

Техническое Руководство
по Производству Молока

Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Доктор наук М. Ваттио

Международный Институт
по Исследованию и Развитию
Молочного Животноводства
им. Бабкоха

ISBN 1-59215-018-7

Копирайт: © 1996 The Board of Regents
of the University of Wisconsin System

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ.

Техническое Руководство по Производству Молока является публикацией Международного Института по Исследованию и Развитию Молочного Животноводства им. Бабкока. Институт представляет собой совместную программу Колледжа Сельского Хозяйства университета Висконсина, Школы Ветеринарной Медицины и Публичного Отделения Университета Висконсина.

Доктор М. А. Ваттио является научным сотрудником Института. Ценный вклад в работу был внесен также преподавателями факультета молочного животноводства университета Висконсина: доктором Мило Уилтбанком (главы по воспроизведению) и доктором Деннисом Фанком (главы по генетике). Кроме того, автор выражает признательность доктору Нилу Ферсту и доктору Лоррэйн Лейбфрид-Рутледж за материалы, использованные в рисунках 1.3; 1.4; 1.5; 1.6; 3.1; 3.2 и 3.6 и докторам Нилу Йоргенсену и Терри Ховарду за предоставление рисунка 4.4. Перевод на русский язык и форматирование выполнены Дмитрием Костенем. Редакторская помощь оказана Андреем Карюкиным и Александром Проппом.

Эта работа финансировалась специальным грантом 92-34266-7304 USDA CSRS и Советом по Генетике Молочного Скота США.

Напечатано в типографии университета Висконсина.

Техническое Руководство по Производству Молока может быть скопировано целиком или частично только с образовательными целями при обязательной ссылке на Институт им. Бабкока и при условии, что материалы распространяются не с целью получения прибыли.

Эта публикация существует также в английском, французском и испанском вариантах. Сокращенная версия под названием "Основные аспекты производства молока" опубликована на всех упомянутых выше языках, а также на китайском (мандарин). Дополнительные копии могут быть запрошены по адресу:

The Babcock Institute
240 Agriculture Hall
1450 Linden Drive
Madison, WI 53706-1562 USA

Phone: (608) 265-4169
Fax: (608) 262-8852
Email: babcock@calshp.cals.wisc.edu
WWW: <http://babcock.cals.wisc.edu>

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основной целью серии публикаций Технического Руководства по Производству Молока является предоставление практической информации по различным аспектам содержания молочных коров и управления прибыльным молочным стадом. В этих публикациях мы сосредоточили основное внимание на корове, как на "общем знаменателе" любой системы молочного производства, и в меньшей степени осветили аспекты, являющиеся специфическими для конкретных регионов.

Основной трудностью при подборе материала для публикации являлось предоставление практической информации, актуальной для огромной армии молочных производителей во всем мире. Правильное управление молочным производством должно основываться на опыте фермеров, знакомых с преимуществами и ограничениями конкретной "среды", в которой они работают. Например многие факторы, такие как климат, доступность кормов, рыночные цены и т.д. являются специфическими для данной местности. Очевидно, что производители молока в разных странах и даже разных районах одной страны работают в различных условиях. Мы знаем, что то, что "хорошо" для одного фермера, может быть "плохо" для другого.

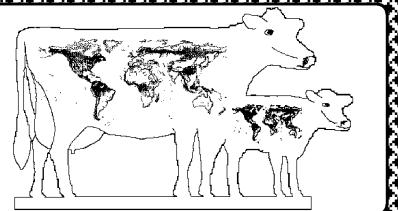
Организация молочного производства каждого производителя уникальна; однако независимо от того, рассматриваем ли мы воспроизводство, лактацию или селекцию, существует множество принципов и концепций, общих для всех ферм и применимых ко всем животным. Эти принципы являются универсальными, потому что они основаны на биологии коровы - мы попытались подчеркнуть эти принципы в данной публикации. В результате, несмотря на наше стремлении представить практическую информацию, появилась необходимость осветить научные концепции, которые, мы надеемся, помогут читателю сформировать понимание того, "как работает корова". Это базисное знание может стать ценным инструментом в поиске ответов на вопросы и дать практические рекомендации, которые помогут фермерам повысить экономическую эффективность и стать лучшими хозяевами своей земли и своего стада, независимо от того, в какой части мира они живут.

Данная - вторая - публикация из серии Технических Руководств по Производству Молока является введением в основы воспроизводства и генетического отбора молочных коров. Мы надеемся, что она будет полезной фермерам, а также консультантам, преподавателям и студентам, специализирующимся по молочному животноводству, во всем мире.

Мишель Ваттио
Мэдисон, Висконсин
Июнь 1995

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 1: СИСТЕМА ВОСПРОИЗВОДСТВА КОРОВЫ И БЫКА	1
ПОЛОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРОВЫ.....	3
ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ КОРОВЫ	4
ОПИСАНИЕ.....	4
Вульва.....	5
Влагалище.....	5
Шейка (матки).....	5
Матка.....	6
Яйцеводы (маточные трубы).....	6
Яичники.....	6
Яйцо	7
АНАТОМИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЯ.....	8
ЦИКЛ ТЕЧКИ.....	8
ФАЗЫ ЦИКЛА	8
Проэстрus.....	8
Течка или половая охота	8
Метэструс.....	9
Диэструс.....	9
ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ БЫКА.....	10
ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИИ.....	10
Мошонка.....	11
Семенники	11
Придаток семенников	11
Семявыносящие протоки и Ampullae.....	12
Уретра	12
Придаточные половые органы.....	12
Пенис.....	12
ОБРАЗОВАНИЕ СПЕРМЫ.....	12
СОСТАВ СПЕРМЫ	13
ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ.....	14
ГОРМОНЫ: КЛЮЧЕВЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ ПРОЦЕССОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА.....	15
КАК ДЕЙСТВУЮТ ГОРМОНЫ?.....	15
ВЫРАБАТЫВАЮЩИЕ ГОРМОНЫ ОРГАНЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС ВОСПРОИЗВОДСТВА ...	15
Гипоталамус - ГГ	16
Гипофиз - ФСГ и ЛГ	16
Яичниковый фолликул - Эстроген.....	16
Желтое тело - Прогестерон	16
Матка - Простагландины.....	17
ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ЦИКЛА ТЕЧКИ	18

ГЛАВА 2: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕЧКИ И ОСЕМЕНЕНИЕ	21
ВВЕДЕНИЕ.....	23
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕЧКИ.....	23
ВАЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕЧКИ.....	23
ЧТО ТАКОЕ ТЕЧКА?.....	23
ПРИЗНАКИ ТЕЧКИ.....	24
Ранние признаки течки	24
Признаки активной течки	24
Поздние признаки течки	25
Период после течки (последнее кровотечение).....	26
Эффективность определения течки.....	26
Изменения признаков течки в течение дня.....	26
ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕЧКИ.....	27
Признаки ложной течки у оплодотворенных животных	28
Тихая течка.....	28
Анэструс.....	29
Болезнь кисты яичника.....	29
Точность определения течки.....	29
ИСКУССТВЕННОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ (ИО).....	30
ЛУЧШЕЕ ВРЕМЯ ДЛЯ ОСЕМЕНЕНИЯ.....	31
ОБЗОР ПРИЕМОВ ИСКУССТВЕННОГО ОСЕМЕНЕНИЯ.....	31
Хранение спермы	31
Холодильный резервуар.....	32
Оттаивание спермы	34
Осеменение.....	34
КОРОВЫ С НИЗКОЙ ПЛОДОВИТОСТЬЮ (ПОВТОРНЫЕ БРИДЕРЫ)	35
ДРУГИЕ ПРИЧИНЫ НИЗКОГО ПРОЦЕНТА ЗАЧАТИЙ.....	35
ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ.....	36
КОГДА ПРИМЕНЯТЬ ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ	36
БЫК НА ФЕРМЕ.....	37
Кормление.....	38
Сооружения для спаривания	38
Управление натуральным осеменением.....	38
РИСК, СВЯЗАННЫЙ С НАТУРАЛЬНЫМ ОСЕМЕНЕНИЕМ.....	38
Опасность для человека.....	38
Передача венерических болезней.....	38
Тепловой стресс	39
ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ.....	40
ГЛАВА 3: БЕРЕМЕННОСТЬ И ОТЕЛ	41
БЕРЕМЕННОСТЬ.....	43
ОПИСАНИЕ ЦИКЛА БЕРЕМЕННОСТИ.....	43
Оплодотворение.....	43
Имплантация	44
Гибель эмбриона.....	44
После имплантации	45
ПРОВЕРКА НА БЕРЕМЕННОСТЬ	45
Невозвращение в течку	46
Ректальное пальпирование	46
Прогестерон	46
ВЫКИДЫШ.....	47

ОТЕЛ.....	4 8
ПРИЗНАКИ НАСТУПАЮЩЕГО ОТЕЛА.....	48
ТРИ СТАДИИ ОТЕЛА	49
Стадия 1: расширение шейки матки.....	49
Стадия 2: Выход теленка.....	49
Стадия 3: выход плаценты.....	49
Ошибки, часто встречающиеся во время отела.....	50
ДИСТОЦИЯ - ЗАТРУДНЕННЫЕ РОДЫ	50
Уменьшение количества затрудненных отелов.....	51
Что делать при затрудненном отеле.....	51
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОТЕЛА.....	52
ПОСЛЕ ОТЕЛА.....	5 3
МАТОЧНАЯ ИНВОЛЮЦИЯ (ВОЗВРАТ В ПРЕЖНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ)	53
ВОЗВРАТ К ОВУЛЯЦИИ И ЦИКЛУ ТЕЧКИ.....	53
ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ОТЕЛА	5 4
ПРИРАСТАНИЕ ПЛАЦЕНТЫ.....	54
МЕТРИТ.....	55
ПИОМЕТРА	55
ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ.....	5 6
ГОРМОНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ПРОЦЕССАХ БЕРЕМЕННОСТИ И ОТЕЛА	57
ГЛАВА 4: ПИТАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО 59	
ПИТАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО	6 1
ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЛАКТАЦИЕЙ И ЗАЧАТИЕМ.....	61
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ОТБОР И ВОСПРОИЗВОДСТВО	61
ПИТАНИЕ И БЕРЕМЕННОСТЬ.....	62
ПИТАНИЕ И ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ОТЕЛА	63
ПЕРВОТЕЛКИ.....	6 4
РОСТ И ФЕРТИЛЬНОСТЬ.....	64
ПИТАНИЕ ТЕЛЯТ.....	64
КОРОВЫ.....	6 5
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС И ВОСПРОИЗВОДСТВО	65
Кормление в ранней лактации.....	67
Кормление в стадии поздней лактации и во время периода сухостоя.....	67
СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА	67
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА (ОСО) НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕЙ ЛАКТАЦИИ.....	70
ВОСПРОИЗВОДСТВО И КОЛИЧЕСТВО ПРОТЕИНА В РАЦИОНЕ	71
МИНЕРАЛЫ, ВИТАМИНЫ И ФУНКЦИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА	71
Фосфор и кальций.....	72
Селен	73
Йод	73
Витамин А	73
ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ.....	7 4
ГЛАВА 5: УПРАВЛЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНОСТЬЮ СТАДА 75	
О ВАЖНОМ ЗНАЧЕНИИ ХОРОШЕГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТАДА.....	77
УРАВНЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА.....	7 8
ФЕРТИЛЬНОСТЬ КОРОВЫ	80
ФЕРТИЛЬНОСТЬ СПЕРМЫ БЫКА	80

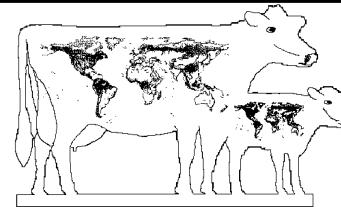
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕЧКИ	81
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСЕМЕНЕНИЯ	81
ВЕДЕНИЕ ЗАПИСЕЙ - ОСНОВА ХОРОШЕГО СОДЕРЖАНИЯ	81
СИСТЕМЫ ЗАПИСЕЙ.....	82
МАРКИРОВКА КОРОВ.....	82
Временные и постоянные записи	82
ИЗМЕРЕНИЕ И УЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА.....	83
СТАДО В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРА.....	83
ВЕДЕНИЕ ЗАПИСЕЙ О ВОСПРОИЗВОДСТВЕ	89
Лист сбора информации.....	89
Календарь	89
Что необходимо записывать?	90
Запись даты отела и предсказание первой течки неоплодотворенной коровы.....	91
Ведение записей циклов течки, осеменений и предсказание возможных дат осеменений.....	92
Предсказание даты отела и периода сухостоя	93
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА.....	93
Количество дней до первого осеменения и количество дней между течками.....	93
Количество открытых дней и предсказание интервалов отела.....	94
Количество осеменений на одно оплодотворение	94
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СРЕДНИХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАДА.....	94
КАКИЕ ЖИВОТНЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ВКЛЮЧЕНЫ В ПОДСЧЕТ СРЕДНИХ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАДА?	94
Процент коров, входящих в цикл на 60-й день после отела	95
КОЛИЧЕСТВО ДНЕЙ ДО ПЕРВОГО ОСЕМЕНЕНИЯ.....	95
КОЛИЧЕСТВО ОТКРЫТЫХ ДНЕЙ.....	96
КОЛИЧЕСТВО ОСЕМЕНЕНИЙ НА ОДНО ОПЛОДОТВОРЕНІЕ.....	97
СООТНОШЕНИЕ ПЛАНИРУЕМОГО И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА.....	97
УРОВЕНЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕЧКИ.....	98
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОРОВ.....	99
ОБОБЩЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАДА ИЗ НАШЕГО ПРИМЕРА..	100
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА.....	101
ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ.....	103
ГЛАВА 6: ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ГЕНЕТИКИ	105
ВСТУПЛЕНИЕ.....	107
ГЕНЕТИКА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА.....	108
ЧТО ТАКОЕ ГЕНЕТИКА?.....	108
ЧТО ТАКОЕ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА?	109
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ.....	109
ГЕНОТИП И ФЕНОТИП	110
КАК ПЕРЕДАЕТСЯ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ?	111
КАК ПЕРЕДАЮТСЯ ХРОМОСОМЫ?	111
Клеточное деление.....	111
Оплодотворение.....	111
Самец или Самка?.....	112
ПЕРЕДАЧА ГЕНОВ: КРАСНО-БЕЛАЯ И ЧЕРНО-БЕЛАЯ ОКРАСКИ У ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ	112
Генетическая повторяемость.....	113
Доминирование	115
Двойное доминирование.....	116
Взаимодействие между двумя генами	116

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ.....	116
НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ДЕФЕКТЫ.....	117
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ.....	117
ПЕРЕДАЧА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ.....	118
Элементарные понятия теории вероятности.....	118
ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТ УНИКАЛЬНОСТЬ ГЕНОТИПА КОРОВЫ?.....	119
Комбинации хромосом	119
ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ: КРОССOVER И МУТАЦИЯ	119
ПЕРЕХОД ОТ ГЕНОВ К КОРОВЕ, ДАЮЩЕЙ МОЛОКО.....	120
КАК ДЕЙСТВУЕТ ДНК?.....	120
Рост	121
Развитие и продуктивность.....	122
Обобщение	122
КАК ВЛИЯЕТ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА?	122
Постоянное влияние окружающей среды	122
Временное влияние окружающей среды.....	123
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ.....	123
ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ.....	124
ВЫЧИСЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОКА.....	125
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ГЕНОВ В ПОПУЛЯЦИИ	125
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ГЕНОВ В СЛУЧАЯХ С ОДНИМ ОБЩИМ РОДИТЕЛЕМ.....	125
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ГЕНОВ У ЖИВОТНЫХ С ДВУМЯ ОБЩИМИ РОДИТЕЛЯМИ	126
ГЛАВА 7: СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС	127
ГЕНЕТИЧЕСКОЕ УЛУЧШЕНИЕ.....	129
ПРИЧИНЫ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ.....	129
Миграция.....	130
Мутация.....	130
Случайный или хаотический дрейф.....	130
Селекция.....	131
СЕЛЕКЦИЯ.....	131
КОНЦЕПЦИИ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ СЕЛЕКЦИИ.....	131
Нормальное распределение	132
Племенная ценность.....	133
Передаточная способность	134
Ключи к осуществлению генетических изменений через селекцию	135
Точность селекции	135
Интенсивность селекции	138
Наследственная изменчивость (стандартное отклонение)	139
Интервал между поколениями.....	140
ЧТО ОЖИДАТЬ ОТ СЕЛЕКЦИИ.....	142
Неожиданное	142
Связанный отклик	142
КАК ПРЕДСКАЗЫВАЕТСЯ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЖИВОТНОГО?	145
ПРИЗНАКИ, ПО КОТОРЫМ МОДЕЛЬ ЖИВОТНОГО ОЦЕНИВАЕТ КОРОВ И БЫКОВ.....	145
ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПЕРЕДАТОЧНЫЕ СПОСОБНОСТИ, ИЛИ ППС.....	146
Как исключить внешние факторы из записей о надоях: пример.....	146
Источники информации в ППС	147
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ БАЗИС.....	147
Почему генетический базис изменяется?.....	148
Влияние меняющегося генетического базиса.....	148

