

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии и механизации животноводства

**С. А. Костюкевич, В. А. Люндышев**

## **ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов  
Республики Беларусь по образованию в области сельского  
хозяйства в качестве учебно-методического комплекса  
для студентов высших учебных заведений, обучающихся  
по агроэнергетическим специальностям*

Минск  
БГАТУ  
2011

УДК 636.08 (07)  
ББК 65.я7  
Т38

Рецензенты:

кафедра технического обеспечения производства и переработки  
продукций животноводства Учреждения образования «Гродненский  
государственный аграрный университет»;  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по животноводству» *В. Ф. Радчиков*

**Костюкевич, С. А.**

Т38 Технологии и технические средства производства продукции  
животноводства : учеб.-метод. комплекс / С. А. Костюкевич,  
В. А. Люндышев. – Минск : БГАТУ, 2011. – 104 с.  
ISBN 978-985-519-440-9.

Содержит словарь основных понятий, необходимых для изучения, краткий курс лекций, материалы к лабораторным занятиям, вопросы и задания для самоконтроля студентов, задания для управляемой самостоятельной работы студентов, а также примеры разноуровневых заданий для контроля уровня знаний студентов.

Предназначен для студентов очной и заочной форм обучения агроэнергетических специальностей и слушателей системы повышения квалификации АПК.

УДК 636.08 (07)  
ББК 65.я7

ISBN 978-985-519-440-9

© БГАТУ, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Модуль 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА .....	8
НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ .....	9
Словарь основных понятий.....	9
Лекция 1. Введение. Продуктивность сельскохозяйственных животных.....	10
Лекция 2. Классификация кормов. Основы кормления животных.....	38
Лекция 3. Подготовка кормов к скармливанию животным.....	42
МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ .....	49
УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.....	49
ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ.....	50
Модуль 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА.....	51
НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ.....	51
Словарь основных понятий .....	51
Лекция 1. Механизация процессов подготовки кормов к скармливанию.....	54
Лекция 2. Механизация доения коров.....	68
Лекция 3. Механизация первичной обработки молока.....	76
МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ.....	90
УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА.....	93
ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ.....	94
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	98

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методический комплекс «Технологии и технические средства производства продукции животноводства» разработан в соответствии с учебным планом для специальностей 1-53 01 01-09 Автоматизация технологических процессов и производств; 1-74 06 05-02 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (теплоэнергетика); 1-74 06 05-01 Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (электроэнергетика).

**Цель** – формирование у студентов теоретических знаний, навыков и профессиональных компетенций в области технологий и технического обеспечения производства продукции животноводства.

### **Задачи:**

- изучение машин и оборудования, применяемых в технологических процессах производства и первичной переработки продукции животноводства;
- изучение машин и оборудования с электроприводом, применяемых в технологических процессах приготовления и раздачи кормов;
- освоение машин и оборудования для комплексной механизации животноводческих предприятий.

Подготовка специалиста в рамках раздела «Технологии и технические средства производства продукции животноводства» должна обеспечивать формирование следующих групп компетенций:

### **академических**, включающих:

- овладение базовыми научно-теоретическими знаниями в области технологии и технического обеспечения производства продукции животноводства и умение применять их для решения теоретических и практических задач;
- владение методами научного познания, системным и сравнительным анализом;
- владение междисциплинарным подходом при решении производственных задач;
- приобретение навыков использования технических средств в процессе производства продукции животноводства;
- способность и умение учиться;

**социально-личностных**, включающих культурно-ценностные ориентации, знание идеологических, нравственных ценностей общества, государства и умение следовать им;

### **профессиональных**, включающих способность:

- самостоятельно принимать профессиональные решения;

– анализировать причины нарушений зоотехнических требований при выполнении механизированных технологических процессов;

– рассчитывать экономическую эффективность применения новых средств механизации технологических процессов;

– разрабатывать и реализовывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в сельскохозяйственном производстве;

– изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения в области технологии и технических средствах производства, хранения и первичной обработки продукции животноводства;

– совершенствовать технологии производства, хранения и первичной обработки продукции животноводства.

В результате изучения раздела студент должен:

– **знать** виды продуктивности сельскохозяйственных животных;

– основные способы содержания различных половозрастных групп крупного рогатого скота, свиней, птицы;

– классификацию кормов, структуру рациона, рациональные технологические приемы раздачи кормов;

– современное состояние и перспективные направления развития механизации животноводства, птицеводства и кормопроизводства;

– прогрессивные технологии механизированного производства животноводческой продукции;

– **уметь** проводить, разрабатывать и внедрять экономически обоснованные мероприятия по комплексной механизации производственных процессов в животноводстве;

– комплектовать производственно-технологические линии животноводческих предприятий;

– руководить монтажными и пуско-наладочными работами.

Раздел «Технологии и технические средства производства продукции животноводства» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Основы экологии», «Информатика».

Знание раздела «Технологии и технические средства производства продукции животноводства» требуется при дипломном проектировании.

На изучение раздела «Технологии и технические средства производства продукции животноводства» согласно учебному плану всего отведено 52 часа, в том числе 34 часа аудиторных занятий (16 часов лекционных и 18 часов лабораторных занятий).

Учебно-методический материал «Технологии и технические средства производства продукции животноводства» представлен в виде учебно-методического комплекса, содержащего все виды занятий. При структурировании содержания дисциплины учебный материал разделен на относительно самостоятельные части – модули (приведены в примерном тематическом плане), которые состоят из следующих элементов:

1) знания, умения, которыми должны овладеть студенты в результате изучения модуля;

2) научно-теоретическое содержание модуля и вопросы для самоконтроля;

3) материалы к лабораторным занятиям с вопросами для самоконтроля;

4) задания для управляемой самостоятельной работы;

5) примеры разноуровневых заданий для контроля результатов изучения модуля.

В научно-теоретическом содержании модулей студентам предлагается словарь основных понятий, которые им необходимо усвоить; изложен теоретический лекционный материал; по окончании каждой темы предусмотрены контрольные вопросы для самопроверки знаний.

Материалы к лабораторным занятиям, представленные в данном учебно-методическом комплексе, состоят из краткого теоретического введения для решения практических задач, контрольных тестов для закрепления материала.

Примеры заданий для контроля результатов обучения состоят из заданий различных уровней: репродуктивного (тестовых заданий), продуктивного (практические задания средней сложности) и творческого (задания повышенной сложности). Задания позволяют студентам не только воспроизводить теоретический материал, но и применять его в конкретных производственных условиях.

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование темы модуля	Количество аудиторных часов			
	Всего	В том числе		
		лекции	лабораторные	УРС
Модуль 1. Технологические основы производства продукции животноводства	16	6	8	2
Модуль 2. Технологические средства производства продукции животноводства	18	6	8	4
<b>Итого</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>6</b>

---

### Модуль 1

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

---

В результате изучения модуля студенты должны:

- **знать** центры одомашнивания животных, понятие «порода» и ее структуру, закономерности роста и развития животных, конституцию, экстерьер, интерьер, кондиции и упитанности животных, цели племенной работы, наследственность, изменчивость, подбор и отбор, методы разведения сельскохозяйственных животных, учет в животноводстве и виды продуктивности сельскохозяйственных животных;
  - конституцию животных по типам, упитанность животных, методы оценки экстерьера, методы учета в животноводстве и факторы, влияющие на продуктивность животных;
  - пищеварение и его особенности у различных видов животных, метаболизм веществ;
  - классификацию кормов, их питательность и переваримость, норму кормления, рацион, структуру рациона, рациональные технологические приемы хранения и раздачи кормов;
  - основные способы содержания различных половозрастных групп крупного рогатого скота, свиней, птицы;
- **уметь** определять экстерьер животных различными методами и типы их конституции, определять уровень развития животных;
- определять основные показатели продуктивности крупного рогатого скота, свиней и птицы, вести учет и оценку продуктивности животных;
- характеризовать качество кормов и технологию заготовки, подготовку их к скармливанию;

- составлять рационы, определять качество кормов;
- составлять различные схемы технологии получения продукции, определять показатели микроклимата в животноводческих помещениях;
- **характеризовать** технологические основы производства основных видов продукции животноводства;
- **моделировать** технологические основы получения продукции животноводства, способы повышения продуктивности животных, рационы кормления, методы разведения животных, обосновывать их продуктивность.

## НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

### Словарь основных понятий

**Генетика** – наука, которая изучает изменения и переход признаков от одного поколения к другому.

**Наследственность** – переход признаков от родителей к потомству через генетический материал.

**Изменчивость** – генетическое разнообразие между группами одного вида, породы или особей в популяции.

**Конституция** – общее телосложение организма, обусловленное анатомо-физиологическими особенностями строения, наследственными факторами и выражающееся в характере продуктивности животного и его реагированием на влияние факторов внешней среды.

**Экстерьер** – это внешний вид, и его наружные формы телосложения.

**Интерьер** – совокупность внутренних физиологических, анатомо-гистологических и биохимических свойств организма в соответствии с его конституцией и направлением продуктивности.

**Кондиция** – состояние внешних форм, обусловленное упитанностью животного и его использованием.

**Упитанность** – степень отложения жировой ткани в подкожной клетчатке.

**Лактация** – период образования молока в молочных железах у животных.

**Отбор** – сохранение более приспособленных к определенным жизненным условиям и технологии производства особей или выбор человеком тех из них, которые наиболее удовлетворяют его требованиям, и устранение самой природой или человеком менее приспособленных, худших экземпляров.

**Подбор** – целенаправленное составление родительских пар для получения потомства желательного качества.

**Методы разведения** – система подбора сельскохозяйственных животных с учетом их видовой, породной и линейной принадлежности.

**Зоотехния** – это наука, изучающая разведение, кормление, содержание и хозяйственное использование сельскохозяйственных животных.

**Одомашнивание** – сложный процесс, состоящий из приручения и собственно одомашнивания.

**Рост** – количественные изменения организма в процессе его развития.

**Развитие** – качественные изменения клеток, тканей, органов и их функций.

**Эмбриолизм** – недоразвитость животного в результате недостаточного и неполноценного кормления в период беременности.

**Инфантилизм** – результат задержки роста животного в постэмбриональный период из-за плохих условий содержания и кормления.

**Порода** – целостная группа животных одного вида, созданная трудом человека в определенных социально-экономических условиях, имеющая общую историю происхождения, общность к требованиям технологии производства и природным условиям, отличающаяся от других пород характерными признаками продуктивности, типом телосложения и стойко передающая свои качества потомству.

## ОСНОВНОЙ ТЕКСТ

### Лекция 1. Введение. Хозяйственное значение животноводства. Виды животных и их продуктивность

План

1. Содержание, объем и методика изучения дисциплины. Современное состояние отрасли животноводства, его значение, задачи и перспективы развития в Республике Беларусь.

2. Основные виды и продуктивность сельскохозяйственных животных.

3. Методы учета и оценки продуктивности животных.

***Содержание, объем и методика изучения дисциплины.  
Современное состояние отрасли животноводства, его значение,  
задачи и перспективы развития в Республике Беларусь***

Учебная дисциплина «Технологии и технические средства производства продукции животноводства» состоит из 2-х модулей (разделов): «Технологии производства продукции животноводства» и «Технические средства производства продукции животноводства».

По каждому модулю организуются различные формы аудиторной работы студентов (лекции, лабораторные и семинарские занятия, управляемая самостоятельная работа). Изучение курса идет поэтапно, по выделенным модулям.

В соответствии с учебным планом по темам модуля читаются лекции, проводятся лабораторные занятия и др. Темы курса, которые не рассматриваются в лекциях, студент должен самостоятельно изучить, используя лекционный материал, предложенный в учебниках, учебных пособиях и учебно-методических комплексах, а также дополнительную литературу; выполнить определенные формы управляемой самостоятельной работы и отчитаться за них.

По каждому модулю проводится промежуточный контроль знаний. Результаты контроля оцениваются по десятибалльной шкале. Студенты, показавшие высокие результаты при изучении модулей (8–10 баллов), могут быть освобождены от зачета.

***Современное состояние отрасли животноводства, его значение,  
задачи и перспективы развития в Республике Беларусь***

В специализации сельского хозяйства республики явный приоритет принадлежит животноводству. Именно в этой отрасли формируется около 80 % выручки от реализации всей сельскохозяйственной продукции, а ее переработка составляет почти 99 % аграрного экспортного потенциала. Растениеводство имеет подчиненное значение, его основная задача — обеспечить эффективное развитие животноводства. Это положение очень важно осознать каждому, кто причастен к АПК, поскольку эта отрасль, как теперь, так и в перспекти-

ве, является основой экономического благополучия сельскохозяйственных предприятий, включая развитие социальной сферы.

В настоящее время животноводство республики характеризуется достаточно высокой продуктивностью. В 2010 году надой молока от коровы превысил 4,6 тыс. кг, в 163 сельхозпредприятиях средний удой от коровы составил 6 и более тысяч кг молока, в т. ч. в 48 – 7 тыс. и более. В СПК «Агрокомбинат «Снов» средний удой от коровы составил 9429 кг и превысил показатель 2009 г. на 254 кг. Среднесуточный привес КРС приблизился к 610 г, а свиней — к 523.

Вместе с тем для дальнейшего повышения эффективности животноводства в тесной связи с новейшими достижениями аграрной науки необходимо решить ряд крупных задач. АПК Республики Беларусь нужно ориентироваться на производство около 8 млн т молока и 1,5 млн т мяса в год. Для этого требуется увеличить поголовье коров минимум на 110 тыс., свиней – довести до 4 млн, птицы — до 32 млн. Необходимо выйти на годовые надои молока от одной коровы на уровень 6 тыс. кг, среднесуточные привесы КРС — 750 г, свиней — 650 г, птицы – 60 г.

Прежде всего, необходимо перейти на выращивание высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных, которые пригодны для использования в современных производственных помещениях промышленного типа с новейшими технологиями содержания. В молочном производстве — это коровы с продуктивностью до 1,5 тыс. кг молока базисной жирности в расчете на 100 кг живой массы при затратах на один литр 0,8–0,9 кормовой единицы. Основа формирования высокопродуктивного молочного стада коров — эффективная работа по выращиванию телочек и использование спермы быков, в том числе зарубежной селекции, с уровнем годовой молочной продуктивности матерей не менее 12 тыс. кг.

Серьезные проблемы имеются в формировании породного состава свиней. Используемые ныне в республике породы практически уже исчерпали свой потенциал и не способны как по продуктивности, так и по удельным затратам кормов вывести свиноводческую отрасль на новый уровень развития. В промышленное свиноводство республики следует внедрить породы нового уровня с высокой конверсией кормов, расходом их на 1 кг привеса не более 3 полноценных кормовых единиц. Это возможно лишь на основе ши-

рокого привлечения лучших зарубежных генетических ресурсов, в первую очередь Канады, Великобритании и Дании.

На основе новейших рекомендаций науки необходимо оптимизировать структуру кормов для крупного рогатого скота по технологии приготовления, обосновать применительно к регионам оптимальное сочетание основных их видов – комбикорма, зерносенажа, сена, сенажа, силоса и др. В каждом хозяйстве необходимо наладить компьютерную систему расчета кормовых рационов, исключить использование кормов без полного сбалансирования по всем ингредиентам.

*Скотоводство* – важнейшая отрасль животноводства республики. На долю скотоводства приходится более половины стоимости валовой продукции животноводства. На 1 января 2011 г. в хозяйствах всех категорий численность крупного рогатого скота составила 4,2 млн голов, в том числе коров – 1,4 млн голов. По производству молока на душу населения республика занимает 1 место среди стран СНГ и 4 место в Европе. В сельскохозяйственных организациях сосредоточена основная часть поголовья крупного рогатого скота – около 90 % и коров – около 80 %. Более 98 % молока и говядины сельскохозяйственные организации получают от разведения черно-пестрого скота. В настоящее время его генетический потенциал составляет: по молочной продуктивности коров – в среднем 7,0–7,5 тыс. кг, а в племенных заводах – 9–10 тыс. кг молока за лактацию; по суточным приростам живой массы бычков от рождения до 18 месяцев – 900–950 граммов.

Беларусь поставляет на внешние рынки около 60 % молочной продукции, производимой в стране.

Значительный объем работ предстоит реализовать по совершенствованию инфраструктуры животноводства. Большинство функционирующих в настоящее время помещений и технологической оснастки в них физически и морально устарело, трудно поддается реконструкции, в них не вписывается современное оборудование по интенсификации производственных процессов. Поэтому переход на современные технологии требует строительства и новых животноводческих помещений. По предварительным расчетам, в 2010–2015 г.г. предстоит построить 476 молочно-товарных ферм суммарной мощностью около 350 тыс. голов, комплексы животноводческих помещений для молодняка КРС на 480 тыс. скотомест и 38 – для откорма свиней мощностью 600 тыс. скотомест, 6 птицефабрик

мощностью 180 тыс. тонн. Увеличение объемов производства продукции отрасли ориентировано на внешние рынки, потому что страна полностью обеспечена почти всеми видами продукции, за редкими исключениями, которые касаются эксклюзивных, декоративных и некоторых др. видов продукции, производство которых у нас не столь эффективно по сравнению с другими, более благоприятными по условиям регионами. Российская Федерация планирует увеличить поставки из Беларуси молочной продукции, сухого, пастеризованного молока, масла и др. Поэтому производство всех этих продуктов становится высокорентабельным.

*Свиноводство* – это традиционная и вторая по значимости отрасль животноводства Беларуси. На 1 января 2011 г. поголовье свиней составляло 3,8 млн голов, из них более 70 % сосредоточено в сельскохозяйственных организациях республики, остальная часть – в хозяйствах населения и фермеров. В общем балансе мяса на долю свинины приходится 40 %. В сельскохозяйственных организациях производится около 70 % свинины от общего производства в республике. Задачами современного свиноводства является создание системы селекционно-племенной работы, направленной на получение в короткие сроки конкурентоспособных пород, типов и гибридов свиней, адаптированных к условиям промышленного производства свинины в республике и не уступающие аналогам мировой селекции. Назрела необходимость создания высокотехнологичных племенных ферм по разведению пород белорусской селекции: крупной белой, белорусской мясной (ландраса), белорусской черно-пестрой, дюрок и пьетрен, с выдающимися генетически обусловленными племенными и продуктивными качествами устойчиво передающимися потомству. Предстоит создание сети племпредупродукторов по тиражированию племенного поголовья с выходом на мировые стандарты по репродуктивным, откормочным и мясным показателям; создание белорусского гибрида продуктивностью: среднесуточный прирост от рождения до 100 кг должен составить не менее 600 г, в т. ч. на откорме – 800 г, затраты сухого корма на 1 кг прироста – 3,0 кг, толщина шпика – 14–16 мм; организация полноценного кормления за счет ужесточения требований к качеству комбикормов и их отдельным компонентам, существенное улучшение структуры корма.

**Птицеводство** является одной из самых интенсивных отраслей в республике. На душу населения производится около 15 кг мяса птицы и 355 яиц. На начало 2011 г. в республике имелось 34,1 млн голов птицы, из которых только около 20 % находилось в личных хозяйствах населения. В сельскохозяйственных организациях производится более 97 % мяса птицы и более 65 % яиц.

Птицеводство общественного сектора в основном сосредоточено в хозяйствах республиканского объединения птицеводческой промышленности. В объединение входят 37 птицефабрик, 2 комбикормовых предприятия, перопуховая фабрика.

Селекционно-племенная работа с птицей сосредоточена на РУП «Племптице завод «Белорусский», ученые которого создают новые перспективные кроссы и совершенствуют имеющиеся. Племенное поголовье птицы экспортируется в страны СНГ.

**Рыбоводство.** В общем количестве потребляемой населением рыбы и рыбопродуктов собственное производство составляет около 5 %. Рыбохозяйственная деятельность в Беларуси осуществляется по двум основным направлениям: рыбоводство (разведение и выращивание рыбы в искусственных водоемах) и ведение рыболовного хозяйства. Рыбоводством занимаются специализированные рыболовные организации. Площадь прудового фонда составляет 29,2 тыс. га. Ведением рыболовного хозяйства занимается около 150 арендаторов рыболовных угодий, которым передано в аренду более 90 тыс. га озер и водохранилищ и 1 тыс. км рек.

**Коневодство.** Основу коневодства республики составляют 3 конных завода и более 50 племенных сельскохозяйственных организаций различных породных направлений, которые обеспечивают остальных племенным поголовьем. Наиболее многочисленны лошади русской тяжеловозной, тракененской, белорусской упряжной, русской рысистой пород. На начало 2011 г. поголовье лошадей в республике составляло 125 тыс. голов. Коневодство развивается в четырех направлениях: племенное, спортивное, рабочепользовательное и продуктивное (мясное). Ежегодно на экспорт реализуется до 5000 мясных лошадей. Изучается возможность производства кобыльего молока. Рабочие лошади в основном выращиваются для использования в сельскохозяйственных организациях республики, значительное их количество приобретает частными владельцами.

**Пчеловодство.** Пчеловодство Беларуси имеет опылительно-медовое направление. На начало 2011 г. в республике насчитывалось 150 тыс. пчелиных семей, основное количество которых находилось в частном секторе. В хозяйствах Минсельхозпрода в последние годы намечается тенденция к стабилизации их численности. В республике работают три пчелопитомника. Основная их задача – обеспечение потребностей хозяйств и пчеловодов-любителей пчелиными матками и пчелопакетами. Селекцией по улучшению разводимых в республике пчел с привлечением карпатской породы занимается лаборатория пчеловодства «БелНИИ плодоводства». Валовое производство меда в хозяйствах составляет 1,5–2,0 тыс. т.

**Звероводство.** Звероводство в республике представлено в виде разведения плотоядных зверей (норка, песец, лисица, хорь-фредка, енот) и растительноядных (кролик, нутрия, шиншилла). Выращиванием клеточных пушных зверей занимается 7 узкоспециализированных звероводческих хозяйств Белкоопсоюза, которые ежегодно производят около 80 % клеточной пушнины от всего объема и 33 звероводческие фермы Минсельхозпрода и др.

Всего в республике ежегодно производится более 600 тыс. шкурок клеточных пушных зверей. По уровню концентрации поголовья и качеству производимой пушнины наиболее высокие показатели по разведению норки обеспечивают Калининское и Пинское зверохозяйства Белкоопсоюза, СПК «Прогресс-Вертелишки», СПК «Остромечово», ООО «Мартес», ООО «Зверохозяйство «Чисть», по разведению песца – РСУП «Первый Белорусский» и ЧУП «Бобруйское зверохозяйство Белкоопсоюза», лисицы – ЧУП «Барановичское зверохозяйство Белкоопсоюза».

