1800х1500х3200 1635х1250х2135	920 1050 1400 1590	АО «Мельинвест»
Дробилки: ДМВ18,5-20 ДМВ20-22 ДМВ30-30 ДМВ30-37 ММ70 М140 ММ180 ММ70 В ММ140В ММ180В	1,25 1,8 2,4 3 1,9-15 4,5-30 9,5-40 1,9-15 4,5-30 9,5-40	18,5 22 30 37 37-55 75-132 160 37-55 75-132 160	900х850х1200 950х850х1200 1140х900х1500 1200х900х1500 1700х1400х1950 2240х1400х1950 2450х1400х1950 1700х1400х1950 2240х1400х1950 2450х1400х1950	465 490 600 650 1860 3230 3650 1910 3280 3750	ЗАО «Совокрим»
Дробилки молотковые: УЗ-ДМБ-2 УЗ-ДМБ-5 УЗ-ДМБ-10 УЗ-ДМБ-20	3 5 10,2 20	22 45 90 132	1370х694х850 1900х800х985 2355х1100х1195 3610х2185х2450	520 850 2000 3100	АО «НПЦ «ВНИ- ИКП»

Дробилка молотковая ММ-3	0,05-0,1	3	950x500x1400	90	ООО «Продсель- маш»
Зернодробилки пневма- тические серии:					ООО «Доза-Агро»
ДКР-0,7 УМ	0,7	5,5			
ДКР-0,9УМ	1	7,5			
ДКР-1,5УМ	1,5	11	-	-	
ДКР-2УМ	1,8	154			
ДКР-3УМ	2,35	18,5			
ДКР-4УМ	3,25	22			
ДКР-5УМ	4,2	37			
Зернодробилки пнев- матические роторные молотковые:					
ДКР-0,7-Ф	0,7	5,5			
ДКР-0,9-Ф	1	7,5			
ДКР-1,5-Ф	1,5	11	-	-	
ДКР-3-Ф	2,35	18,5			
ДКР-3Д-Ф	2,05	18,5			
ДКР-4-Ф	3,3	22			
ДКР-4Д-Ф	2,9	22			
ДКР-5Д-Ф	4,8	37			
Зернодробилки механи- ческие серии:					
ДЗМ-3У	3	30			
ДЗМ-6У	6	55	-	-	
ДЗМ-10У	10	75			
ДЗМ-15У	15	132			
ДЗМ-20	16,5	160			

1	2	3	4	5	6
Вальцовые дробилки для зерна Romill серии: S100 S300 S600 S900 S1200	0,9 2,6 9 20 25	2,2 7,5 18,5 37 45	-	-	
Дробилки пневматические молотковые: ДПМ-7,5 ДПМ-11 ДПМ-18,5 ДПМ-22 ДПМ-30	0,3-0,7 0,8-1,1 1,1-2,1 1,9-3,6 2,2-4	7,5 11 18,5 22 30	1000х670х730 1000х670х850 1000х730х1110 1100х730х1110 1170х780х1110	180 200 290 315 320	Компания «Агро-Поставка»
Дробилки молотковые: ДМР-18,5 ДМР (Р) 18,5 ДМР-30 ДМР-45	2-5 5 8 10	18,5 18,5 30 45	890х980х1520 1314х1070х1789 1840х1040х1260 1960х1040х1300	267 667 830 970	
Вальцовые измельчители: ИГТ 400.1100 ИГТ 400.1100 А ИГТ 400.1600, ИГТ 400.1600А		45 (одно- уровневые) 60; 60; 90; 90 (двуху- ровневые)	2160х1200х1355 2160х1200х2285 2660х1200х1355 2660х1200х2285 (одноуровневые)	4429 5710 5715 5773 (одно- уровневые)	ООО «МК «Тех-НЭКС»

			2160х1200х2285 2160х1200х2285 2660х1200х2285 2660х1200х2285 (двухуровневые)	8612 8825 11000 11213 (двухуровневые)	
Дробилки молотковые с пневмозабором:					ЗАО Инженерный центр «Грант»
ДМП-1,5	1,5	11	785х666х1032	230	
ДМП-4	3,5	22	1045х732х1155	370	
ДМП-5	5	30	852х646х1166	667	
ДМП-8	8	45	1840х1040х1260	830	
ДМП-10	8-10	55	2070х1040х1260	980	
Дробилки молотковые:					ООО «Полымя»
ДКМП-1,6	1500	15,0	1093х731х1121	204	
ДКМП-2,0	1800	18,5	1198х731х1121	308	
ДКМП-3,0	2700	30,0	1369х900х1458	450	
ДКМП-3,7	3600	37,0	1354х900х1458	455	
ДКМП-5,5	4800	55,0	1425х870х1505	650	
ДМ-18	4,3	18,5	940х990х1486	212	
ДМ-30	7	30,0	844х1150х1178	350	
ДМ-55	11,5	55,0	1070х1085х1700	395	
Дробилки молотковые:					ООО НПО «Агро-Сима-Машбуд»
ДМП-7,5	0,9	7,5		238	
ДМП-11	1,0	11,0		238	
ДМП-22	1,5	22,0		860	
ДМП-30	2,0	30,0		860	

1	2	3	4	5	6
Дробилки: VRE-75 VRE-150 VRE-220 MRA-75 MRA-150 MRA-220	5,5-14,5 12,5-22 13-32 7,5-18 11-26 16-40	55/75 90/110 135/160 55/75/90 110/135 160/200	1755x900x1990 2120x900x1990 2555x950x2145 1755x1100x2090 2120x1100x2090 2555x1150x2245	1450/1650 1950/2100 2850/2950 1550/1750/ 1850 2200/1350 2950/3260	«ROSAL»
Дробилки серии AWSK	-	75-250	-	-	«Awila»
Молотковые дробилки серий: 2D GD	5-100	55-200	-	3000-6800	«Van Aarsen-International B. V.»
AWF	0,3-3,0	5,5-30	-	-	«Awila»
DM и BM	0,5-2,5	5,5-37,0	-	-	«Skiold A/S»
Multimill Optimill	0,5-25 0,5-60	22-355	-	-	«Andritz Feed and Biofuel A/S»
Молотковые дробилки: 670-750 670-1150 670-1550	9-25 12-35 18-50	110-160 160-250 250-315	-	2300 2900 3400	«Ottevanger Milling Engineers»
Молотковые дробилки серий: AMK, MB и MBX MT, ME, MTX	25-45 25-75	55-200 160-355	- -	1400-3250 1550-4800	«Agro Technology»

SDHM	-	30-200	-	-	«Münch-Edelstahl GmbH»
GHM	20-50	132/250	-	2700/3200	«Wynveen International b.v.»
Молотковая дробилка Granulex™ (DFZP)	До 75	до 400	-	-	«Bühler AG»
<i>Просеивающие машины</i>					
Просеивающие машины:				8	АО «НПЦ «ВНИИКП»
УЗ-ДМП-2	20-40	-	2390x880x1510	40	
УЗ-ДМП-10А	10	2x0,37	1850x1550x1960	650	
УЗ-ДМП-20А	20	2x0,75	1990x1550x1960	750	
УЗ-ДМП-30А	30	2x0,75	2550x2550x2600	1450	
УЗ-ДМП-10Б	10	2x0,37	1850x1550x1960	650	
УЗ-ДМП-20Б	20	2x0,75	2500x2100x2600	1350	
УЗ-ДМП-30Б	30	2x0,75	2500x2400x2700	1800	
Сепараторы:					
УЗ-ДЗС-2	8-20	2x0,37	1550x1275x1450	450	
УЗ-ДЗС-50	50	0,75	2430x1150x1720	480	
УЗ-ДЗС-100	100				
Сепараторы барабанные для зерна:					ООО «Доза-Агро»
ПБ-20	20	0,55	-	-	
ПБ-40	40	0,55			
ПБ-60	60	1,5			