НАДЕЖНОСТЬ.....	148
ИНТЕРВАЛ УВЕРЕННОСТИ.....	149
ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ.....	151
ГЛАВА 8: СЕЛЕКЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ 153	
ОПЕРЕДЕЛИТЕ ЗАДАЧИ ПО РАЗВЕДЕНИЮ ЖИВОТНЫХ.....	155
ПРОДУКТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ И ЦЕНЫ НА МОЛОКО	155
ДОЛГОЛЕТИЕ (ПРОДУКТИВНОСТЬ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕЙ ЖИЗНИ) И ЭКСТЕРЬЕР	156
Функциональный тип: качества типа, связанные с долголетием.....	156
Крупные коровы и мелкие коровы.....	157
СКОЛЬКО ПРИЗНАКОВ ДОЛЖНО БЫТЬ ВКЛЮЧЕНО В ПРОГРАММУ СЕЛЕКЦИИ?.....	157
ВЫБОР БЫКА.....	158
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РТА-ФАКТОРОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ	159
Уровень независимой выбраковки.....	159
Индекс селекции.....	160
Индексы, вычисляемые в Соединенных Штатах.....	163
СКОЛЬКО БЫКОВ НУЖНО ИМЕТЬ В СТАДЕ?	164
ИСПОЛЬЗУЙТЕ НАДЕЖНОСТЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОГО, СКОЛЬКО ДЕНЕГ ВЛОЖИТЬ В КОНКРЕТНОГО БЫКА	165
ДРУГИЕ СЕЛЕКЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ.....	166
Программы спаривания (сочетание коровы и конкретного быка).....	166
Пересадка эмбриона	167
Цены на семя	167
Инбридинг.....	168
ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ.....	170
СЛОВАРЬ 171	

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



ГЛАВА 1

СИСТЕМА ВОСПРОИЗВОДСТВА КОРОВЫ И БЫКА

Содержание таблиц

Таблица 1.1: Воспроизводительные циклы у молочных коров.	4
Таблица 1.2: Гормоны, регулирующие 21-дневный цикл течки.	18

Содержание рисунков

Рис. 1.1: Производство молока и цикл размножения.	3
Рис. 1.2: Расположение и увеличенный вид воспроизводительных органов молочной коровы.	5
Рис. 1.3: Вид прохода шейки матки	5
Рис. 1.4: Яичник коровы в натуральную величину.	6
Рис. 1.5: Структура яичника на различных стадиях цикла течки	7
Рис. 1.6: Яйцеклетка внутри фолликула.	7
Рис. 1.7: Цикл течки молочной коровы.	9
Рис. 1.8: Половые органы быка.	10
Рис. 1.9: Сперматозоиды.	13
Рис. 1.10: Схема функционирования гормонов	15
Рис. 1.11: Эндокринные ткани и гормоны, участвующие в цикле течки коровы.	15
Рис. 1.12: Основные гормоны и образования, расположенные в яичниках.	17

ПОЛОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРОВЫ

В животном мире существует несколько способов, обеспечивающих размножение и выживание биологического вида. Например у рыб и рептилий женская особь производит множество яиц, состоящих из эмбрионов, окруженных питательными веществами и покрытых защитной оболочкой. Многие яйца погибают из-за неблагоприятной окружающей среды, либо уничтожаются хищниками. В отличие от рыб, млекопитающие производят меньше яйцеклеток, но предохраняют (вынашивают) формирующийся эмбрион на ранних стадиях его развития (до родов), что увеличивает процент выживания.

Производство потомства, или размножение, включает в себя комплексные процессы, происходящие в сложных по строению органах. Хорошее размножение является основой

успешного молочного производства, так как без размножения корова не производит молока (Рис. 1). Стерильные (бесплодные) животные не могут размножаться. Даже на хорошо организованных фермах темпы размножения коров часто ниже нормы. Неудовлетворительное размножение имеет следующие последствия для прибыльности стада:

- Снижение молочной продуктивности коровы в течение всей жизни;
 - Увеличение прямых затрат на лечение репродуктивной системы и осеменение коровы;
 - Снижение генетического прогресса стада из-за уменьшения возможности выбраковки. Корова с низкой продуктивностью зачастую остается в стаде для замены высокопродуктивной коровы, забракованной из-за бесплодности или функциональных расстройств системы размножения.

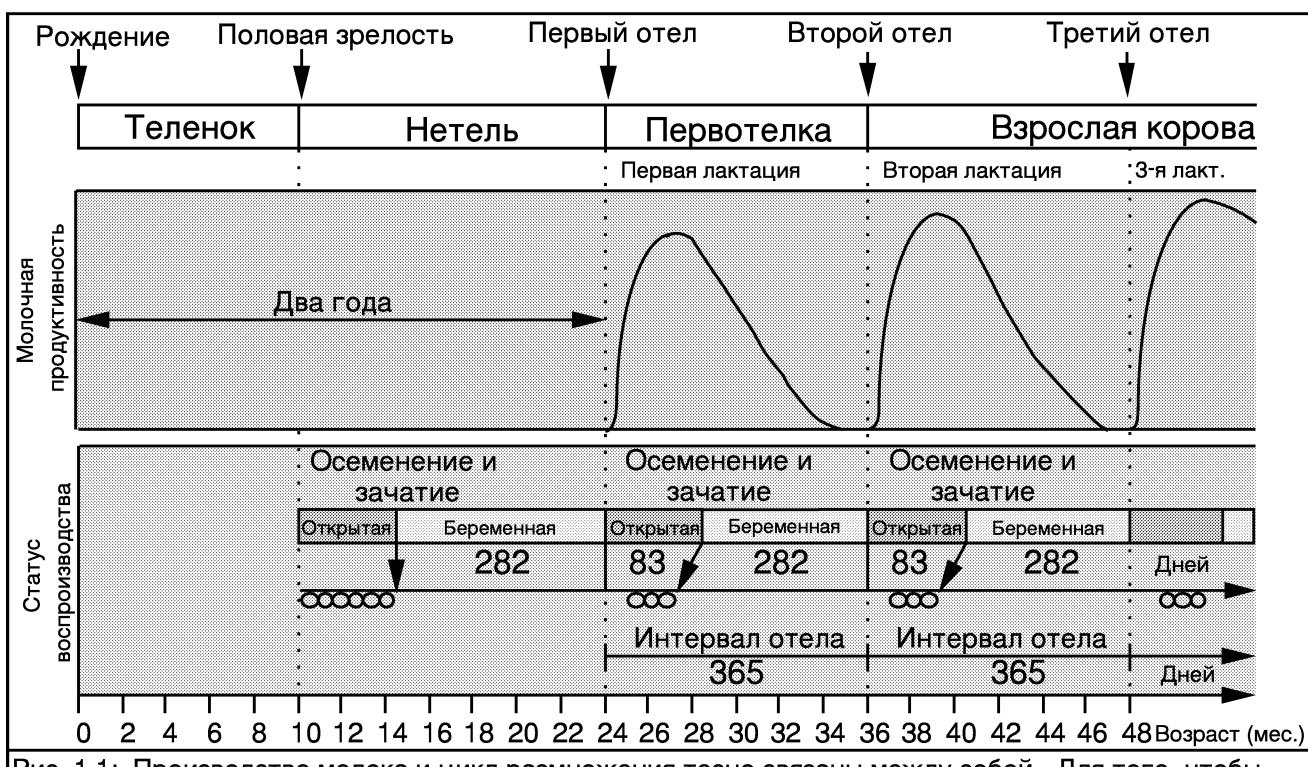


Рис. 1.1: Производство молока и цикл размножения тесно связаны между собой. Для того, чтобы поддерживать интервал между отелами продолжительностью в 365 дней, зачатие должно происходить спустя 80-90 дней после отела. Форма кривой лактации различна для разных систем содержания животных. Круги во время “открытого” периода обозначают циклы течки.

Для того, чтобы получать одного теленка в год на корову (интервал отела 365 дней), зачатие должно происходить через 80-90 дней после отела, т.к. беременность коровы продолжается приблизительно 282 дня.

У хорошо растущих телок стадия половой зрелости наступает приблизительно в возрасте 10 месяцев. В тропических регионах половая зрелость может наступить позже (в 14 или более месяцев). С началом проявления течки молодая телка начинает проявлять признаки половой активности каждые 21 день. В идеале телок рекомендуется покрывать в возрасте 15 - 16 месяцев, чтобы первый отел произошел в возрасте 24 - 25 месяцев. После этого корова должна телиться каждые 12-13 месяцев. Более длительный интервал допустим только в случаях, если корова производит большое количество молока (более 9000 кг за лактацию). Следующие категории животных могут служить причиной больших экономических потерь:

- Телки, не достигшие оптимальных

Таблица 1.1: Воспроизводительные циклы у молочных коров¹

Показатель	Среднее значение	Нормальный разброс
Возраст полового созревания, месяцев	10	6-14
Длина цикла течки, дней	21	18-24
Течка, часов	18	10-24
Овуляция, часов после течки	11	5-16
Беременность, дней		
ПРОДЫ:		
Эрширская	278	
Джерсийская	278	
Голштинская	278	
Шортгорн	282	
Гернзейская	283	
Бурая швицкая	288	

¹ Etgen, W.E., James, R.E. & Reaves, P.M. in *Dairy Cattle feeding and Management*. 1987. Publisher: John Wiley, New York.

размеров и физического развития к 15 месяцам и неготовые к спариванию;

- Коровы с низкой плодовитостью, т.е. имеющие интервал отела более 16 месяцев.

Таблица 1.1 и Рис. 1.1 показывают общие закономерности и сроки воспроизводительного цикла коровы.

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ КОРОВЫ

ОПИСАНИЕ

Для успешного рождения телят с регулярным интервалом, органы размножения коровы должны хорошо выполнять следующие пять функций:

- Производить жизнеспособные зародышевые клетки (яйца);
- Доставлять яйца к месту осеменения (яйцевод);
- Предоставлять идеальную среду для оплодотворения, развития эмбриона, имплантации эмбриона в стенку матки и развития утробного плода до достижения зрелости;
- Рожать живого и здорового теленка в конце периода утробного развития плода;
- Выбрасывать плаценту после родов и затем возвращаться в исходное положение, которое позволяет повторить процесс воспроизведения заново.

Воспроизводительные органы коровы находятся под прямой кишкой, которая является окончанием толстой кишки (Рис. 1.2). Большая часть воспроизводительного тракта коровы может быть прощупана пальцами (ректальное пальпирование), при проникновении рукой в прямую кишку:

- В процессе искусственного осеменения можно манипулировать шейкой матки;

- Можно определить структуру яичников;
- Можно определить присутствие растущего эмбриона в матке (проверка на беременность).

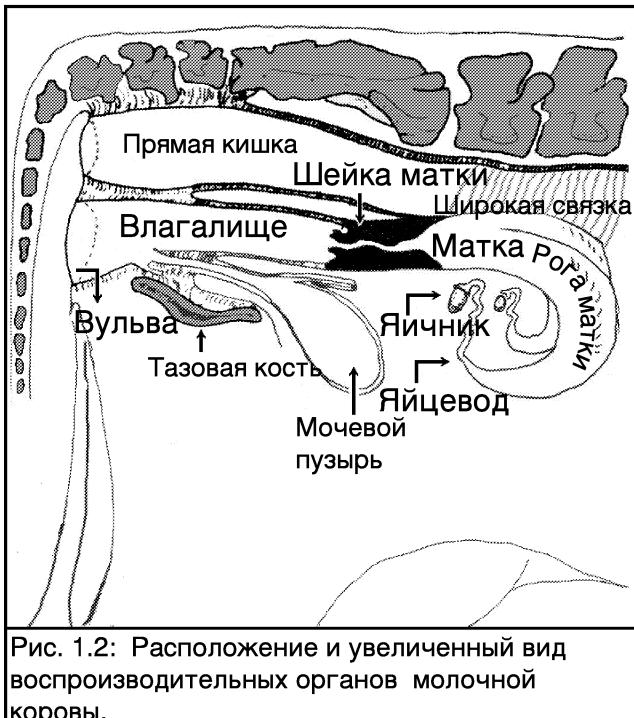
Матка, яйцевод и яичники прикреплены на связках в полости организма. Такое положение позволяет матке увеличиваться в размерах для постоянно ростущего плода.

Вульва

Вульва (половые губы) является конечным и единственным наружным органом воспроизводительного тракта коровы. Во время течки, реагируя на эстроген (фермент вызывающий течку), вульва увеличивается в размерах и преобретает красно-розовый цвет.

Влагалище

Влагалище представляет собой сложенную в гармошку трубку длиной около 30 сантиметров. Влагалище находится поверх лобковой кости, которая формирует нижнюю границу тазового канала. При натуральном осеменении (случке) влагалище



является местом, куда попадает семя. В процессе искусственного осеменения через влагалище вводится применяемый инструмент, а также во время отела выходит наружу теленок. Эпителиальная ткань, покрывающая влагалище, содержит железы, выделяющие водянистую слизь, которая смазывает поверхность влагалища и смывает с него различные микроорганизмы, которые могут инфицировать влагалище. Несмотря на такой защитный механизм, влагалище часто подвергается инфекции, особенно в период течки.

Шейка (матки)

Шейка матки контролирует доступ к матке и состоит из мускульных складок и связок, выложенных кольцеобразно. По форме она представляет собой трубку длиной 10-13 см и 2,5-5 см в диаметре с узким отверстием в середине. Складки формируют рельефные выступы, которые окружают отверстия. Эти выступы частично задерживают прохождение любых инородных материалов, поражающих матку или влагалище. Шейка матки играет роль защитного туннеля между влагалищем и маткой. Шейка матки

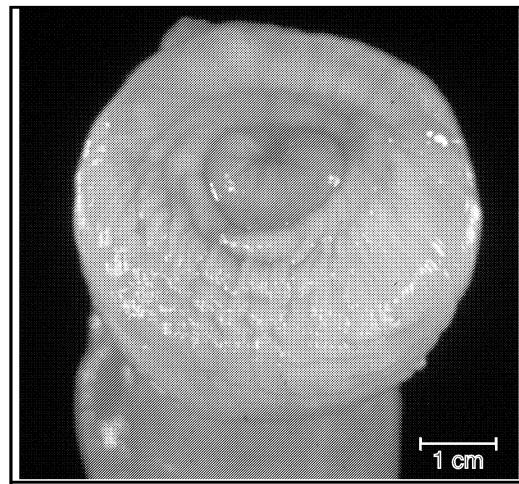


Рис. 1.3: Вид прохода шейки матки (в натуральную величину), соединяющегося с влагалищем. (Заметьте, что влагалище было отсечено для получения этого снимка.)

слегка приоткрыта во время течки и широко открыта во время отела. Однако в период беременности шейка матки сужена и полностью закрыта. Железы шейки матки выделяют слизь, которая вытекает во влагалище. В период беременности эти выделения затвердевают и образуют плотные желатиновые пробки, которые полностью закрывают матку от внешних воздействий. Рельефные выступы и толстые стенки матки могут быть легко прощупаны при ректальном пальпировании.

Матка

Матка является органом, в котором находится развивающийся плод. Матка неоплодотворенной коровы имеет тело длиной менее 5 см и рога матки, закрученные в спираль справа и слева от тела матки наподобие рогов барана. Рога матки расширяются возле тела матки и сужаются ближе к яйцеводам. Матка представляет собой мускульный орган, способный сильно растягиваться для размещения растущего плода. К концу беременности матка содержит плод весом 35-45 кг, 20-30 кг жидкости и 5 кг плаценты. Внутри брюшной полости матка поддерживается широкими связками, одним концом прикрепленными к позвоночнику. Мышцы, окружающие матку, называются гладкими мышцами, так как они сокращаются непроизвольно (наподобие мышцы сердца). Окситоциновый гормон регулирует сжатие матки, что вызывает вывод плода наружу во время отела. После отела матка постепенно возвращается к своей превоначальной форме и размерам. Этот процесс называется инволюцией.