Растительноядные: кролики, нутрия, ондатра, шиншилла разводятся в Беларуси в основном в личных подсобных и крестьянско-фермерских хозяйствах. При этом основным видом разведения являются кролики. Высокая плодовитость и скороспелость кроликов дают возможность получать от одной самки в течение года до 60 кг мяса и 25–35 шкурок, что является основным фактором подсобного интенсивного кролиководства. Разводят кроликов следующих пород: белый и серый великан, советская шиншилла, калифорнийская, новозеландская, серебристый, черно-бурый и др. В последние годы пользуются популярностью среди кролиководов кролики породы рекс, бельгийский бобр, немецкий голубой строкач, бараны.



Нутрии, шиншиллы, ондатры занимают значительно меньший удельный вес, чем кролики. Учитывая возрастающий спрос на новые виды пушнины и наличие в республике необходимой кормовой баз, разведение шиншиллы, нутрии, ондатры является перспективным.

### ***Основные виды и продуктивность сельскохозяйственных животных***

Основными источниками продукции животноводства в Республике Беларусь являются скотоводство, свиноводство, птицеводство. Незначительное количество мяса производится за счет овцеводства, коневодства, кролиководства, нутриеводства.

*Скотоводство* – одна из важнейших отраслей животноводства и народного хозяйства в целом. Оно дает наиболее ценные продукты питания: молоко, мясо, а также сырье для легкой и пищевой промышленности. На долю крупного рогатого скота приходится 95 % молока от общего его производства. В нем содержатся биологически полноценные и легкоусвояемые питательные вещества – белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины, ферменты и др. Более 50 % всего производства мяса в Республике Беларусь приходится на говядину и телятину и столько же доходы составляют от скотоводства.

В результате переработки молока из него получают масло, сыр, творог, сметану, кефир и др. диетические продукты. Мясо крупного рогатого скота как пищевой продукт играет важную роль в питании человека.

Крупный рогатый скот, как и другие жвачные, имеет многокамерный желудок. Благодаря этому он хорошо использует разнообразные растительные корма и доброкачественные отходы сахарной, маслоэкстракционной, спиртовой и др. отраслей перерабатывающей промышленности. Крупный рогатый скот на 55–60 % переваривает клетчатку и хорошо оплачивает корма молоком (на 1 кг молока расходуется 0,85–1 ЭКЕ). Из всего удоя коровы около 10 % молока идет на выпойку телят, а остальное используется человеком.

Наряду с ростом поголовья крупного рогатого скота в последние годы произошел качественный скачок в улучшении породности скота. В Беларуси создана белорусская порода черно-пестрого скота, ведутся работы по созданию новой породы мясного скота. Ха-

актерной особенностью развития скотоводства в современных условиях является перевод его на промышленную основу. В то же время промышленная основа производства продукции животноводства требует улучшения качества животных, повышения их продуктивности, приспособления животных к промышленным условиям производства продукции животноводства.

Скотоводство находится в тесной связи с земледелием, обеспечивая его органическими удобрениями и получая взамен необходимые кормовые средства, которые перерабатывает в более питательные пищевые продукты. Создание в хозяйствах прочной кормовой базы, ведение скотоводства на уровне современных научных знаний и всесторонняя механизация производства будут способствовать дальнейшему развитию и интенсификации этой отрасли.

Крупный рогатый скот уступает другим видам сельскохозяйственных животных по плодовитости и скорости размножения. Осеменяют телок в возрасте 18 мес. продолжительность плодородия (стельности) составляет 9 мес. Как правило, коровы рожают одного теленка. Следовательно, телочка принесет потомство лишь через 27–28 мес. после своего рождения. Поэтому воспроизводству крупного рогатого скота и сохранению молодняка уделяется особое внимание.

Все поголовье крупного рогатого скота в хозяйстве разделяется на следующие группы: быки-производители; коровы; нетели (оплодотворенные телки); ремонтный молодняк (молодняк, используемый для замены выбывающих из стада коров); скот на откорме (сверхремонтный молодняк и выбракованные взрослые животные).

Ввиду широкого распространения искусственного осеменения в обычных хозяйствах быки-производители отсутствуют. В племенных хозяйствах почти весь сверхремонтный молодняк идет на продажу в другие хозяйства. В стадах в течение года выбраковывают старых, больных и снизивших продуктивность коров. Их заменяют нетелями. В зависимости от конкретных условий браковка стада может составлять 30 % и более.

### ***Продуктивность***

*Молочная продуктивность.* Обычно за молочную продуктивность принимают количество молока, полученное от коровы за лактацию, которая начинается с момента отела и продолжается в сред-

нем 305 дней. В зависимости от породы, условий кормления, содержания и др. факторов, молочная продуктивность может колебаться от 2 до 20 тыс. кг молока.

По молочной продуктивности, в том числе и по составу молока, породы могут существенно отличаться друг от друга. В состав молока входят важнейшие для питания человека витамины, микроэлементы и др. биологически активные вещества. Очень важно, что соотношение питательных веществ в молоке крупного рогатого скота является для человека оптимальным. Жир, белок и сахар молока усваиваются человеком почти полностью – соответственно на 95, 96 и 98 %. 1 л молока коровы удовлетворяет потребность взрослого человека в энергии на 25 %, в белке – на 61, в жире – на 100, в кальции – на 150, в фосфоре – на 112 %.

Белок молока неоднороден. Он состоит на 80 % из казеина – белка, который можно осадить слабым раствором кислоты или сычужным ферментом (химозин). Казеин служит основным сырьем для приготовления творога и сыра. Остальные 20 % молочного белка представляют сывороточные белки – альбумин и глобулин. Они выпадают в осадок при сильном нагревании. 500 г молока удовлетворяет с избытком суточную потребность взрослого человека почти во всех незаменимых аминокислотах. Жир в молоке находится в виде мельчайших шариков диаметром от 2 до 10 мкм. В молочном жире содержатся жирорастворимые витамины (в том числе витамины А и D) и важнейшие незаменимые жирные кислоты (линоленовая и арахидиновая), которые обладают витаминоподобным действием. Лактоза усиливает всасывание кальция, фосфора, магния, а ее неусвоенная часть расщепляется в толстом отделе кишечника до молочной кислоты, благоприятно влияющей на пищеварение.

В первые дни после отела корова выделяет молозиво, которое значительно отличается от обычного молока. В молозиве, полученном в день отела, сухих веществ – 24,9 %; жира – 5,1, белка – 16,4, в том числе казеина – 5,1, сывороточных белков – 11,3; лактозы – 2,2; минеральных веществ – 1,2 %. К 5–7-му дню после отела его состав приближается к составу обычного молока.

**Мясная продуктивность.** К показателям мясной продуктивности относится живая масса, масса туши, или убойная масса, убойный выход, морфологический состав туши, химический состав мяса.

Уровень мясной продуктивности прежде всего зависит от живой массы. Так, увеличение живой массы с 277 до 545 кг (на 97 %) приводит к увеличению массы туши на 114 %. Поэтому важнейшим резервом повышения производства говядины может быть увеличение живой массы откармливаемого молодняка.

Масса туши определяется после того, как с убитого животного сняли шкуру, отрубили голову, ноги по скакательный и запястный суставы и удалили внутренности. Но при одной и той же живой массе масса туши у представителей разных пород может быть разной, поскольку породы различаются по убойному выходу – отношению массы туши к живой массе, выраженному в процентах. У откармливаемых бычков специализированных мясных пород он может достигать до 70 %, а у откармливаемого молодняка некоторых молочных пород – до 51–53 %.

Большое значение для определения мясной продуктивности имеет морфологический состав туши – содержание в ней мяса, жира, костей и сухожилий. Здесь имеются значительные различия, в зависимости от уровня кормления, возраста и породы.

### ***Основные породы***

По направлению продуктивности породы разделяют на молочный, мясомолочный (комбинированный) и мясной тип. В этом делении пород есть определенная условность: некоторые породы комбинированного типа обладают хорошей молочной продуктивностью, а молодняк основной молочной породы – черно-пестрой – хорошо откармливается.

### ***Породы молочного направления продуктивности***

**Голландская (фризская) порода.** Эта наиболее древняя обильно-молочная порода, насчитывающая около 1000 лет и давшая начало многим породам и отродьям крупного рогатого скота. Создана она в результате внутривидовой селекции. Считается, что кровь голландской породы имеется у всех пород молочной продуктивности. В Голландии, где основой кормовой базы служит лугопастбищное хозяйство, эта порода составляет более 70 % общего поголовья страны, а в мире она занимает около 10 % поголовья скота.

Экспорт племенного голландского скота во все страны мира, в том числе и в Россию, начался в XVII веке, что послужило новым толчком совершенствования породы. Селекция, проводимая до середины прошлого века в направлении повышения молочности без учета конституциональной крепости, привела к ослаблению организма и снижению естественной резистентности к туберкулезу. Племенная работа по совершенствованию породы и повышению ее устойчивости к болезням позволила устранить этот недостаток.

Последние десятилетия работы с голландский породой увенчались повышением жирномолочности и белковости молока. Голландский скот, разводимый на родине, дает за лактацию более 7000 кг молока жирностью 4,2–4,4 % и содержанием белка 3,4 %.

Современная голландская порода имеет черно-пеструю масть, крепкую конституцию, легкую голову, длинную шею и глубокую грудь. Линия верха прямая, туловище удлиненное, вымя хорошо развито, обычно ваннообразной формы.

В США и Канаде голландский скот называется голштинским. По сравнению с голландской породой он отличается более высокой молочной продуктивностью, лучшим развитием вымени и хорошей приспособленностью к беспривязному содержанию и машинному доению. От рекордистки породы коровы Карине за 365 дней лактации при 2-кратной дойке получено 23045 кг молока (702,8 кг молочного жира). Наивысший суточный удой у нее составлял 81,9 кг молока с содержанием 3,1 % жира.

Формы тела голштинов несколько угловаты, а по мясной продуктивности они уступают голландской породе.

*Черно-пестрая порода.* Создана в результате скрещивания местного скота разных зон страны с животными голландской и остфризской породы. Апробирована в 1959 г.

Животные этой породы отличаются хорошим экстерьером, характерным для молочного скота, имеют широкое и глубокое туловище, большое чашеобразное вымя, пригодное для машинного доения, крепкую конституцию без излишней сухости. Кожа тонкая, эластичная, мускулатура хорошо развита. Масть – черно-пестрая. Взрослые коровы имеют массу в среднем 450–600 кг, быки – 800–1000 кг. Телята рождаются живой массой 30–35 кг. При хороших условиях кормления и содержания удои от коров черно-пестрой

породы достигают 6000 и более кг молока в год, а в ведущих племенных стадах – 6000–7000 кг с жирностью от 3,5 до 3,9 %.

*Черно-пестрая порода Беларуси* создавалась скрещиванием местного скота с голландской черно-пестрой, остфризской породами, а также с среднерусскими и прибалтийскими отродьями черно-пестрого скота. В декабре 2001 г. черно-пестрому скоту Беларуси приказом по Минсельхозпроду республики придан статус самостоятельной черно-пестрой породы Беларуси.

Черно-пестрая порода Беларуси по своим экстерьерным и конституциональным особенностям, продуктивности (удоям, жирности молока, энергии роста и убойному выходу) близок к черно-пестрой породе, хотя в ряде хозяйств республики на этих показателях неблагоприятно сказываются неудовлетворительные условия кормления и содержания. В результате этого средний удой в товарных хозяйствах обычно не превышает 3000–4000 кг, жирность молока – 3,4–3,6 %. В племхозах удой колеблется от 6000 до 8000 кг, а жирность молока от 3,6 до 3,8 %. Черно-пестрый скот является основной породой в Беларуси. Он занимает 98,8 % всего поголовья скота республики. РУП « Научно-практический центр НАН Республики Беларусь по животноводству» ведется большая целенаправленная селекционная работа с черно-пестрым скотом. Так, скрещиванием черно-пестрых коров с голландскими быками выведен заводской тип скота, для которого характерны не только высокие удои, но и повышенная жирность молока (до 3,7–3,8 %).

*Джерсейская порода* – одна из старейших заводских пород, выведена на крупном острове Джерси, расположенном в проливе Ла-Манш, из местного скота путем отбора особей по величине удоев и особенно по содержанию жира в молоке. Выдающиеся жирномолочные качества этого скота были известны еще в XVIII веке. С целью сохранения качеств породы английский король в 1789 г. издал указ, запрещающий завоз на о. Джерси каких-либо других пород крупного рогатого скота. Таким образом, с начала создания и по настоящее время джерсейская порода разводится «в себе», что наложило отпечаток на тип телосложения и характер продуктивности.

Животные джерсейской породы типично молочного склада, сухого типа, нежной и плотной конституции. Масть животных разнообразная – от черной и темно-красной до пятнистой и почти белой.

Полновозрастные коровы имеют живую массу от 350 до 400 кг, быки – 550–770 кг, телята при рождении – 20–22 кг. Мясные качества скота этой породы развиты слабо. Молочная продуктивность коров в среднем составляет 3000–3500 кг, содержание жира – от 5,5–6,5 % и до 8 %. По жирномолочности джерсейский скот не имеет себе равных.

### **Породы комбинированной продуктивности**

*Симментальская порода.* Выведена в Швейцарии в результате длительного отбора и подбора местного горного скота в условиях богатых альпийских лугов, благоприятного климата и спроса на сыр. Благоприятные условия разведения способствовали созданию крупных выносливых животных, которых уже в XV в. начали вывозить за пределы страны.

Длительное время симменталов использовали как рабочий скот. Животные крупные, пропорционально сложенные. Мышцы развиты хорошо, конечности поставлены правильно, костяк крепкий. Вымя часто округлое, с равномерно развитыми долями, соски большие, цилиндрической или конической формы. Конституция крепкая, иногда грубая. Основная масть палево-пестрая, встречается красно-пестрая и красная с белой головой. У чистопородных симменталов носовое зеркало, язык, зев и веки светло-розовые, а наличие темных пятен указывает на нечистопородность.

На долю симментальского скота в Австрии приходится около 85 % всего поголовья, в Швейцарии – 70 %. В Россию скот завезен в середине XIX в. В Беларуси в небольших количествах разводится в южных районах Гомельской и Брестской областей.

Признаки молочности этого скота выражены хорошо. Средние удои колеблются от 3500 до 4000 кг и более, жирность молока составляет 3,7–3,9 %, содержание белка – 3,3–3,5 %. У части коров регистрируется «козье вымя». В Швейцарии от симментальских коров надаивают в среднем 5500 кг (жирность молока 4,03 %), в Германии – 5000–5500 кг.

Масса коров колеблется от 550 до 650 кг, быков – 900–1200 кг. Телята рождаются живой массой 36–45 кг. Мясная продуктивность хорошая. При откорме молодняка суточные приросты составляют 1000–1200 г, к 18-месячному возрасту бычки достигают веса 450–

500 кг и более. Убойный выход молодняка составляет 55–60 %. Мясо высокого качества, но в туше относительно больше костей (19 %), чем в туше скота мясных пород.

*Швицкая порода* крупного рогатого скота молочно-мясного направления создана в высокогорных кантонах Швейцарии на основе местного короткорогатого горного скота путем длительного отбора животных по молочной и мясной продуктивности в хороших условиях кормления и содержания.

Телосложение швицкой породы скота типично для скота молочно-мясного направления продуктивности. Конституция крепкая, голова средней величины с широким коротким лбом, светлыми рогами с темными кончиками. Признаки молочности хорошо выражены. Масть бурая, с оттенками от светло-бурой до темно-бурой. Характерными признаками являются: темное носовое зеркало со светлым кольцом по окружности, светлый ремень вдоль спины и более светлая окраска волос на внутренней стороне ног, вымени и внутри ушных раковин. Помимо Швейцарии распространена в соседних с ней странах и в США.

В Беларуси в небольших количествах скот разводится в некоторых районах Витебской и Могилевской областей.

Масса коров 500–600 кг, быков – 800–1000 кг и более. Удои молока – 3800–4000 кг за лактацию с жирностью 3,7–3,9 %. В Австрии живая масса коров достигает 600–800 кг, удои – 6000–8000 кг, жирность молока – 3,8–4 %. Телята рождаются массой 33–40 кг, отличаются крепким здоровьем и высокой энергией роста. В нормальных условиях кормления молодняк к 18-месячному возрасту достигает более 450 кг. Мясность хорошая, убойный выход у откормленных животных составляет 55–56 %. Совершенствование породы проводится на повышение молочности и жирномолочности, а также пригодности к условиям промышленной технологии.

### **Мясные породы**

Наибольшее распространение и известность имеют так называемые английские мясные породы, к которым относятся герефордская, абердин-ангусская, шортгорнская; французские – шароле-ская, лимузинская, мен-анжу, белая аквитанская; итальянские – кинская, романьольская; американские – браманская, брангусская,

санта-гертруда, бифмастерская. В России, кроме завозимых зарубежных мясных пород скота, наибольшую известность имеют калмыцкая и казахская белоголовая породы крупного рогатого скота.

*Герефордская порода.* Выведена в XVIII в. в Англии путем отбора и подбора местного рабочего скота. В СССР герефорды завезены в 1928 г. По численности эта порода занимает среди мясного скота первое место.

Животные герефордской породы отличаются хорошей мясной продуктивностью, крепкой конституцией и приспособленностью к различным условиям разведения. Животные хорошо акклиматизируются, переносят длительные перегоны в поисках пастбищ, устойчивы к туберкулезу. Телосложение герефордского скота типичное для животных мясного направления продуктивности. Туловище приземистое, бочкообразное, широкое и глубокое, шея короткая. Холка, спина и поясница широкие, окорок хорошо выполнен мускулатурой, ноги короткие. Масть красная и темно-красная. Голова, холка, подгрудок, брюхо, нижняя часть конечностей и кисть хвоста белые. Темперамент спокойный, животные послушны. Масса коров 550–650 кг, быков – 900–1000 кг, молочная продуктивность 1200–1600 кг, что обеспечивает подсосное выращивание телят, которые при рождении имеют массу 28–34 кг, к годовалому возрасту – 400–420 кг. Убойный выход – 60–62 %. Мясо мраморное, нежное, с высокими пищевыми достоинствами. Мясные качества герефордского скота хорошо передаются по наследству при скрещивании их с другими породами, что очень ценно для широкого использования этой породы.

В Беларуси и во многих странах мира разводится в «чистоте» и используется в качестве улучшателя других пород.

*Шаролезская порода.* Выведена во Франции в начале XVIII в. на основе улучшения местного скота кремовой масти с использованием симментальской и шортгорнской пород. Это самые крупные животные среди всех пород крупного рогатого скота. Масса коров составляет 600–750 кг, быков – 1000–1200 кг, новорожденных телят – до 60 кг, а к отъему – 260–330 кг. При интенсивном выращивании к 18-месячному возрасту достигают массы: телки – 400–480 кг, бычки – 600–700 кг. Прирост – более 1200 г в сутки. Убойный выход – 60–67 %. Молочность коров – 1800–2000 кг при жирности молока 3,8–4,0 %.

Масть кремово-белая, желтая, без пятен. Носовое зеркало розовое. В селекционной работе с породой обращается внимание глав-

ным образом на снижение крупноплодности и числа трудных отелов, а также улучшение качества мяса.

*Лимузинская порода.* Выведена в середине XIV в. во Франции путем разведения местного аквитанского скота «в себе». Это вторая по численности мясная порода Франции.

В Беларусь впервые лимузинские быки были завезены в 1961 г. Скот этой породы хорошо акклиматизировался, отличается хорошими мясными формами и высокими воспроизводительными и материнскими качествами. По крупности он уступает шароле. Средняя масса телят при рождении 38–40 кг, бычков при отъеме в возрасте 8 мес. – 285 кг, телок – 225 кг. Бычки в годовалом возрасте достигают 410–450 кг. Масть красная, голова короткая с широким лбом. Костяк тоньше и суше, чем у животных породы шароле. У них хорошо развита задняя часть туловища, округлая грудь, широкая спина и поясница, длинный крестец, окорок с хорошо развитыми мышцами.

Чистопородных быков широко используют во многих странах для скрещивания как с молочными, так и мясными породами. Помеси отличаются хорошими показателями мясной продуктивности и высоким выходом ценных частей туши.

*Мен-анжу.* Выведена во Франции в результате скрещивания местной породы мансель и дурхен, импортированной из Англии. Порода отличается как высокими мясными качествами, так и сравнительно неплохой молочной продуктивностью. Живая масса взрослых коров достигает 750–800 кг, быков – 1200–1350 кг. Средняя молочная продуктивность – 2900 кг (отдельные особи дают до 3000–3800 кг). Животные породы мен-анжу имеют высокую энергию роста. Живая масса новорожденных – 48–51 кг, а к 8 мес. они достигают массы 270–350 кг, к 18 мес. – 420–720 кг. Сохранность – 76–80 %.

Большой отход обычно связан с трудными родами (до 7–9 %).

Животные скороспелые, дают высокий выход туши – (до 66–67 %), мясо отличается высокими вкусовыми качествами. Масть у животных красная, красно-пестрая. Животные породы мен-анжу неприхотливы, хорошо откармливаются на грубых кормах, отличаются спокойным нравом. Племенную работу со скотом ведут в направлении улучшения телосложения, долголетия, воспроизводи-

тельной способности, качества потомства, а также уменьшения числа случаев трудных отелов.

*Кианская порода.* Выведена в Италии путем улучшения местного скота мясо-рабочего направления. Это самая древняя порода Италии. В последние 30–40 лет ее совершенствуют в мясном направлении. Особенностью породы является ее рекордная великорослость. Высота в холке крупных быков достигает 170–175 см. Костяк животных крепкий, туловище длинное, спина, поясница и окорока хорошо выполнены мускулатурой, конечности длинные, стройные. Мясо высококачественное. Живая масса коров 700–750 кг, быков – 1000–1300 кг. Выдающийся племенной бык Донетто в возрасте 8 лет имел массу 1820 кг. Телята при рождении имеют массу 42–55 кг, а к годовалому возрасту – 410–420 кг. Среднесуточные приросты бычков после отъема при интенсивном выращивании колеблются от 1000 до 2000 г. Молодняк после интенсивного откорма убивают в возрасте 15–24 мес. живой массой 600–900 кг. Несмотря на крупные размеры новорожденных отелы проходят легко.