1	2	3	4	5	6
Сепараторы магнитные для зерна: СМП-150 (ТСХТ15) СМП-200 (ТСХТ20) СМП-250 (ТСХТ25) СМП-300 (ТСХТ30) СМП-400 (ТСХТ40)	10 20 35 45 100	-	300x300x740 400x400x740 480x480x850 540x540x920 680x680x1190	-	ООО «Доза-Агро»
Сепараторы пневматических дробилок для зерна: СА-2 СА-3 СА-4	4 4 6	-	0,6x0,55x0,7 0,6x0,55x0,7 0,6x0,6x0,7	-	
Просеиватель гранул	15	0,75×2	2230x1170x1950	930	
Плющилки					
Машины плющильные: МП 100-60 МП 125-60	3 4	37 37-55	2060x1620x1760 2500x1800x1700	4000 5000	ЗАО «Совокрим»
Плющилки для зерна серии: ПЗ-1-Ф ПЗ-2-Ф	1 2	2,2 4,4	-	-	ООО «Доза-Агро»
Вальцовые плющилки Romill серии: М 100	0,5	2,2	-	-	

М 300	1,8	5,5			
М 600	4	11			
М 900	6	18,5			
М 1200	9	22			
Плющилки зерна:					Компания «Агро-Поставка»
АПЗ-01	0,5-0,9	4	710х500х1300	100	
ПВ3-350	2,5-5	7,5	1250х1520х1130	650	
ПВ3-700	5-10	22	1690х1860х1040	980	
ZZ 4020 Tytan	0,3-0,8	4	1350х850х1380	196	
ZZ 7520 Tytan	1,1	7,5	1350х870х1420	305	
ZZ 7530 Tytan	1,1	7,5	1520х910х1580	347	
ZP 4020 Atlas	0,5-1,3	4	1240х620х1580	250	
ZP 4030 Atlas	0,5-1,3	4	1240х640х1580	270	
ZP 5520 Atlas	0,7-1,9	5,5	1240х670х1580	355	
ZP 5530 Atlas	0,7-1,9	5,5	1240х670х1580	375	
ZP 7530 Atlas	1,1-2,5	7,5	1190х790х1800	485	
Плющильные станки:					ООО НПО «Агро-Симо-Машбуд»
ПС-400	0,6-0,8	22	2200х1950х1500	2400	
ПС-600	0,7-1,2	37	3000х2230х1700	5500	
Плющилки для зерна	0,3-2	2,2-7,5	Ширина: от 71 до 300 мм		ООО «БелДоза-Мех»
Вальцовая мельница AWILA					«Awila»
Валковые измельчители	10-60	22-55	-	-	«Amandus Kahl GmbH & Co. KG»
Дисковые мельницы Skiold:					«Skiold A/S»
Sk 2500	1-12	5,5, 7,5	-	-	
Sk 5000		15, 22, 30			
Sk 10 T		55, 75			

1	2	3	4	5	6
Плющилки серии «Mug-ska»	До 100				«Aimo Korteen Копераја Оу»
<i>Дозаторы</i>					
Установки дозирования: УД-6 УД-8	6 6	8,7 10,6	5647 x 2300 x 3128 6897 x 2300 x 3138	1900 2530	ЗАО Инженерный центр «Грант»
Дозатор автоматический ДА-03	-	-	1150x570x300	20	
Дозаторы: одношнековые ПША-Ж-1 ПША-Т-1 четырёхшнековые ПША-Ж-4 роторный П-20	0,8-63** 1,6-40** 1,6-125	- - -	- - -	- - -	ООО «Агроэсорт»
Ленточные весовые до- заторы 4488ДН-У	0,25- 1000 (при диапазоне объ- емной произ- водительности 0,25- 500 м³/ч)	-	-	-	
Дозатор весовой Р1-БДУ Р1-БДУ-10	1,6 2**	- -	- 2550x2500x2490	- -	АО «Мельинвест»

Дозаторы бункерные непрерывного действия: Альфа Микро ДВБН-15 Альфа Мини ДВБН-250 Альфа Миди ДВБН-1000	4,0, 6,3, 10 100, 160, 250 630, 1000, 1600	0,35 0,7 1	265x464x565 380x470x820(1345) 924x924x1395(2007)	-	АО «Весоизмерительная компания «Тензо-М»
Дозаторы весовые непрерывного действия для хорошо сыпучих материалов: ДЛТ-25 ДЛТ-100М ДЛТ-250	10, 25 40, 63, 100 250	-	400x450x355 710x670x510 816x800x700	25 70 90	
Модуль микродозирования АМД		1005,5	4440 × 1934 × 2500	2000	
Весы порционные тензометрические УЗ-ДБДТ	-	0,18-7,5	-	-	АО «НПЦ «ВНИИ-ИКП»
Модули дозирования: УЗ-ДУМД 4 УЗ-ДУМД 6 УЗ-ДУМД 8 УЗ-ДУМД 12	4 6 8 12	4,63 6,78 9,05 15,4	1347x2174x2418 2326x2209x2428 1960x2185x2344 3610x2185x2450	1123 1475 2400 2950	
Дозатор бункерный непрерывного действия ДБНД-1500	1,4**	3	1450x1900x2357	-	

1	2	3	4	5	6
Питатели шнековые	0,2-3,6	2,2-5,3	-	-	АО «Курганский машиностроительный завод конвейерного оборудования»
Питатели: УЗ-ДПШ-100-1 УЗ-ДПШ-100-2 УЗ-ДПШ-100 УЗ-ДПШ-160 УЗ-ДПШ-200 УЗ-ДПШ-250 УЗ-ДПШ-320	6-8 3-4,4 5 8 14 29 52	- 2,2 3,0 4,0 5,5 5,5	L _о +580x220x620 L _о +850x362x355 L _о +580x220x240 L _о +850x240x280 L _о +1075x240x330 L _о +1240x300x400 L _о +1240(140) x350(400)x480	- - 	АО «НПЦ «ВНИ-ИКП»
Питатель П-20	20	11	1185x423,5x410	100	ЗАО «Совокрим»
Дозаторы	1-200 (максимальный вес порции)	-	-	-	Van Aarsen-International B. V.
<i>Смесители</i>					
Агрегат дозировочно-смесительный АДС-1	5	-	-	-	ЗАО «Жаско»
Смеситель премиксов ВС-2	0,2**	3	1130x900x1090	300	

Вертикальные лопастные смесители:					
ВЛС-50	50	1,5	700x650x800	50	
ВЛС-120	120	4	1000x800x1025	125	
ВЛС-230	230**	4	1200x950x1150	240	
Смеситель комбикормов горизонтальный двухвальный СЛГ-А	2**	18,5	-	-	ООО «Доза-Агро»
Горизонтальные смесители комбикормов шнековые:					
СВГ-2У-Ф	1,5	0,25	-	-	
СВГ-3У-Ф	4	4,4			
Смесители двухвальные периодического действия:					ЗАО «Жаско»
ДЛС-0,02	0,6	0,75	850x620x580		
ДЛС-0,05	1,0	1,87	1300x1100x1100		
ДЛС-0,1	2,0	2,51	1370x1000x1190		
ДЛС-0,2	4,0	3,37	1700x1350x1450	-	
ДЛС-0,25	5,0	4,1	2100x1480x1550		
ДЛС-0,5	10	9	1960x1698x1690		
ДЛС-1,0	20,0	15,5	2510x2050x1950		
ДЛС-1,5	30,0	19,5	2800x2100x2100		
Смесители лопастные:					ООО «МК «Тех-НЭКС»
СП-100	100		1330x605x930	230	
СП-200	200		1617x730x940	250	
СП-300	300		2120x910x1283	870	