Яйцеводы (маточные трубы)

Яйцеводы представляют собой две извилистые трубы длиной более 20 см и 0,6 см в диаметре, которые связывают

каждый из рогов матки с соответствующим яичником. Проход между маткой и яйцеводом обычно плотно закрыт, за исключением короткого периода осеменения, когда сперма проходит в яйцевод при оплодотворении и, если фертилизация произошла, то позволяет оплодотворенному яйцу попасть в матку. Обычно в яйцо попадает один сперматозоид. Генетический материал яйца и спермы смешивается и образует новую клетку, называемую зиготой, которая содержит полный генетический код данного вида животного. Этот процесс, называемый оплодотворением, начинается спустя 11 часов после овуляции. Оплодотворенное яйцо быстро растет, но первые 3-4 дня оно остается в яйцеводе перед тем, как перейти в матку. Этот период времени необходим матке для подготовки к принятию растущего эмбриона.

Яичники

У нестельной коровы яичники имеют овальную форму. Их размер составляет 4 см в длину и 2 см в диаметре. Несмотря на небольшие размеры

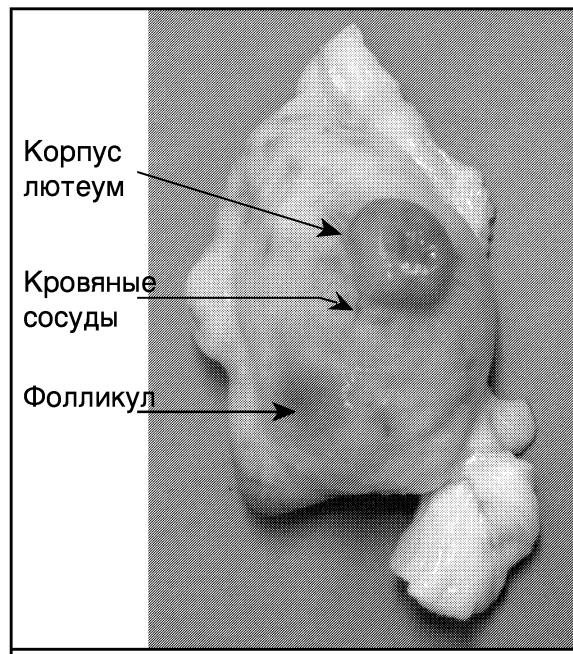
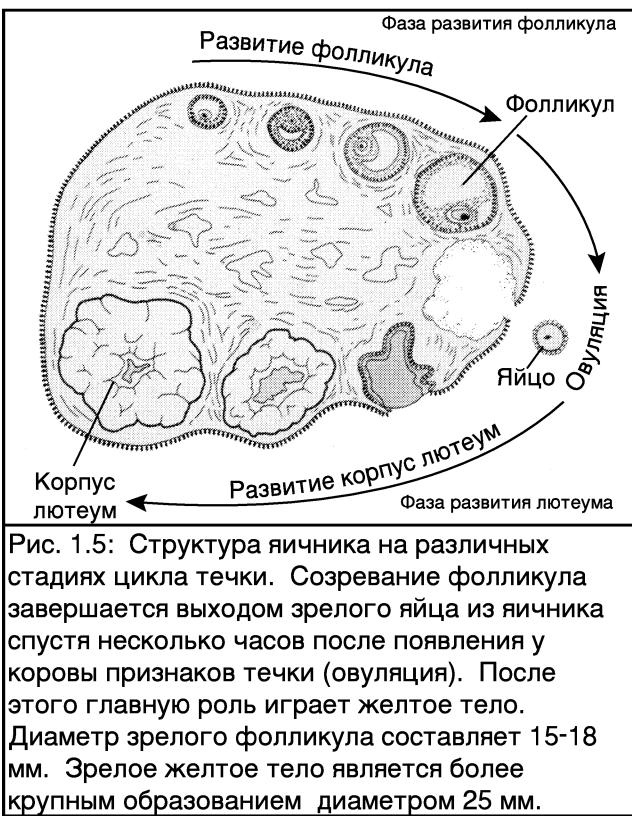


Рис. 1.4: Яичник коровы в натуральную величину.

яичников (Рис. 1.4), они содержат тысячи яиц, клеток которые образовались еще до рождения коровы, но только несколько из них будут оплодотворены в процессе жизни коровы. Главными функциями яичников являются следующие:

- 1) При нормальном цикле течки производство здорового и зрелого яйца каждые 21 день;
- 2) Выделение гормонов, ответственных за рост яйца внутри яичника, изменение поведения во время течки и подготовку половых органов коровы к возможной беременности.

Гормоны, производимые яичниками, играют важную роль: они готовят органы полового тракта к беременности, обеспечивают остановку течки, а также поддержание стельности при появлении оплодотворенного яйца, выход теленка наружу во время отела и подготовку молочных желез к лактации. К концу цикла течки, когда яйцо созревает, оно покрыто слоями



оболочковых клеток и окружено питательными веществами. Вся эта структура называется фолликулом (Рис. 1.5). При овуляции яйцо выходит из яичника и попадает в яйцевод. Клетки, оставшиеся в яичнике, быстро размножаются и формируют вещество, называемое "корпус лутеум" (желтое тело), которое выделяет гормон, называемый прогестероном. Корпус лутеум формируется независимо от наличия или отсутствия спаривания и оплодотворения яйца.

Яйцо

Яйцом называется женская половая клетка. Обычно клетки в организме животного содержат два набора хромосом с генетической информацией. Яйцо, однако, содержит только один экземпляр генетической информации (т.е. один набор хромосом). Яйца находятся в яичнике будущей коровы еще перед тем как она появится на свет. Однако созревание яиц начинает происходить только во время достижения коровой половой зрелости. В яичнике яйца развиваются группами, но только один фолликул развивается до полного созревания во время цикла течки, который продолжается в среднем 21 день (Рис.1.5, 1.6). Цикл течки повторяется до тех пор, пока яйцо не оплодотворится, то есть не соединится со сперматозоидом мужской особи, содержащим необходимую



дополнительную генетическую информацию быка.

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЯ

Приблизительно 10-20% случаев бесплодности происходят из-за анатомических отклонений в воспроизводительных органах коровы. Эти отклонения могут быть в форме редких генетических расстройств (например закрытая шейка матки). Однако более часто они возникают вследствие травм, полученных при отеле (например при чрезмерном применении силы при ручном удалении плаценты или при грубом пальпировании воспроизводительных органов).

Обычно 90% телок, рожденных в двойне вместе с бычком, являются бесплодными (их также называют фирмартинными, т.е. бесплодными самками). Однако бык, рожденный в двойне, способен давать потомство. Такое происходит всвязи с тем, что мужской гормон тестостерон, выделяемый мужским плодом, оказывает тормозящее влияние на развитие половых органов женского плода. Так как влагалище фирмартинов закрыто, то существует простой способ определения таких отклонений. Тестовая стерилизованная трубка, осторожно вставленная во влагалище фирмантину войдет только на небольшое расстояние, в то время как у нормальных животных она продвинется не менее чем на 15 см.

ЦИКЛ ТЕЧКИ

Циклом течки называется период времени между двумя течками (т.е. периодами половой охоты) (Рис. 4). Длина цикла в среднем составляет 21 день, однако цикл от 18 до 24 дней также считается нормальным. Иногда цикл течки может быть чрезмерно

длинным или чрезмерно коротким. Чрезмерно короткий цикл (10-16 дней) может возникнуть всвязи с ложным определением течки. Наблюдая за поведением коровы, можно ошибочно предположить, что у коровы течка, и при наступлении действительной течки предполагается чрезмерно короткий цикл. Цикл длиной 30-35 дней может также являться ложно определенным, либо может возникнуть из-за преждевременной гибели эмбриона. Циклы течки длиной 36 - 48 дней или другие периоды, кратные числам от 18 до 24, свидетельствуют об ошибочном определении течки.

ФАЗЫ ЦИКЛА

Цикл течки разделяется на четыре непрерывных фазы: проэструс (предтечка), течка или половая охота, метэструс (последачковый период), и диэструс (Рис. 1.7).

Проэструс

Проэструс, или предтечка, является переходной фазой от одного периода к другому. Предтечка длится 1-3 дня (20-й и 21-й дни на Рис. 1.7). Этот период характеризуется распадом желтого тела, сформированного в завершающемся цикле, и созреванием фолликула для начинающегося цикла.

Течка, или половая охота

Период течки, или половой охоты, длится от 8 до 30 часов и является периодом половой восприимчивости (1-й день на Рис.1.7). Только в этот период корова позволяет покрывать себя быкам и другим коровам. Такое поведение более свойственно коровам породы *Bos taurus* (местная европейская порода) и

Если корова позволяет себя покрывать, то такое поведение является наилучшим индикатором течки.

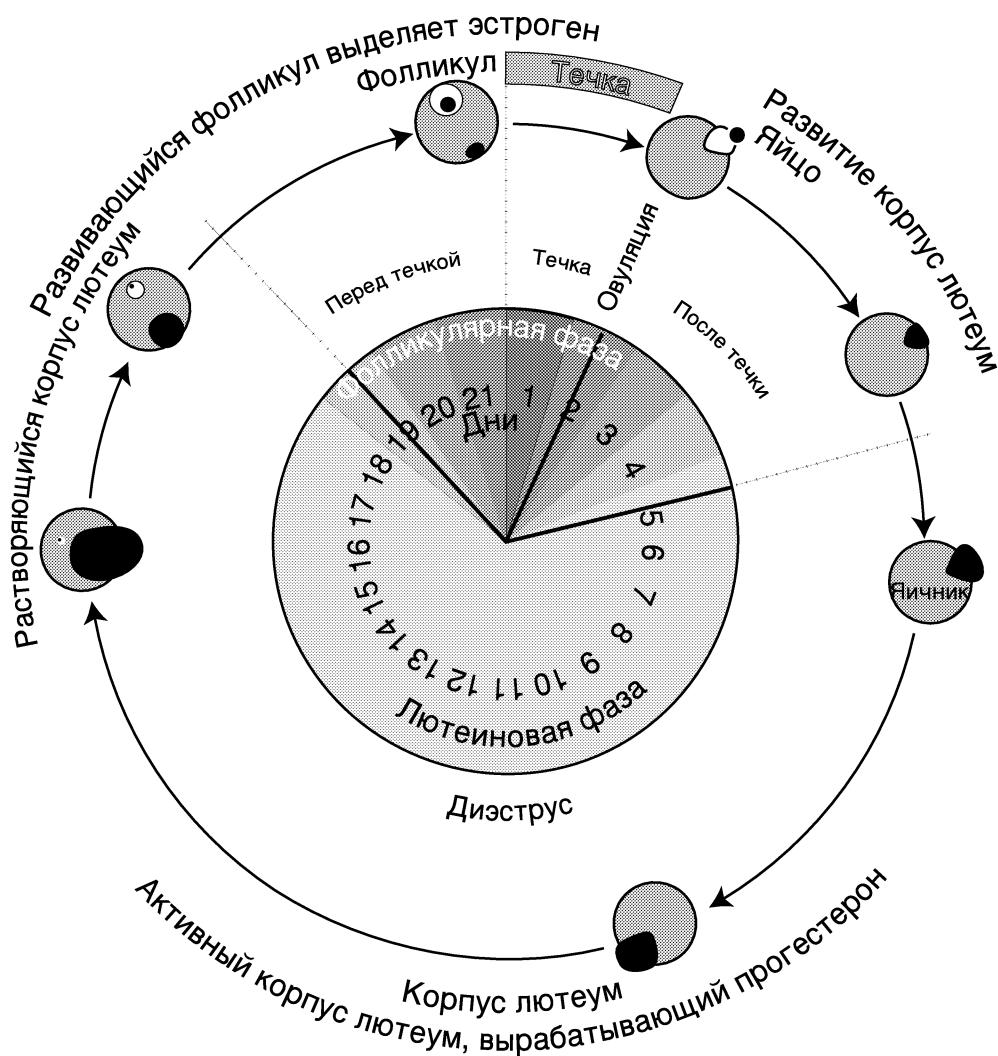


Рис. 1.7: Цикл течки молочной коровы.

меньше проявляется у коров породы *Bos indicus* (местная индийская порода). Если корова позволяет себя покрывать, то такое поведение является наилучшим индикатором течки. В период течки яйцо и фолликул достигают конечной стадии созревания.

Метэструс

Через 10-14 часов после окончания признаков течки, фолликул выходит из яичников и попадает в яйцевод (овуляция). Во время метэструса оставшиеся на разрушенной поверхности яичника стенки фолликула преобразуются в желтое тело, выделяющее гормоны и называемое "корпус лутеум". Эта фаза цикла

продолжается приблизительно 3 дня (3-й, 4-й и 5-й дни).

Диэструс

Диэструс продолжается 12 - 15 дней (6-й-18-й дни). Длина этой фазы, по сравнению с другими фазами, наиболее изменчива. Поэтому можно считать, что длина фазы диэструса определяет изменяющуюся длину всего цикла (от 18 до 24 дней).

На первый или второй день цикла, сразу несколько фолликулов начинают свое развитие, но в конечном итоге только один из фолликулов является доминирующим. Доминирующий фолликул проходит через стадию роста и после этого регрессирует в течение

11-12 дней. Цикл течки может иметь 2 - 4 волны фолликулярного роста. До тех пор, пока корпус лятеум остается активным, доминирующие фолликулы регрессируют. Однако после того, как корпус лятеум разрушен, доминирующий фолликул может достигнуть полного созревания и завершить овуляцию. С увеличением количества волн фолликулярного роста продолжительность цикла течки увеличивается. Двухволевой цикл течки является коротким (от 18 до 20 дней), а четырехволевой цикл - обычно более длинным (от 22 до 24 дней).

На 16-й-18-й день цикла корпус лятеум начинает регрессировать. Матка коровы способна определить присутствие или отсутствие эмбриона. В случае, если корова не беременна, матка посылает сигнал для корпуса лятеум, который регрессирует, и цикл повторяется заново. Однако если яйцеклетка оплодотворяется и корова становится беременной, корпус лятеум прекращает регрессировать и продолжает выделение гормонов, препятствующих полному развитию фолликулов, и поддерживающих беременность. Более полное описание действия гормонов, участвующих в регулировании цикла течки дано в Приложении 1.

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ БЫКА

ОПИСАНИЕ И ФУНКЦИИ

Бык является производителем мужских половых клеток, называемых сперматозоидами. Несмотря на то, что органы размножения и мужские гормоны формируются в теленке еще до рождения, выработка сперматозоидов начинается только после полового созревания. Большинство бычков достигают стадии половой зрелости в возрасте 7-9

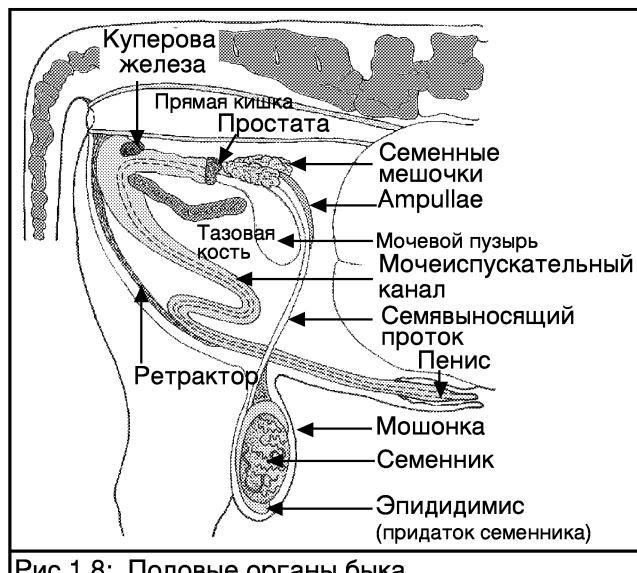


Рис.1.8: Половые органы быка.