Другие породы крупного рогатого скота в условиях республики не разводятся, так как большинство из них, выведенных в бывшем Союзе и завозившихся из-за рубежа, имеют зональное значение и существенного влияния на развитие скотоводства Республики не оказали.

## **Свиноводство**

### **Хозяйственно-биологические особенности свиней**

*Свиноводство* – специфическая отрасль, в которой можно быстро увеличить производство мяса, разумеется, при наличии соответствующих условий. Эта специфика обусловлена целым рядом хозяйственно-биологических особенностей свиней:

1. Скороспелость и многоплодность. Свиньи плодовиты и имеют короткий срок плодonoшения. Супоросность продолжается 112–116 дней, а за опорос свиноматка приносит 10–12 поросят. Срок половой зрелости у свиней – 5–8 мес., а физиологической – 9–11, то есть от свиноматки в возрасте 13–15 мес. уже можно получить приплод.

2. Способность к откорму и использование кормов. В условиях интенсивного откорма свиньи могут достигнуть 110 кг к 6–8 мес. Молодняк свиней на 1 кг прироста затрачивает 3,5–4,0 ЭКЕ.

3. Высокий убойный выход. У свиней, достигших массы 100–110 кг, убойный выход составляет 70–75 %, а у свиней, откормленных до жирных кондиций, он может доходить до 85 %.

4. Всеядность. Свиньи хорошо используют животные и растительные корма, а также различные остатки технических производств и пищевые отходы.

Необходимо учитывать, что большое значение имеют некоторые анатомо-физиологические особенности свиней. Сравнительно несовершенной является их система терморегуляции. Сильно развитый подкожный жировой слой у взрослых свиней препятствует отдаче тепла путем проведения, а способность к потоотделению у свиней практически отсутствует, поэтому они очень плохо переносят высокую температуру в сочетании с большой влажностью. В какой-то мере несовершенство физиологической терморегуляции у свиней компенсируется их поведением (поведенческой терморегуляцией). В естественных условиях при сильной жаре свиньи забираются в грязь, чтобы увеличить теплоотдачу, а при низкой температуре укладываются, тесно прижимаясь друг к другу. Таким образом, площадь поверхности тела, соприкасающаяся с холодным воздухом, уменьшается.

Если для свиней с хорошо развитым жировым подкожным слоем опасна высокая температура, то для поросят в первые дни жизни опасна пониженная температура.

Вопреки общепринятым представлениям, свиньи очень возбудимы и чувствительны к различным раздражителям. В этом можно убедиться, если понаблюдать, как ведет себя свинья, застряв где-нибудь в узком месте. Животное прилагает все усилия, чтобы немедленно выбраться, и при этом возбуждение, а точнее, истерическое состояние настолько велико, что свинья может даже погибнуть. Особенностью свиней является то, что такое истерическое состояние быстро передается от одного животного к другому. В этом легко убедиться при ветеринарной обработке, когда уколы делают свиньям в первом станке, а возбужденное, состояние передается не только в соседние, но и в последующие станки. Это надо учитывать при содержании, и особенно, при транспортировке свиней, когда даже небольшие меры принуждения приводят к тому, что они в сильнейшем возбуждении травмируют друг друга.

У свиней хорошо развиты рефлексы стадности и подражания. Проявление рефлекса стадности хорошо видно у поросят, которые держатся все время группой. Рефлексы стадности и подражания могут способствовать распространению таких опасных явлений, как каннибализм – обгрызание ушей, хвостов.

Условные рефлексы у свиней складываются довольно быстро. Например, рефлекс на болевые раздражения является причиной снижения продуктивности свиней во время ветеринарных обработок, так как свиньи, увидев людей в белых халатах, уже впадают в состояние страха.

У свиней можно выработать условные рефлексы на различные факторы содержания, например на температуру, когда свиньи при похолодании нажимают пятачком на рычаг, тем самым включая источник тепла.

Для пищеварительной системы свиней характерна высокая переваривающая способность протеинов, углеводов и жиров корма и низкая переваримость клетчатки. Слюна свиней содержит ферменты, способствующие лучшему усвоению углеводов. У свиней хорошо развит вкус. Они различают сладкое и горькое, степень солености корма: отличают корма с содержанием 1,5 и 2 % соли. Свиньи понятливые, хитроумные и сообразительные животные.

### **Основные породы свиней**

*Йоркширская* (крупная белая порода) зарегистрирована в 1851 г. в Англии. Была выведена путем сложного воспроизводительного скрещивания местных улучшенных свиней из графства Йоркшир и соседних с ним графств с неаполитанскими, испанскими, португальскими, английскими длинноухими свиньями и мелкой белой породы с китайскими и сиамскими хряками-производителями. В дальнейшем шла длительная селекция. В Россию завоз крупной белой породы начался в XIX в., где она сыграла значительную роль в совершенствовании многих существующих и выведении новых пород свиней. Крупная белая порода свиней способна быстро и хорошо акклиматизироваться в различных климатических зонах. Свиньи крупной белой породы делятся на несколько направлений продуктивности – мясного, беконного, мясосального и сального.

У свиноматок имеется не менее 12 хорошо развитых сосков. Кожа у свиней крупной белой породы розовая, упругая, без складок, покрыта густой, мягкой и длинной щетиной белого цвета. Живая масса хряков достигает 385 кг и выше, свиноматок – 270 кг и более. Плодовитость маток в среднем по породе 11–12 поросят с живой массой при рождении 1,1–1,3 кг. Хорошая плодовитость свиноматок крупной белой породы сочетается с высокой молочностью, которая колеблется от 50 до 60 кг. Материнский инстинкт у свиноматок хорошо развит, и они успешно выращивают поросят-сосунов.

Скрещиванием йоркширской породы с местными белорусскими свиньями был создан белорусский тип свиней (БКБ-1). Свиньи этого типа отличались хорошими экстерьерными формами, не уступающими английским свиньям, конституциональной крепостью, крупным ростом, гармоничностью и красотой телосложения, высокой продуктивностью, скороспелостью, способностью хорошо использовать корма и что очень важно – приспособленностью к поеданию большого количества травы. Направление продуктивности – универсальное. По способности наращивать живую массу БКБ-1 превосходил другие породы свиней. На конкурсных испытаниях на ВДНХ по интенсивности откорма свиньи этого типа заняли первое место. С использованием БКБ-1 в Беларуси выведены Минский и Витебский внутрипородные типы крупной белой породы.

*Белорусская мясная* порода свиней утверждена в 1999 г. после апробации Международной экспертной комиссией. Она характеризуется высокими и стабильными показателями откормочной и мясной продуктивности, устойчивостью к заболеваниям, высокоэффективна при использовании в качестве отцовской формы в системе скрещивания и гибридизации для получения высокогетерозисных товарных помесей. Животные новой породы отличаются высоким многоплодием (10,9–11,0 поросят), хорошей энергией роста (753–792 г.), невысокими затратами кормов на 1 кг прироста живой массы (3,40–3,5 ЭКЕ), достаточно тонким шпиком (25,7 мм), большой площадью «мышечного глазка» (35,5 см<sup>2</sup>), оформленным окошком (11–12,5 кг при убое в 100–120 дней), высоким выходом мяса в туше (62 %) при хорошем его качестве. По показателям воспроизводительной способности свиньи данной породы конкурентоспособны с разводимыми зарубежными мясными породами – ландрас, дюрк и превышают их на 1,0–1,5 поросенка по многоплодию и

сохранности. По возрасту достижения живой массы 100 кг они превышают требования класса «элита» на 4 %, по расходу корма на 1 кг прироста – на 7 %, по толщине шпика – меньше на 8 %. Испытания показали, что свиньи новой породы, обладая высокой продуктивностью, проявляют большой эффект в скрещивании с животными других пород.

Генетическая структура породы представлена 10 линиями и 14 семействами, что позволяет в течение длительного времени использовать метод замкнутой селекции. Разведением и совершенствованием белорусской мясной породы свиней занимаются три селекционно-гибридных центра: «Заднепровский» Витебской, «Белая Русь» Минской и «Западный» Брестской областей.

*Белорусская черно-пестрая порода свиней* создана путем воспроизводительного скрещивания местных улучшенных полесских свиней с животными йоркширской, беркширской, крупной черной, миргородской, ландрас, эстонской беконной пород во многих хозяйствах Беларуси, но, основном, в южных районах Минской и Брестской областей. С 1961 г. белорусские черно-пестрые свиньи разводятся «в себе». Осуществлялся интенсивный отбор и однородный подбор животных по комплексу селекционируемых признаков.

Белорусская черно-пестрая порода свиней – универсального типа. При скрещивании с беконными породами помеси первого поколения теряют черную щетину и отвечают требованиям стандарта беконных свиней. Новая порода знаменита тем, что унаследовала от местных пород устойчивость к болезням, хорошо приспособлена к природно-климатическим условиям Беларуси, эффективно использует местные корма.

Основное направление дальнейшей племенной работы с белорусской черно-пестрой породой – улучшение ее мясной продуктивности, снижение возраста достижения молодняком живой массы 100 кг до 175–180 дней, расхода корма на 1 кг прироста живой массы до 3,4–3,7 ЭКЕ и толщины шпика над 6–7-ым грудными позвонками – до 28–30 мм.

*Ландрас* создана в Дании путем скрещивания местных свиней с английской крупной белой породой. Разведением помесей «в себе» была создана беконная порода животных мясного типа, получившая название «ландрас». По показателям развития, продуктивности и откормочным качествам существенно не отличается от свиней

крупной белой породы, но имеет более длинное туловище (до 187 см) и дает менее осаленные туши. Используется в Беларуси при промышленном скрещивании со всеми породами. Для чистопородного разведения в Беларусь завезены из Литвы на племенную свиноферму колхоза «Октябрь» Берестовицкого района. Хряков нередко завозят из других стран (Россия, Латвия, Украина и др.) для обновления чистопородного стада и промышленного скрещивания с помесными животными.

*Эстонская беконная порода* создавалась путем улучшения местных аборигенных свиней методами поглотительного и воспроизводительного скрещивания с датским, немецким, шведским и финским ландрасом.

Свиньи эстонской беконной породы имеют длинное туловище, тонкий костяк, длинную мясистую шею, длинную прямую спину. Окрока хорошо выполнены, кожа розовая, иногда с мелкими пигментными пятнами. В отличие от ландрасов свиньи эстонской беконной породы имеют более крепкую конституцию. Направление продуктивности, как и у ландрасов – беконное. Хряки имеют живую массу 320–350 кг, длину туловища – 180–185 см, свиноматки – 220–240 кг при длине туловища 160–165 см. Многоплодие – 11 поросят, молочность свиноматок – 53–60 кг. При контрольном откорме молодняк дает 730–740-граммовый прирост при затратах на 1 кг прироста 3,5–3,8 ЭКЕ. В Беларуси используется при скрещивании с другими породами, дает высокий эффект гетерозиса.

*Дюрок.* Это крупные бурые (рыжие) свиньи сального типа, исключительные по своей плодовитости. Свое название порода получила по кличке знаменитого жеребца, владелец которого занимался выведением новой породы свиней.

### **Птицеводство**

Сельскохозяйственная птица характеризуется высокой продуктивностью, плодовитостью, скороспелостью и коротким периодом эмбрионального развития. Средняя яйценоскость кур породы леггорн составляет 240–290 яиц в год, цыплята-бройлеры в 49-дневном возрасте имеют в среднем массу 1500 г. Куры яйценоского направления начинают яйцекладку в 5–6 месячном возрасте, инкубация яиц кур продолжается 21 день. Убойный выход – более 80 %, а вы-



ход съедобных частей тушки – более 65 %. Птица отличается интенсивным обменом веществ. Температура тела колеблется в пределах 40–42,0 °С, частота сердечных сокращений – 150–200 ударов в минуту, частота дыхания – 12–40 в минуту. Для птицы характерна также высокая энергия роста. Так, за 60 дней после вывода живая масса утят увеличивается в 40 раз и более.

Высокопродуктивные куры, которые несутся через 24 ч, характеризуются продолжительным циклом яйцекладки (количеством яиц, снесенных подряд без перерыва). Чем длиннее цикл, тем выше яйценоскость кур в течение года. Очередная овуляция у курицы, несущейся ежедневно, происходит через полчаса после снесения яйца.

### ***Виды и породы птицы***

Известно более 8 тыс. видов птицы. В сельском хозяйстве используются в основном куры, индейки, гуси, утки, цесарки, перепела и голуби. Все многочисленные породы сельскохозяйственной птицы классифицируются по направлению основной продуктивности. Породы кур и уток подразделяют на яичные, мясояичные и мясные. Все породы гусей и индеек принадлежат к мясному типу, цесарки – к мясояичному, а перепела – к яичному.

*Леггорн.* Наиболее распространенная и многочисленная порода кур яичного направления, выведена в США на основе привезенной из Италии местной птицы. Эта порода является основной при производстве пищевых яиц в нашей стране и за рубежом. Леггорны имеют белое оперение, нежную плотную конституцию, живой и возбудимый темперамент. Голова средней величины, гребень листовидный: у петухов – прямостоячий, у кур – свисающий. Туловище по форме напоминает треугольник, расположенный вершиной к голове и основанием к хвосту.

Несушки достаточно скороспелы, первые яйца от них получают в 4–5-месячном возрасте. Яйценоскость – 230–240 и более яиц в год, средняя масса яйца – 57–60 г. На Белорусской зональной опытной станции по птицеводству созданы высокопродуктивные кроссы «Беларусь-9», «Беларусь-19», «Заславльский-1», «Заславльский-2», генетический потенциал яйценоскости которых за первый год яйцекладки составляет более 300 яиц при средней массе яиц 60 г.

*Род-айланд.* Порода мясояичного направления продуктивности, выведена в США в 40–50 г. XIX в. в результате скрещивания местных кур с палевыми шанхайскими петухами и красно-бурыми малайскими. В последующем помесных кур с целью увеличения яйценоскости скрещивали с бурыми леггорнами. Туловище у кур этой породы прямоугольной формы, глубокое и широкое, гребень листовидный, встречается и розовидный; шея средней длины; спина широкая, удлиненная; цвет оперения красный со светлыми и темными оттенками; конец хвоста, грива и крылья черного цвета с зеленоватым оттенком. Имеется и белая разновидность.

*Нью-гемпшир.* Эта порода представляет собой разновидность род-айландов. Выведена в США путем отбора кур с повышенной яйценоскостью и выводимостью.

По внешнему виду куры породы нью-гемпшир отличаются от род-айландов несколько более светлым цветом оперения. Куры породы род-айланд и нью-гемпшир несут яйца с коричневой скорлупой, которые пользуются большим спросом у населения.

*Плимутрок.* Порода мясояичного направления продуктивности, выведена в США в районе города Плимут в 80-х годах прошлого века путем скрещивания испанских петухов с курами пород кохинхин, доркинг и др.

Куры имеют длинное туловище, голова небольших размеров; гребень листовидный; шея средней длины; спина длинная, широкая; грудь широкая, с хорошо развитой мускулатурой; ноги средней длины. Оперение белое, черное, палевое и др. На базе кур породы белый плимутрок созданы многочисленные однопородные и синтетические мясные линии, используемые в кроссах в качестве материнских форм. Особенности, присущие материнской форме (высокая яйценоскость, хорошие воспроизводительные качества), обеспечивают возможность получения большого количества молодняка для производства бройлеров.

*Корниш* (корнуэльские куры). Порода мясного направления продуктивности, выведена в графстве Корнуэл (Англия). Оперение птицы белое, красное, с белым окаймлением перьев, палевое, темное. Помеси селекционировались на увеличение количественных и качественных показателей мясной продуктивности.

*Пекинская порода уток.* Порода получила широкое распространение во всем мире. Родина Китай. Утки этой породы относятся к мясному типу, имеют белое оперение.

Из уток комбинированного направления продуктивности (мясо-яичные) заслуживает внимания порода хаки-кемпбелл. Птица отличается высокой яйценоскостью и хорошими качествами мяса. Утки данной породы очень подвижны, их можно разводить на пастбищах и водоемах. Живая масса взрослых самцов составляет 2,8–3,3 кг, самок – 2,0–2,5 кг, молодняка в 8-недельном возрасте – 1,5–1,7 кг.

*Мускусные утки.* В Европу мускусные утки были завезены из Южной Америки в начале 19 в. использовались декоративные любителями-птицеводами.

Мясо уток имеет характерный привкус дичи. Их можно выращивать для получения жирной печени.

Мускусные утки хорошо используют пастбищный корм и менее требовательны к комбикормам, что выгодно отличает их от обычных (кряквенных) уток.

*Индейки.* Основные породы индеек, используемых для производства мяса, можно разделить на: английских – черных, белых; голландских – белых; американских – бронзовых, белых белтсвиллских; российских – белых, бронзовых, черных.

*Широкогрудые бронзовые и белые индейки* выведены в США. Индейки этой породы широко используются при выведении новых пород. Птица скороспелая и отличается хорошими мясными качествами.

В настоящее время в республике используют в основном линии и кроссы белых широкогрудых индеек, завезенных из Нидерландов (кросс «Хидон») и Великобритании (кросс «БЮТ-8»).

Сотрудниками Белорусской ЗОСП создан кросс индеек «Великан-В-12», который является экспериментальным двухлинейным кроссом белых широкогрудых индеек. Характеризуется высокими мясными качествами. Птица идеально подходит для разведения в приусадебных и фермерских хозяйствах.

*Гуси* – крупная птица, масса отдельных особей во взрослом состоянии достигает 7–8 кг. Самка откладывает от 15 до 60 и более яиц массой 150–220 г. Скрещивая диких серых гусаков с домашними гусынями, можно получить гибридных гусят с хорошими продуктивными показателями.

Гуси способны потреблять пастбищную растительность, лучше других птиц переваривать клетчатку (на 56,9 %).

От гусей получают ценные мясо, жир, почти не содержащий холестерина, который используют в медицине и фармакологии, деликатесную печень, мягкий пух и перо. Вместе с тем гуси имеют и целый ряд недостатков. Они позднеспелые, имеют низкую плодовитость и повышенную склонность к насиживанию (до 60 %), что в определенной степени сдерживает развитие промышленного гусеводства.

В гусеводстве различают три группы пород: тяжелые (мясосальные), средние (декоративные) и легкие (яичные). К первой группе относят все современные крупные породы (холмогорскую, эмденскую, тулузскую, ландскую, крупную серую), мясо которых содержит значительное количество жира. От них получают также жирную печень массой 600–800 г.

Ко второй группе относят хохлатых, ленточных и севастопольских курчавых гусей.

Типичные представители третьей группы – китайские, кубанские, адлерские, итальянские гуси.

### **Методы учета и оценки продуктивности животных**

Для экономного ведения животноводства необходимо правильно вести учет получаемой продукции, своевременно корректировать условия кормления и содержания животных и другие показатели производства продукции животноводства.

*Учет молочной продуктивности* ведется несколькими методами: проведение контрольных доек (1 раз в месяц, в 10 дней), ежедневный учет надаиваемого молока. Данные учета позволяют дифференцировать заработную плату операторов машинного доения, уровень кормления животных, проводить их оценку, отбор и подбор с целью совершенствования стада, создания новых пород, линий и семейств.

*Мясная продуктивность* определяется контрольным убоем животных, где определяются убойная масса, убойный выход, соотношение съедобных и несъедобных частей в туше, проводится взвешивание.

Взвешивание животных осуществляют утром до кормления. При небольшой численности поголовья взвешивают всех живот-

ных, при многочисленном поголовье – одну контрольную группу. Первый метод взвешивания точнее взвешивания контрольной группы, но он более трудоемкий и создает стрессовую ситуацию всему поголовью скота.

*Яичная продуктивность* сельскохозяйственной птицы характеризуется количеством яиц, снесенных за определенный промежуток времени, а также их массой, морфологическим и химическим составом.

Яйценоскость определяется количеством яиц, снесенных курицей за месяц, 300, 500 дней жизни, год и за всю жизнь. У гусей, индеек и уток яйценоскость определяется за первый цикл первого года яйцекладки. В производственных условиях яйценоскость устанавливают на среднюю несущку и на начальную несущку.

Яйценоскость птицы зависит от наследственности, физиологического состояния организма, условий кормления и содержания. Для кур яичных пород яйценоскость является основным хозяйственно полезным признаком. Для мясных кур, уток, гусей, индеек, цесарок и перепелок от яйценоскости зависит количество выведенного молодняка и, следовательно, выход мяса на самку родительского стада.

У кур яичных пород яйценоскость составляет 250–270 яиц, уток — 150–180, у индеек — 100–150, у цесарок — 90–120, у гусей — 50–80, у перепелов — 280–300 яиц. У кур мясных пород яйценоскость на 20–30 % ниже, чем у яичных.

## **Лекция 2. Классификация кормов. Корма и кормовая база сельскохозяйственных животных и птицы**

Значение правильной организации кормления животных в повышении продуктивности и их племенных качеств неоспоримо. Полноценное кормление сельскохозяйственных животных является важнейшим фактором, проверенным наукой и передовой практикой, в деле повышения продуктивности. Нормированное кормление полноценными рационами обеспечивает максимальную продуктивность животных и экономное расходование кормов на единицу продукции. Внедрение в кормопроизводство высокопитательных и урожайных культур позволяет получать большее количество животноводческой продукции на гектар сельскохозяйственных угодий.

дией. Комплексная механизация и автоматизация процессов заготовки и кормления скота, сочетающаяся с реконструкцией и технической модернизацией ферм и отдельных помещений, позволяют сделать труд животноводов разнообразностью труда промышленного рабочего и увеличить производство продукции животноводства на одного работающего.

### *Химический состав и питательные вещества кормов*

Для нормального развития и жизнедеятельности, а также для образования продукции животным нужны готовые питательные вещества растительного и животного происхождения. Растения и животные по химическому составу сходны. Большую часть органических веществ растений и тела животных составляют углерод, кислород, водород и относительно небольшую – азот. Кроме перечисленных выше главных биологических элементов, в состав живых организмов входят макро- и микроэлементы. Химический состав кормов – важнейший первичный показатель их питательности.