1	2	3	4	5	6
СП-500	500		2824x1230x1530	1500	
СП-1000	1000		3128x1490x1843	2000	
СП-2000	2000		3183x1890x2337	4000	
СП-4000	4000		4310x2173x2671	7200	
СП-6000	6000		4826x2173x2742	7900	
СП-8000	8000		5060x2173x2742	8832	
СП-10000	10000**				
Смесители комбикормов вертикальные шнековые:					ООО «Доза-Агро»
ССК-1,7-Ф	2,2	1,5	-	-	
ССК-2,3-П-Ф	2,45	1,9			
ССК-2,3-Ф	2,45	1,9			
ССК-3,7-П-Ф	3,25	3			
ССК-3,7-Ф	3,25	3			
ССК-5-П-Ф	5,87	4,4			
ССК-5-Ф	5,87	4,4			
Смесители:					
УЗ-ДСП-0,01	20	0,93	895x558x620	180	
УЗ-ДСП-0,02	50	1,47	1027x810x840	310	
УЗ-ДСП-0,2	400	6	1613x1268x1300	980	
УЗ-ДСП-0,1	200	3,37	1370x1002x1135	580	
УЗ-ДСП-0,5	1000	12,1	2055x1696x1805	2150	
УЗ-ДСП-1,0	2000	19,6	2524x2000x2050	2976	
УЗ-ДСП-1,5	3000	32,2	2964x2312x2250	4545	
УЗ-ДСП-2,0	4000	47,2	3305x2528x2519	6490	

УЗ-ДСП-2,5	5000	47,2	4050х3200х2365	9000	
УЗ-ДСП-3,0	6000**	56,5	4630х3300х2800	11500	
УЗ-ДСО-3000	1500	23,5	3980х1462х1995	3500	
УЗ-ДСО-4000	2000	61,5	4530х1550х2140	4200	
УЗ-ДСО-6000	3000**	61,5	4530х2170х2400	6000	
Смесители непрерывно-го действия УЗ-ДСНД	10-100	7,5-55	-	550-2200	
Смесители: Р1-БСК БСК-2	2,2 3	7,5 22	2530х1300х2800 3650х1450х1710	480 3042	АО «Мельинвест»
Смеситель вертикаль-ный ВС-02 (УСК-3)	3-4	8,07	2850 × 2460 × 2400	1200	ООО «Агротехно-парк»
Смесители горизонталь-ные: СГ-1 СГ-2 СГ-3	5 12 20	10,5 19,5 24,6	2016 х 1560 х 1623 2880 х 2100 х 1860 3235 х 2418 х 2127	2000 2800 3750	ЗАО Инженерный центр «Грант»
Смесители одноваль-ные: СК-1 СК-2 СК-3	5 7 10	7,5 11 18,5	2100 х 1260 х 1780 2250 х 1460 х 2120 2700 х 1480 х 2050	600 800 1250	
Смеситель вертикаль-ный двухшнековый УСК-3	3-4	8,07	4400 х 2585 х 2400;	1180	
Смесители: СМ-500 СМ-1500	0,5 1,5	4 11	1692х1205х1997 2526х1268х1210	410 662	

1	2	3	4	5	6
Смесители горизонтальные: СК-3 СК-3-1,5 СГ-1 СГ-2	6-10 6-10 5 10	11,37 19,05 9,74 19,5	2500 × 1850 × 2050 2500 × 1850 × 2050 2016 × 1560 × 1623 2700 × 2400 × 2050	800 850 2000 3600	ООО «Агротехнопарк»
Смесители кормов вертикальные двухшнековые: СП-1 СП-2	2 1,4**	7,5 5,4	1800x1900x3200 1800x1850x2290	1000 800	
Смесители горизонтальные: СГ-1,5 СГ-4 СГ-1В СГ-2В	0,25 0,5 1 2**	1,5 4 10 23	1260x490x1190 2050x860x1500 2020x1560x1620 2700x2400x2050	185 315 2000 3600	ООО «Агромаш»
Смесители вертикальные: СВ-2,2 СВ-5,5 СВ-7,5 СВ-11	80 200 400 600*	2,2 5,5 7,5 11	1200/470/800 1600/850/1250 1600/850/1450 1600/850/1750	160 450 530 610	
Смесители вертикальные шнековые: СКВ-2,0 СКВ-3,7 СКВ-4,01	2,3 4,0 5,0**	3,0 3,0 5,5	2870x2137x4195 2870x2137x5196 2035x1870x4940	650 750 796	
					ООО «Полымя»

Смесители горизонталь- ные лопастные: СГ1-500 СГ1-1000	2,5 5,0	11 15	2780х1200х1600 3640х1490х2440	1300 1600	ООО «Полымя»
Смесители: ЗМГ-400 ЗМГ-1000 ЗМГ-2000 ЗСЛ – 50 ЗСЛ – 400 ЗСЛ-1000 ЗСЛ – 4000 ЗСЛ – 6000	0,2 3 6 0,035 0,2 0,5 2 3	4,22 6,84 12,74 1,1 7,5 18,5 45 60	1780 / 2300 (со шне- ком)х840х1270 35001250х3500 3500х1660х4240 1400х700х1050 1910х980х1410 2240х1200х1860 3512х1812хх2575 3410х2115х3645	480 140 700 1900 3800 4725	ООО НПО «Агро- Сима-Машбуд»
Смесители комбикормов: Н-033 Н-033/1, Н-033/2, Н-033/3, Н-033/4	500; 1,10 800; 1,60 1000; 2,30 1500; 3,20 2000*; 4,40**	2,2 2,2 2,2 2,2 3,0	2125х1730х3315х1250 2295х1850х3485х1450 2575х2000х3765х1550 2795х2150х3985х1750 2950х2120х4195х1820	240 270 290 370 470	ООО «БелДозаМех»
Горизонтальные смеси- тели серии НВ	1500** 2500** 5000** 7500**	-	-	1500 1820 2320 4000	«Andritz Feed and Biofuel A/S»
Горизонтальные смеси- тели Skiold Н	2000** 2500**	11 25	-	1000 820	«Skiold A/S»

1	2	3	4	5	6
Двухвальный лопатко- вый смеситель Skiold, мод.: PTS2000 PTS4000	15 30	22 37		4000 5400	«Skiold A/S»
Лопастные смесители HPB	500-10000**	7,5-75	-	1150-8200	«Andritz Feed and Biofuel A/S»
Лопастные смесители серии RM	300-12000**	5,5-2x55	-	400-8500	«Ottevanger Milling Engineers»
Лопастные смесители VKL	1000-6000**	15-55	-	-	«Agro Technology»
Порционные смесители: MultiMix MultiPreMix	2,25-156 15-60	9,2-160 22-90	-	-	«Van Aarsen-Internat- ional B. V.»
Одновальный ленточ- ный смеситель	10-50	11-45	-	-	
Вертикальный смеси- тель	30-180	5,5-15	-	-	
Противоточные смеси- тели	1000-10000**	11-55	-	-	«Awila»
Смеситель непрерывно- го действия	60	2-3	-	-	«Amandus Kahl GmbH & Co. KG.»
Спиральные смесители серии RM	300-12000**	2,2-45	-	400-8500	«Ottevanger Milling Engineers»