месяцев. Однако количество формируемой в этом возрасте спермы остается очень низким. Даже бычки в возрасте 12 - 18 месяцев производят только половину от того количества спермы, которое производят взрослые быки. Сперматозоиды необходимы для оплодотворения яйцеклетки и начала беременности. Два семенника являются первичными половыми органами и отвечают за производство сперматозоидов. Семявыносящий проток и пенис, с мочеиспускательным каналом, выходящим наружу, являются вторичными половыми органами. Вторым своим окончанием мочеиспускательный канал присоединен к мочевому пузырю. При таком построении мочеиспускательный канал используется для вывода наружу как мочи, так и сперматозоидов. Перед тем, как происходит семязвержение, сперматозоиды перемешиваются с выделениями вторичных половых органов: простаты, двух семянных пузырьков и куперовой железы (Рис. 1.8).

Иногда встречаются быки с наличием только одного семенника в мошонке. При наступлении половой зрелости семенники, находившиеся до этого в брюшной полости, спускаются в

мошонку. Однако иногда случается так, что один из семенников остается в брюшной полости. Спустившийся семенник, будет производить сперму и бык считается фертильным. Необходимо помнить, что такое отклонение передается по наследству и таким быкам не стоит позволять спариваться для предотвращения распространения дефекта. В случае, когда оба семенника остаются в брюшной полости, бык является стерильным.

Мошонка

Мошонка представляет собой мешочек, который расположен снаружи брюшной полости быка и в котором находятся семенники. Изменяя расстояние между семенниками и телом животного, мошонка регулирует температуру семенников. Это необходимо, т.к. выработка спермы зависит от температуры. Нормальная температура тела слишком высока для производства спермы. В зависимости от температуры окружающей среды температура в семенниках на 2-4 градуса ниже температуры тела.

Семенники

Семенники выполняют две основные функции:

- 1) выработку жизнеспособных, сперматозоидов;
- 2) производство мужских гормонов.

Каждый из семенников заключен в свой собственный мешочек и представляет собой независимую от другого семенника единицу. Семенники подвешены в мошонке, которая видна снаружи брюшной полости животного. По достижении зрелости семенник составляет 10-13 см в длину и 5-6 см в ширину и весит около 500 гр. Семенники состоят в основном из небольших канальцев (семенных канальцев), в которых и происходит

выработка спермы. Каналец имеет диаметр всего 0,2 мм, но общая длина канальцев взрослого быка достигает около 4,8 км. По мере созревания, сперматозоиды продвигаются к протоке, находящейся в центре канальца. Семенники также выделяют жидкость, которая питает сперматозоиды и переносит их к придаткам семенников. Некоторые особые клетки (клетки Лейдига или промежуточные клетки), рассеянные в ткани семенников, являются главным источником мужских гормонов. Общим названием мужских гормонов является андрогены. Гормон, называемый тестостероном, является основным мужским гормоном. Эти гормоны вырабатываются промежуточными клетками семенников под воздействием других гормонов, выделяемых гипофизом (ФСГ, или фолликулостимулирующий гормон, и ЛГ, или лютеинизирующий гормон).

Мужские гормоны являются необходимыми для:

- 1) начала и поддержания процесса выработки спермы;
- 2) полового влечения (либидо);
- 3) развития и поддержания вторичных половых органов и половых признаков.

Придаток семенников

Придаток семенников имеет форму оболочки, обволакивающей семенники (Рис. 1.8). Он наполнен молокобразной секрецией (питательными веществами) и сперматозоидами, поступающими из семенников. Обычно придаток содержит от $2,6 \times 10^9$ до $4,9 \times 10^9$ сперматозоидов на миллиметр ($1 \times 10^9 = 1000000000$). Сперматозоиды накапливаются и созревают во время продвижения по придатку семенников, который может достигать до 33-35 см у взрослого быка.

Семявыносящие протоки и Ampullaе

По семявыносящим протокам сперматозоиды переносятся в полость тела, находящуюся в области таза, и затем в мочеиспускательный канал (уретру). Протоки окружены мускулами, которые сокращаются во время эякуляции. Семявыносящие протоки расширяются в области таза и образуют вздутия (ampullaе of Henle) длиной 10 - 18 см. В ampullaе сперматозоиды накапливаются и смешиваются с питательными веществами.

Уретра

Уретра является общим каналом для выделения мочи, продуктов деятельности семенников и придаточной железы. Она проходит через область таза и пенис и заканчивается внешним выходом на окончании пениса (Рис. 1.8).

Придаточные половые органы

Секреция трех придаточных желез практически сразу выделяется быком во время семяизвержения. Два семенных пузырька могут содержать около 50 мл секреции, которая состоит главным образом из сахаров с высокими питательными свойствами, необходимых для сперматозоидов. Роль выделений простаты не выяснена до конца. Куперова железа вырабатывает смазывающую субстанцию неизвестного состава. Деятельность придаточных желез в значительной мере зависит от присутствия мужских гормонов.

Пенис

Пенис представляет собой способную напрягаться губкообразную ткань, образованную множеством кровеносных сосудов. Когда бык возбужден, пенис наполняется кровью под высоким давлением. Это вызывает увеличение пениса в размере, он становится твердым, что дает возможность ввести

его во влагалище коровы. Пенис быка достигает 1 м в длину и 2,5 см в диаметре. Позади мошонки он принимает S-образную форму и удлиняется во время случки. Втягивающая мышца возвращает пенис в расслабленное состояние.

ОБРАЗОВАНИЕ СПЕРМЫ

После завершения полового созревания быка образование спермы является постоянным процессом. Образование сперматозоидов управляет эндокринной системой. Гипофизные гормоны (ФСГ и ЛГ) важны для стимулирования выработки сперматозоидов и мужского гормона (тестостерона) в семенниках. Образование сперматозоидов начинается в семенниках и включает в себя многочисленное деление клеток, включая деление, уменьшающее число хромосом. Один из последних этапов формирования сперматозоида проходит в эпидермисе и заключается в образовании "головки", содержащей генетический материал, и "хвоста", дающего подвижность. Образование спермы занимает от 64 до 74 дней, и еще 14-18 дней занимает ее продвижение через эпидермис. Таким образом, симптомы бесплодия у быка могут возникнуть через 2,5-3 месяца после того, как процесс образования спермы был нарушен. Взрослый бык производит в среднем до 70×10^9 (70 миллиардов) сперматозоидов в неделю. Количество производимой спермы возрастает с увеличением веса семенников. Таким образом, крупные или старые быки (которые имеют более крупные семенники) обычно вырабатывают больше спермы, чем более мелкие или молодые особи.

Хотя эпидермис был рассмотрен как некий накапливающий орган, можно более точно представить его себе как часть конвейерной линии с

Симптомы бесплодия у быка могут появиться через 2,5 -3 месяца после того, как процесс образования спермы был нарушен.

многочисленными функциями, производящей созревшие, полноценные сперматозоиды. Например именно во время прохождения через эпидермис сперматозоиды приобретают свою окончательную форму, подвижность и способность оплодотворять яйцеклетку.

Сперматозоиды остаются активными в эпидермисе быка в течение длительного времени (неделями), в то время как после попадания в половые органы коровы их жизнь измеряется часами.

Сперматозоиды выбрасываются наружу во время семяизвержения в результате нервной стимуляции, которая вызывает мышечные сокращения, охватывающие эпидермис, семявыводящие протоки и придаточные железы.

СОСТАВ СПЕРМЫ

Сперма является комбинацией продуктов деятельности семенников и секреций, выделяемых придаточными железами. Из всех придаточных желез, семенные пузырьки выделяют наибольшее количество секреций. Секреции всех придаточных желез составляют в среднем до 80% от общего объема выделенной спермы. Однако этот показатель изменяется от 60% до 90% для спермы с высоким и низким содержанием сперматозоидов соответственно. Сперма богата простым сахаром, называемым фруктозой (6,9 мг/мл), протеином (1,2 мг/мл), аминокислотами, витаминами (особенно витамином С) и минералами (напр. Na, K, Ca, P). Подвижность сперматозоидов резко возрастает сразу после эякуляции, предположительно благодаря возросшей доступности энергии (сахаров) и других питательных веществ.

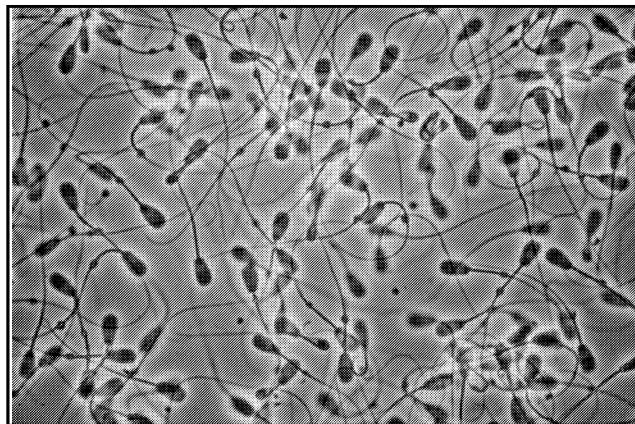


Рис. 1.9: Сперматозоиды (действительный размер головки сперматозоида = 0,0001 мм).

Объем эякуляции различен у разных особей и зависит от возраста. Так молодой бык, только входящий в производительный возраст, производит всего 1-2 мл спермы за эякуляцию, тогда как зрелое животное может давать 10-15 мл спермы за эякуляцию. Когда бык спаривается второй или даже третий раз подряд, то объем эякуляции не уменьшается.

Частая эякуляция не вредит плодовитости взрослого животного, но молодого быка необходимо использовать более осторожно.

Сперма быка обычно бывает молочно-белого цвета, но некоторые животные производят нормальную сперму желтого цвета благодаря присутствию β-каротина. Консистенция спермы изменяется от мутной, вязкой субстанции до прозрачной жидкости в зависимости от концентрации сперматозоидов. Количество сперматозоидов меняется от 0 (у стерильного быка) до 3 миллиардов (3 000 000 000) на миллилитр спермы. Однако средняя концентрация составляет 1 миллиард сперматозоидов на миллилитр спермы. Концентрация сперматозоидов немного снижается после первой эякуляции, но в дальнейшем остается на одном уровне даже если бык эякулирует 7 раз подряд.

С другой стороны, при низкой частоте эякуляции возрастает процент сперматозоидов с физическими дефектами.

В целом, концентрация спермы изменяется в зависимости от полового

развития быка, режима питания, здоровья и размера семенников. Вдобавок, существуют заметные различия в концентрации сперматозоидов между отдельными животными.

ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ

КОРОВЫ

Производство молока начинается с отелом и связано с началом беременности за 9 месяцев до начала лактации. Успешное воспроизведение необходимо для прибыльности отдельной коровы и всего молочного стада. Оно позволяет:

- 1) Достигнуть максимальной молочной продуктивности за весь период жизни животного,
- 2) Снизить стоимость производства молока,
- 3) Ускорить генетический прогресс в стаде, позволяя отбраковывать коров на основе их молочной продуктивности, а не из-за их неспособности к воспроизведению.

Взрослая первотелка должна достигать половой зрелости в возрасте около 10 месяцев и подвергаться спариванию в возрасте 15 месяцев. Воспроизводительные органы коровы представляют собой сложную и хрупкую систему, которая производит одну яйцеклетку (овуляцию) каждые 21 день, если корова не стельная. Перед овуляцией у коровы появляются характерные признаки течки (половой охоты), и она позволяет покрыть себя быку. Период течки проходит под жестким гормональным контролем и изменения, происходящие после овуляции, подготавливают животное к возможной стельности. Если сперма быка вводится (естественно или искусственно) в подходящее время, то корова с большой вероятностью становится стельной. Но если зачатия не происходит, то начинается новый цикл течки.

БЫКИ

Производство сперматозоидов у быка может начаться в возрасте от 6 до 9 месяцев и продолжаться в течение всей взрослой жизни, если только процесс выработки спермы не нарушен (например вследствие физической травмы). Однако плодовитость и воспроизводительный потенциал молодых быков ниже, чем у взрослых животных. Таким образом, при естественном оплодотворении, молодых быков необходимо использовать с осторожностью (не переутомляя), тогда как взрослые животные могут оплодотворять до 7-8 коров в день без потери плодовитости.

ГОРМОНЫ: КЛЮЧЕВЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ ПРОЦЕССОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА

Проявление признаков течки, отделение яйца от яичника, поддержание беременности и другие события воспроизводительного цикла коровы регулируются гормонами. Гормоны - это "химические связные", вырабатываемые одной тканью и переносимые кровяным потоком к другой ткани, в которой они вызывают определенный эффект. Ткань, вырабатывающая гормон, называется эндокринной железой, а ткань, в которой вызывается эффект, называется тканью-получателем (Рис. 1.10). Примечательно, что зачастую ткань может являться одновременно эндокринной железой и тканью-получателем (напр. яичник). Из эндокринных желез гормоны обычно попадают в кровоток в очень низкой концентрации - миллиардные или триллионные доли грамма на кубический миллиметр крови. Одна миллиардная доля грамма - это $0,000000001$ г или 1×10^{-9} г, и называется нанограммом (нг). Одна триллионная доля грамма - это $0,000000000001$ г или 1×10^{-12} г, и называется пикограммом (пг).

КАК ДЕЙСТВУЮТ ГОРМОНЫ?

То, что гормон вырабатывается тканью, вовсе не означает, что он произведет свое действие где-либо еще. Ткань-получатель отреагирует на гормон, только если у нее есть

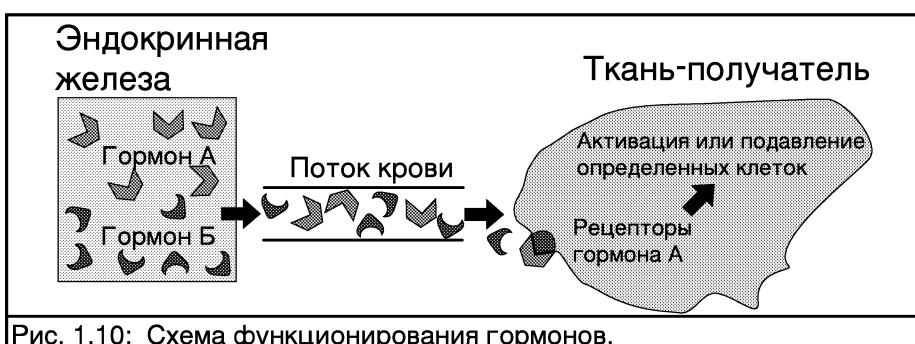
рецептор (Рис. 1.10). Рецептор в этом случае действует как замок, а гормон - как ключ, который подходит к замку. Поэтому например, чтобы ткань реагировала на эстроген, ее клетки должны обладать рецепторами эстрогена. После того, как гормон соединяется с рецептором, начинается клеточная реакция в органе-получателе. Необходимо заметить, что орган-получатель может иметь рецепторы для нескольких гормонов и результат их одновременного воздействия может меняться.



Рис. 1.11: Эндокринные ткани и гормоны, участвующие в цикле течки коровы.

ОРГАНЫ, ВЫРАБАТЫВАЮЩИЕ ГОРМОНЫ И ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС ВОСПРОИЗВОДСТВА

Четыре эндокринные железы, вырабатывающие гормоны, которые регулируют 21-дневный цикл течки, включают в себя гипоталамус, гипофиз, яичники и матку. Когда корова беременна, плацента и зародыш также вырабатывают



гормоны. Гормоны, связанные с 21-дневным циклом течки, их источники, ткани-получатели и производимый эффект обобщены на Рис. 1.11.

Гипоталамус—ГГ

Гипоталамус находится в основании мозга. Он содержит нервные окончания и очень чувствителен к сигналам, передаваемым гормонами. Гипоталамус вырабатывает гонадотропный гормон (ГГ), который переносится по кровеносным сосудам к гипофизу для регулирования секреции фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) и лутеинизирующего гормона (ЛГ). Инъекция ГГ корове вызывает овуляцию фолликулов размером более 10 мм и стимулирует начало роста новой волны фолликулов.

Гипофиз—ФСГ и ЛГ

Гипофиз расположен под гипоталамусом. Основные половые гормоны, выделяемые передней долей гипофиза, называются гонадотропинами. Они стимулируют органы, производящие гаметы (яичники у женских особей и семенники у мужских). Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) и лутеинизирующий гормон (ЛГ) регулируют процессы, происходящие в яичниках. Основным результатом воздействия ФСГ является начало роста фолликулов в яичнике. Продолжение процесса созревания фолликулов зависит от присутствия как ФСГ, так и ЛГ. Основным эффектом ЛГ является стимуляция овуляции.