*Содержание воды* в кормах колеблется от 5 до 95 %. Мало ее в сухих отходах технических производств, например, в жмыхах и сушеном жоме – около 10 %. В мучнистых кормах, зернах и семенах – 12–14 % воды, сене, соломе и мякине – 15–20 %, зеленом корме – 60–85 %, барде, свежем жоме и мезге – 90–95 %.

При организации нормированного кормления животных, прежде всего надо знать потребность их в *сухом веществе* и содержание его в рационе. Количество сухого вещества определяют по разности массы образца до и после высушивания. Потребление сухого вещества корма связано с продуктивностью животных и зависит от многих факторов: разнообразия кормов в рационе, его структуры (типа кормления), концентрации энергии, качества кормов, их вкусовых и физических свойств, способа подготовки перед скармливанием, переваримости питательных веществ, уровня продуктивности животных и т. д.

Чем ниже переваримость сухого вещества рациона, тем меньше потребляют его животные, особенно высокопродуктивные. Для кормления молочного скота необходимы рационы с переваримостью сухого вещества не ниже 65 %. Потребление его животными зависит также от состава рационов и сбалансированности по важнейшим питательным веществам. Это главный показатель полноценности кормления. Стельная сухостойная корова потребляет с

кормом в среднем 11 кг сухого вещества в день, при удое 10 кг – 14 кг, при удое 20 кг – 16,5 кг и удое 30 кг – 18,5 кг.

Состав органических и минеральных веществ кормовых источников весьма разнообразен. В них входят азотистые (протеин) и безазотистые соединения, витамины, ферменты, макро- и микроэлементы.

*Протеиновая питательность корма* оценивается по содержанию в нем сырого и переваримого протеина. В сырой протеин входят собственно белки и азотистые соединения небелкового характера под общим названием амиды (промежуточные продукты синтеза и расщепления белка). Общее количество азотистых соединений, или сырого протеина, устанавливают путем умножения количества азота в корме на коэффициент 6,25, так как считается, что в сыром протеине содержится в среднем 16 % азота ( $100:16 = 6,25$ ).

Белки являются «носителями жизни», входят в состав всех клеток и тканей, ферментов, ряда гормонов, пигментов, иммунных тел и других специфических веществ. Они играют важную роль в пищеварении, обменных процессах и защитных реакциях организма.

Структурную часть белков составляют аминокислоты. Они содержатся в кормах не только в составе белков, но и в свободном состоянии.

У жвачных незаменимые аминокислоты синтезируются микроорганизмами в преджелудках, поэтому они в меньшей степени, чем животные с однокамерным желудком, реагируют на качество протеина. Наибольшее значение в питании, например, молочного скота, имеют метионин, триптофан, лизин.

Существенное значение в биологически полноценном кормлении животных имеет *липидная питательность кормов*. Вещества группы жиров (липидов) содержатся в растительных и животных тканях и клетках. Они нерастворимы в воде, но растворимы в органических растворителях (эфир, бензин, хлороформ). Липиды подразделяются на простые и сложные. Первые представляют собой эфиры жирных кислот со спиртами, а вторые, наряду с ними, включают другие группы веществ, например, фосфорную кислоту. К простым липидам относятся жиры, воск, к сложным – фосфолипиды, гликолипиды.

Роль липидов в питании сельскохозяйственных животных не исчерпывается только их энергетической ценностью. Они входят в качестве структурного материала в состав оболочек и протоплазмы

клеток. Отдельные незаменимые жирные кислоты (линолевая, линоленовая и арахидоновая) жизненно необходимы для нормального протекания процессов обмена веществ. При их отсутствии в корме у животных замедляется рост, кожа становится чрезмерно сухой, на ней появляются язвы, поражаются почки, нарушается половая функция и снижается молочная продуктивность. Источником линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот служат семена льна, подсолнечника, льняной и подсолнечниковый жмыхи, зерно кукурузы и масличных культур.

Жир является растворителем ряда витаминов. Корма, лишенные липидов, обычно не содержат жирорастворимых (А, D, Е, К, F) витаминов. Жиры и липиды оказывают разностороннее влияние на мясосальные качества при откорме животных и на жирность молока. В сухом веществе рационов жира должно быть 3–5 %.

*Витаминную питательность* кормов определяет группа низкомолекулярных органических веществ с чрезвычайно высокой биологической активностью. Эти вещества выполняют в организме животных и растений функцию катализаторов и являются составной частью либо ферментов, либо других важнейших соединений, принимающих активное участие в окислительно-восстановительных реакциях в организме. Если животные не получают достаточного количества витаминов, они не могут нормально расти и развиваться, а в дальнейшем от них нельзя получить высокую продуктивность. Такие животные легко подвергаются инфекционным и незаразным заболеваниям.

Обеспеченное по витаминному составу кормление является надежным средством в борьбе с низкой оплодотворяющей способностью производителей, яловостью, абортами, заболеванием и падежом скота. Снижение уровня витаминного питания животных ведет к уменьшению содержания ряда витаминов в продуктах животного происхождения: мясе, молоке, сливочном масле, яйцах.

Витамины подразделяются на две группы: жирорастворимые (витамины А, D, Е, К, F) и водорастворимые (витамины группы В и аскорбиновая кислота С).

*Минеральные вещества* выполняют важные физиологические функции в организме. Минеральные вещества входят в состав крови, тканевых соков, ферментов, костной, мышечной и нервной тка-

ней. Они находятся в каждой живой клетке в виде растворов или в соединении с органическими веществами. Минеральные вещества влияют на переваривание корма, усвоение питательных веществ рациона. При недостатке минеральных веществ в рационе молодняк плохо развивается, увеличивается падеж, а у взрослых животных снижается продуктивность.

Различают две группы минеральных веществ: макроэлементы (кальций, фосфор, натрий и др.) и микроэлементы (железо, медь, кобальт, йод, селен и др.). Всего в состав тела животных входит около 70 элементов, которые они получают большей частью с кормами. Общее содержание минеральных веществ в кормах не превышает 4–7 %.

Корма подразделяются на следующие группы:

*Грубые корма* объединены в одну группу из-за высокого содержания в них труднопереваримой клетчатки (19...42 %).

Грубые корма бывают:

а) с *небольшим содержанием клетчатки* (19...25 %) и *высокой питательностью* – сенаж, сено, травяная мука. Переваримость сухих веществ этих грубых кормов составляет 60...70 %.

б) с *высоким содержанием клетчатки* (36...42 %) – солома всех видов, мякина, веточный корм. Переваримость колеблется от 40 до 50 %.

Для повышения переваримости этих кормов применяют различные методы *делигнизации* (химические, механические, физические, биологические, барометрические, электротермохимические и т. д.). Однако эти приемы резко повышают себестоимость этого малопитательного корма.

*Сочные корма.* К ним относятся: трава, силос, корнеклубнеплоды (свекла кормовая, сахарная, турнепс, морковь, картофель). Это корма с высоким содержанием в клетках сока и небольшим количеством сухих веществ и клетчатки. Это диетические корма, улучшающие пищеварение и образование молока, а также раскисляющие кислые корма. Переваримость сухих веществ достигает 70...90 % (табл. 1).

Характеристика сочных кормов

Вид кормов	Содержится, %		
	Воды	Клетчатки	Переваримость
Трава растений	75...85	1...2	70
Силос	65...70	5...7	60...65
Картофель	75	1	80
Корнеплоды	90...95	1	90

*Концентрированные корма.* Это высокоэнергетические корма, в малом объеме которых содержится большая концентрация энергии и питательных веществ. К ним относится зерно злаковых и бобовых культур, комбикорм (смесь различных видов размолотого зерна, отрубей, кормов животного происхождения, синтезированных минеральных добавок, витаминов и т.д.), жмыхи и шроты (отходы переработки семян масличных культур). Они содержат около 15 % воды, 1...2 % клетчатки. Переваримость их достигает 70...80 %, а комбикорма – 90 %. Это корма с высоким содержанием углеводов и переваримого протеина.

Концентрированные корма подразделяются: с низким содержанием переваримого протеина в 1 кг: 60...70 г (кукуруза, ячмень); с высоким содержанием переваримого протеина – 200...400 г (горох, бобы, люпин, жмыхи и шроты).

*Корма животного происхождения* – молоко, пахта, сыворотка, рыбная и мясокостная мука. Их получают при переработке молока, утильных туш скота и рыбы на заводах и используют для кормления молодняка (телят, поросят, птицы).

*Корма технических производств переработки сельхозпродукции* (зерно, картофель, сахарная свекла) – барда, жом, мезга отличаются высоким содержанием воды, малым содержанием клетчатки.

*Минеральные кормовые добавки* – поваренная соль, кормовой мел, костная мука, обесфторенный фосфат, преципитат кормовой и др.

*Синтетические азотистые добавки* – карбамид, аминокислоты, аммонийные соли и др. Карбамид и аммонийные соли используются для животных со сложным строением желудка (крупный рогатый скот, овцы, козы и т. д.). Синтетические аминокислоты приме-

няются чаще для баланса рационов животным с простым строением желудка (свиньи, лошади, птица, пушные звери и т. д.).

*Факторы, влияющие на химический состав кормов.* К числу их относятся климат, почва, удобрения, агротехника, сорт, фаза вегетации растения, способ и сроки уборки, хранение кормов, технология их заготовки и др. Одни и те же корма, но выросшие в различных зонах, неодинаковы по химическому составу. Так, растения более южных районов содержат больше сухого вещества, чем растения северных районов. Температура и свет воздействуют на интенсивность биохимических процессов, протекающих в растениях. На структурных, хорошо удобренных почвах, получают не только хорошие урожаи, но и лучшие по питательности корма. Внесение в почву азотистых удобрений способствует получению кормов с более высоким содержанием протеина. Под влиянием удобрений изменяется состав растений и по другим питательным веществам.

При уборке в ранней фазе развития растение содержит больше протеина, жира, минеральных веществ, витаминов и меньше клетчатки. По мере созревания растения в них увеличивается содержание клетчатки, изменяется состав протеина и минеральных веществ.

*Подготовка кормов к скармливанию.* Из корнеклубнеплодов наиболее широко в кормлении сельскохозяйственных животных используют свеклу (кормовую и полусахарную), картофель, морковь, брюкву, турнепс. Корнеклубнеплоды имеют хорошие вкусовые качества, легко и хорошо перевариваются (на 85–90 %), отличаются высокими диетическими свойствами, служат источником сахаров, крахмала, витамина С, калия, являются молокогонными кормами. Особенно они ценны для жвачных животных при большом количестве в их рационах силоса и кормов, содержащих много клетчатки и протеина, но бедных сахаром и крахмалом.

Наряду с отмеченными положительными свойствами этим кормам присущи и некоторые недостатки, которые необходимо учитывать при приготовлении полнорационных кормовых смесей. Так, они бедны протеином, к тому же он биологически неполноценен (исключение составляет протеин картофеля и сахарной свеклы) и более чем наполовину представлен амидами. В них мало минеральных элементов (кальция, фосфора, натрия и др.), витаминов (в основном жирорастворимых). Из-за большого содержания воды корнеклубнеплоды имеют низкую энергетическую питательность. Ка-

чество и питательная ценность корнеклубнеплодов во многом связаны с условиями их заготовки, хранения и подготовкой перед скармливанием.

Хранить корнеплоды можно в специальных помещениях, траншеях или буртах, в зависимости от условий хозяйства. Подготовка корнеклубнеплодов к скармливанию заключается в сортировке, удалении испорченных, очистке от земли и, при необходимости, мойке. После мойки корнеклубнеплоды скармливают в целом виде или измельчают, смешивая затем с силосом, соломенной резкой, концентратами.

Кормовую и сахарную свеклу скармливают животным в сыром виде. Толщина резки свеклы для взрослого скота составляет 1–1,5 см, для телят – 0,5–1 см. Хранить измельченную свеклу более 2–3 ч не рекомендуется, так как она теряет питательные свойства и плохо поедается животными. Сахарная свекла богата легкопереваримыми углеводами (сахарозой), но при скармливании ее в больших количествах жвачным животным сахар быстро сбраживается, образуя большое количество молочной кислоты. Всосавшись в кровь, она способна вызвать ацидоз, т.е. сдвиг реакции крови в кислую сторону, который приводит к нарушению дыхания, сердечной деятельности и даже смерти. Поэтому приучать животных к поеданию сахарной свеклы следует постепенно, в течение 5–7 дней. Скоту лучше скармливать ее в смеси с соломенной резкой, мякиной или силосом. Сахарную свеклу рекомендуется скармливать коровам не более 10–12 кг, телятам до 6 месяцев – 2,5 кг, свиноматкам и свиньям на откорме – 5–8 кг в сутки. Кормовой свеклы можно скармливать в 2 раза больше.

*Подготовка к скармливанию зерновых кормов.* При использовании в кормлении животных цельного зерна эффективность его снижается до 20 %. Для уменьшения этих потерь зерно подвергают измельчению, поджариванию, запариванию, осолаживанию, проращиванию, дрожжеванию, микронизации, экструдированию.

Измельчение – обязательный прием при обработке зерна злаковых и бобовых культур. Размолотом, дроблением и плющением зерна разрушается твердая оболочка, что облегчает разжевывание, в результате чего повышается доступность питательных веществ и, следовательно, снижается расход кормов на единицу продукции.

Измельченное зерно хорошо смешивается с другими кормами. Степень размола зависит от вида и возраста животных. Молодняк раннего возраста лучше использует зерно мелкого помола (около 1 мм). Для взрослого крупного рогатого скота величина частиц должна составлять 1,5–2 мм.

Дробленое зерно скармливают животным всех видов в смеси с измельченными корнеплодами, силосом, соломенной резкой.

Дрожжевание – эффективный способ повышения содержания протеина в рационах животных. В процессе его происходит обогащение зерна белком (содержание его увеличивается в 1,5–2 раза), который обладает высокой биологической ценностью, содержит все незаменимые аминокислоты и усваивается организмом животных на 90–95 %. Дрожжевание позволяет экономить до 25 % концентрированных кормов. Скармливание дрожжеванных концентратов благоприятно влияет на здоровье животных и повышает их продуктивность на 15–20 %.

Экструдирование – один из наиболее эффективных способов обработки зерна, который приводит к существенным преобразованиям в структуре его питательных веществ, изменениям физико-химических свойств протеина, крахмала, клетчатки. При этом существенно улучшается санитарное состояние корма.

В основе экструзии лежат процессы механического воздействия (сжатие, трение), возникающие при прохождении зерна через пресс-экструдер и «взрыве» его в результате резкого перехода из зоны высокого давления в область атмосферного, т. е. в момент выброса гомогенной массы из машины.

Благодаря экструдированию повышается биологическая ценность протеина зерна бобовых, частично разрушается крахмальный и целлюлозолигниновый комплексы, молекулы крахмала превращаются в декстрины, увеличивается количество сахаров, питательные вещества зерновых кормов становятся более доступными для усвоения животными, уничтожается значительная часть микрофлоры.

Обработанное зерно имеет запах печеного хлеба и приятный вкус. Включение его в состав комбикормов или кормовых смесей приводит к повышению продуктивности животных. Особенно высока эффективность применения таких кормов при кормлении молодняка.

Микронизация зерна вызывает значительное (до 98 %) расщепление крахмала до сахаров, на 3–5 % увеличивается количество щелочерастворимых белков, что способствует их лучшей переваримости и усвояемости организмом животных.

Сущность метода заключается в том, что инфракрасные лучи (длина волны 2–6 мкм), проникая в зерно, вызывают интенсивную вибрацию молекул крахмала. При этом возникает трение, сопровождаемое выделением внутреннего тепла. За счет того, что гигроскопическая влага испаряется и резко повышается давление, зерно вспучивается, растрескивается, размягчается.

В процессе обработки зерна происходит желатинизация крахмала с 12 до 55 %. После микронизации его следует подвергать плющению и охлаждению, иначе оно может быстро восстановить свое прежнее состояние.

Влаготепловая обработка зерна с плющением позволяет повысить питательную ценность получаемого продукта при оптимальном уровне трудовых и энергетических затрат на приготовление корма. Заслуживают внимания способы комплексной обработки зерна теплом, влагой и механическим воздействием. Из механических приемов наиболее эффективно пропускание влажного зерна через вальцы плющилок для получения хлопьев. Плющенное зерно успешно используется в рационах крупного рогатого скота.

Влаготепловая обработка с плющением способствует улучшению вкусовых качеств, повышает питательную ценность углеводного и протеинового комплексов зерна, очищает от семян сорняков и плесени. Введение в рационы хлопьев позволяет увеличить приросты живой массы на откорме молодняка крупного рогатого скота на 9–11 %, удой – на 7–10 %.

Обработку в наклонном пневмоканале или кипящем слое для получения воздушных зерен применяют при получении продукта, предназначенного для крупного рогатого скота. Особенно большое распространение данная технология получила в США.

Обработку зерна кукурузы, сорго, пшеницы, ячменя, а также бобов сои проводят по одному из двух методов. В первом случае процесс конвективного нагрева зерна осуществляется в наклонном пневмоканале, а во втором – в кипящем слое. Для получения воздушных, т. е. взорванных зерен необходимо обеспечить большую скорость подвода тепла с тем, чтобы создать значительное внут-

ренное напряжение в зернах при испарении содержащейся в них влаги. Именно в результате внутреннего давления происходит разрыв поверхности и разворачивание эндосперма.

При первом методе зерно предварительно нагревают кондуктивным методом до температуры 65 °С во время движения из питателя по наклонному днищу камеры предварительной обработки. Предусмотрено разделение взорвавшихся и не взорвавшихся зерен. В рабочей зоне теплоноситель имеет температуру 26 °С. Взорвавшееся зерно – воздушные хлопья – охлаждается и может быть затем измельчено для ввода в комбикорма или направлено в кормораздатчики.

В 90-е годы в Республике Беларусь разработана и испытана новая технология обработки зерна, названная *термовструдированием*, в основу которой положена кратковременная (5–15 с) высокотемпературная (350–600 °С) обработка зерна в потоке горячего воздуха.

Процесс переработки зерна предусматривает соблюдение таких параметров, как температура, влажность, время обработки, величина которых варьирует при использовании разных методов и технологий. Существующие методы конвективного и лучистого (инфракрасного) подвода тепла используют относительно более низкие температуры и требуют дополнительного увлажнения зерна. Время переработки зерна в лучших из них (микронизаторы, джотсплодеры) – около 1 мин.

При термовструдировании используют наиболее высокие температуры и на порядок меньше времени на обработку зерна, по сравнению с ранее рассмотренными технологиями за счет сверхинтенсивного подвода тепла к зерну в специально организованном режиме теплового удара. В этих условиях отпадает необходимость в искусственном увлажнении и используется только естественная внутренняя влага зерна.

Управляя в широком диапазоне скоростью выделения влаги из зерна кормовых культур, удается улучшить питательные качества разных видов зерна более эффективно, чем традиционными методами. Термовструдированная продукция имеет более равномерный состав, длительно сохраняет свои высокие кормовые свойства как в виде взорванного и вспученного зерна, так и в виде хлопьев или муки в составе комбикормов. Зерна злаков в процессе термовструдирования сами становятся миниатюрными ростными фабриками

варки под давлением. Практически мгновенное выпаривание из зерна перегретой влаги обеспечивает наилучшую работу такого «варочного котла». В момент достижения максимального давления пара в зерновке крахмал модифицируется (переходит) в более простые, легко усвояемые углеводы, после чего вспученное и взорванное зерно плющится, дробится или подается на корм в целом виде без обработки.

Экспандирование – процесс, основанный на гидротермической обработке корма под давлением. Принцип действия экструдеров и экспандеров одинаков: в шнековом рабочем органе продукт разогревается, уплотняется и прессуется. Однако режимы обработки существенно различаются.

В экструдерах продукт разогревается только за счет трения при движении по виткам шнека и активном перемешивании под давлением. Регулирование температурного режима обработки достигается только за счет сменных рабочих органов (кольца, «греющие» шайбы). Затраты электроэнергии при этом составляют 100–150 кВт·ч/т. Экструдирование комбикормов (без увлажнения) проводится при влажности 12–14 %. Потеря влаги при охлаждении готового продукта составляет 5–8 % и он получается слишком сухой.

Обработка комбикорма в экспандере проводится при более высокой влажности, чем в экструдере. Западные фирмы «Альмекс» и др. рекомендуют проводить обработку при влажности 26 %. Разогрев продукта осуществляется за счет ввода пара и трения. В экспандере отсутствуют «греющие» шайбы.

При той же температуре, что и в экструдере (115–145 °С), обработка в экспандере при повышенной влажности протекает в менее жестких условиях. При этом обеспечиваются следующие преимущества: ввод большого количества жидких компонентов – масла, жира, мелассы и др., устранение вредных для питания компонентов, улучшение качества и усвояемости комбикормов, более высокая производительность прессы для гранулирования, лучшее качество гранул.



### Лекция 3. Основы нормированного кормления сельскохозяйственных животных и птицы

Правильно организованное кормление является одним из основных средств воздействия на состояние здоровья животных, их продуктивность и воспроизводительные способности. Для того чтобы получить высокую продуктивность с наименьшими затратами корма, кормление должно быть полноценным. Опытами и расчетным путем для каждого вида и отдельных половозрастных групп животных разработаны нормы кормления.

*Нормой кормления* называется количество питательных веществ, необходимое для нормальной жизнедеятельности и плановой продуктивности животного. Она, в основном, зависит от вида животного, его возраста, живой массы, продуктивности, пола и физиологического состояния. Норма выражается в энергетических кормовых единицах (ЭКЕ), переваримом протеине, кальции, фосфоре и каротине и т.д., т.е. в тех же показателях, что и питательность кормов.

Помимо этих показателей рекомендуется также учитывать количество сухого вещества, сахара, который имеет большое значение в нормализации обмена веществ. Ориентировочно коровы должны получать на 1 часть переваримого протеина 1,0...0,8 части сахара.

После определения нормы кормления по таблице составляется рацион.

*Рационом* называется набор кормов, отвечающий по питательности определенной норме кормления и удовлетворяющий физиологическую потребность животного в питании с учетом его продуктивности. Рацион должен удовлетворять следующим требованиям: быть оптимальным по количеству, соотношению отдельных групп и видов кормов, максимально дешевым. По объему и количеству сухих веществ рацион должен соответствовать вместимости желудочно-кишечного тракта животного, включать разнообразные корма, особенно для высокопродуктивных животных.