Спиральные смесители серии RM	300-12000**	2,2-45	-	800-12000	«Wynveen International b.v.»
Лопастные смесители серии PM	300-12000**	5,5-2x55	-	900-13500	
Лопастные смесители	1000-12000**	-	-	-	«ROSAL»
Двухлопастные смесители серии DPMA	280-11000**	4-90	-	800-12500	«Ottevanger Milling Engineers, Wynveen International b.v.
<i>Охладители</i>					
Охладители: OX-500 OX-01-1500 OX-01-2500	0,5 1,5 2,5	2,2 3 3,7			ООО НПП «Экс-про»
Колонны охлаждения: КО-5,5 КО-11 SK-5 SK-7,5 SK-10	1-3 До 5 До 7,5 До 10	6,24-11,74 1,5+11 2,85+15 2,85+22	1550x1500x3700 2370x1225x3700 1950x1670x3000 2430x2150x3400 2910x2150x3690		ООО НПП «А-Инжиниринг»
Сушилка охладитель CO	2-5	15	5535x1470x2720	2000	ЗАО «Совокрим»
Охладители гранул: ОГ-05 ОГ-10	5 10	0,55 0,55	2090x2090x4200 2300x2300x4200	1200 1465	ООО «Полымя»

1	2	3	4	5	6
<i>Магнитные сепараторы</i>					
Магнитные сепараторы: МСН-1, МСН-2, МСН-3, МСН-4, МСН-6, МСН 8 МСН-7; МСН-04; МСН-9 МСС1 МСС2 МСС3	50-175 5-400 175 50 100	- - - -	- - - -	20-80 15-80 66 40 55	ЗАО «Совокрим»
Универсальные магнит- ные колонки: УЗ-ДКМ-00 УЗ-ДКМ-01 УЗ-ДКМ-02 УЗ-ДКМ-03 УЗ-ДКМ-04 УЗ-ДКМ-05 УЗ-ДКМ-06 УЗ-ДКМ-07	3-6 6-12 12-20 20-50 100 175 350 400	- -	248x240x440 420x360x830 490x450x830 576x520x830 1100x620x1320 1200x935x1320 1330x1030x1400 1414x1110x1680	23 65 87 104 350 650 697 750	АО «НПЦ «ВНИ- ИКП»
<i>Установки для ввода жидких компонентов</i>					
Автоматизированная линия ввода жидких компонентов в комби- корма: УЗ-ЛЖД периодиче- ского действия	0,25-6	5-10	-	-	АО «НПЦ «ВНИ- ИКП»

ЛЖН непрерывного действия	0,5-6	5-10	-	-	
Модули дозирования основных компонентов комбикормов:					ООО «ДозаАгро»
МД-У1,5 х2-1х2,	5	4,65	-	-	
МД-У 2х2-1,5х2	7	9	-	-	
МД 1,5х4-1х2	8	6,85	-	-	
МД-У 2х4-1,5х2	11**	13,45	-	-	
Модули дозирования макрокомпонентов комбикормов:			-	-	
ММД 1,5х4	6	4,65	-	-	
ММД 1,5х6	9	9,25	-	-	
ММД 0,15х6	0,9**	12,25	-	-	
Модули дозирования микрокомпонентов комбикормов:					
ПроМІХ-200-2х12,	24	8	-	-	
ПроМІХ-300-2х12,	24	12	-	-	
ПроМІХ-200-1х6,	6	5,92	-	-	
ПроМІХ-300-2х6	12**	6	-	-	
Блок для ввода жидких компонентов	0,3-1	4,5	2010х1630х950	400	АО «Мельинвест»

1	2	3	4	5	6
Установки ввода жидких компонентов:					ООО «МК «Тех-НЭКС»
ДВ-01	0,2	0,37	1478x1050x2460	265	
ДВ-02	0,8	0,37	1522x1050x2460	265	
ДВ-03	1,3	0,37	2633x1050x2460	265	
ДВ-04	2,6	0,37	1522x1050x2460	276	
ДВ-05	5,2	0,75	1525x1050x2460	276	
ДВ-06	10,4	0,75	1525x1050x2460	276	
ДВ-07	20	1,5	1642x1050x2460	301	
ДВ-08	30	1,5	1642x1050x2460	301	
Вакуумные порционные смесители:					
СП 1100	1000	24	2470x1808x3171	-	
СП 2100	2000**	45	3030x2440x3870	-	
Установка финишного напыления:					
УФН-10	10	-	4308x2480x3890	-	
УФН-30	30		4308x2480x2480	-	
УФН-50	50		4308x2480x3890		
Вакуумные напылители для кормов DPMV	8-28	6-37	-	-	«Ottevanger Milling Engineers»

Система для ввода жидких микрокомпонентов MFS 500	Энзимы, аминокислоты, витамины и др.	-	-	-	«Andritz Feed and Biofuel»
Установка Rotospray	До 20	-	-	-	«Amandus Kahl GmbH & Co. KG.»
Установка для вакуумного нанесения покрытий VAC	-	11	-	2000; 2800	«Andritz Feed and Biofuel A/S»
* Вместимость, т. ** <i>Вместимость смесителя, л.</i>					

Адреса разработчиков-изготовителей и поставщиков машин и оборудования для производства комбикормов

Изготовитель	Адресные данные
ООО «Агроэсорт»	196084, г. Санкт-Петербург, ул. Ново-Рыбинская, 19-21, лит. А, офис 410. 196084, г. Санкт-Петербург, абон. ящик 145. Тел.: +7 (812) 676-17-22, +7 (812) 676-76-04. E-mail: info@agroescort.spb.ru http://agroescort.spb.ru
Компания «АгроПоставка»	603152, г. Н. Новгород, ул. Кашенко, бв. Тел. +7 (800) 777-63-85. E-mail: info@ap-nn.com https://ap-nn.com
ООО НПП «А-Инжиниринг»	630056, г. Новосибирск, ул. Варшавская, 1. Тел.: +7 (383) 367-02-54; +7 (383) 367-02-55. E-mail: a+888143@agro-i.ru www.agro-i.ru
ООО «Агромаш», торговая марка «Агро-стимул»	610020, г. Киров (обл.), ул. Труда, 71. Тел/факс: +7 (8332) 71-44-24, +7 (8332)71-44-64, +7 (8332)71-44-54, +7 (8332)71-44-34. E-mail: agrostimul2000@yandex.ru http://agrostimul.ru
ЗАО Инженерный центр «Грант»	347360, Ростовская обл., г. Волгодонск, ул. Степная, 16. Тел.: +7 (800) 500-61-33, +7 (863) 322-01-30 (доб. 250). E-mail: info@agrogrant.ru ; market@zao-grant.ru https://agrogrant.com .
ЗАО «Жаско»	400078, г. Волгоград, пр. Ленина, 67. Тел.: +7 (8442) 73-06-06, 73-03-79, +7 (927) 510-66-36, +7 (927) 510-66-40, +7 (937) 696-66-80, +7 (927) 259-34-34. E-mail: jasko@jasko.ru https://jasko.ru

Изготовитель	Адресные данные
АО «Курганский машиностроительный завод конвейерного оборудования»	640003, г. Курган, ул. Коли Мяготина, 41. Тел/факс: +7 (3522) 45-76-72. E-mail: kmzmo@zaural.ru https://konmash.ru
ЗАО «Совокрим»	141282, Московская обл., г. Ивантеевка, ул. Толмачева, 82. Тел.: +7 (496) 536-18-33, +7 (496) 536-02-99, +7 (495) 741-25-16. E-mail: sbit@sovocrim.ru; office@sovocrim.ru www.sovocrim.ru
АО «Весоизмерительная компания «Тензо-М»	140050, Московская обл., г.о. Люберцы, пос. Красково, ул. Вокзальная, 38. Тел.: +7 (800) 555-65-30, +7 (495) 745-30-30. E-mail: sales@tenso-m.ru, it@tenso-m.ru, tenso@tenso-m.ru www.tenso-m.ru
ООО «Продсельмаш»	630032, г. Новосибирск, ул. Станционная, 2а. Тел. +7 (383) 240-90-06, WhatsApp: 8 (913) 919-57-17. E-mail: info@prodselmash.ru www.prodselmash.ru
ООО НПО «Агро-Симо-Машбуд»	65005, Украина, г. Одесса, ул. Бугаевская, 46. Тел.: +38 (048) 740-70-47, +38 (066) 971-05-70, +38 (050) 645-19-04, +38 (066) 971-05-70, +38 (098) 300-42-54, +7 (472) 277-90-06. E-mail: agro@simo.com.ua www.simo.com.ua
АО «Научный производственный центр «ВНИИ комбикормовой промышленности»	394026, г. Воронеж, пр. Труда, 91. Тел. +7 (0732) 46-13-00, 46-21-95. E-mail: vnii_kp@vmail.ru www.oaovniikp.ru
Группа компаний «Капитал-ПРОК»	143909, Московская обл., г. Балашиха, ул. Звездная, 7, стр. 1. Тел. +7 (800) 200-38-88. E-mail: prok@prok.ru www.prok.ru