Фолликул в яичнике — Эстроген

Эстроген - это гормон, выделяемый фолликулами по мере их созревания в яичнике. Когда один из фолликулов достигает овуляционного размера,

гипоталамус реагирует на повышенное содержание эстрогена в крови и стимулирует изменения в поведении, характерные для периода течки. Также реагируя на повышенный уровень эстрогена в крови, гипофиз выделяет большое количество ЛГ, что в свою очередь вызывает овуляцию. Таким образом, эстроген координирует одновременный допуск коровой к себе быка и выход яйцеклетки из яичника. Такой синхронизм необходим для обеспечения оплодотворения яйцеклетки спермой. Эстроген также стимулирует мускульные сокращения, способствующие спуску яйцеклетки в яйцевод, и сокращения влагалища, шейки матки и матки, помогающие поднятию спермы к яйцеводу.

Желтое тело—Прогестерон

После завершения овуляции ткань, которая мгновение назад еще была частью фолликула, начинает подвергаться резкому изменению и превращаться в желтое тело. Желтое тело вырабатывает прогестерон, вызывающий два основных эффекта:

- 1) подготавливает матку к беременности,
- 2) предотвращает созревание новых фолликулов и, следовательно, повторение цикла течки, если наступает беременность.

Таким образом, при наступлении беременности желтое тело остается активным на протяжении всего периода беременности. Если беременность не наступает, то желтое тело рассасывается и прекращает производство прогестерона, тем самым позволяя возобновиться нормальному циклу гормональных и поведенческих изменений.

Матка—Простагландини

Спустя по меньшей мере 16-18 дней после начала нового цикла матка коровы может определить наличие или отсутствие растущего зародыша. У незабеременевших коров матка при этом начинает вырабатывать простагландин. Простагландин

переносится к желтому телу и вызывает его рассасывание. В результате, подавляющий эффект прогестерона устраняется, фолликулы получают возможность продолжать развитие до полного созревания и через несколько дней начинается течка. В течение первых пяти дней эстрального цикла (цикла течки) инъекция простагландина

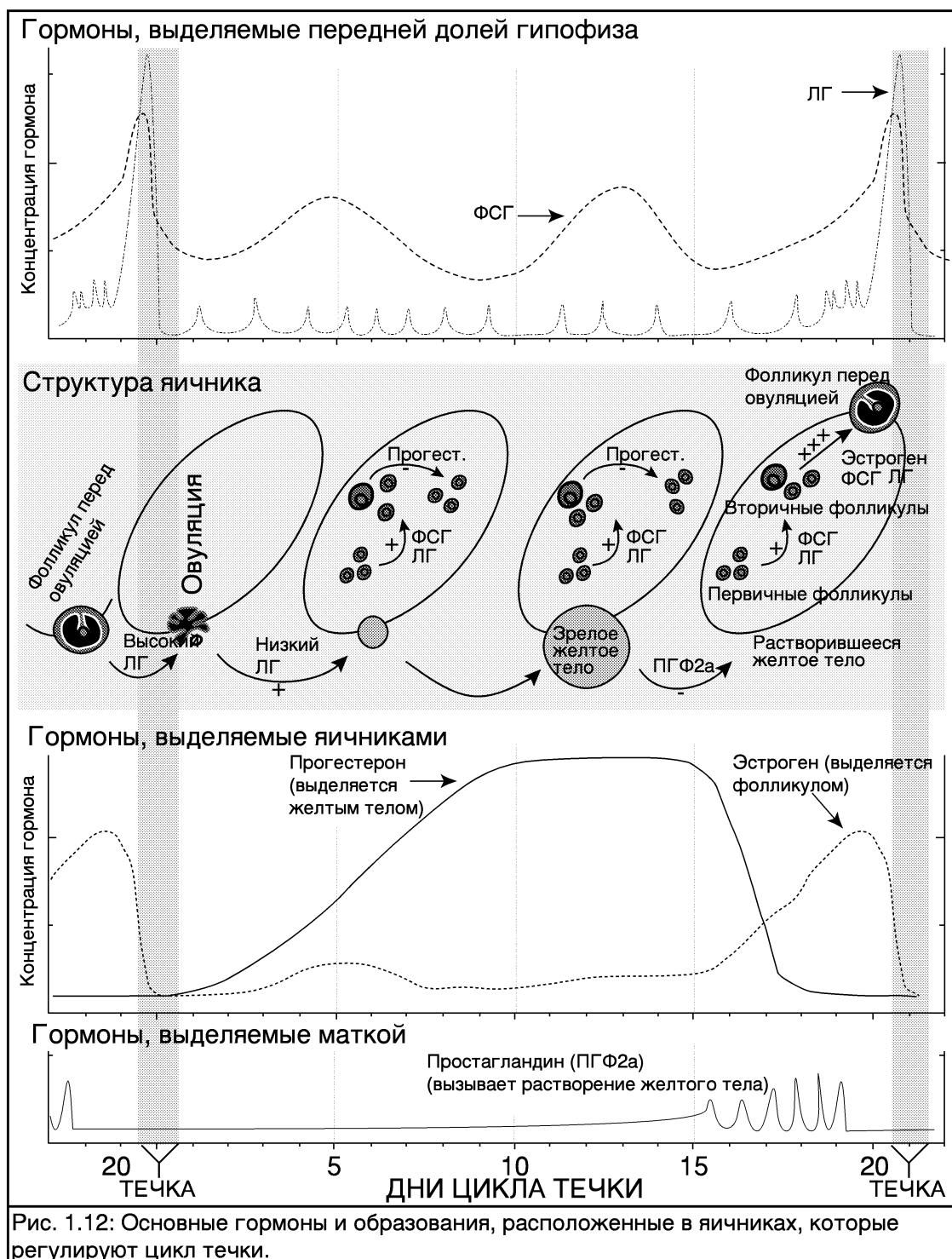


Рис. 1.12: Основные гормоны и образования, расположенные в яичниках, которые регулируют цикл течки.

Таблица 1.2: Гормоны, регулирующие 21-дневный цикл течки.

Гормон	Источник	Объект действия	Действие
ГГ*	Гипоталамус	Передняя доля гипофиза	Разрешает секрецию ФСГ и ЛГ.
ФСГ*	Гипофиз	Яичник (фолликул)	Стимулирует развитие фолликула и выработку эстрогена.
ЛГ*	Гипофиз	Яичник (фолликул)	Вызывает овуляцию, рост желтого тела и выработку прогестерона.
Эстроген	Яичник (фолликул)	Мозг Передняя доля гипофиза Яйцевод, матка, шейка матки, влагалище и вульва	Вызывает изменения в поведении животного, характерные для периода течки. Усиливает производство ФСГ и, особенно, ЛГ во время течки. Увеличивает мускульную активность и выделение невязкой жидкости, способствующей продвижению спермы и яйцеклетки навстречу друг другу.
Прогестерон	Яичник (желтое тело)	Гипоталамус Матка	Подавляет сигнал, вызывающий выделение гипофизом ФСГ, предотвращая завершение созревания фолликула, останавливая тем самым цикл течки. Уменьшает мускульную активность и подготавливает в матке благоприятную для зародыша среду.
Простагландин	Матка	Яичник (желтое тело)	Вызывает рассасывание желтого тела и снижение уровня выделения прогестерона.

*ГГ = Гонадотропный гомон; ФСГ = Фолликулостимулирующий гормон; ЛГ = Лютеинизирующий гормон

не будет эффективной из-за отсутствия зрелого желтого тела. Если зрелое желтое тело присутствует у животного (на 6-18 дни цикла), течка обычно начинается через 2-7 дней после инъекции простагландинов. Число дней между инъекцией и началом течки зависит от стадии созревания, на которой находились фолликулы в момент инъекции.

ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ЦИКЛА ТЕЧКИ

Эстроген доминирует на предтечковой и течковой фазах цикла, тогда как прогестерон доминирует в послетечковый период и в диэструсе (Рис. 1.12). Сводка основных гормонов, их источников, органов-получателей и вызываемых эффектов приведена в Таблице 1.2.

В течение предтечкового периода желтое тело рассасывается в результате воздействия простагландина, выделяемого маткой нестельной коровы. Содержание прогестерона в крови спадает за два дня с 5-8 нг/мл до 0,5 нг/мл. Это устраняет подавляющий эффект, оказываемый прогестероном на выделение гипофизом гонадотропинов (ЛГ и ФСГ). В результате, концентрация ЛГ и ФСГ начинает возрастать и они стимулируют созревание фолликулов в яичниках.

Хотя одновременно могут развиться несколько больших фолликулов, только один (или два или три в случае двойни или тройни) достигнет полного созревания и овуляции. Остальные фолликулы регressingируют. По мере роста доминирующий фолликул

вырабатывает эстроген. Поверхностные клетки связывают ЛГ и вырабатывают андроген (мужской гормон). Внутренние (гранулозные) клетки затем перерабатывают андроген в эстроген под воздействием ФСГ.

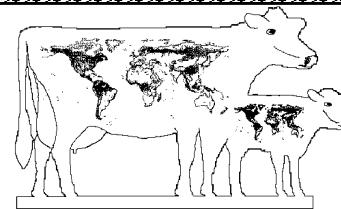
Концентрация эстрогена в пикограммах на миллилитр крови (пг/мл) возрастает и достигает пика, равного приблизительно 7-8 пг/мл, за день до наступления течки. Возросшее содержание эстрогена вызывает всплеск выделения ФСГ и ЛГ приблизительно одновременно с началом течки. Базовый уровень концентрации ЛГ составляет всего несколько нанограммов на миллилитр крови (нг/мл), но в пике она достигает приблизительно 60 нг/мл во время течки. Максимальная концентрация ФСГ и ЛГ вызывает завершение изменений, происходящих с фолликулом

и яйцеклеткой, предназначенных для овуляции.

Отделение фолликула от яичника, или овуляция, происходит через 24-32 часов после начала течки. Фолликулярные клетки, оставшиеся на поверхности яичника, превращаются в желтое тело в посттечковый период. С ростом желтого тела содержание прогестерона в крови возрастает. Желтое тело достигает максимального размера через 8-10 дней после овуляции. Если организм коровы определяет, что она беременна, то желтое тело продолжает функционировать по сигналу, полученному от матки. Если корова не забеременела, то желтое тело рассасывается под воздействием простагландинов, вырабатываемого пустой маткой. Исчезновение желтого тела дает начало новому циклу.

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



ГЛАВА 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕЧКИ И ОСЕМЕНЕНИЕ

Содержание таблиц

Таблица 2.1: Признаки течки у молочной коровы	25
Таблица 2.2: Влияние числа коров, находящихся в течке одновременно, на их поведение	30
Таблица 2.3: Взаимосвязь между числом повторных бридеров и процентом зачатий.....	35

Содержание рисунков

Рис. 2.1: Корова в течке остается неподвижной при попытке другого животного сделать садку.	25
Рис. 2.2: Признаки течки у коров проявляются главным образом ночью.	27
Рис. 2.3: Раннее утро и поздний вечер - лучшее время для выявления течки у коров	28
Рис. 2.4: Выбор момента осеменения во время течки у молочных коров.....	33
Рис. 2.5: Холодильный резервуар с жидким азотом.	34
Рис. 2.6: Норовистые быки представляют собой постоянную угрозу безопасности работников фермы. 39	

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность воспроизводства является одной из наиболее существенных характеристик прибыльного стада. Множество различных факторов, ассоциируемых с воспроизводством - таких как интервал отела, длина периода сухостоя, количество проведенных осеменений на одно зачатие, возраст при первом отеле, генетический потенциал коровы и частота выбраковки - также влияют на прибыльность стада. Экономические потери при задержках в воспроизводстве выражаются в различных формах:

- 1) Общая продуктивность коровы на протяжении всей жизни снижается, поскольку:
 - Пик молочной продуктивности достигается значительно реже;
 - Удлиняется непродуктивный период (период сухостоя);
- 2) Уменьшается количество телят, рожденных за год, что в свою очередь:
 - Уменьшает возможность выбраковки коров с низкой продуктивностью, что
 - Снижает генетический прогресс;
- 3) Увеличиваются ветеринарные затраты, а также прямые расходы на выведение породы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕЧКИ

ВАЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕЧКИ

Преимущество животных с высоким потенциалом для производства молока является очевидным. Однако правильное воспроизводство оказывает существенное влияние на продуктивность коровы в течение всей жизни. Общая продуктивность (в течение жизни животного) определяется суммой всех лактаций.

Для того, чтобы повысить общую продуктивность, корову необходимо осеменять через 80-90 дней после отела. Это позволяет животному телиться и начинать новую лактацию каждые 12,5-12,8 месяцев. Более длительные интервалы между отелами оказывают отрицательный эффект на общую (в течение жизни) продуктивность коровы.

На многих фермах искусственное осеменение практически заменило использование быков. Тем не менее, многие фермеры находят спаривание некоторых коров с быками удобным в определенных ситуациях, когда не представляется возможным правильно определить течку и провести искусственное осеменение.

В племенных программах, которые полагаются на искусственное осеменение, точное и эффективное определение течки (половой охоты) необходимо для правильного управления воспроизводством и поддержания прибыльности молочного стада. Правильное определение течки необходимо для обеспечения:

- Осеменения первотелок в возрасте 15 месяцев;
- Поддержания среднего интервала между отелами в промежутке между 12 и 13 месяцами;
- Ускорения генетического прогресса путем использования генетически лучших производителей.

ЧТО ТАКОЕ ТЕЧКА?

Течкой, или половой охотой, называется период половой восприимчивости (когда корова позволяет быку покрыть себя), который обычно проходит у неоплодотворенных коров и телок, достигших половой зрелости. Такой период может продолжаться от 6 до 30 часов и повторяется, в среднем, каждые 21 день.

Однако интервал между течками не всегда стабилен и может изменяться в пределах от 18 до 24 дней. Естественная случка коровы и быка может произойти только в случае, когда корова находится в состоянии половой охоты. Оплодотворение может быть достигнуто как путем натурального, так и искусственного осеменения, произведенного сразу же после окончания течки. Во время течки в крови коровы содержится большое количество эстрогена. Эстроген - это гормон, производимый в больших количествах фолликулами в яичнике по окончании цикла течки. Некоторыми из его функций являются:

- Участие в последней стадии созревания яйцеклетки в яичнике;
- Подготовка воспроизводительного тракта к возможной стельности;
- Воздействие на нервную систему коровы и изменение ее поведения в сторону проявления внешних признаков течки.

ПРИЗНАКИ ТЕЧКИ

Определение течки у коров является в равной мере искусством и наукой и требует внимательного наблюдения. У большинства коров наблюдается сходная схема поведения, постепенно меняющаяся от начала к концу периода течки. Знание такого постепенного изменения можно использовать для определения того, находится ли животное в начале, середине или конце периода течки. У некоторых коров признаки половой охоты могут проявляться очень ярко, тогда как у других изменения в поведении могут быть минимальны. Вдобавок, внешние признаки течки могут изменяться под воздействием условий содержания (пастбище, привязное стойло или свободное стойло) и климата.

Ранние признаки течки

У животного появляются признаки первозности и беспокойства. Корова ходит и остается активной, в то время как другие животные спокойно лежат. Многие коровы чаще мычат перед началом активной течки. Если стадо находится на пастбище, корова, входящая в течку, может покинуть стадо, ходить вдоль изгороди или скакать с задраным хвостом.

Во время течки поведение коровы по отношению к другим коровам значительно меняется.

По мере того, как корова входит в течку, она может морщить нос или задирать верхнюю губу, преследуя при этом других животных и пытаясь понюхать или лизнуть их гениталии. Корова, входящая в течку, может также класть голову на спину или крестец других животных, как будто пытаясь сделать садку.

Рано или поздно корова, входящая в течку, пытается сделать садку на других животных. Это обычно провоцирует ответную реакцию животного, которое пытается убежать, если только оно само не находится в середине периода половой охоты. Хотя корова, входящая в течку, пытается оседлать других коров, она не позволит оседлать себя.

Благодаря возросшему притоку крови в этот период вульва может выглядеть слегка опухшей и розовой.