На промышленных комплексах и в товарных хозяйствах рацион кормления балансируется для крупного рогатого скота по 26 показателям, свиней – по 35, овец – по 23, птицы – по 50 показателям и более.

*Структура рациона* – это соотношение грубых, сочных и концентрированных кормов по питательности (в энергетических к. ед.), выраженное в процентах.

Структура рациона для крупного рогатого скота средней продуктивности следующая: грубые корма по питательности занимают в среднем 30 %, сочные – 60 %, концентрированные – 10 %. Для высокопродуктивных животных доля концентрированных кормов доводится до 25...30 % и соответственно снижается до 20 % количество грубых кормов и до 50...55 % сочных. Отношение силоса к другим сочным кормам (по питательности) рекомендуется в пропорции 3:1, сена к соломе – 2:1.

Средняя структура рациона для свиней: концентраты – не менее 65 % по питательности, сочные – 30 % и грубые, если они даются в рационе, – до 5 %. При интенсивной технологии комбикорма составляют 95 %, а другие корма – 5 %. Отношение силоса к другим сочным кормам обратное – 1:3.

Для составления рациона необходимо:

- 1) определить норму, тип кормления животных, наличие кормов в хозяйстве;
- 2) по структуре рациона определить требуемое количество кормов в энергетических кормовых единицах;
- 3) рассчитать количество и набор кормов, требуемый фактически в натуральном виде в соответствии со структурой рациона;
- 4) определить содержание в рационе питательных веществ путем умножения количества кормов (кг) на его питательность в 1 кг, затем провести сравнение их количества с нормой. Если выявится несоответствие, то необходимо произвести замену одних кормов на другие, т.е. произвести балансирование рациона в соответствии с нормой.

Структура рациона может быть изменена в зависимости от конкретных условий хозяйства и интенсивности производства.

При наличии достаточного количества сенажа им можно заменить полностью грубые корма и силос.

### МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Для проведения лабораторных занятий «Виды продуктивности и ее учет» используются методические указания «Технология животноводства», ч. 3; «Классификация и виды питательности кормов», «Принципы составления рационов для сельскохозяйственных животных», «Летнее кормление скота» – используется учебно-методическое пособие «Производственные технологии заготовки и использования кормов».

## УПРАВЛЯЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельно изучить и подготовить рефераты по следующим вопросам:

1. Основы оценки животных по экстерьеру и конституции.
2. Закономерности роста и развития сельскохозяйственных животных.
3. Химический состав кормов и питательные вещества кормов. Значение витаминов и минеральных веществ в питании сельскохозяйственных животных.
4. Технологии заготовки, хранения и использования кормов и способы подготовки их к скармливанию.

### ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ

*Задания репродуктивного уровня*

#### **1. Методы оценки качества кормов:**

- 1) органолептический;
- 2) биологический;
- 3) лабораторный;
- 4) критический;
- 5) зоотехнический.

#### **2. К грубым кормам относят:**

- 1) зерно злаковых и бобовых;
- 2) сено;
- 3) сенаж;
- 4) силос;
- 5) корнеклубнеплоды.

#### **3. Методы подготовки соломы к скармливанию:**

- 1) измельчение;
- 2) запаривание;
- 3) мытье;
- 4) плющение;
- 5) осолаживание.

#### **4. Энергетическая питательность корма выражается:**

- 1) г;
- 2) мг;
- 3) ЭКЕ;
- 4) Вт;
- 5) МЕ.

#### **5. Лабораторным методом оценки качества кормов определяют:**

- 1) питательность;
- 2) цвет;
- 3) токсичность;
- 4) кислотность;
- 5) ботанический состав.

---

**Модуль 2**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА  
ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

---

В результате изучения модуля студенты должны:

– **знать** основные и базовые понятия (характер, виды резания, критическая скорость разрушения зерна, точность дозирования, предел смешивания); зоотехнические требования к машинам и оборудованию; физико-механические свойства кормов; устройство, работу и технические характеристики машин и оборудования кормоприготовления и области их применения; требования к доению коров и охлаждению молока, удалению навоза;

– **уметь** рассчитывать технические и эксплуатационные параметры машин и оборудования по кормлению животных и птицы; организовывать и руководить монтажными и пусконаладочными работами и настраивать оборудование на требуемые режимы работы; рассчитывать конструкторские параметры машин и оборудования по производству продукции животноводства;

– **характеризовать** современное состояние и перспективные направления развития механизации и автоматизации производственных процессов кормления животных; физико-механические свойства кормов, навоза и помета; современное состояние и перспективные направления развития механизации и автоматизации производственных процессов содержания животных и птицы; закономерности пастеризации и стерилизации молока;

– **моделировать** технологические процессы кормления животных; технологические схемы первичной обработки продукции животноводства.

## НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

### Словарь основных понятий

**Дека** – рифленая поверхность, способствующая измельчению материала.

**Дозатор** – устройство для автоматического отмеривания (дозирования) заданных массы или объема жидких или сыпучих веществ. Различают дозаторы объемные и массовые, периодического и непрерывного действия, с ручным или автоматическим управлением.

**Доильный аппарат** – устройство для доения коров машинным способом.

**Измельчение** – процесс разделения твердого тела на части механическим путем.

**Коллектор** – устройство для сбора молока из отдельных доильных стаканов.

**Кормораздатчик** – устройство для механизированной раздачи кормов.

**Машина** – механическое устройство, выполняющее движение для преобразования энергии, материалов или информации и предназначенное для частичной или полной замены производственных функций человека с целью облегчения труда и повышения его производительности.

**Механизация** — замена ручных средств машинами, механизмами и средствами автоматизации, применение для их действия различных видов энергии в процессе трудовой деятельности.

**Механизация технологического процесса** – способ целенаправленного преобразования при помощи технических средств различных видов энергии для воздействия на обрабатываемый материал в целях получения требуемых объемов производства и качества продукции, сокращения затрат ручного труда, улучшения условий производства.

**Надежность** – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

**Модуль помола** – средневзвешенный размер измельченных частиц.

**Молоток** – рабочий орган дробилки зерна в виде прямоугольной пластины.

**Оборудование** – совокупность устройств, приспособлений, приборов, механизмов, необходимых для производства каких-либо работ.

**Питатель** – устройство для накопления и дозированной выдачи материала.

**Продукция** – совокупность продуктов производства или отдельный их вид.

**Проектирование** – разработка комплексной технической документации, содержащей технико-экономические обоснования, расчеты, чертежи, макеты, сметы, пояснительные записки и др. материалы, необходимые для производства оборудования изделий и т. п.

**Пульсатор** – автоматический переключатель вакуума и атмосферного давления.

**Пульс** – время, в течение которого совершается совокупность разнородных тактов.

**Сепаратор** (от лат. separator – отделитель) – аппарат для разделения элементов, материалов и т. п. Принцип действия сепаратора основан на различии физических свойств компонентов смеси. Наиболее распространены сепараторы центробежные, магнитные и отстойные.

**Смеситель** – устройство для перемешивания материалов, работающее в непрерывном либо циклическом (периодическом, дискретном) режиме.

**Степень измельчения** – соотношение размера исходного материала к размеру полученных частиц.

**Решето** – составная часть дробильной камеры для отделения измельченного продукта.

**Техника** – обобщенные понятия, включающие все виды машин, оборудования, приборов, аппаратов, механизмов, средств автоматизации технологических линий и комплексов.

**Техника сельскохозяйственная** – техника, предназначенная для производства сельскохозяйственной продукции, ее первичной переработки, хранения и транспортирования.

**Технологический процесс** – часть производственного процесса, совокупность технологических операций, выполняемых последовательно по времени и в пространстве над изделиями.

**Технология** – совокупность методов и процессов, применяемых в каком либо деле, в производстве чего-нибудь, а также научное описание таких методов.

**Храповый механизм кормораздатчика** – устройство для изменения нормы выдачи корма, основными составными частями которого являются кривошип, шатун, зубчатое колесо и «собачки».

**Циклон** – устройство для отделения твердых частиц от газа. Очищаемый газ, поступающий в циклон, закручивается в цилиндрической части корпуса, образующей кольцевое пространство, частицы отбрасываются к стенкам, за счет трения снижают скорость и ссыпаются в нижнюю часть циклона, имеющую форму конуса. Очищенный газ удаляется через верхнюю часть циклона.

**Экструдер** – устройство для специальной обработки материала, включающее высокое давление и нагрев трением с последующим изменением внутренней структуры при выходе материала в зону атмосферного давления.

## ОСНОВНОЙ ТЕКСТ

### Лекция 1. Механизация процессов подготовки кормов к скармливанию

План

1. Требования к кормам. Способы и схемы подготовки кормов к скармливаю.
2. Машины и оборудования для обработки зерновых кормов.
3. Технические средства для подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию.
4. Механизация измельчения стебельчатых кормов.

#### **Требования к кормам. Способы и схемы подготовки кормов к скармливанию**

**Требования к кормам.** Основные корма имеют растительное происхождение. Различают корма: грубые (солома, сено), сочные (силос, корнеклубнеплоды), зеленые (трава, ботва), концентрированные (зерно, жмых, жом и др.). Отходы молочной, мясной и рыбной промышленности, снятое молоко, мясо-костная и рыбная мука составляют группу кормов животного происхождения. Минераль-

ные подкормки (мел, соль), синтетические (карбамид, аммиачная вода), витаминные и подкормки, включающие микроэлементы (медь, кобальт, железо и др.), а также антибиотики дополняют кормовую базу животноводства.

Зоотехническими требованиями определены следующие размеры частиц корма: резка соломы и сена для коров — 3–4 см, для лошадей — 1,5–2,5 см, для овец — 1,0–1,5 см. Толщина резки корнеклубнеплодов для коров 1,5 см, для молодняка крупного рогатого скота — 0,5–1,0 см, для свиней — 0,5–1,0 см и для птицы 0,3–0,4 см. Измельченные концентрированные корма для коров должны иметь размер частиц 1,8–4,0 мм, для свиней и птицы — до 1 мм (мелкий помол), до 1,8 мм (средний помол). Размер частиц травяной муки не должен превышать 1 мм для птицы и 2 мм для других животных. При закладке силоса с добавлением сырых корнеклубнеплодов их резка не должна превышать 5–7 мм. Силосуемые стебли кукурузы измельчают до 1,5–8,0 см.

Загрязненность кормовых корнеклубнеплодов не должна превышать 0,3 %, для зерновых кормов: 1 % – песок, 0,004 % – спорынья и 0,25 % – головня.

*Физико-механические свойства кормов.* Реальные показатели работы технологических и транспортных машин в кормоприготовлении можно рассматривать лишь в совокупности с определенными видами кормов, их структурой и физико-механическими характеристиками.

Знание физико-механических свойств является основанием к расчету рабочих органов, снижению энерго- и металлоемкости кормоприготовительных машин, повышению качества кормов в процессе подготовки к скармливанию.

*К физическим свойствам* кормов обычно относят влажность, гранулометрический состав (размеры частиц и их соотношение), объемную массу, плотность, пористость, водопоглощаемость, водоотдачу, гигроскопичность, теплоемкость, теплопроводность, вязкость и т. д.

*Механические свойства* кормов включают коэффициенты внешнего и внутреннего трения, бокового распора, угол естественного откоса, характеристики сопротивляемости сжатию, резанию, разрушению ударом.

*Способы обработки кормов.* Эффективность использования кормового сырья связана с рациональными режимами их обработки.

Различают следующие способы обработки кормов.

*1. Механический способ* – заключается в воздействии на корм механических рабочих органов. Существуют следующие способы механического воздействия на корм:

– рубка – рабочий орган (нож) направлен вертикально на измельчаемый продукт. В этом случае угол резания равен нулю;

– резание – рабочий орган (нож) расположен по отношению к разрезаемой массе под углом 25–30°;

– резание со скольжением – в данном случае происходит перемещение измельчаемого продукта относительно ножа;

– дробление материала ударом – осуществляется быстровращающимися молотками (40–100 м/с). Молотки, шарнирно закрепленные на диске, вращаясь с большой скоростью, ударяют по продукту, встречающемуся на пути, и разбивают его на лету на части. К машинам, работающим по принципу разбивания свободным ударом, относятся молотковые дробилки;

– раскалывание – осуществляется вращающимися навстречу друг другу вальцами с разной скоростью. По принципу раскалывания работают жмыходробилки;

– плющение – осуществляется вращающимися навстречу друг другу вальцами с одинаковой скоростью. К машинам, работающим по этому принципу, относятся вальцевые плющилки зерна;

– истерение – осуществляется путем перемещения продукта между подвижными и неподвижными рабочими органами. По такому принципу работают, жерновые мельницы.

*2. Тепловые способы* сводятся к воздействию на корма теплом, подводимым к обрабатываемому продукту в виде сухого горячего воздуха (искусственная сушка), пара (запаривание) либо горячей воды (заваривание).

*3. Химические способы* заключаются в воздействии на некоторые виды корма химическими веществами (молочная кислота, щелочи, муравьиная, пропионовая кислоты).

*4. Биологические способы* (осолаживание, самонагревание, дрожжевание, силосование) основаны на воздействии различных микроорганизмов и ферментов на корма.

*5. Консервирование влажного зерна:*

– плющение;

– дробление.

*Технологические схемы подготовки кормов к скармливанию.* Различают следующие типы рационов кормления крупного рогато-

го скота: сенной, силосный, концентратный, силосно-корнеплодный, силосно-сенажный, силосно-сенажно-концентратный с долей концентрированных кормов до 30–35 % питательности рациона.

Для свиней применяют следующие типы кормления: концентратно-корнеплодный и концентратно-картофельный с содержанием концентрированных кормов в рационах до 60–75 % питательности, концентратный.

Главным критерием экономической эффективности рационов являются наименьшая трудоемкость и себестоимость производства кормов, наибольший выход с 1 га кормовых угодий питательных веществ, полноценность кормов.

В связи с большим разнообразием рационов каждый из видов кормов обрабатывают по многим схемам.

*Грубые корма* (солома и грубостебельное сено) готовят по следующим схемам:

– измельчение – дозирование – смешивание с другими компонентами;

– измельчение – дозирование – запаривание – смешивание;

– измельчение – дозирование – биологическая или химическая обработка – смешивание.

*Корнеклубнеплоды* готовят по схемам:

– мойка – измельчение – дозирование – смешивание;

– мойка – запаривание – разминание – дозирование – смешивание;

– мойка – измельчение – дозирование – дрожжевание – смешивание.

*Зернофураж* подготавливают к скармливанию, используя следующие схемы:

– очистка – измельчение – дозирование – смешивание;

– очистка – измельчение – ослаживание (дрожжевание) – дозирование – смешивание;

– очистка – измельчение – дозирование – смешивание – прессование;

– очистка – проращивание;

– очистка – измельчение – смешивание с мочевиной – экструзия.

### **Машины и оборудование для обработки концентрированных кормов**

К машинам, используемым для измельчения концентрированных кормов, предъявляются определенные требования:

– машина должна быть универсальной, т. е. производить измельчение с любой степенью дробления зерновых кормов;

– при работе машина не должна давать большое количество пылевидного продукта;

– измельчение зерновых продуктов с влажностью до 18–20 % должно обеспечиваться без нарушения качества работы;

– продукт в машине не должен излишне нагреваться;

– при конструировании машины необходимо стремиться к простоте, надежности в эксплуатации, невысокому удельному расходу мощности и большой производительности.

*Классификация зернодробилок.* Молотковые дробилки различают по следующим признакам.

1. По особенностям рабочего процесса в дробильной камере – *открытого (безрешетные) и закрытого* типов. В рабочей камере дробилки *открытого* типа материал не участвует в круговом вращении. В таких дробилках продукт быстро эвакуируется из рабочей камеры. Механическим фактором измельчения в машинах этого типа является свободный удар молотка по поступающему материалу.

В дробилках *закрытого* типа решето и деки охватывают весь барабан. Поступающий в рабочую камеру зерновой материал при своем перемещении совершает многократное круговое движение, концентрируясь при этом на внутренних стенках дробильной камеры в виде воздушно-продуктового слоя. Рабочий процесс в этих машинах характеризуется тем, что материал измельчается путем многократного ударного воздействия молотков и истирания корма ими при проходе в среде рыхлого циркулирующего слоя. Дробилки с данным типом измельчающего аппарата нашли большое распространение в технологических линиях подготовки зернофуража к скармливанию, так как просты по устройству и не требуют повторного измельчения зерна.

2. По назначению: *специализированные и универсальные.* *Специализированные* дробилки предназначены только для дробления зерна и состоят из горизонтально расположенной рабочей камеры, по внутреннему периметру которой закреплены деки (дробилка ДБ-5, КДМ-2,0). Внутри рабочей камеры этих машин установлен ротор с молотками. Для подачи исходного материала в зону рабочих органов, на поверхности рабочих камер выполнено загрузочное окно. Удаление измельченного зерна осуществляется двумя способами. Если в рабочей камере установлены только деки (дробилка ДБ-5), то

измельченное зерно поступает в разделительную камеру. Установленный в ней сетчатый сепаратор разделяет массу на мелкие и крупные фракции. Первая выводится из машины шнековым транспортером, а крупная направляется в дробильную камеру на повторный размола.

К универсальным дробилкам относятся машины, измельчающие наряду с зерном и другие виды кормов. Они более сложны по устройству и включают в себя два измельчающих аппарата (КДУ-2,0). Дробильная камера этих машин предназначена для измельчения зерновых кормов, а ножевой аппарат – для измельчения других видов кормов. При измельчении зернофуража режущий аппарат этих машин отключается.

*Общее устройство и процесс работы молотковых дробилок.* Рассматривая универсальные дробилки применительно к измельчению зернофуража, можно отметить, что конструктивные схемы их дробильных аппаратов и специализированных дробилок одинаковы. В горизонтально расположенной рабочей камере устанавливаются рабочие органы: сито, дека и молотки. Разрушение зерна в измельчителях этого типа производится ударами частиц о неподвижную поверхность (сито или деку), ударами частиц друг о друга и молотками.

Основным рабочим органом является дробильная камера, состоящая из ротора с молотками, сепарирующих решет и деки. Все остальные узлы – дозаторы, трубопроводы, циклоны, вентиляторы и др. относятся к вспомогательным, обеспечивающим непрерывность и надежность рабочего процесса.

*Молотки* бывают различной формы (рис.1): а) пластинчатые (прямоугольные с выступами и без выступов), б) объемные (составные). Диаметр отверстий, выполняемых на молотке под ось крепления, равен 18–20 мм.

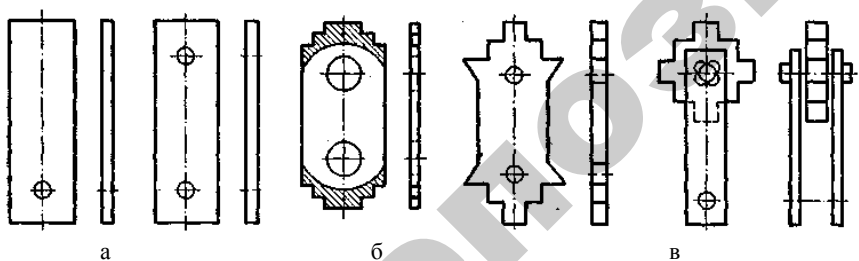


Рис. 1. Схемы молотков дробилок:

а – простой прямоугольный; б – ступенчатый; в – составной

При выборе количества молотков должны выполняться следующие требования:

- молотки должны полностью перекрывать дробильную камеру;
- порядок размещения молотков не должен нарушать статистической и динамической уравновешенности. На практике рядовое или шахматное расположение молотков (КДУ-2,0 – шахматное)

*Решета* (рис. 2) применяются в дробилках закрытого типа и служат для вывода продукта из дробильной камеры и регулирования степени измельчения. Они являются пассивным рабочим органом, при ударе об острые кромки которых происходит также и измельчение продукта.

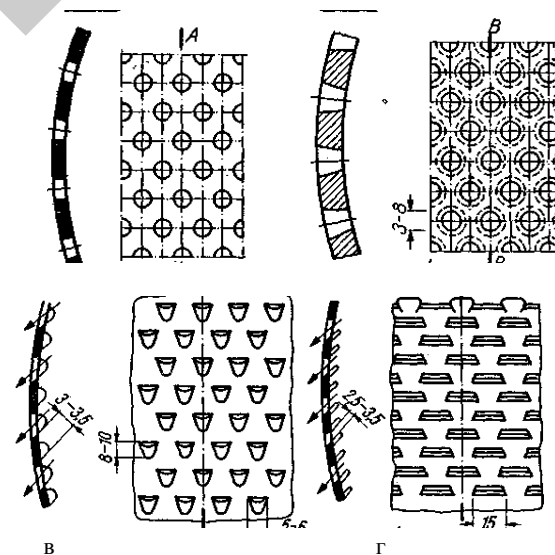


Рис. 2. Типы решет:

а – гладкое пробивное с круглыми отверстиями;  
б – конические отверстия; в, г – чешуйчатые

Решета охватывают барабан в пределах 180–270°, а в отдельных конструкциях дробилок – в пределах 120–360°. Отверстия решет обычно круглые, пробивные, с диаметром 3, 4, 6, 8, 10 и 15 мм. Различают следующие виды решет (рис. 2): с цилиндрической формой отверстий, с конической формой отверстий и чешуйчатой формой отверстий.

Дека представляет собой металлическую пластину с рифами. Она охватывает ротор с одной или двух сторон и служит рабочими частями дробилки. Вместе с решетом они составляют неподвижную стенку, о которую ударяются частицы продукта, отбрасываемые ударом молотков. Деки бывают чугунные рифленые или стальные, с пробивными отверстиями. Их укладывают плотно к корпусу с тем, чтобы получить шероховатую поверхность для увеличения сопротивления движению кольцевого слоя материала, т. е. создания благоприятных условий для его измельчения. Наибольшая эффективность ударов зерен о деку при прямых ударах.

Рифы дек имеют угол  $95-105^\circ$ , а передняя грань их под углом  $40-45^\circ$  к радиусу барабана, что обеспечивает возврат частицы материала в зону действия молотков.

Схема дробилки КДУ-2,0 представлена на рисунке 3.