Изготовитель	Адресные данные
АО «Мельинвест»	603950, Бокс 1156, г. Н. Новгород, ул. Интернациональная, 95. Тел. +7 (831) 281-85-68. E-mail: office@melinvest.ru www.melinvest.ru
ТПО «Продмаш-Гранул» ООО «Ростпродмаш»	344116, г. Ростов-на-Дону, ул. 2-я Володар- ского, 76/23а. Тел/факс: +7 (863) 222-29-22, +7 (863) 280-06-56, 8 (958) 543-95-17. E-mail: rost.prodmask@mail.ru www.prodmask-granul.ru
АО «Реммаш»	427627, Удмуртская Республика, г. Глазов, ул. Драгунова, 13. Тел. +7 (34141) 3-72-32. Факс +7 (34141) 2-81-16. E-mail: remmask@glazov.net www.glazovmask.ru
АО «Слободской машино- строительный завод»	613154, Кировская обл., г. Слободской, ул. Яна Райниса, 1. Тел. +7 (83362) 5-60-31. E-mail: info@smsz.ru https://smsz.ru
ООО «АГРО-АШ»	140143, Московская обл., Ленинский р-н, д. Саларьево. Тел.: +7 (495) 424-60-11, +7 (903) 612-91-19. E-mail: info@agrokklad.ru https://agro-ash.tiu.ru
ООО «Агротехнопарк»	347360, Ростовская обл., г. Волгодонск, ул. М. Горького, 102. Тел.: +7 (8639) 22-18-93, 22-19-82, моб. +7 (928) 761-34-64. Факс +7 (8639) 250546347360. E-mail: agrotp@agrotp.ru, atpark@yandex.ru https://www.agrotp.net
ООО «Доза-Агро»	603028, г. Н. Новгород, ул. Жиркомбината, ш., 20. Тел.: 8 (800) 200-24-76. E-mail: office@dozaagro.ru www.dozaagro.ru

Изготовитель	Адресные данные
НПИФ ООО «КОНСИТ Холдинг»	109180, г. Москва, ул. Люсиновская, 39, стр. 5. Тел.: +7 (499) 237-43-03, +7 (499) 236-25-09. E-mail: info@consit.ru; consit@mail.ru www.consit.ru
ООО НПП «Экспро»	309540, Белгородская обл., Старооскольский р-н, с. Незнамово, ул. Центральная, 32. Тел/факс +7 (4725) 42-30-20, моб.: +7 (910) 745-33-40, +7 (980) 320-59-44. E-mail: npptorf@mail.ru https://nppekspro.com
ООО «Полымя»	Представительство в России: 394026, г. Воронеж, пр-т Труда, 65. Тел. 8(800) 350-90-85. E-mail: rf@polymya.ru https://polymya.com/ru
ООО «Малиновский ремонтно-механический завод» (ООО «Малиновский РМЗ»)	301132, Тульская обл., Ленинский р-н, д. Малиновка, стр. 16. Тел. +7 (961) 261-79-36 (телефон доступен для WhatsApp, Viber). Тел/факс +7 (4872) 70-41-55. E-mail: info@rmz-m.ru; snab@mk-dsz.ru www. https://www.rmz-m.ru
ООО «Прогресс»	308510, Белгородская обл., пос. Разумное ул. Чехова, 1. Тел.: +7 (4722) 27-82-66, +7 (915) 578-55-78, +7 (919) 430-08-39. E-mail: mukomol2010@mail.ru, progress-belgorod@mail.ru https://progress-belgorod.ru
ООО «Машиностроительная компания «Технэкс»	620017, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов 115, лит. Ж. Тел. +7 (343) 385-65-83. E-mail: mail@technex.ru www.technex.ru
AWILA® Anlagenbau GmbH	Linderner Straße 3, D-49688 Lastrup. Тел. (+49) 044728920. Факс (+49) 04472892220. E-mail: info@awila.de www.awila.de

Изготовитель	Адресные данные
AGRO Technology (Дания)	Дания: тел.: +4520948889, Факс +4548418889. Представительство в г. Москве: тел/факс +7 (903) 551-51-84. E-mail: agrotechnology@mail.dk www.agrotechnology.net
Aimo Kortteen Конераја Оу (Финляндия)	Представительство в России: ОАО «Авто- парк № 1 «Спецтранс». 196105, г. Санкт-Петербург, Люботин- ский пр., 7. Тел. +7 (812) 910-27-97. Консультант: Светлана Александровна Голохвастова. E-mail: Sve-golokhvastova@yandex.ru www.krs-agro.ru
Amandus Kahl GmbH & Co.KG (Германия)	121357, г. Москва, ул. Вере́йская, 17, Бизнес-центр «Вере́йская Плаза-2», офис 318. Тел. +7(495) 644-32-48. E-mail: info@kahl.ru www.akahl.de.ru
Andritz Feed and Biofuel A/S (Дания)	Представительство в г. Москве: тел.: +7 (495) 133-52-22, +7 (495) 133-27-10. E-mail: ucca@inter.msk.ru Glentevej 5-7, 6705 Esbjerg, Denmark. Тел.: +4572160300. E-mail: andritz-fb.dk@andritz.com www.andritz.com/ft
Bühler AG (Швейцария)	Представительство в России: 127422, г. Москва, ул. Тимирязевская, 1, снх/ 3. Тел.: +7 (495) 786-87-63. E-mail: office.moscow@buhlergroup.com www.buhlergroup.com
Компания «БелДозаМех» (Республика Беларусь)	230029, г. Гродно, ул. Горького, 69. Тел.: +375 (152) 55-99-15, +375 (152) 55- 99-16. моб.: +375 (29) 674-74-63, +375 (29) 787-38-89. Факс +375 (152) 55-99-16. Email: beldozameh@mail.ru https://dozameh.com

Изготовитель	Адресные данные
Farmet a.s. (Чехия)	Jiřinková 276, 552 03 Česká Skalice, Czech republic. Тел. +420491450111. E-mail: farmet@farmet.cz https://www.farmet.cz/ru
ICK GROUP ГК (Украина)	03115, г. Киев, пр-т Победы, 89а, офис 222-227. Тел. +38 (067) 215 10 32, +38 (044) 451 02 28. Факс +38 (044) 451 02 30. E-mail: info@ick.ua www.ick.ua
Insta-Pro International (США)	Представительство «Инста-Про Интер- нешнл». Тел.: +7(865)229-74-60, +7(918)759-37-06. https://www.insta-pro.com/ru
MÜNCH-Edelstahl GmbH (Германия)	Weststraße 26, D-40721 Hilden. Тел. (+49) 0210358996. Факс (+49) 02103589977. E-mail: info@muench-gmbh.net www.muench-gmbh.net
OTTEVANGER MILLING ENGINEERS (Нидерланды)	119049, Москва, ул. Мытная, 3, офис 34. Тел. +7 (495) 980-09-74. Факс +7 (495) 980-09-75. E-mail: evelina@ottevanger.ru; mkp@ottevanger.com www.ottevanger.com
ROSAL INSTALACIONES AGROINDUSTRIALES, S.A. (Испания)	C/. Roger de Flor, s/n, 08130 Sta. Perpètua de la Mogoda (Barcelona). Представительство в России. Тел. +7(472)233-37-06, моб. +7(910)361-02-48. E-mail: RosalRussia@gmail.com www.rosal-feedmills.com
GRAF Equipment GmbH (Германия)	Представительство в России: ООО «РОС- МА». 109240, Москва, Пестовский пер., 12, стр. 1. Тел. +7(495) 762-95-57. https://www.rosma.biz
SKIOLD A/S (Дания)	Представительство ООО «Скиолд»: 127018, Москва, Сушевский вал, 9, стр. 1. Тел. +7 (495) 788-40-96. E-mail: russia@skiold.com www.skiold.ru