Признаки активной течки

Ранние признаки течки по-прежнему присутствуют, но корова уже стоит спокойно, если на нее пытается сделать садку другая корова. Такое поведение называется активной течкой и является наилучшим показателем наступления fertильности животного. Во время этого периода корова допустит к себе быка при естественном оплодотворении. Некоторые коровы

могут убегать из-за большого веса быка (или тяжести других коров, делающих садку). Тем не менее нужно считать, что корова находится в активной течке, если она первоначально не избегает садки и не пытается повернуться и лягнуть делающее садку животное.

Наилучшим индикатором течки у коровы является такое поведение, когда она позволяет себе покрывать, оставаясь неподвижной.

Продолжительность активной течки сильно различается у разных коров и первотелок, изменяясь в интервале от 6 до 30 часов и составляя в среднем 16 часов. Кроме того, продолжительность течки для данного животного может значительно изменяться от одного цикла к другому. Частота садок также может существенно варьироваться. Высокая температура воздуха может снижать частоту садок. Животные со слабыми ногами или живущие на крутых склонах или скользкой почве могут проявлять нежелание делать садку.

Слизь, напоминающая белок яйца, выделяется шейкой матки и влагалищем и может стекать с вульвы. Этую слизь можно часто заметить на хвосте коровы. Иногда у коров на привязном содержании собирается целая лужа чистой слизи в стоке позади них.

Хотя у некоторых коров могут по-

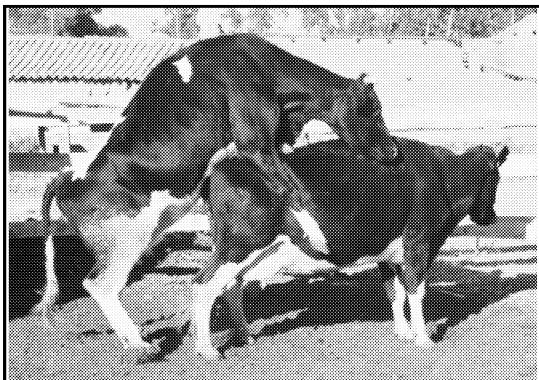


Рис. 2.1: Корова справа на этом рисунке находится в течке; она остается неподвижной при попытке другого животного сделать садку.

Таблица 2.1: Признаки течки у молочной коровы.

АКТИВНАЯ ТЕЧКА

- Стоит неподвижно, позволяя делать на себя садку
- Признаки, ассоциируемые с ранней и поздней течкой

РАННЯЯ И ПОЗДНЯЯ ТЕЧКА

- Ревет как бык (мычит)
- Общие признаки нервозности
- Бежит вперед, как при атаке. Часто наблюдается в позиции голова к голове с другой коровой.
- Толкает в бока других коров.
- Нюхает вульву или мочу других животных, иногда выворачивая ноздри.
- Коровы стоят друг к другу задом и та, которая находится в течке, пытается положить голову на спину другой корове.
- Набухание и покраснение вульвы, сопровождающееся выделением прозрачной слизи

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ¹

- Снижение аппетита и надоев молока.
- Грязь на боках от ног напрыгивающих коров.
- Взъерошивание и возможная потеря шерсти на корне хвоста.

¹ Дополнительные признаки, проявление которых зависит от определенных факторов.

прежнему проявляться признаки нервозности, остальные становятся более дружелюбными и легко позволяют привязывать и вести себя во время отделения их от стада.

Потребление кормов может уменьшиться во время течки. Корова может также стать беспокойной во время доения, которое обычно является тихой, рутинной процедурой. Это может помешать нормальному доению и вызвать нетипичные попытки избавиться от доильного оборудования. Спад в надоях может сигнализировать течку у отдельных коров, тогда как уровень надоев у других животных может оставаться неизменным.

Поздние признаки течки

Коровы, прошедшие пик течки, не позволяют другим коровам делать садку

на себя, но по-прежнему проявляют большинство ранних признаков течки. Шерсть у основания хвоста может быть грубой или стертой, что указывает на то, что корова уже позволила сделать на себя садку.

Период после течки (послетечковое кровотечение)

Послетечковое кровотечение - это истечение крови из воспроизводительного тракта, которое можно заметить на вульве. Оно обычно происходит через два-три дня после активной течки независимо от того, была ли корова спарена и оплодотворена ли она. Если течка не была замечена и началось послетечковое кровотечение, то уже поздно спаривать корову. В этом случае день кровотечения должен быть отмечен и следующую течку можно ожидать через 18-20 дней.

Эффективность определения течки

В зависимости от типа содержания животных и помещений, некоторые из описанных выше признаков можно обнаружить более легко. Например попытки сделать садку можно легко заметить на ферме со свободным стойловым содержанием, но такого рода активность животных совершенно исключается при привязном содержании. Факторы, вызывающие дискомфорт и беспокойство у животных, подавляют проявление характерных признаков. Это может быть высокая температура воздуха и влажность, ветер, дождь, снег; условия, которые могут вызвать подскальзывание или падение животных, боль в копытах, а также ограниченное пространство.

Наиболее верным признаком течки является позволение коровой делать на себя садку. Другие признаки могут быть следствием не только течки. Так уменьшение надоев и плохой аппетит

могут быть вызваны многими другими причинами. Таким образом, в ситуации, когда попытки сделать садку трудно наблюдать, необходимо рассматривать и все другие неявные вышеупомянутые признаки. Вдобавок, аккуратное ведение записей наблюдений необходимо для того, чтобы предвидеть наступление следующего периода течки.

Изменения признаков течки в течение дня

Проявление активности, характерной для течки, следует определено устремлено к стереотипу. Наиболее выраженной такая активность бывает поздним вечером, в течение ночи и ранним утром. Результаты многих исследований показывают, что эта активность минимальна днем и достигает пика ночью. До 70% активности происходит между 7 часами вечера и 7 часами утра (Рис. 2.2).

Для того, чтобы определить 90% случаев течки в стаде, необходимо вести внимательное наблюдение рано утром, поздно вечером, а также с интервалом в четыре - пять часов в течение дня.

С семи до восьми часов утра до сорока процентов коров, находящихся в течке, могут быть замечены при попытке произведения садки на других коров (Рис. 2.3). Однако шансы определения течки у коров в течении дня резко падают. В промежутке между часом и двумя после полудня менее чем у 10% коров впервые замечаются признаки течки. Однако в вечерние иочные часы шансы определения течки опять резко возрастают. Длина периода проявления признаков течки может изменяться от трех до тридцати часов. Поэтому некоторые коровы с коротким периодом могут войти в течку рано вечером и не проявить никаких

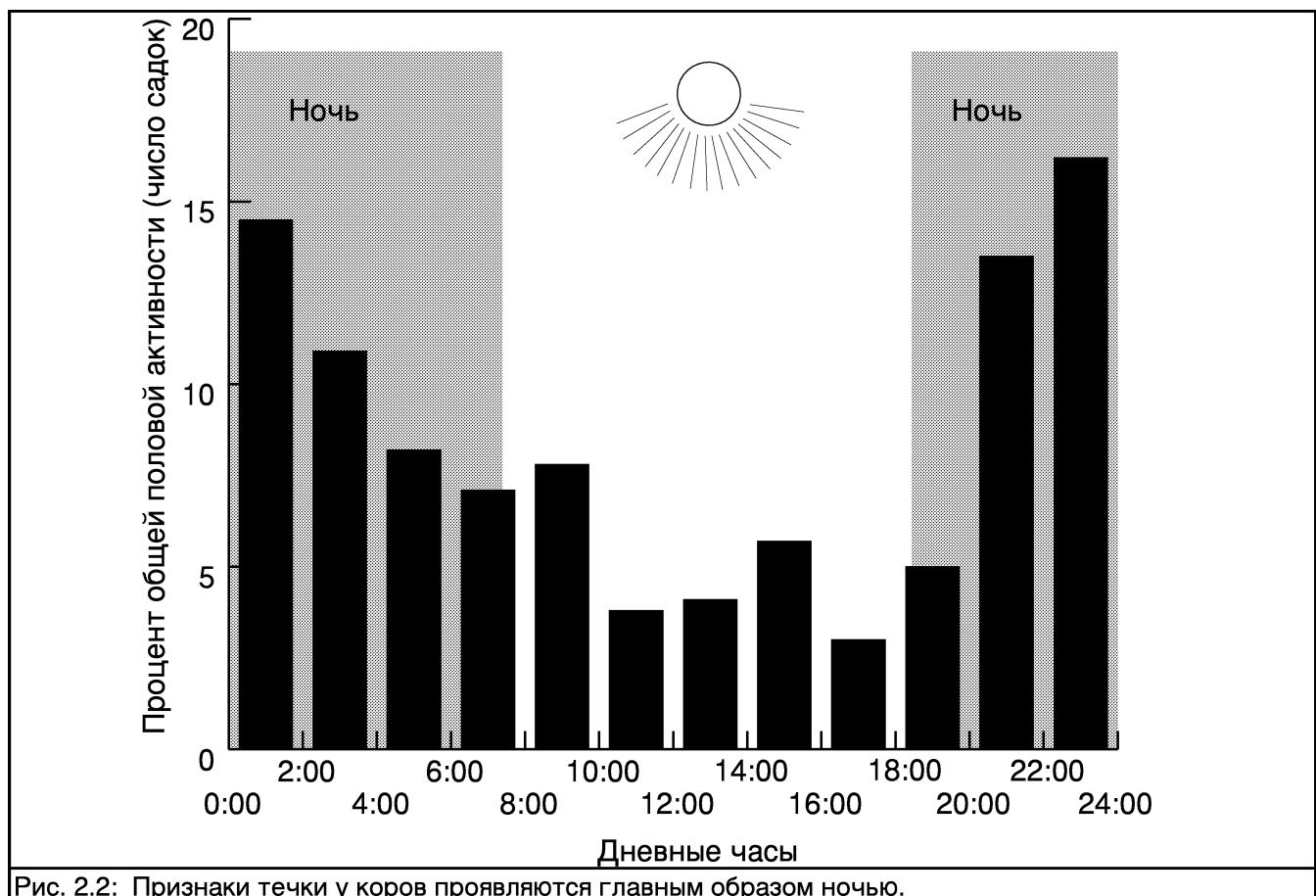


Рис. 2.2: Признаки течки у коров проявляются главным образом ночью.

признаков в утренние часы. Для того, чтобы определить 90% случаев течки в стаде, необходимо вести внимательное наблюдение рано утром, поздно вечером, а также в с интервалом в четыре-пять часов течении дня.

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕЧКИ

На многих фермах определение течки является трудной задачей, которая требует успешного сочетания многих факторов. Ниже перечислены возможные причины неудач в определении течки:

- Корова оплодотворена;
- Корова отелилась и еще не вернулась в цикл течки;
- Течка отсутствует (анэструс) по причине плохого питания, инфекции или вследствие осложнений после отела;

- У коровы имеет место заболевание кисты яичника;
- У коровы происходит овуляция без признаков течки (тихая течка).

Проблемы, связанные с определением течки, могут значительно снизить прибыль. Аккуратное ведение записей является необходимым условием для ведения правильного наблюдения за воспроизводительным статусом коровы. Корова, у которой не обнаружены признаки течки в течение шестидесяти дней после отела, должна быть обследована ветеринаром. Если корова хотя бы раз вернулась в цикл течки, то цикл будет повторяться в среднем каждые 21 день до момента оплодотворения животного. Ниже приведены причины того, почему очень важно иметь список коров, у которых можно ожидать появление признаков течки:

- Ожидание течки улучшит эффективность ее определения;
- Это поможет определить коров, у которых возникли проблемы, связанные с воспроизведением.

Признаки ложной течки у оплодотворенных животных

Обычно беременные животные не проявляют признаков течки. Активный корпус лютеум (желтое тело) выделяет прогестерон, который необходим для поддержания беременности и препятствует возникновению течки. Однако около 5% стельных коров и телок будут оставаться в неподвижном состоянии во время покрытия. Если записи показывают, что корова была оплодотворена и беременность была также подтверждена, необходимо зафиксировать факт проявления признаков ложной течки. Ни в коем случае не стоит производить

повторного осеменения, так как введение осеменительной трубки через шейку матки может послужить причиной выкидыша.

Тихая течка

Тихой течкой называется прохождение овуляции без проявления признаков течки. Обычно первая течка после достижения половой зрелости у молодых телок является тихой течкой. У коров первая овуляция обычно сопровождается коротким циклом (10-15 дней). Часто первая овуляция не сопровождается признаками течки. Однако овуляция, возникающая на 25-40 день после отела, обычно сопровождается признаками течки. Тихая течка очень редко имеет место после протекания хотя бы одной нормальной течки. Если у коровы однажды проявились признаки течки, то их проявление будет продолжаться в

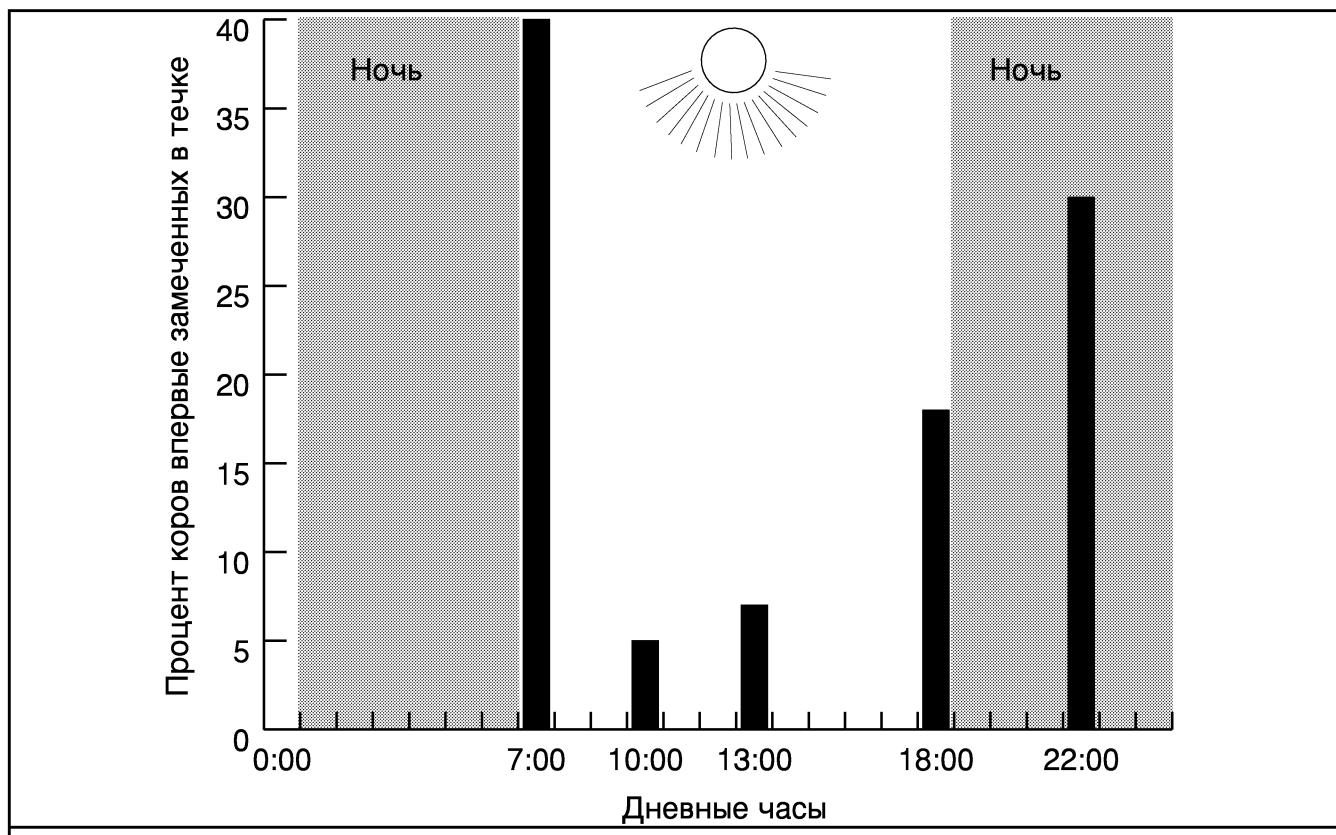


Рис. 2.3: Раннее утро и поздний вечер - лучшее время для выявления течки у коров. (Приведено из: Sreenan, J. and M. Diskin. Breeding the dairy herd. 1992. Teagasc. 19 Sandymount Ave, Ballyboden, Dublin, 4. Ireland.)