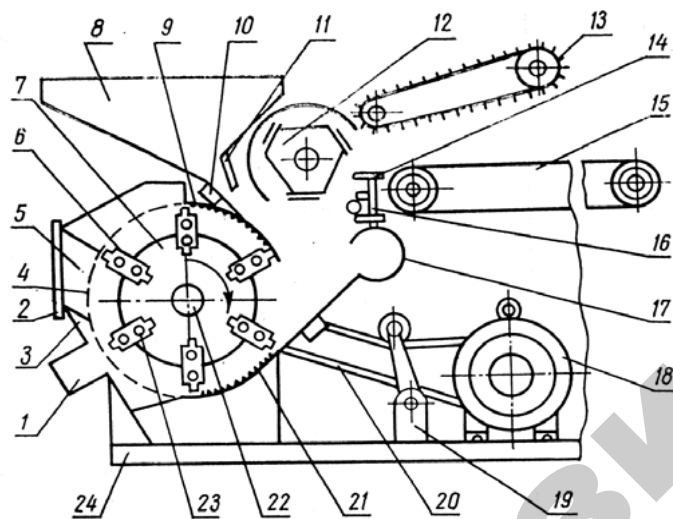


Рис. 3. Схема дробилки КДУ-2,0:

- 1 – отсасывающий патрубок; 2 – крышка выгрузного лотка; 3 – вставная выбросная горловина; 4 – решето; 5 – крышка дробильной камеры; 6 – молоток; 7 – диск ротора; 8 – бункер; 9 – верхняя дека; 10 – верхний магнитный сепаратор; 11 – поворотная заслонка; 12 – режущий барабан; 13 – прессующий транспортер; 14 – противорежущая пластина; 15 – питающий транспортер; 16 – коллектор; 17 – подводящий воздушный патрубок; 18 – электродвигатель; 19 – натяжное устройство; 20 – нижний магнитный сепаратор; 21 – нижняя дека; 22 – вал ротора; 23 – ось; 24 – рама

Процесс измельчения в молотковой дробилке происходит следующим образом. Зерна материала, попав в зону действия молотков, получают первый удар и отбрасываются к периферии, где отражаются поверхностью от деки или решета. Отражаясь от них, частицы замедляют свое движение, но в зоне действия молотков они опять ускоряются от их ударов и потока воздуха. При установившемся процессе по всей внутренней окружности корпуса дробилки образуется вращающийся, непрерывно перемешивающийся слой материала. От многократных столкновений с молотками, решетом и декой зерна измельчаются. При достижении заданного размера частицы материала проходят через отверстия решета и удаляются из дробилки. На их место поступают новые порции неизмельченного материала.

Эффективность работы молотковых дробилок зависит от многих факторов, которые можно разделить на технологические, механические и конструктивные.

К числу *технологических факторов* относят степень измельчения и качество конечного продукта, а также физико-механические свойства исходного сырья. Первые обусловлены зоотехническими условиями, а физико-механические свойства необходимо учитывать конструктору, чтобы выбрать наиболее эффективные способы воздействия рабочих органов на перерабатываемый материал.

Из *конструктивных факторов* главное значение имеют размеры камеры измельчения, особенности конструкции рабочих органов, способ подачи и отвода продукта, зазор между концами молотков и решетом и др.

Основное значение имеют *механические факторы*: скорость движения молотков, скорость перемещения материала по решету, динамические свойства барабана, воздушный режим в дробильной камере, ударный импульс и обусловленная им величина работы деформации при ударе и др.

Производительность молотковых дробилок зависит, главным образом, от размеров рабочей камеры и скорости барабана. Эти параметры различны – скорость молотков достигает  $100-120$  м/с, а производительность  $5-6$  кг/с на зерне. Показатели энерго- и металлоемкости процесса варьируют в пределах – удельная энергоемкость от  $7$  до  $13$  кВт·ч/т, а металлоемкость –  $430-850$  кг/(т ч).



### *Технические средства для подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию*

Моечные машины предназначены для отделения от корнеклубнеплодов свободной и прилипшей земли, тяжелых (камни, железные детали т. п.) и легких (солома, ботва и т. п.) включений.

Отделение тяжелых включений, как правило, производится в потоке воды и основано на различной траектории оседания клубней и камней. В зоне оседания камней делают люк, а клубни проплывают над ним. Легкие примеси, всплывающие на поверхность воды, удаляют из моечной ванны механически, или они вымываются потоком воды, переливающейся через борт ванны.

Процесс отделения почвы от корнеклубнеплодов включает в себя отмокание, оттирание и ополаскивание. По способу очистки корнеклубнеплоды классифицируются на машины, использующие для выделения посторонних примесей воду, и машины для сухой очистки.

По принципу работы корнеклубнеплоды могут быть периодического и непрерывного действия. Корнеклубнеплоды по конструкции рабочих органов делятся на кулачные, барабанные, дисковые и шнековые. Наибольшее распространение получили центробежные и барабанные.

К моечным машинам предъявляют следующие требования: универсальность по отношению к различным видам корнеклубнеплодов; высокое качество отделения примесей при минимальном расходе воды и максимальной производительности; возможность механизации загрузки и выгрузки корнеклубнеплодов и отдельных загрязнений; регулирование времени пребывания корнеклубнеплодов в мойке в зависимости от загрязненности; хороший доступ к рабочим органам для их очистки, замены и регулировки.

*Классификация и требования к измельчителям корнеклубнеплодов.* По устройству режущего аппарата измельчители корнеклубнеплодов разделяют на дисковые, барабанные и центробежные, по расположению ножей – на вертикальные и горизонтальные

*Измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5* состоит из моечной ванны, мойки, измельчителя и скребкового транспортера-камнеуловителя. Ванна и рабочие органы установлены на общей раме. Привод вертикального шнека, измельчающего аппарата и транспортера камнеуловителя осуществляются при помощи трех электродвигателей.

Рабочий процесс отмывания корнеклубнеплодов происходит при их взаимном перетирании во вращающемся потоке воды, который создается крыльцом, находящимся на валу шнека. При подаче корнеклубнеплодов в ванну камни попадают на крыльцо и отбрасываются им на транспортер. Корнеклубнеплоды, находясь во взвешенном состоянии в потоке воды, поступают в шнековую мойку, где дополнительно орошаются водой из гребенки.

Лопатка выбрасывателя подает их в камеру измельчителя, который имеет верхний диск с двумя горизонтальными и нижний диск с четырьмя вертикальными ножами. Для мелкого измельчения в камеру дополнительно ставят деку и устанавливают переключатели в шкафу управления в положение «1000 об/мин», а для крупных фракций – «500 об/мин» и дека снимается.

*Тепловая обработка кормов.* Тепловой обработке подвергаются картофель, пищевые отходы, грубые и концентрированные корма. Цель обработки — повышение усвояемости и обеззараживание.

Установки для тепловой обработки кормов можно классифицировать по следующим признакам:

- конструктивным — запарочные чаны, запарники-мялки, запарники-смесители (С-2, С-7, С-12, ВК-1, АПС-6), картофелезапарочные агрегаты (ЗПК-4, АЗК-3, F-405А);
- способу действия — периодического (ЗПК-4, все запарники-смесители) и непрерывного (АЗК-3, F-405А);
- источнику тепла — паровые, электрические;
- роду использования — стационарные (ЗПК-4, АЗК-3, все запарники-смесители) и передвижные (F-405А);
- режимам обработки — при атмосферном давлении и повышенном (котлы для обработки пищевых отходов, баротермокамеры для соломы);
- назначению — для картофеля, грубых кормов и пищевых отходов.

К кормозапарникам предъявляют следующие требования: возможность механизации загрузки и выгрузки продукта, равномерность прогрева всего продукта, минимальный расход энергии на запаривание, безопасность и удобство обслуживания, надежность работы, продукт не должен загрязняться посторонними примесями.

В настоящее время наибольшее распространение получили устройства, использующие в качестве теплоносителя пар. Для его производства промышленность выпускает котлы-парообразователи, работающие на жидком (КВ-200МЖ, КЖ-500, КЖ-1500, Д-721) и твер-

дом топливе (КТ-500, КВ-300МТ, КТ-1000). Цифра в обозначении показывает производительность по нормальному пару в кг/ч. Все котлы работают при низком давлении, не превышающем 0,07 МПа. Технологические схемы, по которым осуществляется тепловая обработка кормов, могут быть самыми разнообразными и зависят как от назначения агрегата, так и от зоотехнических требований на конечный вид продукта. Наиболее распространенные схемы: для картофеля: мойка → запаривание → мятые → охлаждение → смешивание; для грубых кормов: измельчение → добавление химических консервантов → запаривание → выдержка → смешивание с другими компонентами; для кормовых смесей: измельчение → запаривание. Если тепловой обработке необходимо подвергать сухой корм (солома, мякина, концентраты), его предварительно замачивают для повышения теплопроводности и ускорения процесса нагрева до заданной температуры.

### *Механизация измельчения стебельчатых кормов*

Резание материалов может осуществляться тремя способами: Пуансоном (штамп), резцом (клин) и лезвием (нож). Режущие рабочие органы измельчителей стебельчатых кормов и универсальных дробилок работают по принципу резания лезвием.

Лезвием называется рабочая часть ножа, заточенного по двухгранному углу. Процесс резания осуществляется под действием силы, приложенной непосредственно самой вершиной двухгранного угла к измельчаемому материалу. Процесс резания является разновидностью измельчения и поэтому он подчинен общим законам разрушения материала под действием внешних сил, превосходящих силы молекулярного сцепления материала.

Для осуществления процесса резания необходимо, чтобы материал не выскальзывал из-под ножа при отсутствии бокового подпора. Поэтому должен быть обеспечен надежный захват материала между лезвием и противорежущей пластиной.

### *Классификация и требования к измельчителям стебельчатых кормов*

Конструкции измельчителей различают по следующим признакам:

- 1) по конструкции режущего аппарата на:
  - барабанные;

- дисковые;
- 2) по степени механизации подачи сырья и отбора измельченного продукта:

- машины с ручной подачей и ручным отбором продукта;
- с механической подачей и ручным отбором продукта;
- с механической подачей и отбором;

- 3) по принципу использования:

- стационарные;
- передвижные.

Измельчители кормов должны отвечать следующим требованиям:

- возможность регулирования длины резки в широких диапазонах — от 3–5 до 100 мм (зоотребования);

- универсальность в отношении резки различных видов грубых кормов;

- обеспечение одновременно с резкой растирания или расщепления грубостебельных кормов вдоль волокон с целью получения мягкой массы;

- обеспечение высокой степени механизации загрузки сырья и отбора измельченного продукта;

- малый удельный расход энергии на процесс измельчения и равномерные нагрузки на вал и привод двигателя;

- при наличии пневматического транспортера для отбора измельченного продукта производительность его должна быть равной или несколько больше максимальной производительности резки;

- простота и доступность регулировки и заточки ножей;

- простота устройства, надежность в работе и эксплуатации.

*Измельчитель кормов ИКВ-5 «Волгарь»* состоит из подающего и уплотняющего транспортеров, аппаратов первичного и вторичного резания, натяжного устройства подающего транспортера, натяжных звездочек и автомата отключения.

Подаваемый из кормоприемника-питателя корм располагается (или укладывается вручную) ровным слоем на подающем транспортере, уплотняется натяжным транспортером, а затем направляется в аппарат первичного резания. Ножевой барабан предварительно измельчает массу до размеров частиц резки 20–80 мм. Спиральные ножи барабана в сечении имеют Г-образную форму, их лезвия описывают окружность диаметром 450 мм.

На барабане установлено 6 ножей с углом заточки 35–40° и уг-

лом подъема винтовой линии  $70^\circ$ . Угол заточки противорезающей пластины составляет  $75^\circ$ . Зазор между лезвием ножей и противорезающей пластиной устанавливают в пределах 0,5–0,8 мм. Измельченный режущим барабаном корм падает на шнек и направляется им в аппарат вторичного резания, состоящий из подвижных и неподвижных ножей. Этот аппарат измельчает корм до фракции размером 2–10 мм. Готовый корм выбрасывается через нижнее окно в корпусе измельчителя на транспортер, расположенный в приемке.

Аппарат вторичного резания устроен следующим образом. В желобе по всей ширине корпуса измельчителя расположен шнек диаметром 440 мм, имеющий на концах консольные валы. На консольный вал со шпоночной канавкой со стороны выхода продукта надета втулка с шлицевой наружной поверхностью. На шлицеванную часть этой втулки надеты чередующиеся подвижные (со шлицами) и неподвижные (без шлиц) ножи. Последние своими наружными концами закреплены на неподвижных планках на корпусе.

Таким образом, многоножевой дисковый режущий аппарат щелевого типа осуществляет двухопорное резание ножами с П-образной режущей кромкой и углами заточки, равными  $90^\circ$ . Этот аппарат более энергоемкий по сравнению с соломосилосорезкой, но он позволяет получить тонкое измельчение и более равномерный гранулометрический состав частиц.

ИКВ-5 «Волгарь» может работать по трем технологическим схемам – измельчение корма для крупного рогатого скота, для свиней и для птицы. При измельчении грубых и сочных кормов для крупного рогатого скота в работу включают только аппарат первичного резания. Необходимую крупность частиц для свиней и птицы достигают путем изменения угла установки лезвия первого подвижного ножа аппарата вторичного резания относительно конца витка шнека. При измельчении корма для птицы этот угол должен быть  $9^\circ$  (по направлению вращения ножей), а для свиней —  $53^\circ$  (против направления вращения). Все последующие ножи располагают по спирали через  $53^\circ$ , против направления вращения ножей.

## Лекция 2. Механизация доения коров

### План

1. Технология машинного доения и зоотехнические требования к ней.
2. Доильные аппараты, общее устройство и основные характеристики.

3. Доильные установки: классификация и общее устройство.
4. Вакуумная система доильных установок

### *Технология машинного доения коров и зоотехнические требования к ней*

Технология машинного доения коров предусматривает выполнение следующих операций:

- а) создание вакуума в воздушной системе доильной машины (установки);
- б) подготовка вымени коровы к доению;
- в) надевание доильных стаканов на соски;
- г) доение и транспортировка молока в накопительную емкость;
- д) снятие доильных стаканов с сосков.

Главными факторами в организации доения коров являются кратность и промежутки между дойками. Кратность доения устанавливается с учетом емкости вымени и биологическими особенностями коров и зависит от конкретных хозяйственных условий содержания животных.

Интенсивность молокоотдачи зависит от наполнения вымени молоком. При наполнении его меньше, чем наполовину, доить коров не рекомендуется.

Молоко из вымени можно извлекать естественным способом (сосание теленком), ручным и машинным доением.

Машинное доение может осуществляться двумя способами: отсос молока с использованием вакуума и выжимание молока из сосков. Последний способ, который подражает ручному доению, не получил распространения из-за сложности конструкции доильных машин.

*Зоотехнические требования к технологии машинного доения:*

- 1) подготовка вымени коровы к доению не более 1–1,5 мин;
- 2) доильные стаканы следует надевать после припуска молока;
- 3) процесс доения не должен превышать 4–6 мин (2 кг/мин);
- 4) не передерживать доильный аппарат на вымени, то есть не доводить до «сухого» доения.

Для выполнения технологии машинного доения создаются технологические линии, которые представляют собой систему взаимосвязанных между собой машин и узлов, выполняющих все необходимые операции доения.

Доильная машина должна быть простой в изготовлении и обслуживании, надежной в работе, не требовать ручной регулировки в процессе доения, обеспечивать возможность удобного визуального контроля за истечением молока из вымени.

### **Доильные аппараты: общее устройство и основные характеристики**

Доильный аппарат является основным исполнительным рабочим узлом, служащим для извлечения молока из вымени коровы и сбора его в емкость или молокопровод. Технические характеристики доильных аппаратов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики доильных аппаратов

Показатели	Тип, марка аппарата			
	АДУ-1 (основного исполнения)	АДУ-1-03 (низковакуумный)	УИД 07.1000	«Сож» двухрежимный
Рабочий вакуум, кПа	46	45	48	48
Стимулирующий вакуум, кПа	–	–	-	36
Соотношение тактов:				
– сосания	70	70	70	70
– сжатия	30	30	30	30
Частота пульсаций, раз в мин	67±5	67±5	67±5	60±3 при рабочем вакууме 50±3 при рабочем вакууме

Рабочим органом доильного аппарата являются доильные стаканы. Пульсатор обеспечивает создание переменного давления (разрежения), атмосферного или избыточного) в камерах доильного стакана.

Коллектор позволяет распределить переменное давление по доильным стаканам, принять от них выдаваемое молоко и направить его в молокоприемник.

Время, в течение которого на сосок вымени оказывают физиологически однородное воздействие доильным стаканом, называется *тактом*. Время, в течение которого совершается совокупность различных тактов, называются *циклом*, или *пульсом*.

На протяжении одного цикла в камерах доильных стаканов давление изменяется от атмосферного до вакуума 48–53 кПа, в зависимости от конструкции доильного стакана.

Доильные стаканы двухкамерные. Они состоят из гильзы, сосковой резины, смотрового стекла, молочного и вакуумного шлангов. Наружная гильза и сосковая резина образуют две камеры – межстенную и подсосковую. Когда в обеих камерах создается одинаковый вакуум, сосковая резина не испытывает деформаций, а молоко под действием разности давлений в вымени и под соском струей вытекает в подсосковую камеру, оттуда по молочному шлангу через коллектор в доильное ведро или молокопровод. Происходит такт сосания.

При повышении давления в межстенной камере до атмосферного сосковая резина, деформируясь, обжимает сосок, сфинктер закрывается, истечение молока прекращается. Происходит такт сжатия. На этом в двухтактных доильных машинах цикл заканчивается и начинается новый.

Двухрежимный доильный аппарат «Сож» – отечественный аналог аппарата «Duovac-300». Особенностью его конструкции является специально разработанный регулятор вакуума, который обеспечивает функционирование аппарата в режимах массажа и додаивания на низком вакууме 34–38 кПа с частотой пульсации 50 пульсов/мин, а в режиме основного доения – на номинальном вакууме 47–49 кПа с частотой пульсаций около 60 пульсов/мин. Этот аппарат в начальный период, после одевания стаканов на вымя, работает в стимулирующем щадящем режиме до тех пор, пока анализатор протока молока не отметит 200 см<sup>3</sup>/мин. Тогда происходит переход на рабочий режим (50±3 кПа и 60±3 пульс/мин). При снижении потока до 200 см<sup>3</sup>/мин в конце доения – снова переход на стимулирующий режим. Таким образом, снижается опасность так называемого «сухого» доения в начале и конце процесса.

## Доильные установки: классификация и общее устройство

Выпускаются четыре типа доильных установок в зависимости от их назначения, определяемого способом содержания животных и условиями использования (табл. 2):

- стационарные, для доения коров в стойлах коровников;
- стационарные, для доения коров в специальных доильных залах;
- передвижные универсальные, для доения коров в летний период на пастбищах, а зимой – в доильных помещениях или коровниках;
- передвижные специальные.

Таблица 2

Технические характеристики доильных установок

Марка	Тип	Количество доильных станков	Обслуживаемое поголовье	Количество операторов	Производительность, коров/час	Количество доильных аппаратов	Рабочее вакуумметрическое давление, кПа
УДМ-100	Доение в молокопровод	–	100	2	50-100		50±1
УДМ-200		–	200	4	100-200	12	50±1
УДА-8	Доение в доильных залах	8	160	1	70	8	48±1
УДЕ-16		16	200	1-2	80	16	48±1
УДА-16		16	200	1-2	70	16	48±1
УДА-24П		24	200	1-2	90	24	48±1
«Де Лаваль»		6, 12	180-220	1-2	80-120	6, 12	38,8
«Вестфлия»		16, 24	300-600	1-2	80-120	16-24	38,8
УДЛ-12		Передвижные (в лагерях)	12	150	2	60	12
УИД-10	Передвижные	–	10	1	8	1	52
АИД-1		–	10	1	8	1	52

Установки для доения в стойлах коровников применяются при содержании коров на привязи. По способу перемещения аппаратов от коровы к корове они делятся на *переносные вручную* и *передвижные в тележках*. По способу сбора молока – в переносные

доильные ведра, передвижные бидоны или резервуары (с наполными ведрами АД-100А, ДАС-2Б, «Импульс» М-610/12 (Германия)), в молокопровод (с переносными аппаратами АДМ-8).

Установки для доения коров в специальных залах применяются преимущественно при беспривязной системе содержания коров: «Тандем» УДТ-6, УДА-8А и «Елочка» УДЕ-8, УДА-12Е, УДА-16А. Установки этого типа состоят из доильных стаканов с аппаратами, стационарно монтируемыми в помещениях или перемещающимися на специальных платформах. Стационарные станки установок бывают индивидуальные и групповые. Индивидуальные располагаются последовательно в два ряда с боковым входом и выходом животных («Тандем»). Установки с групповыми станками могут располагаться по прямой в два параллельных ряда («Елочка»), по окружности (круговая «Елочка») и по контуру квадрата.

Конвейерные установки делятся на *кольцевые, растянутые и ленточные*. Кольцевые установки выполнены в виде кольцевой платформы, вращающейся вокруг оси. Станки на ней расположены радиально («Карусель» с проходными станками), последовательно («Карусель» со станками «Тандем») и под углом («Карусель» со станками «Елочка»).

Растянутые конвейерные доильные установки представляют собой цепочку станков на индивидуальных подвижных платформах, шарнирно соединенных между собой и перемещающихся вокруг траншеи для операторов машинного доения (установки шведской фирмы «Альфа Лаваль Агри», «Унилактор»).

Передвижные специальные доильные установки применяются на фермах с привязным и беспривязным содержанием животных. Они оснащаются доильными аппаратами, емкостями для сбора молока и вакуумными установками, которые монтируются на тележках, перемещаемых вручную, на наземных и подвесных рельсовых платформах и на автомашинах различного класса.

Наиболее широко на молочных фермах применяются доильные установки с доением в молокопровод. Технология процесса доения в них требует создания двух вакуумных систем. Первая вакуумная система создается в вакуумных трубопроводах и обеспечивает вакуум в межстенном пространстве доильных стаканов. Вторая вакуумная система создает вакуум под соском коровы и обеспечивает транспортировку молока по молочным трубопроводам в молокоприемник. Взаимосвязанная работа двух систем создает необходи-

мый такт работы сосковой резины, регулируемый пульсатором. Принципиальная технологическая схема (рис. 4) доильной установки АДС-100 включает один поперечный магистральный вакуумный трубопровод (10) и две рабочие ветви. Каждая рабочая ветвь включает в себя молочный (1) и вакуумный (11) трубопроводы. Вакуумные трубопроводы каждой ветви тупиковые. Молочные трубопроводы закольцованы и соединены с молокоприемником (4). Молоко из доильного стакана (13) попадает в коллектор (15). После коллектора молоко может двигаться по молочному трубопроводу (1) как влево к дозатору (3), так и вправо – к подъемной петле. В узлах подъемной петли устанавливают разделители (16), перекрывающие молочный трубопровод (1). Молоко, попадая в дозаторы (3), дозированно по трубопроводу (14) переправляется в молокоприемник (4). Трубопровод (2), также соединяющий молокоприемник с дозаторами (3), предназначен для создания вакуума в дозаторах. Молоко из молокоприемника (4) откачивается молочным насосом.