Изготовитель	Адресные данные
Setrem (Франция)	ZI Les Pâtis, 7 rue Robert Dumont, 27400 ACQUIGNY FRANCE. Тел. 0033232250847. Факс: 0033232406788. https://www.setrem.com
Van Aarsen International B. V. (Нидерланды)	Heelderweg 11, 6097 EW Panheel, The Netherlands, P.O. Box 5010, 6097 ZG Heel, The Netherlands. Тел. 0031475579444. Факс 0031475579223. E-mail: info@aarsen.com www.aarsen.com
Wynveen International b.v. (Нидерланды)	Представитель в России: Компания ООО «Ронар Русс». 117405, Москва, БЦ «Аннино-Плаза», ул. Дорожная, 60, офис 12, этаж 4. Тел.: +7 (495) 382-01-09, +7 (916) 641-30-31. E-mail: info@ronarbv.com www.ronarbv.com

Список использованных источников

1. Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» от 21 июля 2016 г. № 350 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71350102/> (дата обращения: 12.04.2021).

2. **Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Давыдова С.А., Лозовский А.Р.** Анализ состояния и перспективы развития производства комбикормов и кормовых добавок для животноводства: науч. аналит. обзор. – М: ФГБНУ «Росинформаротех», 2019. – 88 с.

3. Минсельхоз инициирует расширение поддержки производителей комбикормов [Электронный ресурс]. URL: mcx.gov.ru/press-service/news/minselkhoz-initsiiuet-rasshirenie-merpodderzhki-proizvoditeley-kormov/ (дата обращения: 22.04.2021).

4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособ. 3-е изд. перераб. и доп. / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Финина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – М., 2003. – 456 с.

5. **Куликова Н.И.** Основы животноводства: учеб.-метод. пособ. / Н.И. Куликова, О.Н. Еременко, А. О. Малахова. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 366 с.

6. **Щеглов В.В., Боярский Л.Г.** Корма: приготовление, хранение, использование: справ. – М.: Агропромиздат, 1990. – 255 с.

7. Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных (состав и применение): справ. / В.А. Крохина [и др.] / Под ред. В.А. Крохиной. – М.: Агропромиздат, 1990. – 304 с.

8. ГОСТ 9268-2015 Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124596> (дата обращения: 22.04.2021).

9. ГОСТ Р 51550-2000 Комбикорма-концентраты для свиней. Общие технические условия (с измен. № 1) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028484> (дата обращения: 22.04.2021).

10. ГОСТ 10199-2017 Комбикорма-концентраты для овец и коз. Общие технические условия (Переиздание) [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146860> (дата обращения: 22.04.2021).

11. ГОСТ 18221-2018 Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200160090> (дата обращения: 22.04.2021).

12. **Аникиенко Т.** Роль национальной системы стандартизации в комбикормовой промышленности // Комбикорма. – 2019. – № 11. – С. 22-24.

13. **Мишуров Н.П.** Технологии и оборудование для производства комбикормов в хозяйствах: справ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 204 с.

14. **Фисинин В.И., Калашников В.В., Драганов И.Ф., Амерханов Х.А., Дегтярев В.П., Кальницкий Б.Д., Балакирев Н.А., Егоров И.А., Солошенко В.А., Стрекозов Н.И., Косолапов В.М., Трухачев В.И., Виноградов В.Н., Первов Н.Г., Махаев Е.А., Двалишвили В.Г., Воробьева С.В., Мошкутело И.И., Мысик А.Т., Епифанов В.Г. и др.** Новое в кормлении животных: справ. пособ. – М., 2012. – 617 с.

15. **Драганов И.Ф., Калашников В.В., Амерханов Х.А., Левашин В.И., Первов Н.Г., Ушаков А.С.** Кормление крупного рогатого скота. – М., 2013. – 302 с.

16. **Алдошин Н.В., Васильев А.С., Тюлин В.А., Голубев В.В., Сыроватка В.И., Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Неменушая Л.А., Пискунова Н.А., Осмоловский П.Д.** Инновационные технологии заготовки высококачественных кормов. – М., 2020. – С. 92.

17. **Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б.** Типовые комплексы программ «КОРАЛЛ». АгроРынок. 2012. – № 11. – С. 30-32.

18. **Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б., Дубровин А.В.** Оптимизация предпочтений использования кормов в животноводстве // Техника и оборуд. для села. – 2016. – № 3. – С. 45-48.

19. **Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б., Дубровин А.В.** Минимизация информационного риска при оптимизации рационов // Техника и оборуд. для села. – 2016. – № 6. – С. 44-48.

20. Компьютерные программы [Электронный ресурс]. URL: <https://plinor.spb.ru/index.php?l=0&p=153> (дата обращения: 05.04.2021).

21. Компьютерные программы [Электронный ресурс]. URL: <https://plinor.spb.ru/index.php?l=0&p=37> (дата обращения: 05.04.2021).

22. Программа Оптима-эксперт [Электронный ресурс]. URL: <https://kombikorm.ru/programs/korm-optima-ekspert> (дата обращения: 05.04.2021).

23. Программа для составления рациона [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agriexpo.ru/prod/adifo-nv/product-171315-14313.html> (дата обращения: 05.04.2021).

24. Программа BESTMIX® for Feed & Ration [Электронный ресурс]. URL: <https://www.adifo.com/en/contact-adifo> (дата обращения: 05.04.2021).

25. Программа Порк-Макс в свиноводстве [Электронный ресурс]. URL: <https://www.provimi.ru/digital-solutions/pork-max> (дата обращения: 05.04.2021).

26. Методические рекомендации по технологическому проектированию предприятий по производству комбикормов РД-АПК 1.10.17.01-15. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 100 с.

27. **Волкова С.Н., Сивак Е.Е.** К вопросу об эффективном и качественном производстве комбикормов // Вестн. Курской гос. с.-х. акад. – 2019. – № 9. – С. 147-152.

28. **Дегтярев Г.П.** Инновационные технологии и машины для заготовки и раздачи кормов в животноводстве. – М.: РГАУ – МСХА, 2016. – 180 с.

29. **Сыроватка В.И., Жданова Н.В., Обухов А.Д.** Система машин для приготовления комбикормов в хозяйствах // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 1. – С. 24-31.

30. Мобильная комбикормовая установка [Электронный ресурс]. URL: <http://sovocrim.ru/products/malogabaritnaya-kombikormovaya-ustanovka/> (дата обращения: 02.02.2021).

31. **Мишуров Н.П.** Рекомендуемые технологии производства комбикормов в хозяйствах // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. – 2015. – № 4. – С. 6-14.

32. Мобильная комбикормовая установка [Электронный ресурс]. URL: <http://sovocrim.ru/products/malogabaritnaya-kombikormovaya-ustanovka> (дата обращения: 05.02.2021).

33. Модульный комбикормовый завод [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kometos.ru/modulnyy-kombikormovyy-zavod> (дата обращения: 09.02.2021).

34. Блочно-модульный комбикормовый завод [Электронный ресурс]. URL: <https://moskva.sdexpert.ru/archive/project/blochnomodulnye-kombikormovye-zavody/> (дата обращения: 11.02.2021).