последующих циклах. Нельзя путать тихую течку с неудачной попыткой определения течки.

Анэструс

Анэструсом называется отсутствие течки. Плохое кормление и тяжелое заражение матки после отела являются двумя наиболее важными причинами возникновения анэструса. Кроме того, затруднения во время отела (дистоция) или прирастание плаценты могут вызвать задержку возвращения яичника к нормальному функционированию.

Болезнь кисты яичника

Иногда продвижение фолликула к поверхности яичника не завершается овуляцией. Созревший фолликул остается прикрепленным к яичнику. Точные причины болезни яичников до сих пор не установлены, но исследователи выделили две формы кисты яичника - тонкостенную (фолликулярную) и толстостенную (лютеиновую) кисту.

Коровы с фолликулярной кистой проявляют активность, характерную для периода течки, в течение более длительного времени. Такое состояние часто появляется уже после того, как нормальные периоды течки восстановились. Введение гормона Gn-RH является эффективным лечением этого состояния. Gn-RH вызывает вырабатывание гормона ЛГ (лютеинизирующего гормона), который в свою очередь вызывает прорыв фолликулярной кисты (см. приложение по гормонам).

В противоположность животным с фолликулярной кистой, коровы с лютеиновой кистой не проявляют никаких признаков половой охоты. Такое состояние трудно поддается диагностике, и вероятной причиной его возникновения является частичное прорастание стенки фолликула в

"корпус лютеум". Наиболее часто это происходит сразу после отела. Наиболее эффективным лечением в настоящее время является применение простагландинов для стимуляции регрессии лютеиновой ткани.

От 30 до 70% коров с кистой яичника выздоравливают самостоятельно без лечения. Однако после самостоятельного рассосавшейся кисты обычно образуется новая. Кисты необходимо диагностировать с помощью ректальной пальпации и своевременно лечить, так как при отсутствии медицинского вмешательства они удлиняют период между отелами. К животным, у которых возможно развилась болезнь яичников, относятся:

- Коровы, у которых не возобновилась течка в период от 30 до 60 дней после отела;
- Животные, которые проявляют признаки течки постоянно или хаотически.

Квалифицированный ветеринар должен обследовать таких животных, поставить диагноз и при необходимости назначить лечение.

Невыявленная киста яичника задерживает осеменение и удлиняет промежутки между отелами.

Точность определения течки

Спустя 60 дней после отела у некоторых коров не наблюдаются признаки течки по одной из двух причин:

- Нормальное функционирование яичников животного нарушено и оно находится в анэструсе (состояние полового покоя при отсутствии течки).
- Фермер не замечает, что корова на самом деле находится в состоянии течки.

Практические рекомендации

Выявление половой охоты может быть облегчено путем объединения всех коров в ранней стадии лактации в одну группу, чтобы увеличить вероятность формирования активной группы. Когда животные могут свободно передвигаться в различных местах на ферме (пастбище, помещения для доения, кормления и т.д.), фермер должен отмечать конкретные места на ферме и/или время дня, когда признаки половой охоты проявляются наиболее ярко. И наконец, для стада, содержащегося в стойлах с жесткой привязью, рекомендуется иметь выгульную площадку, где коровы могут свободно передвигаться в течение нескольких часов в день ранним утром и поздним вечером в присутствии персонала, которому поставлена задача выявления животных в течке.

Если только не используется видеозапись, практически невозможно зарегистрировать все проявления течки. Наблюдения показывают, что у некоторых животных все признаки течки проявляются между 9 часами утра и 6 часами вечера. Однако большинство коров проявляют признаки течки главным образом ранним утром или поздним вечером.

Помещения для животных

Загоны и стойловые помещения, позволяющие легко и часто наблюдать за стадом большую часть дня, значительно облегчают задачу определения течки. Хорошим примером таких помещений является стойло с беспривязным содержанием скота. Кроме того нахождение быка, содержащегося в отдельной клетке, но в поле видимости и достаточной близости к корове, может оказывать на корову стимулирующее действие и тем самым помочь определить течку. Однако в стаде, где коровы большей частью привязаны (стойла с жесткой привязью) или при пастбищном выпасе, когда наблюдение за стадом невозможно, выявление течки может являться сложной проблемой.

Размер стада — активная группа

Когда более одной коровы в стаде находится в состоянии течки, животные образуют так называемую активную группу. Чем больше стадо, тем большее вероятность образования таких групп.

Вероятность выявления коров в течке существенно возрастает, когда такая активная группа имеет возможность сформироваться (Таблица 2.2). В активной группе из трех животных продолжительность активной течки возрастает. Достаточно всего двум коровам находиться в течке, чтобы частота садок более чем утроилась (Таблица 2.2).

Таблица 2.2: Влияние числа коров, находящихся в течке одновременно, на их поведение¹

Число коров в течке	Продолжительность течки (часы)	Число садок
1	7,5	11
2	7,8	37
3	10,1	53

¹ Hurnick et al., 1975. Applied Animal Ethnology 2:55-68.

ИСКУССТВЕННОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ (ИО)

Искусственное осеменение - это способ, при котором сперма быка искусственно вводится в половой тракт женской особи для оплодотворения яйцеклетки в момент половой восприимчивости.

Пионерами в искусственном осеменении были русские ученые конца 19-го века, ставившие эксперименты на лошадях. В первой половине 20-го века датские ученые первыми опробовали технологию искусственного осеменения на молочных животных. Открытие в 1949 году возможности замораживания и сохранения живой спермы быка

явилось решающим фактором в пользу искусственного осеменения.

ЛУЧШЕЕ ВРЕМЯ ДЛЯ ОСЕМЕНЕНИЯ

Выбор времени осеменения важен для увеличения вероятности оплодотворения. Осеменение приводит к оплодотворению, только если яйцеклетка и сперматозоид оказываются в "нужном месте в нужное время". Яйцеклетка выходит из яичника через 10-14 часов после окончания активной течки и может выжить неоплодотворенной в течение 6-12 часов. После того, как сперматозоиды попадают в воспроизводительный тракт коровы, они могут выжить в течение приблизительно 24 часов.

Когда используется искусственное осеменение, наибольший процент зачатий получается, если корову осеменяют через 12-18 часов после наступления активной половой охоты (Рис. 2.3). Если момент наступления активной течки неизвестен, нужно попытаться осеменить животное по ее окончанию.

Процент зачатий снижается, если коровы осеменены слишком рано или слишком поздно. Считается, что еще слишком рано осеменять животное, когда оно только вступает в активную течку. Также не стоит осеменять сразу после ее начала. С другой стороны, по-видимому уже поздно осеменять животное, если после окончания активной течки прошло более 8 часов.

Долгое время существовало мнение, что время осеменения по отношению к активной течке является критическим

Эффективной рекомендацией считается правило "утро-вечер": если течка замечена утром, необходимо осеменить корову этим же вечером. Если течка замечена после обеда, то используя то же правило, корову необходимо осеменить следующим утром.

фактором, определяющим процент оплодотворения. Однако недавние исследования показали, что процент оплодотворения в проводимом эксперименте не уменьшился. Во время эксперимента оплодотворение производилось в определенное время дня независимо от момента определения течки. Наибольший процент оплодотворения был достигнут, если корова осеменялась с 8 до 11 часов утра.

ОБЗОР ПРИЕМОВ ИСКУССТВЕННОГО ОСЕМЕНЕНИЯ

Цель данного раздела - дать общий обзор приемов, используемых при искусственном осеменении. Ключ к эффективному осеменению лежит в понимании всех этапов, входящих в процедуру. Хорошее обучение и регулярное переобучение персонала является необходимым для поддержания высокого уровня эффективности. Вот некоторые из ключевых аспектов эффективной процедуры искусственного осеменения:

- Правильное хранение спермы.
- Правильное оттаивание спермы и подготовка пробирок, содержащих сперму.
- Правильные приемы помещения спермы в нужное место воспроизводительного тракта коровы.

Хранение спермы

Как правило, сперма упакована в 0,5 мм пластиковые трубки, хранимые в рефрижераторных контейнерах, содержащих жидкий азот. Контейнеры для хранения, используемые на фермах, напоминают большие термосы. С ними необходимо очень осторожно обращаться, периодически проверять на утечку и регулярно восполнять жидкий азот.

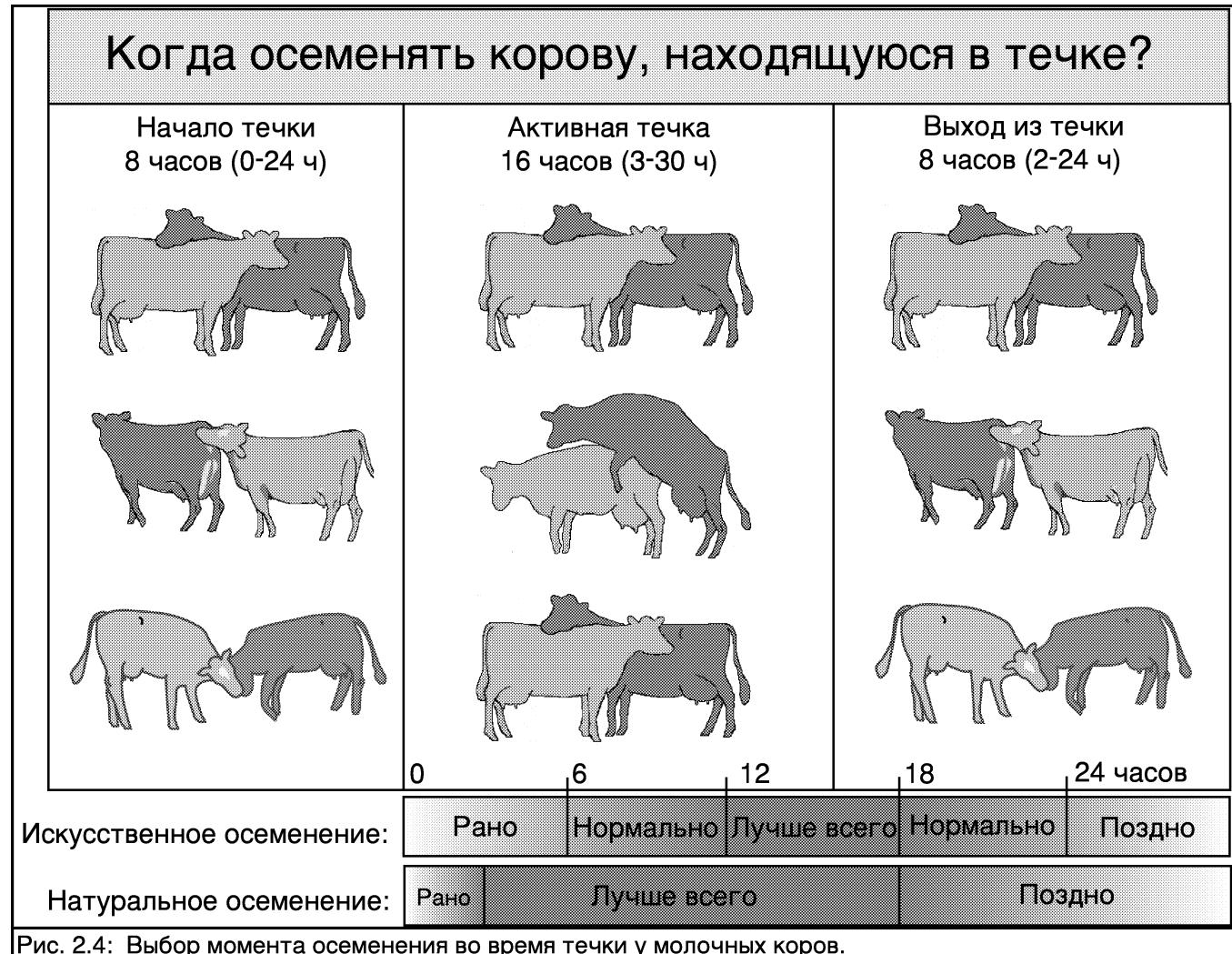
- Искусственное осеменение дает возможность выбрать быка-производителя, который является проверенным обладателем генетических качеств, желательных для данной популяции молочных животных.
- Искусственное осеменение освобождает от затрат и опасностей, связанных с выращиванием быка - производителя на ферме. Искусственное осеменение значительно снижает риск получения потомства с нежелательными генетическими характеристиками.
- Искусственное осеменение позволяет проверять производителя в раннем возрасте. Поэтому его генетические достоинства известны с определенной точностью, в отличие от быков, живущих на фермах, генетические достоинства которых невозможно определить.
- Искусственное осеменение значительно увеличивает выбор быка - производителя.
- Искусственное осеменение максимально снижает риск заражения болезнями, передающимися половым путем.
- Преимущества искусственного осеменения накапливаются поколениями. В результате интенсивного генетического отбора, генетическая ценность коров со временем возрастает.
- Искусственное осеменение требует тесного взаимодействия между селекционерами, техническим персоналом, семенными банками и ассоциациями производителей.

Замороженная сперма остается живой только при определенных условиях.

Она должна содержаться в жидком азоте (при -196°C). Хотя сперма остается замороженной, пока ее температура остается ниже 0°C, при повышении температуры до минус 100-73°C сперматозоиды повреждаются и их жизнеспособность существенно снижается. Сосуд с нужной спермой должен всегда находиться как можно ниже в горловине рефрижераторного контейнера. Если по прошествии 10 секунд нужная трубка не найдена, необходимо опустить сосуд в рефрижератор на 10-15 секунд, чтобы предотвратить слишком большое возрастание температуры. Температура трубки, вынутой из рефрижераторного контейнера, возрастает от -196°C до критической температуры -100°C за 15-20 секунд.

Холодильный резервуар

Холодильные резервуары представляют собой сосуд с двойными стенками. Пространство между стенками заполнено вакуумом, что придает сосуду прекрасную теплоизоляцию (Рис. 2.5). Внутренний сосуд, содержащий жидкий азот, как бы подвешен на горловине внешнего сосуда. Полость внутреннего сосуда охлаждается при медленном и постоянном кипении жидкого азота, сопровождающегося переходом азота из жидкого в газообразное состояние. Плотно закрытый холодильный резервуар взрывоопасен, поэтому фиксатор сконструирован таким образом, чтобы позволять выводить газообразный азот наружу. Жидкий азот сам по себе не является взрывоопасным или токсичным веществом, однако может вызывать обморожения при прямом контакте с кожей. В зависимости от объема холодильный резервуар необходимо перезаправлять каждые 4-9 месяцев.



Холодильные резервуары должны храниться в хорошо вентилируемых помещениях. Во избежание коррозии, помещение должно быть сухим и близость воды или химических соединений абсолютно недопустима. Лучше всего холодильные резервуары хранить на плоских, приподнятых деревянных поддонах, а не на цементном полу. Резервуары должны находиться в таком месте, чтобы их можно было видеть каждый день. Намороженная короста вокруг горловины резервуара является индикатором того, что изоляция нарушена и происходит быстрое испарение жидкого азота. В таком случае необходимо использовать измерительный прут для определения уровня оставшегося в сосуде жидкого

азота. Если в сосуде все еще имеется какое-то количество жидкого азота, то по всей вероятности образцы семени еще не пострадали и их необходимо переместить в новый резервуар с ненарушенной изоляцией. Если в резервуаре не осталось жидкого азота, то может оказаться, что сперматозоиды уже мертвые. Такую редкую, но вполне возможную катастрофу можно избежать путем частых периодических проверок уровня жидкого азота и наличия намороженной корки на горловинах резервуаров. И наконец, всегда необходимо помнить простую истину, что семя в резервуаре представляет собой капиталовложение и требует защиты, так как содержит в себе будущее всего стада.