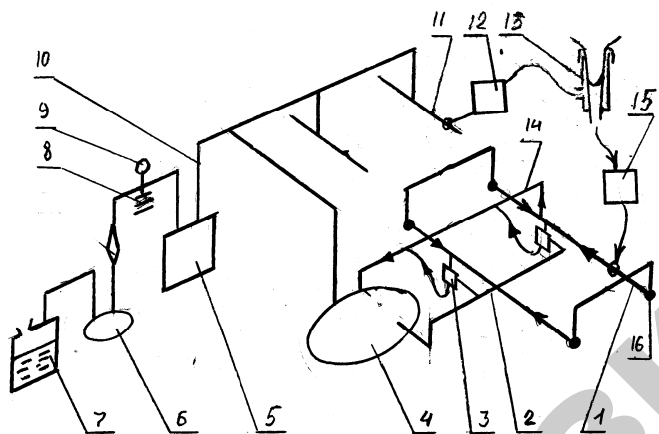


Рис. 4. Принципиальная схема доильной установки АДС-100:

- 1 – молочный трубопровод; 2 – трубопровод; 3 – дозатор молока;  
 4 – молокоприемник; 5 – баллон; 6 – насос водокольцевой; 7 – емкость для воды;  
 8 – регулятор вакуумный; 9 – вакуумметр; 10 – трубопровод магистральный;  
 11 – трубопровод вакуумный; 12 – пульсатор; 13 – стакан доильный;  
 14 – трубопровод транспортный; 15 – коллектор; 16 – разделитель

При беспривязном содержании в республике используют доильные установки УДА-8А «Тандем», УДА-16А «Елочка», УДА-Е12,

«Larta», «Westfalia» различных модификаций. В этих установках заключительные операции доения производятся автоматически – без оператора, что значительно повышает производительность работы и облегчает труд операторов. При содержании коров в летних лагерях, доение производят в передвижных пастбищных доильных установках проходного типа – марки УДС-3В, ПДУ-8 и др.

### Вакуумная система доильных установок

Вакуумный насос предназначен для создания разрежения в вакуумных системах и обеспечивает быстрое восстановление заданной величины вакуума при попадании воздуха в систему. В настоящее время применяются следующие типы вакуумных насосов: УВУ – 60/45, VZ – 40/130V (ФРГ), РВН – 40/350 ротационного типа.

На комплексах устанавливают водокольцевые вакуумные насосы ВВН-6 и ВВН-12, не требующие смазки ротора.

Вакуумные ротационные насосы одинаковы по устройству и отличаются производительностью (УВУ – 60/45  $Q = 60$  и  $45 \text{ м}^3/\text{ч}$ , VZ – 40/130V –  $Q=30 \text{ м}^3/\text{ч}$ , РВН – 40/350 –  $Q = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) и расходом масла (15–30; 10–25; 5–10; 8–12 г/ч) соответственно. Внутри неразъемного корпуса вращается ротор, расположенный эксцентрично относительно оси статора. В роторе имеются четыре пазы, расположенных тангенциально (УВУ – 60/45) или радиально (РВН – 40/350), в которые свободно вставлены пластинчатые лопатки. При вращении ротора центробежная сила выталкивает их из пазов и прижимает к внутренней поверхности статора.

В вакуумных насосах типа ВВН пространство переменного объема образуется кольцевым потоком воды, вращающимся по внутренней поверхности статора, и лопатками, выполненными совместно с ротором. Сжатый воздух вместе с небольшим количеством воды выбрасывается в выхлопную трубу и дальше в разделитель потока, откуда охлажденная вода дозированно опять подается в насос вместе с засасываемым в него воздухом.

Вакуумный баллон служит для выравнивания колебаний вакуума, предотвращает попадание влаги из вакуумпровода в насос и служит сливной емкостью при промывке вакуумной системы.

Вакуумные регуляторы предназначены для поддержания устойчивого рабочего вакуума в системах установок. В зависимости от их типа вакуум может составлять 45–58 кПа. Регулируется вакуум при помощи установки грузов или поджатием пружины.

Вакуумметр – указатель дифференциального давления, служащий для определения величины вакуума в системе.

Вакуумный трубопровод обычно разделяется на несколько участков. Основной из них – рабочий участок – часть вакуумного трубопровода, на котором располагаются краны для подключения исполнительных механизмов – доильных аппаратов. В установках с переносными ведрами потери вакуума на всех участках вакуумпровода не должны превышать 5 % от производительности насоса, и в установках с молокопроводом – 10 %. Диаметр вакуумпровода обычно делают не менее 25 мм, чтобы потери давления по всей длине достигали не более 5 мм рт. ст. (670 Па).

### Лекция 3. Механизация первичной обработки молока

#### План

1. Первичная обработка молока.
2. Охлаждение молока. Устройство и процесс работы охладителей молока.
3. Пастеризация молока. Классификация, устройство и процесс работы пастеризаторов молока.
4. Сепарирование молока. Классификация, общее устройство и процесс работы сепаратора.
5. Холодильные установки, их классификация, устройство и процесс работы.

#### Первичная обработка молока

Технологическая схема первичной обработки молока и комплект оборудования для ее реализации зависят от способа доения и типа доильных установок, размера и планирования ферм, способа и кратности реализации молока в течение суток, удаленности ферм от молочных заводов.

При доении коров в молокопровод (установки АДМ-8, УДА-8, УДА-16, УДБ-8) первичная обработка молока осуществляется в потоке в процессе доения.

Основное назначение любой технологической линии первичной обработки – получение цельного (натурального) и питьевого молока.

Технологическая линия получения цельного молока предусматривает выполнение следующих операций: доение – учет – очистка – охлаждение – хранение – отправка (рис. 5).

Технологическая линия получения питьевого молока предусматривает прием молока с кислотностью не выше  $19^{\circ} \text{T}$ , сортирование молока, учет, очистку, нормализацию по содержанию жира, пастеризацию, охлаждение, розлив, выдачу.

Учет молока производится групповыми счетчиками молока (при доении в молокопровод) и индивидуальными (при доении в ведра).

Очистка молока от механических примесей (остатки подстилки, частицы корма, волос и т. п.) производится путем пропускания через ватный или лавсановый фильтр, или на центробежных молокоочистителях. Фильтрация может осуществляться под действием гидростатического столба жидкости и под давлением (0,1–0,2 МПа).

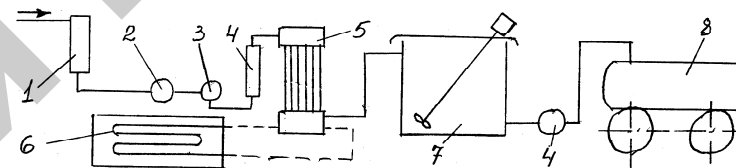


Рис. 5. Схема первичной обработки молока:

- 1 – молокоприемник-воздухоотделитель; 2 – счетчик молока; 3 – молочный насос; 4 – фильтр; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – холодильная установка; 7 – ванна для хранения молока; 8 – цистерна для перевозки молока

Фильтрация молока осуществляется напорным или безнапорным методом. Напорный метод используется при наличии в составе доильной установки фильтровальных устройств типа АДМ.09.200.

Молоко, поступившее из доильной установки в процессе доения, насос прокачивает через специальный фильтр, образованный расширенным участком трубопровода, в котором на распорные спирали надет элемент из фильтрующего нетканого материала. Молоко проникает в этот элемент снаружи вовнутрь. Такой фильтр обеспечивает фильтрацию всего молока, надоевшего за одну дойку. Насосное фильтрование через ткани малоэффективно, так как ткани не обеспечивают достаточную очистку молока по причине того, что основные загрязнители – частицы комбикорма, эпителий, микробные конгломераты – соразмерны с просветом ячейки, образованной нитями ткани, и при напорном движении не задерживаются такой тканью, а склонны к раздроблению и измельчению, что не решает

задачи очистки. При безнапорном фильтровании – цежении используются многослойные фильтры из полимерных тканей – лавсанов.

Наиболее современный способ очистки молока от механических примесей – центробежный, с использованием сепараторов-очистителей. При этом из молока удаляются не только механические примеси, но и слизь, сгустки, эпителий. Количество выделяемых примесей находится в пределах 0,02–0,06 % массы молока, пропущенного через молокоочиститель. Очистку молока проводят непосредственно в процессе доения, устанавливая молокоочиститель ОМ-1 в напорную линию насоса НМУ-6, выкачивающего молоко из воздухоотделительного баллона доильной установки.

*Центробежный очиститель ОМ-1* состоит из станины, барабана, пульсатора, приемно-выводного устройства, тормоза. Внутри станины располагается приводной механизм. Барабан является основным рабочим органом очистителя. В нем происходит отделение примесей от молока под действием центробежной силы. Через центральную трубку барабана-очистителя молоко поступает в межтарелочное пространство барабана, заполняя весь его объем. При вращении барабана под действием центробежной силы механические и другие примеси отбрасываются к внутренним стенкам корпуса барабана и оседают на них в виде сепараторной слизи. Молоко под действием гидравлического напора оттесняется к оси барабана и с помощью диска через выводное устройство поступает под напором по шлангу в охладитель.

После сборки барабана очистителя молока ОМ-1,0 необходимо проверить правильность положения напорного диска относительно камеры, в которой он расположен. Для этого необходимо освободить прижимы и приподнять кожух с установленными на них деталями и проверить зазор между торцами кожуха и чашей станины при полностью поднятом напорном диске. Он должен быть равен 2,5–3,0 мм. Если он не соответствует указанному размеру, то необходимо снять установленные на кожухе детали и добавить (при зазоре меньше 3,0) или снять (при зазоре меньше 2,5) одну или несколько регулировочных шайб. После этого вновь поставить детали на кожух и проверить зазор.

### **Охлаждение молока. Устройство и процесс работы охладителей молока**

Молоко является скоропортящимся продуктом, поэтому охлаждение его является обязательной операцией при первичной обработке. Охлаждение молока можно осуществить только при помощи соответствующих установок, в которых в качестве охлаждающего агента используется искусственно охлажденная вода или вода артезианских скважин.

Охладители молока бывают двух типов: *проточные и емкостные*. В проточных охладителях теплообменивающиеся среды движутся непрерывно потоком. Охладители молока можно классифицировать по следующим признакам:

- по характеру соприкосновения с окружающим воздухом – открытые (оросительные) и закрытые (проточные);
- по профилю рабочей поверхности – трубчатые и пластинчатые;
- по числу секций – одно- и многосекционные;
- по конструкции – одно- и многорядные;
- по форме – круглые и плоские;
- по относительному направлению движения теплообменивающихся сред – прямоточные и противоточные, с параллельным и перекрестным движением сред.

Для охлаждения молока в процессе доения установки комплектуются пластинчатым охладителем АДМ-13000 (рис. 6). Охладитель представляет собой набор из 39 одинаковых теплопередающих пластин, двух разделительных (12) и одной крайней (11) пластин, зажатых между упорной (14) и прижимной (2) плитами при помощи стяжных болтов (3). Разделительные и крайняя в отличие от остальных пластин имеют два отверстия. К каждой пластине прикреплен уплотнительная прокладка. Крайняя пластина (11) не имеет уплотнительной прокладки вокруг отверстия для прохода молока и воды. В упорной плите установлены резиновые кольца (13), а в прижимной – утолщенные кольца (10).



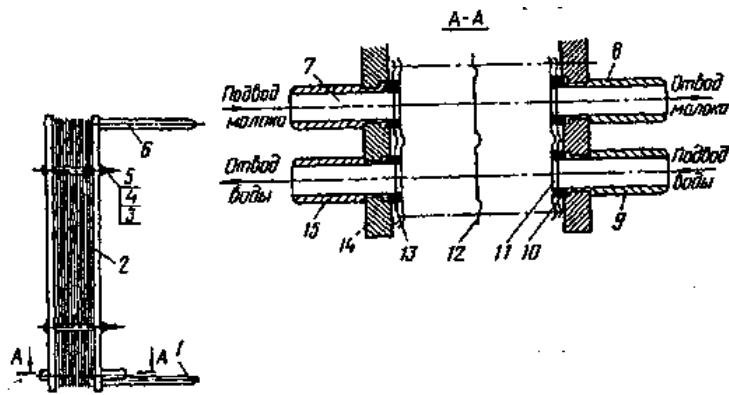


Рис. 6. Пластинчатый охладитель молока АДМ 13000:  
 1, 6 – штанги; 2 – прижимная плита; 3 – болт; 4 – шайба; 5 – гайка;  
 7–9, 15 – штуцеры; 10, 13 – кольца; 11 – крайняя пластина;  
 12 – разделительная пластина; 14 – упорная плита

При промывке пластин охладителя следует отвернуть гайки стяжных болтов (3), отодвинуть прижимную плиту и раздвинуть пластины по направляющим штангам (1) и (6) для удобства мойки ершами. После промывки пластины сжимают, как указывалось выше.

Охлаждение молока в проточном охладителе происходит следующим образом. Молоко, подлежащее охлаждению, поступает в охладитель через штуцер (7) упорной плиты (14) и попадает в продольный коллектор, образованный отверстиями пластин первого пакета. По коллектору молоко доходит до разделительной пластины (12) и распределяется между пластинами первого пакета. Двигаясь между пластинами первого пакета вверх, молоко через отверстие в разделительной пластине (12) попадает в верхний продольный коллектор, образованный отверстиями второго пакета пластин, поступает вниз между пластинами к нижнему коллектору второго пакета и выходит из охладителя через штуцер (8), установленный в прижимной плите.

Холодная вода подается через штуцер (9), установленный в прижимной плите, движется в направлении, противоположном направлению движения молока, между соседними пластинами и выходит из охладителя через штуцер (15) упорной плиты.

## Пастеризация молока. Классификация, устройство и процесс работы пастеризаторов молока

**Цель и режимы пастеризации молока.** Основные изменения в молоке после его выдаивания происходят под действием микрофлоры, обуславливающей его скисание и появление различных микробов, опасных для здоровья человека. Соблюдение санитарно-гигиенических правил получения молока в значительной мере снижает его бактериальную загрязненность.

Для борьбы с микрофлорой осуществляют обезвреживание молока с помощью высокой температуры – пастеризацию, кипячение, стерилизацию. Пастеризацией уничтожается 99 % микроорганизмов, за исключением спор, кипячением – часть спор, а при стерилизации – все споры.

Наибольшее распространение при обработке молока получили термические пастеризаторы. При этом по режиму работы они подразделяются на три типа:

- 1) аппараты длительной пастеризации молока, в которых нагрев осуществляется до 63–65 °С с выдержкой при этой температуре в течение 30 мин;
- 2) аппараты кратковременной пастеризации, в которых нагревание молока производится в тонком слое до температуры  $76 \pm 2$  °С с выдержкой в течение 20 с;
- 3) аппараты мгновенной пастеризации, в которых молоко в течение нескольких секунд нагревается до температуры 85–87 °С без его дальнейшей выдержки.

Холодная пастеризация сводится в основном к ультрафиолетовому облучению непрерывно движущегося тонкого слоя молока или воздействию на него колебаний звуковой частоты ( $8-10 \cdot 10^3$  Гц) магнитострикционными вибраторами. В последнем случае желательна выдержка молока в этом режиме около 1 с.

Аппараты длительной пастеризации применяют для подогрева молока перед сепарированием или его сквашиванием. Длительная пастеризация оказывает наибольшее воздействие на физико-механические свойства молока, но обеспечивает надежное уничтожение всех видов микроорганизмов, за исключением термостойких бактерий. Длительная пастеризация молока осуществляется в ваннах длительной пастеризации ВДП-300, Г6-ОПБ-300, Г6-ОПБ-600, Г6-ОПБ-1000. Все ванны одинаковы по устройству и имеют водяную рубашку вокруг рабочей емкости и мешалку с приводом.

Кратковременная пастеризация осуществляется на пластинчатых пастеризационно-охладительных установках ОПФ-1, ОПУ-3М, ОП2-У5. Все они работают в автоматическом режиме и включают пластинчатый пастеризатор, выдерживатель, регенератор, охладитель и молокоочиститель.

Мгновенная пастеризация молока осуществляется на аппаратах с вытеснительным барабаном ОПД-1М, П-12. Молоко в них проходит в зазоре между стенками вытеснительного барабана и неподвижного резервуара, имеющего параболоидную форму. Внутри барабана и снаружи резервуара пускается пар. Барабан приводится во вращение от электродвигателя.

Ко всем пастеризаторам предъявляются следующие требования: полное уничтожение микробов всех форм; обработка не должна ухудшать свойств молока; простота устройства и эксплуатации; поверхности, соприкасающиеся с молоком, должны быть стойкими к химическому воздействию молока и моющих жидкостей.

*Классификация пастеризаторов молока.* Пастеризаторы молока классифицируются по способу обработки на термические, в которых молоко нагревается ниже температуры кипения, и холодные, в которых уничтожение бактерий осуществляется различными физическими воздействиями – облучением ультрафиолетовыми или инфракрасными лучами, радиацией, обработкой ультразвуком и т. п.; по источнику энергии – на паровые, электрические с индукционным нагревом, излучательные; по характеру выполнения процесса – непрерывного и периодического действия; по конструктивному выполнению – пластинчатые, трубчатые, центробежные, с вытеснительным барабаном, емкостные, с рубашкой и мешалкой; по числу секций – одно-, двух-, многосекционные или комбинированные; по направлению жидкости и теплоносителя – прямоточные и противоточные.

*Устройство и процесс работы.* Охладитель-пастеризатор ОПФ-1 – автоматизированная установка фермы, предназначенная для центробежной очистки, пастеризации и охлаждения молока. Пастеризация молока в секции пастеризации осуществляется теплом горячей воды (для ОПФ-1-20) или насыщенного пара из бойлера (8) (для ОПФ-1-30) (рис. 7).

Секции регенерации I и II служат для теплообмена молока, поступающего в секции пастеризации и из секции пастеризации в секции охлаждения IV и V.

*Процесс работы.* Молоко, подлежащее пастеризации, поступает в бак (4), откуда насосом (3) прокачивается через секцию регенерации

I, где подогревается до 40–45 °С с целью снижения вязкости для улучшения качества очистки в очистителе (2), откуда очищенное молоко поступает в секцию регенерации II и далее в секцию пастеризации III. Из секции пастеризации молоко проходит через перепускной клапан (10), где определяется достигнутая в секции пастеризации температура. При достижении заданных показателей молоко поступает в трубчатый выдерживатель (6). В случае недостижения заданной температуры в секции пастеризации молоко перепускным клапаном (10) направляется в бак (4), для прохождения повторного цикла. Молоко из выдерживателя поступает последовательно в секции II, I, IV, V, где последовательно охлаждается до температуры хранения. В секции IV охлаждение проводится холодом водопроводной воды, а в секции V доохлаждается до заданной температуры ледяной водой, выработанной специальным водоохлаждающими установками.

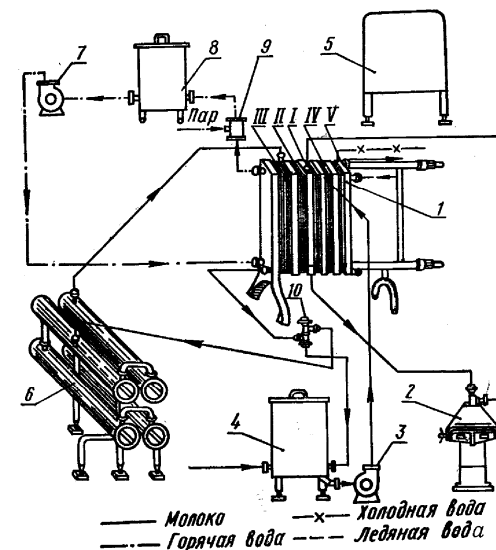


Рис. 7. Технологическая схема пластинчатой пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1:

I – первая секция регенерации; II – вторая секция регенерации; III – секция пастеризации; IV – секция водяного охлаждения; V – секция рассольного охлаждения; 1 – пластинчатый теплообменник; 2 – сепаратор-молокоочиститель; 3 – насос молочный; 4 – бак уравнивательный; 5 – пульт управления; 6 – выдерживатель; 7 – насос водяной; 8 – бойлер; 9 – инжектор; 10 – клапан перепускной

## Сепарирование молока. Классификация, общее устройство и процесс работы сепаратора

*Сепарирование молока.* Молоко представляет собой смесь жира и молочной плазмы, имеющих различную плотность (плотность жира – 0,874–0,901 г/см<sup>3</sup>, молока – 1,006–1,036 г/см<sup>3</sup>).

Разделить такую дисперсную систему можно двумя путями: отстоем жира, отличающегося своей плотностью от окружающей жидкой среды (плазмы), и сепарированием – механическим способом разделения цельного молока на сливки и обрат.

Процесс отстоя жира протекает в поле земного тяготения. Сепарирование происходит в поле центробежного ускорения и осуществляется в устройствах, называемых молочными сепараторами.

*Классификация, устройство и работа сепараторов.* Молочные сепараторы по назначению разделяются на сливоотделители, очистители, нормализаторы и универсальные.

По конструктивным особенностям и степени контакта с молоком сепараторы делятся на:

– открытые – с открытой подачей молока и открытым выходом сливок и обезжиренного молока;

– полузакрытые – с открытой или закрытой подачей молока без напора и закрытым выходом продуктов под давлением, создаваемым сепаратором; в процессе сепарирования молоко внутри барабана контактирует с воздухом;

– закрытые (герметические) – с изолированной от воздуха подачей, обработкой внутри барабана и выходом молока; в сепараторы оно подается под давлением, создаваемым насосом, и выходит под давлением, создаваемым сепараторами или насосом, по закрытым трубопроводам.