35. Модульные комбикормовые заводы [Электронный ресурс]. URL: <https://sfera.fm/news/v-strane/modulnye-kombikormovye-zavody-stalikyuchevoi-temoi-seminara-kompanii-tekhneks> (дата обращения: 11.02.2021).

36. **Савиных П., Казаков В., Герасимова С.** Усовершенствование технологии производства комбикормов в цехе-модуле // Комбикорма. – 2020. – № 10. – С. 14-15.

37. Модульный комбикормовый завод [Электронный ресурс]. URL: https://avalonm.ru/images/napravleniya/otrasli/KZ_2.jpg (дата обращения: 09.02.2021).

38. **Афанасьев В., Орлов Е., Богомолов И.** НПП «ВНИИКП»: Высокоэффективные заводы в блочно-модульном исполнении // Комбикорма. – 2019. – № 11. – С. 28-32.

39. **Сыроватка В.И., Мишуров Н.П.** Перспективные направления технологического развития сельскохозяйственной системы производства комбикормов // Науч.-информ. обеспеч. инновационного развития АПК: матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. «ИнформАгро-2016». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – С. 29-34.

40. **Рюле М.** Измельчение: факторы влияния на размер частиц и их распределение // Комбикорма. – 2020. – № 4. – С. 22-24.

41. **Рюле М.** Как изменяется размер частиц при гранулировании // Комбикорма. – 2020. – № 6. – С. 34-36.

42. **Оберхольцер Т., Штегхефер С.** Автоматизированное измерение размера частиц в потоке // Комбикорма. – 2020. – № 5. – С. 24-26.

43. **Шройен Х.** Дробление более высокого уровня // Комбикорма. – 2020. – № 1. – С. 65-70.

44. Проспект фирмы «Wynveen Inter-national». – Б. г., б. м. – 6 с.

45. Проспект фирмы «SKIOLD». – Б. г., б. м. – 4 с.

46. Компания AWILA® Anlagenbau GmbH, продукты ИТК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.awila.de/ru/produksia-itk/> (дата обращения: 26.02.2021).

47. **Кандрокв Р., Темиров М.** Инновационная технология получения высокобелкового продукта из шрота подсолнечника // Комбикорма. – 2020. – № 9. – С. 44-45.

48. **Сыроватка В.И., Жданова Н.В., Обухов А.Д.** Установка для повышения однородности смешивания лечебных кормов и премиксов // Рос. с.-х. наука. – 2018. – № 6. – С. 62-64.

49. **Пат. 2680272 С1 Российская Федерация.** Линия производства лечебных кормов [Текст] / Сыроватка В.И., Обухов А.Д., Комарчук Т.С.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства» (ФГБНУ ВНИИМЖ); – № 2018102651; заявл. 23.01.2018; опубл. 19.02.2019. – 5 с.

50. Баротермическая обработка ингредиентов комбикормов / В.И. Сыроватка [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2019. – Т. 29. – № 3. – С. 428-442. DOI: <https://doi.org/10.15507/2658-4123.029.201903.428-442>.

51. **Лухт Х., Долуд М., Зябров В.** Гидротермическая обработка соевых бобов // Комбикорма. – 2019. – № 1. – С. 31-34.

52. Итоги двенадцатого Международного конкурса «Инновации в комбикормовой промышленности» // Комбикорма. – 2019. – № 2. – С. 16-17.

53. Лабораторное оборудование [Электронный ресурс]. URL: <https://ekan.spb.ru/produksiya/laboratornoe-oborudovanie/asesh-8-2#%D1%82%D0%B5%D1%85-%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8> (дата обращения: 05.02.2021).

54. Паровой смеситель с горячим пуском ускорит ваш производственный процесс // Комбикорма. – 2019. – № 5. – С. 29-30.

55. Перспективные технологии тепловой обработки комбикормов / Н.П. Мишуров – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 160 с.

56. Итоги тринадцатого Международного конкурса «Инновации в комбикормовой промышленности» // Комбикорма. – 2020. – № 2. – С. 16-17.

57. **Албин Д., Майо К., Бузман Д.** Экструдирование кукурузы и использование ее в рационах молочных коров // Комбикорма. – 2019. – № 7-8. – С. 28-29.

58. **Коюшева Е.С., Степанова Я.Ю., Суворов Г.А.** О применении обораживания в производстве кормов // Управление рисками в АПК. – 2019. – № 2. – С. 43-68 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agrorisk.ru/20190204> [дата обращения: 22.04.2021].

59. **Пахомов В., Алфёров А., Брагинец С., Бахчевников О., Рудой Д.** Производство корма в экструдере-измельчителе с вводом зеленой массы // Комбикорма. – 2019. – № 3. – С. 29-31.

60. **Шевцов А., Дранников А., Ситников Н., Пономарев А.** Производство комбикорма с сине-зелеными микроводорослями // Комбикорма. – 2018. – № 12. – С. 33-35.

61. **Мишуров Н.П., Давыдова С.А., Давыдов А.А.** Инновационные способы тепловой обработки комбикормов // Техника и оборуд. для села. – 2019. – № 3. – С. 2-7.

62. Жаско. Стратегия успеха // Каталог продукции 2018/2019 [Электронный ресурс]. URL: <http://jasko.ru> (дата обращения: 27.02.2019).

63. **Саид Н., Альбин Д., Майо К., Брини К.** Как сухая экструзия высокого сдвига влияет на продуктивность молочного скота // Комбикорма. – 2019. – № 11. – С. 35-38.

64. **Пугачёв П.** Экологическая переработка маслосемян рапса // Комбикорма. – 2019. – № 4. – С. 35-37.

65. **Пугачев П.** Farmet: Способ повышения эффективности и энергосбережения при переработке сои // Комбикорма. – 2020. – № 4. – С. 16-21.

66. **Лютых О.** Высокотехнологичный комбикорм: новые возможности оборудования // Эффективное животноводство. – 2020. – № 5. – С. 39-44.

67. **Загоруйко М.Г., Дорохов А.С., Марадудин А.М.** Обоснование основных параметров шнекового экспандера для переработки высокопротеиновых культур // Нива Поволжья. – 2020. – № 2 (55). – С. 124-131.

68. **Пат. 2019125075 Российская Федерация.** Технологическая линия производства полнорационных комбикормов [Текст] / Афанасьев В.А., Остриков А.Н., Богомолов И.С., Филипцов П.В., Нестеров Д.А.; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Научно-производственный центр «ВНИИКП»: – № 2018102651; заявл. 06.08.2019 (24); опубл. 06.08.2019. – 9 с.

69. **Сыроватка В.И., Жданова Н.В.** Инновационные машинные технологии и технические средства производства комбикормов // Инновации в сел. хоз-ве. – 2018. – № 2 (27). – С. 272-277.

70. **Подобед Л.И.** Гидротермическая обработка зерна люпина превращает его в доступный источник высококачественного белка для молодняка птицы, полноценно заменяющий сою // Эффективное животноводство. – 2018. – № 5. – С. 74-77.

71. **Афанасьев В.А.** Энерго- и ресурсосберегающие технологии комбикормов // Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2017. – 473 с.

72. **Афанасьев В., Мануйлов В., Остриков А.** Линия по производству комбикормов с вводом зерновых хлопьев // Комбикорма. – 2019. – № 2. – С. 34-37.

73. **Потехин Д.В., Морозов О.А.** Обоснование применения плющеного зернового корма для крупнорогатого скота // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сб. матер. LIII Междунар. студ. науч.-практ. конф., (Тюмень, 29 марта 2019). – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2019. – С. 74-79.