По виду привода сепараторы бывают с ручным, электро- и комбинированным (ручным и от электродвигателя) приводами. В сельском хозяйстве применяются сепараторы открытого и полузакрытого типа.

*Процесс работы.* Молоко поступает в центральную часть барабана сепаратора и растекается тонким слоем по межтарелочным пространствам от оси барабана к периферии. Тяжелые составные части молока (плотность сахаров – 1,6, белков – 1,39, солей – 2,85, сомо – 1,6, воды – 1 г/см<sup>3</sup>) под действием центробежной силы устремляются к периферии барабана.

Жир молока, как более легкая составная часть (0,92 г/см<sup>3</sup>), вытесняется к центру барабана и по отверстиям в тарелках удаляется

из сепаратора. Обезжиренное молоко из периферийной части сепаратора выводится через другое отверстие (рис. 8).

Регулированием сечения выходного отверстия обезжиренного молока регулируют его остаточную жирность и жирность сливок.

Качество и эффективность сепарирования зависят от следующих факторов:

1) чистоты и свежести молока. Чем ниже кислотность и загрязненность, тем дольше может работать сепаратор без остановок для промывки. Предельная кислотность молока – 22<sup>0</sup> Т;

2) крупности жировых шариков. Чем крупнее шарики, тем быстрее происходит сепарирование;

3) жирности молока и сливок. С увеличением жирности молока подача его должна быть уменьшена. Максимальная жирность сливок ограничивается 30–35 %, при этом остаточная жирность обезжиренного молока не превышает 0,05 %;

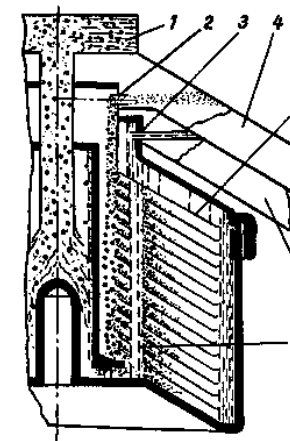


Рис. 8. Схема движения молока внутри барабана сепаратора:

1 – поплавковая камера; 2 – отверстие для выхода сливок; 3 – отверстие для выхода, 4 – приемник для сливок; 5 – верхняя разделительная тарелка; 6 – приемник для обрат; 7 – вертикальный канал пакета средних тарелок

- 4) частоты вращения барабана;
- 5) температуры молока.

### Холодильные установки, их классификация, устройство и процесс работы

Различают: 1) компрессионные холодильные машины, в которых происходит сжатие холодильного агента; 2) теплоиспользующие холодильные машины, потребляющие тепловую энергию; 3) термоэлектрические холодильные машины.

Холодильный агент или хладагент – это рабочее вещество холодильной машины. В зависимости от типа холодильной машины применяются различные хладагенты. Так, в паровых компрессионных холодильных машинах в качестве хладагента применяют хладоны, аммиак, углеводороды (пропан, этан, этилен и др. вещества); в абсорбционных – водные растворы аммиака и бромистого лития; в парожеткорных – водный пар.

Схема компрессионной холодильной машины представлена на рис. 9. Она состоит из следующих основных элементов: испарителя (2), компрессора (3), конденсатора (6), теплообменника (9), фильтра-осушителя (11) и терморегулирующего вентиля ТРВ (10), соединенных между собой трубопроводами в замкнутую герметичную систему, заполненную холодильным агентом.

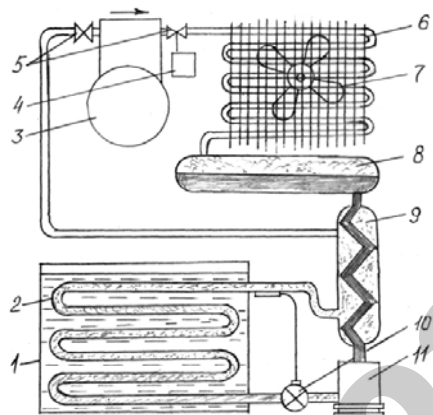


Рис. 9. Принципиальная схема холодильной установки:

- 1 – бак-аккумулятор; 2 – испаритель; 3 – компрессор; 4 – реле давления;  
5 – вентили запорные; 6 – конденсатор; 7 – вентилятор; 8 – ресивер;  
9 – теплообменник; 10 – вентиль терморегулирующий; 11 – фильтр-осушитель

Испаритель содержит промежуточный теплоноситель (воду), находящийся в аккумуляторе холода (1) в результате теплообмена с кипящим холодильным агентом. Кипение холодильного агента в испарителе происходит за счет дросселирования в ТРВ и поддерживаемого компрессором низкого давления. Температура кипения холодильного агента в испарителе обычно на 5–15° ниже температуры охлаждаемой среды. Через поверхность испарителя вода отдает свое тепло холодильному агенту, который при этом превращается в пар. Таким образом, в испарителе холодильный агент кипит при низкой температуре, отбирая тепло от охлаждаемой воды.

Компрессор отсасывает пары холодильного агента из испарителя и поддерживает в нем низкое давление, обеспечивающее низкую температуру кипения. Кроме того, компрессор нагнетает пары в конденсатор и сжимает их до такого высокого давления, при котором они превращаются в жидкость при условии охлаждения их окружающей средой с температурой 20–30 °С.

Конденсатор обеспечивает охлаждение сжатых паров холодильного агента окружающим воздухом с целью понижения температуры паров до температуры конденсации (состояния насыщения) и конденсации насыщенных паров в жидкое состояние.

Ресивер создает запас жидкого холодильного агента, необходимый для обеспечения равномерного питания им испарительной системы. Кроме того, ресивер является дополнительной емкостью конденсатора, которая предотвращает переполнение последнего жидким холодильным агентом. Ресивер работающей холодильной машины должен быть заполнен жидким холодильным агентом на 50 % своего объема.

Теплообменник обеспечивает переохлаждение жидкого холодильного агента, поступающего к терморегулирующему вентилю, и перегрев парообразного холодильного агента, поступающего из испарителя в компрессор.

Фильтр-осушитель улавливает различные механические загрязнения (опилки, ржавчину и т. п.) холодильного агента и поглощает влагу, находящуюся в системе.

Терморегулирующий вентиль предназначен для дросселирования жидкого холодильного агента, поступающего в испаритель, и регулирования его расхода. Дросселирование сопровождается понижением давления холодильного агента от давления конденсации до давления кипения. Кроме того, терморегулирующий вентиль обеспечивает необходимое заполнение испарителя жидким холо-

дильным агентом, подавая в единицу времени столько жидкости, сколько паров успевают за это время отсосать компрессор.

Холодильная установка работает по замкнутому циклу. Процесс дросселирования жидкого холодильного агента терморегулирующим вентилем (ТРВ) сопровождается изменением агрегатного состояния холодильного агента. Часть жидкости, прошедшей через ТРВ, превращается в насыщенный пар, охлаждая при этом остальную часть холодильного агента до температуры кипения. Поэтому из ТРВ выходит смесь жидкости и насыщенного пара (влажный пар). Относительное содержание пара в этой смеси 10–20 % по массе или до 90–95 % по объему. Влажный пар, поступающий в испаритель, разделяется на жидкую и газообразную фазы. Жидкость в испарителе кипит при давлении кипения, поглощая тепло от промежуточного теплоносителя (воды) через стенки испарителя. Пары, поступающие из ТРВ и образовавшиеся при кипении, отсасывает компрессор. Температура и давление кипения зависят от требуемой температуры охлаждения, величины теплопередающей поверхности испарителя и интенсивности теплообмена.

В конденсаторе последовательно происходит три процесса: охлаждение сжатых паров до состояния насыщения, их конденсация и переохлаждение жидкого холодильного агента. Давление и температура конденсации зависят от температуры охлаждающей среды, величины теплопередающей поверхности конденсатора и интенсивности теплопередачи. Как правило, температура конденсации на 5–20 °С превышает температуру охлаждающей среды.

Жидкий холодильный агент из конденсатора через ресивер, теплообменник и фильтр-осушитель поступает в ТРВ и цикл повторяется. Таким образом, холодильный агент, совершая движение по замкнутому циклу, отнимает тепло от воды в аккумуляторе холода и отдает его воздуху, обдуваемому конденсатором.

## МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

### Лабораторное занятие 1

#### Устройство, процесс работы и технологические регулировки кормоприготовительных машин

**Цель занятия** – изучить назначение, устройство, процесс работы и основные технологические регулировки кормоприготовительных машин.

**Оборудование:** кормоприготовительные машины ИСК-3, ИКВ-5, «КОРМ-10», ИКМ-5, КДУ-2,0, методические указания.

#### **Задачи занятия:**

- изучить технические средства для подготовки к скармливанию грубостебельчатых кормов;
- изучить технические средства для подготовки к скармливанию зерновых кормов;
- изучить технические средства для подготовки к скармливанию корнеклубнеплодов;
- составить отчет.

**Рекомендации по выполнению задания:** используя методические указания «Измельчители кормов» и учебные модули кормоприготовительных машин, ознакомиться с их устройством, изучить технологический процесс работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику каждой установки, вычертить принципиальные схемы.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. С какой целью измельчитель кормов «Волгарь-5А» оборудован двумя режущими аппаратами?
2. Какова должна быть величина зазора между ножами барабана и противорежущей пластиной у измельчителя кормов «Волгарь-5А»?
3. За счет чего в измельчителе-смесителе ИСК-3А измельчается корм?
4. Чем регулируют степень измельчения в измельчителе-смесителе кормов ИСК-3А?
5. Какая степень загрязненности корнеплодов допускается по зоотехническим требованиям?

6. Назовите назначение активатора в измельчителе корнеклубне-плодов ИКМ-Ф-10.

7. Каково назначение агрегата ЗПК-4?

8. Каков принцип измельчения применяется в молотковых дробилках?

#### Лабораторное занятие 2

### Устройство, процесс работы автоматической поилки для телят «Вестфалия»

**Цель занятия** – изучить устройство, процесс работы и промывку автоматической поилки для телят.

**Оборудование:** учебный модуль автоматической поилки для телят «Вестфалия», методические указания.

#### **Задачи занятия:**

- ознакомить с технологическими особенностями кормления телят молочного периода;
- изучить устройство и технические характеристики автопоилки;
- приготовить заменитель цельного молока;
- отрегулировать норму выпойки телят;
- составить отчет.

**Рекомендации по выполнению задания:** используя методические указания «Автоматическая поилка для телят «Вестфалия» (2009) и учебный модуль автопоилки, изучить устройство, процесс работы и технологические регулировки оборудования. В рабочую тетрадь записать назначение, техническую характеристику установки, вычертить принципиальную схему.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите основные узлы автоматизированной поилки для телят, их назначение.
2. Какой технологический процесс работы автоматической поилки?
3. Назовите основные этапы приготовления заменителя цельного молока на оборудовании.

4. В чем особенности технологического процесса работы поилки при использовании цельного молока?

5. Какова технология промывки узлов автоматической поилки для телят?

#### Лабораторное занятие 3

### Устройство, процесс работы доильных установок («Вестфалия», автоматизированных отечественного производства типа «Елочка», «Тандем», «Параллель»)

**Цель занятия** – изучить устройство, процесс работы доильных установок.

**Оборудование:** учебный модуль доильных установок «Вестфалия», автоматизированных установок отечественного производства типа «Елочка», «Тандем», «Карусель», методические указания, плакаты.

#### **Задачи занятия:**

- изучить назначение и технические характеристики доильных установок;
- изучить основные узлы и процесс работы доильных установок;
- составить отчет.

**Рекомендации по выполнению задания:** используя методические указания «Доильные установки» и фрагменты доильных установок, ознакомиться с их устройством, изучить технологический процесс работы. В рабочую тетрадь записать назначение и технические характеристики каждой установки, вычертить принципиальные схемы.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какое общее устройство доильной установки «Вестфалия»?
2. Опишите автомат промывки доильной установки «Вестфалия».
3. В чем заключается принцип работы электромагнитного пульсатора?
4. Объясните процесс работы доильных аппаратов попарного доения коров.

Лабораторное занятие 4  
**Устройство, технологический процесс и регулировки  
оборудования для первичной обработки молока**

**Цель занятия** – изучить устройство, технологический процесс работы и технологические регулировки оборудования для первичной обработки молока.

**Оборудование:** сепаратор молока СБО, очиститель-охладитель молока ОМ-1, методические указания, плакаты.

**Задачи занятия:**

- изучить устройство, технические характеристики, процесс работы и основные технологические регулировки сепаратора ОСБ;
- изучить устройство, технические характеристики, процесс работы и основные технологические регулировки очистителя-охладителя молока ОМ-1;
- составить отчет.

**Рекомендации по выполнению задания:** используя методические рекомендации «Изучение устройства и работы охладителя-очистителя молока ОМ-1А и сливоотделителя ОСБ» (2010) и учебные модули установок, изучить устройство, процесс работы и основные технологические регулировки оборудования для первичной обработки молока. В рабочую тетрадь записать назначение, технические характеристики и основные регулировки оборудования. Вычертить принципиальные схемы ОМ-1А и ОСБ.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите основные узлы очистителя-охладителя молока, их назначение.
2. Каков принцип работы очистителя молока ОМ-1А?
3. Что представляет собой пластинчатый охладитель молока? Опишите процесс охлаждения молока.
4. Как осуществляют промывку охладителя после обработки молока?
5. Перечислите основные узлы очистителя-охладителя молока ОМ-1А, их назначение.
6. Опишите устройство барабана сепаратора молока. В чем отличие между барабанами ОСБ и ОМ-1А?

7. На чем основан процесс разделения молока на сливки и обрат?
8. Каков процесс работы сепаратора молока?
9. Как регулируется производительность сепаратора ОСБ?

**ЗАДАНИЯ  
ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Задание 1.** Самостоятельно изучить и занести в конспекты следующую тему: «Механизация раздачи кормов».

1. Требования к раздаче кормов и кормораздающим средствам.
2. Классификация, устройство и процесс работы кормораздатчиков для ферм и комплексов крупного рогатого скота.
3. Классификация, процесс работы и регулирование нормы выдачи корма кормораздатчиков для свиноводческих ферм и комплексов.

**Задание 2.** Самостоятельно начертить технологические схемы по следующей теме: «Технические средства уборки навоза и помета».

1. Технологические схемы уборки и удаления навоза на фермах крупного рогатого скота.
2. Удаление навоза на свиноводческих фермах и комплексах.
3. Технологии уборки помета в птичниках.

## ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ

### *Задания репродуктивного уровня*

#### Тест 1

К узлам дробилки КДУ-2 относятся: 1) дробильный аппарат, вентилятор, циклон, режущий аппарат; 2) запарочная камера, дробильный аппарат, циклон, режущий аппарат; 3) дробильный аппарат, режущий аппарат, вентилятор, сушильная камера; 4) циклон, режущий аппарат, транспортер раздачи корнеклубнеплодов, дробильный аппарат.

#### Тест 2

Измельчитель-смеситель ИСК-3 выполняет следующие операции: 1) измельчение, запаривание; 2) дозирование, смешивание; 3) измельчение, смешивание; 4) дозирование, запаривание.

#### Тест 3

Аппарат первичного резания измельчителя кормов ИКВ-Ф-5 «Волгарь» состоит из: 1) режущего барабана и деки; 2) режущего барабана и противорежущих пластин; 3) молотков и противорежущей пластины; 4) ножей и противорезов.

#### Тест 4

Раздатчик-смеситель РС-5 включает в себя: 1) бункер, ленточный транспортер, мешалку; 2) выгрузные шнеки, мешалку, раму; 3) электродвигатель, мешалку, раму на колесном ходу.

#### Тест 5

К узлам мойки-измельчителя ИКМ-5 относятся: 1) ванна, шнек, измельчающий аппарат; 2) ванна, подающий транспортер, измельчающий аппарат; 3) транспортер выгрузки примесей, выгрузной транспортер.

#### Тест 6

При какой величине вакуума работают двухтактные доильные аппараты доильной установки «Вестфалия»?

1) 0,39 кг/см<sup>2</sup> (39 кПа); 2) 0,48 кг/см<sup>2</sup> (48 кПа); 3) 1 кг/см<sup>2</sup> (100 кПа); 4) 0,52 кг/см<sup>2</sup> (52 кПа).

#### Тест 7

Вакуумный баллон в доильных установках предназначен:

1) для создания разрежения в системе; 2) для поддержания вакуума в заданных пределах; 3) для выравнивания разрежения в магистралах и сбора конденсата; 4) для снижения уровня шума.

#### Тест 8

Предохранительная камера доильной установки «Вестфалия» предназначена:

1) для отключения вакуум-насоса при разгерметизации молокопровода; 2) для отключения вакуум-провода от воздухоразделителя при отказе молочного насоса; 3) для удаления излишков молока при переполнении ими воздухоразделителя; 4) для впуска воздуха в воздухоразделитель при повышении вакуума в молокопроводе.

#### Тест 9

Для разделения молока на сливки и обрат применяют:

1) пастеризацию; 2) стерилизацию; 3) сепарирование; 4) гомогенизацию.

### *Задания продуктивного уровня*

#### Тест 1

Приведите в соответствие размерности помола:

Помол:	Размерность, мм
– мелкий	1,8–2,6;
– средний	1–1,8;
– крупный	1,8–2,6;
	2,6–5,0;
	5,0–20,0.

#### Тест 2

Подберите реальные способы регулирования расхода корма:

Дозатор:	Способ регулирования расхода:
– барабанный;	– частота вращения приводного вала;
– ленточный;	– положение шиберной задвижки;
– шнековый;	– степень заполнения;
– тарельчатый.	– перемещение цилиндра;
	– перемещение скребка.



### Тест 3

Как изменяются технико-экономические характеристики дробилки при замене в ней решета с отверстиями диаметром 3 мм на решета с диаметром 8 мм?

Характеристика:

- мощность хода;
- производительность;
- мощность дробления
- расход электроэнергии.

Способ регулирования расхода:

- возрастет;
- не изменится;
- уменьшится.

### Тест 4

Приведите в соответствие производственные процессы приготовления кормов и марки применяемых в них машин:

Приготовление кормов:

- грубые корма;
- корнеклубнеплоды;
- концентрированные;
- сочные;
- заменитель цельного молока.

Марка оборудования:

- ИГК-30Б; Ф-4; ИУ-Ф-10;
- ИКМ-Ф-10; ИКУ-Ф-10;
- ДБ-5; ДКМ-5,0;
- ИКВ-Ф-5А «Волгарь»;
- АЗМ-0,8.

### *Задания творческого уровня*

#### Вопрос 1

Проанализировать соотношение окружной скорости молотков и скорости разрушения зерна в молотковой дробилке.

#### Вопрос 2

Плоские шиберы раздатчика РС-5А перекрыли лишь частично раздаточные шнеки. Выявите наиболее вероятную причину этого отказа и предложите способ ее устранения.

#### Вопрос 3

Можно ли изменением гранулометрического состава компонентов влиять на степень однородности смеси?

#### Вопрос 4

При одинаковых геометрических параметрах какой из смесителей – горизонтальный или вертикальный – обладает большим потенциалом производительности?

#### Вопрос 5

Как устранить зависание волокнистых кормов в приемной камере измельчителя-смесителя ИСК-3?

#### Вопрос 6

Можно ли выдоить корову доильным аппаратом с неисправным пульсатором?

#### Вопрос 7

Особенности доильного аппарата попарного доения.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Доильное и холодильное оборудование : особенности конструкций и технический сервис / М. В. Колончук [и др.]. – Минск : Беларусь, 2006. – 342 с.

2. Животноводство / В. С. Антонюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2003. – 346 с.

3. Машины и оборудование в животноводстве : учеб. пособие / Д. Ф. Кольга [и др.]. – Минск : Беларусь, 2010. – 310 с.

4. Механизация и автоматизация животноводства / А. Ф. Князев [и др.]. – Москва : Колос, 2004. – 375 с.

5. Основы животноводства / В. И. Сапего, П. П. Ракецкий, В. А. Люндышев. – Минск : Беларусь, 2010. – 213 с.

6. Основы животноводства : учеб. пособие / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : Беларусь, 2005. – 285 с.

7. Производственные технологии заготовки и использования кормов : учеб.-метод. пособие / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2009. – 120 с.

8. Техническое обеспечение процессов в животноводстве / В. К. Гриб [и др.]; под ред. В. К. Гриба. – Минск : Беларуская навука, 2004. – 831 с.

9. Технологические основы скотоводства и кормопроизводства : учеб.-метод. пособие / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2006. – 350 с.

10. Технологические основы скотоводства и кормопроизводства : учеб. пособие / В. К. Пестис, Н. В. Казаровец, П. П. Ракецкий [и др.]; под общ. ред. П. П. Ракецкого, В. Н. Тимошенко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 335 с.

### Дополнительная

11. Дурст, Л. Кормление сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / Л. Дурст. – Винница : Новая книга, 2003. – 584 с.

12. Корма и биологически активные вещества / Н. А. Попков [и др.]. – Минск : Бел. навука, 2005. – 882 с.

13. Курьлев, Е. С. Холодильные установки : учеб. для студентов вузов / Е. С. Курьлев [и др.]. – Санкт-Петербург : Политехника, 2004. – 350 с.

14. Лукашевич, Н. М. Механизация уборки, переработки и хранения навоза и помета. – Мозырь : Белый ветер, 2000. – 248 с.

15. Техническое обеспечение процессов в животноводстве. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / Ю. Т. Вагин [и др.]. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 546 с.

16. Шейко, И. П. Свиноводство / И. П. Шейко, В. С. Смирнов. – Минск : ООО «Новое знание», 2005. – 337 с.

17. Федоренко, И. Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов : учеб. пособие / И. Я. Федоренко. – Москва : ФОРУМ, 2007. – 176 с.

18. Яковчик, Н. С. Кормопроизводство. Современные технологии / Н. С. Яковчик. – Барановичи : РУПП «Барановичская укрупненная типография», 2004. – 277 с.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

Учебное издание

**Костюкевич** Светлана Антоновна,  
**Люддышев** Владимир Александрович

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ  
СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА  
ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

*Учебно-методический комплекс*

Ответственный за выпуск *Д. Ф. Кольга*  
Редактор *В. М. Воронович*  
Компьютерная верстка *Д. О. Хмелевской*

Подписано в печать 15.11.2011 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 4,72. Тираж 150 экз. Заказ 975.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
ЛП № 02330/0552984 от 14.04.2010.  
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.  
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.