74. **Остриков А.Н., Александров А.И.** Расчет и проектирование аппарата для влаготепловой обработки зерна // Энергоресурсоэффективные экологически безопасные технологии и оборудование: сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. симпозиума «Вторые международные Косыгинские чтения, приуроченные к 100-летию РГУ имени А. Н. Косыгина» на Международном Косыгинском Форуме-2019 «Современные задачи инженерных наук», (Москва, 29 октября 2019 г.). – М.: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2019. – С. 128-132.

75. **Остриков А.Н., Василенко В.Н., Фролова Л.Н. Драган И.В.** Технология микронизированных хлопьев для престартерных, стартерных комбикормов с использованием очищенного биогаза // ХИПС. – 2020. – № 1. – С. 127-136.

76. **Лукашенко В.С.** Продуктивность мясных цыплят при продленном откорме с использованием кормовых добавок из кератин- и коллагенсодержащего сырья / В.С. Лукашенко, И.П. Салеева, Е.А. Овсейчик, Е.В. Журавчук // Птицеводство. – 2019. – № 11-12. – С. 26.

77. **Лосякова Е.В.** Влияние кормовых добавок на основе сапропеля на убойные качества цыплят-бройлеров / Е.В. Лосякова, Ю.В. Аржанкова, С.Ю. Николаева // Вест. Ульяновской гос. с.-х. акад. – 2018. – № 3. – С. 152-155.

78. **Койнова А.Н.** Секреты сбалансированного рациона // Эффективное животноводство. – 2019. – № 8. – С. 101-103.

79. **Шулаев Г.** Улучшенная технология производства концентрата для поросят / Г. Шулаев, Р. Милушев, А. Гогун // Комбикорма. – 2020. – № 5. – С. 28-29.

80. **Данилова Н.В., Лаврентьев А.Ю.** Влияние смеси ферментных препаратов отечественного производства на переваримость питательных веществ корма // Вестн. Чувашской ГСХА. – 2018. – № 3. – С.44-47.

81. **Буяров В.С.** Эффективность применения фитобиотиков в птицеводстве (обзор) / В.С. Буяров, И.В. Червонова, В.В. Меднова, И.Н. Ильичева // Вестн. аграрной науки. – 2020. – № 3 (84). – С. 44-59.

82. **Чмулев И.** Водоросли и бууренки // Информ. бюл. – 2021. – № 4. – С. 46-47.

83. **Вендин С.В., Сасенко Ю.В., Страхов В.Ю., Семернина М.А.** Исследование эффективности применения кормовых смесей с использованием пророщенного зерна в рационах свиней на откорме // Вестн. Курск. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 3. – С. 80-86.

84. **Афанасьев В., Богомолов И., Остриков А., Старцева С.** Технология и оборудование для производства комбикормов для ценных пород рыб // Комбикорма. – 2021. – № 1. – С. 24-28.

85. **Каширская М., Воронин С., Гуменюк А., Давыдова Д., Егоров И., Андрианова Е., Синеев С.** Фитаза и органические формы микроэлементов в комбикормах для цыплят-бройлеров // Комбикорма. – 2020. – № 12. – С. 54-59.

86. **Востроиллов А.В., Курчаева Е.Е.** Пробиотические добавки в системе повышения продуктивности и качества мяса кроликов // Вестн. Курской ГСХА. – 2019. – № 9. – С. 139-146.

87. **Востроиллов А.В., Курчаева Е.Е.** Переваримость и использование питательных веществ комбикорма при введении в его состав пробиотика «Энзимспорин» и зеленой массы топинамбура // Вестн. Курской ГСХА. – 2019. – № 9. – С.153-159.

88. **Данилова Н.В., Лаврентьев А.Ю.** Влияние смеси ферментных препаратов отечественного производства на переваримость питательных веществ корма // Вестн. Чувашской ГСХА. – 2018. – № 3. – С. 42-47.

89. Новый продукт, инновационное производство // Комбикорма. – 2020. – № 1. – С. 35.

90. Новое производство БВМК и премиксов по немецкой технологии // Комбикорма. – 2019. – № 12. – С. 43-45.

91. **Заболотных М.В., Иль Е.Н., Иль Д.Е.** Влияние кормовой добавки «Фелуцен» на метаболизм и ветеринарно-санитарную оценку молока высокопродуктивных коров // Вестн. Омского гос. аграр. ун-та. – 2020. – № 1 (37). – С. 102-110.

92. **Ласенко М.В.** Применение добавки Био-Мос при выращивании сельскохозяйственных животных // Научный электронный журн. «Матрица научного познания». – 2021. – № 2–2. – С. 66-70.

93. **Юрина Н.А., Юрин Д.А., Данилова А.А., Чуприна Е.Г., Тлеще-рук И.Р.** Применение протеиновой кормовой добавки в рационе коров в начале лактации // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3 (12). – С. 272-274.

94. **Николаев И.Е., Романова Н.Е.** Ферментные препараты в кормлении сельскохозяйственных животных // Науч. обеспеч. инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 858-861.

95. **Подобед Л.И.** Пути снижения синтетических витаминных добавок и химических препаратов микроэлементов в птицеводстве // Эффективное животноводство. – 2021. – № 2 (168). – С. 91-93.

96. **Аникиенко Т.** Государственный контроль и надзор в комбикормовой промышленности // Комбикорма. – 2019. – № 10. – С. 34-39.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ КОМБИКОРМОВ.....	5
2. СОСТАВ КОМБИКОРМОВ	12
2.1. Исходные компоненты комбикормов.....	12
2.2. Краткая характеристика основных компонентов комбикормов.....	17
3. НОРМЫ КОРМЛЕНИЯ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ.....	26
4. НОМЕНКЛАТУРА, СОСТАВ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДПРИЯТИЯМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ	30
4.1. Номенклатура, состав и общие требования к предприятиям для производства комбикормов.....	30
4.2. Эффективные технологии и оборудование для производства комбикормов в хозяйствах	40
5. ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ	43
5.1. Технологический процесс производства комбикормов	43
5.2. Требования к основным технологическим операциям.....	49
5.3. Технологии и оборудование для эффективной предваритель- ной обработки, повышающей усвояемость кормов	61
5.4. Эффективные технологии обогащения кормов добавками	93
5.5. Размещение и установка оборудования	99
5.6. Перемещение сырья и готовой продукции	103
5.7. Охрана труда и окружающей среды	104
5.8. Противопожарные требования.....	108
5.9. Контроль качества и безопасности при производстве комбикормов	109
6. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ.....	111
Адреса разработчиков-изготовителей и поставщиков машин и оборудования для производства комбикормов.....	150
Список использованных источников	157

**Николай Петрович Мишуров,
Вячеслав Филиппович Федоренко,
Владимир Иванович Сыроватка,
Людмила Алексеевна Неменушая**

**ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ**

Справочник

Редактор *В.И. Сидорова*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *А.Г. Шалгинских*
Корректоры: *С.И. Ермакова, Л.Т. Мехрадзе*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 22.06.2021	Формат 60×84/16	
Печать офсетная	Бумага офсетная	Гарнитура шрифта «Times New Roman»
Печ. л. 10,5	Тираж 500 экз.	Изд. заказ 121 Тип. заказ 263

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1628-9



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

В Информационном бюллетене Министерства сельского хозяйства России узнаете:

- о проведении аграрной политики страны;
- о мерах государственной поддержки аграриев;
- о развитии аграрного производства в регионах;
- о новых агротехнологиях и достижениях науки и техники;
- о новом в жизни сельских территорий.

В приложении – документы Правительства России и Минсельхоза России.

Подписку можно оформить через редакцию.

Стоимость подписки на 2021 г. с учетом доставки по Российской Федерации – 5289,24 руб. с учетом НДС (10%); за полугодие – 2644,62 руб. с учетом НДС (10%)

Телефоны для справок:

8 (496) 531-19-92,

(495) 993-55-83,

(495) 993-44-04.

e-mail: market-fgnu@mail.ru