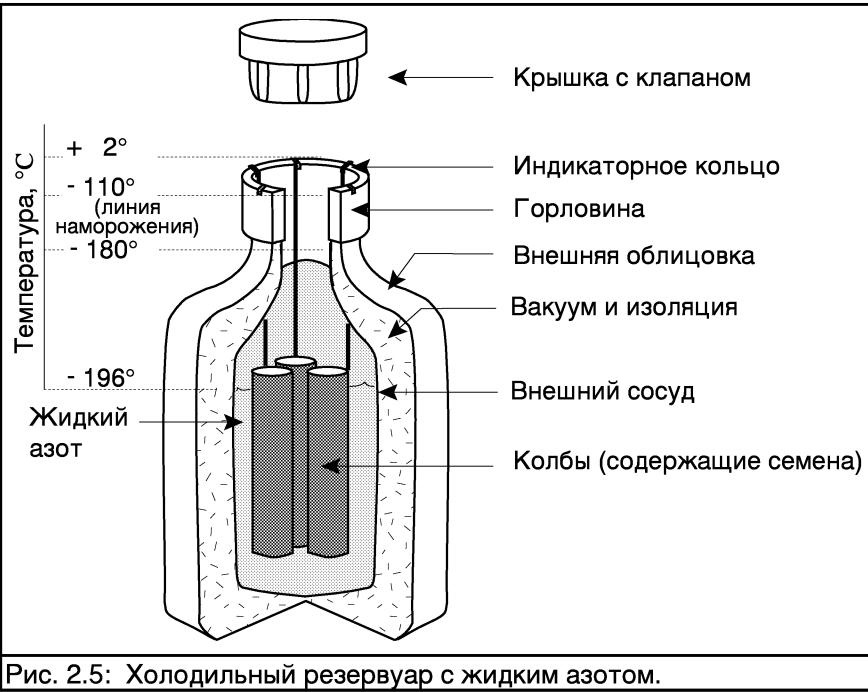


Рис. 2.5: Холодильный резервуар с жидким азотом.

Оттаивание спермы

Высокая скорость оттаивания важна для сохранения оплодотворяющей способности спермы. Любой замороженный материал оттаивает гораздо быстрее, если его поместить в воду вместо воздуха. Сперму нужно оттаивать в небольших термосах, наполненных водой при температуре 32-35°C, в течение 30-40 секунд. При этом исключительно важно использовать точный термометр. Точность термометра должна регулярно проверяться. Если вода будет слишком теплой, существует реальная опасность гибели сперматозоидов. Обычно около 40 процентов сперматозоидов выживают после процедуры замораживания и оттаивания. Однако, если трубка оттаивает на воздухе, а не в воде, доля выживших сперматозоидов может упасть ниже 30 процентов, поскольку оттаивание происходит слишком медленно.

Осеменение

Технология искусственного осеменения требует детального понимания строения полового тракта коровы и

специального практического обучения. Специалист с высокой квалификацией будет очень внимательно следить за соблюдением высокого уровня гигиены на всем протяжении процедуры, чтобы максимально снизить возможность бактериального заражения. Неквалифицированный специалист скорее всего не сможет осеменить корову с первого раза. В то же время небрежное отношение к гигиене или недостаток опыта может легко привести к заражению или непоправимым

повреждениям воспроизводительного тракта коровы.

При естественном спаривании, семя быка попадает во влагалище коровы. При искусственном осеменении пайета должна пройти через шейку таким образом, чтобы семя попало сразу же в полость матки. Для достижения этого специалист осторожно засовывает руку в ректальное отверстие. Очень важно минимизировать движения, чтобы избежать попадания воздуха в ректальное отверстие. Попадание воздуха приводит к "раздуванию", что затрудняет манипулирование органами воспроизводительного тракта. Поиск шейки матки выполняется равномерным поперечным ощупыванием нижней стенки ректального отверстия с постоянным продвижением руки вперед.

Искусство осеменения заключается в знании и умении манипулировать шейкой матки. Шейку матки нужно держать крепко, но аккуратно. При выполнении операции осеменения не следует держать шейку матки, обхватив ее сверху в подвешенном состоянии. Вместо этого необходимо, обхватив ладонью, поддерживать ее снизу, не

налагая никакой нагрузки сверху. После того, как движение шейки матки может полностью контролироваться, пайетта со спермой аккуратно вводится во влагалище и затем в шейку. После того, как кончик пайеты прощупывается на другом конце матки следует быть особо осторожным, стараясь не воткнуть его в рог (завиток) матки. Затем сперма вводится в шейку матки. Вероятность оплодотворения и начала беременности будет снижена, если сперма ошибочно попадет в рог матки.

КОРОВЫ С НИЗКОЙ ПЛОДОВИТОСТЬЮ (ПОВТОРНЫЕ БРИДЕРЫ)

Некоторые коровы, называемые повторными бридерами, не оплодотворяются даже после трех или более попыток. Цикл течки у них регулярный и сопровождается обычными признаками половой охоты. У таких животных не наблюдается отклонений от нормы в яичниках при диагностике методом ректальной пальпации. Отсутствуют также аномальные испражнения. В стаде с нормальной плодовитостью около 9-12 процентов животных могут потребовать более трех попыток для оплодотворения. Таблица 2.3 показывает, что существует тесная

Таблица 2.3: Взаимосвязь между числом повторных бридеров и процентом зачатий.

Число попыток	Зачатий	Успешное зачатие при числе попыток	Неудача после трех попыток
Попыток	Зачатий		
100	70	97	3
100	60	94	6
100	50	88	12
100	40	78	22
100	30	66	34

¹ Brunner, M. A.. Repeat Breeding In: Dairy Integrated Reproductive Management. Ed. E. R. Jordan. Cooperative Extension Service, West virginia University.

взаимосвязь между процентом зачатий и долей повторных бридеров. Низкий процент зачатий связан с большим числом коров, не оплодотворенных после более чем трех попыток.

Низкая способность к оплодотворению у некоторых коров труднообъяснима. Введение таким животным гормона GnRH во время оплодотворения повышает у них процент зачатия. Посредством непрямого гормонального эффекта GnRH укрепляет корпус лuteum (желтое тело), вырабатывающий прогестерон - гормон, необходимый для поддержания беременности. Таким образом, GnRH может уменьшить процент гибели плода в ранней стадии беременности. GnRH дает лучшие результаты при его введении при третьей попытке оплодотворения по сравнению с первой и второй попытками. Некоторые исследователи предлагают использовать GnRH при третьей и последующих попытках оплодотворения для коров, которые в остальном считаются полноценными.

Более 90% коров должно требоваться не более 2-х попыток для оплодотворения.

ДРУГИЕ ПРИЧИНЫ НИЗКОГО ПРОЦЕНТА ЗАЧАТИЙ

Хотя некоторые коровы действительно обладают низкой способностью к оплодотворению, существует множество причин, по которым более трех попыток могут оказаться неудачными. Как сказано выше, коровы с низкой плодовитостью могут составлять до 9-12% от всего стада, но когда более 15% коров требуют трех и более попыток для оплодотворения, это означает возможность существования другой репродуктивной проблемы, которую необходимо решать. Существует несколько факторов, каждый из которых в отдельности может иметь незначительный эффект,

но все вместе могут вызвать существенные проблемы в стаде. Наилучшим выходом будет анализ всей программы воспроизведения с помощью ветеринара или осеменителя. Возможные причины низкого процента зачатий могут быть обобщены следующим образом:

1) Проблемы, связанные с определением течки:

- Неосеменение коровы, которая находилась в течке.
- Осеменение коровы, которая на самом деле не находилась в течке.
- Неправильный выбор момента осеменения по отношению к моменту наступления активной течки.
- Неправильное определение и соответствующие ошибки в записях.

2) Проблемы, связанные с естественным или искусственным осеменением:

- Низкая плодовитость быка.
- Неправильная техника оплодотворения.

3) Факторы, связанные с животным

- Воспаление матки.
- Гормональные расстройства.
- Непроходимость яйцевода.
- Анатомические дефекты.
- Ранняя гибель зародыша.

4) Питание (см. ниже).

Определение причин, вызывающих необходимость большого числа попыток на одно оплодотворение (низкий процент зачатий), является сложным процессом. Несколько факторов из любых из четырех категорий, приведенных выше, могут быть причиной плохого воспроизведения. Эффективность конкретных действий или лечения может уменьшиться, если не все факторы, затрудняющие зачатие, были рассмотрены. Тщательное и полное ведение записей является необходимым требованием для

успешного исправления конкретных влияющих факторов. Фермер должен использовать записи для постоянного контроля за воспроизведением стада и отслеживания малейших изменений до того, как они превратятся в серьезные проблемы.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ

Если течка определена точно и оплодотворение выполнено правильно, искусственное и естественное осеменение дают почти одинаковый результат оплодотворения. В обоих случаях ведение аккуратных записей является существенным для контроля и выявления любых проблем как можно раньше.

КОГДА ПРИМЕНЯТЬ ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ

Хороший процент воспроизведения стада оказывает непосредственное воздействие на прибыльность фермы. При этом изменения в генетическом прогрессе, происходящие при искусственном осеменении, накапливаются в течении многих лет и оказывают долгосрочный положительный эффект.

Применение естественного осеменения может показаться парадоксом, учитывая генетические преимущества искусственного метода. Однако существуют три возможных ситуации, в которых использование естественного спаривания может быть оправдано:

- Персонал фермы не желает или не имеет достаточной подготовки для выполнения задачи определения течки и проведения искусственного осеменения, что приводит к очень низкой репродуктивной эффективности стада.
- Когда долгосрочный генетический эффект играет незначительную

- роль, либо вовсе не имеет значения.
- Если местные условия не имеют инфраструктуры, необходимой для искусственного осеменения.

Учитывая важность определения течки и правильной техники оплодотворения при искусственном осеменении, недостаток обученного персонала для нормального выполнения этих операций может оправдать использование естественного спаривания. Хотя искусственное осеменение широко распространено в настоящее время, многие фермеры применяют комбинацию искусственного осеменения с естественным разведением. Коровы, которые были спарены в подходящее время, проведут наименьшее количество дней при пониженном уровне продуктивности. Зачастую быка используют, когда корова возвращается в течку после трех или четырех неудачных попыток оплодотворения, потому что тогда оплодотворение коровы приобретает особое значение. Не установлено, имеет ли стимулирующее значение присутствие быка на воспроизводительные функции коровы, как например возобновление цикличности у коров с репродуктивными проблемами. Однако биостимуляция успешно продемонстрирована на овцах.

В некоторых случаях долгосрочное генетическое улучшение имеет малое или нулевое значение. Например в работе молочной фермы, в которой первотелки, поступающие на замену, не выращиваются, а покупаются по мере необходимости, использование искусственного осеменения не оправдано. В таком случае генетическое улучшение в стаде может проводиться путем покупки первотелок у производителей, практикующих искусственное осеменение, используя сперму от породистых быков. Использование быков для коров, не

обладающих хорошим генетическим потенциалом, и искусственного осеменения для коров, отобранных для производства следующего поколения первотелок, может дать хороший уровень воспроизводства стада при устойчивом генетическом прогрессе.

БЫК НА ФЕРМЕ

Бык для естественного спаривания может быть выращен на ферме, либо арендован или куплен. Необходимо знать, что каждый раз, когда быка привозят на ферму, возможность заражения животных возрастает. Способность быка определить корову в состоянии половой охоты и провести успешное осеменение зависит от качества семени, половой активности и плодовитости быка. Все быки должны быть обследованы опытным ветеринаром на предмет того, что они физически и репродуктивно здоровы. Молодые быки обычно лучше подходят для естественного спаривания поскольку они менее опасны для человека, более активны и возможность наличия у них возрастного расстройства воспроизводительного тракта значительно меньше. Однако не следует использовать молодых животных, пока у них не закончится стадия полового созревания (до 1 года).

Естественное спаривание может быть оправдано, когда:

- Генетический прогресс не имеет существенного значения.
- Обслуживающий персонал не обладает квалификацией для выполнения работы, связанной с определением течки и применением технологии искусственного осеменения.
- Местные условия не позволяют эффективно использовать искусственное осеменение.

Кормление

Кормление быка должно производиться таким образом, чтобы избежать ожирения или исхудания животного. Рацион, используемый для коровы обычно чрезмерно богат кальцием и протеином и неприемлем для быка. Чрезмерное количество кальция и протеина в рационе может вызвать заболевание копыт и ног, называемое ламинитом.

Сооружения для спаривания

Физический размер быка не должен сильно отличаться от размеров коров, находящихся в стаде. Также нельзя производить спаривание на скользком, мокром и неустойчивом полу. Сухой земляной пол является наилучшим покрытием для максимального снижения риска травмирования животного и поддержания настойчивости быка. Кроме того, недостаточность места и чрезмерное раздражение (из-за присутствия многих людей, собак или громкого шума) могут снизить либидо быка.

Управление натуральным осеменением

Бык, помещенный среди коров, будет осуществлять как определение течки, так и осеменение. Главной проблемой такого решения является сложность ведения точных записей, касающихся дат осеменения. Записи могут быть более аккуратными, если корова находящаяся в течке подведена к быку для осеменения; однако в этом случае бык выполняет только осеменение и фермер остается ответственным за определение течки у коровы. Возможным компромиссом может быть помещение быка в соседнее стойло рядом с коровами. Таким образом можно использовать наблюдения за поведением быка и коров в качестве

вспомогательного средства в определении течки.

РИСК, СВЯЗАННЫЙ С НАТУРАЛЬНЫМ ОСЕМЕНЕНИЕМ

Опасность для человека

Содержание быка на ферме всегда связано с определенной опасностью, иногда приводящей к смертельным случаям. Если фермер боится быка или четко не представляет всей опасности, то необходимо настоятельно не рекомендовать ему заводить быка. Также не рекомендуется заводить быка, если ферма не оснащена необходимым оборудованием и постройками. Если бык содержится на ферме, то необходимо быть совершенно уверенным в том, что стены и двери загона достаточно прочны и безопасны. Кроме того, необходимо постоянно помнить о существующей опасности.

Передача венерических болезней

Существует несколько венерических болезней, которыми могут заразиться парнокопытные животные. Двумя наиболее важными из них являются кампилобактериоз и трихоманоз. В обоих случаях инфекция находится в пенисе или крайней плоти быка. Хроническое заражение чаще

Использование быка на ферме имеет свои плюсы и минусы:

- **Быки являются источниками опасности на фермах и служат причиной многочисленных травм и смертей. Техника безопасности должна строго соблюдаться в любое время.**
- **Правильное кормление и стойловое содержание являются дорогостоящими.**
- **Риск распространения определенных заболеваний значительно выше, чем при искусственном осеменении.**

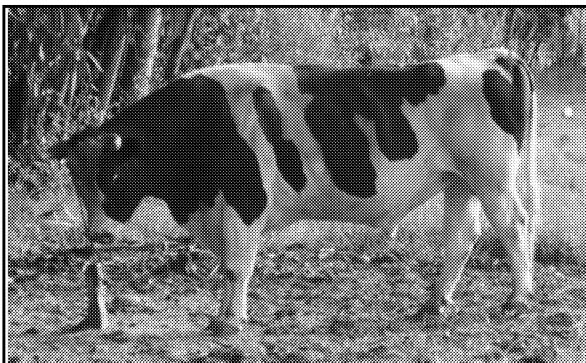


Рис. 2.6: Норовистые быки представляют собой постоянную угрозу безопасности работников фермы.

встречается у более старых животных. Даже если бык является инфекционным носителем, клинические проявления заражения практически отсутствуют, так как инфекционные микроорганизмы не попадают в организм животного. В результате бык не развивает иммунитета против этих инфекционных агентов. Однако во время естественного оплодотворения, инфекция легко передается половым органам коровы и может вызвать временную бесплодность. Как следствие кампилобактериоза, корова не может зачать, но она может выработать иммунитет против этих микроорганизмов. Необходимо приблизительно четыре месяца для того, чтобы у корова восстановила способность к оплодотворению. Инфекция может послужить причиной выкидыша у беременной коровы, особенно если корова находится между третьим и шестым месяцем. Наличие инфекции у одной коровы является показателем заражения всей группы или всего стада.

При трихомонозе инфекция может не повлиять на зачатие и развитие плода, однако заражение плодной оболочки может послужить причиной

прекращения беременности в первые три месяца. Если выкидыш не был замечен, то корова классифицируется как бесплодная и интервал между отелами увеличивается до 90-100 дней.

Разработанные недавно вакцины позволяют предотвратить заражение венерическими болезнями, однако полное выздоровление стада может быть достигнуто только в случае строгого карантина, спланированного с помощью ветеринара.

Если корова заразилась от быка венерическим заболеванием, то это может вызвать бесплодность продолжительностью до четырех месяцев.

Тепловой стресс

Высокая температура окружающей среды имеет большое влияние на оплодотворительную способность быка, однако для разных пород этот эффект различен. Если бык выращен в среде с умеренным климатом и затем перемещен в местность с тропическими климатическими условиями, его плодовитость, а также половая активность будут особенно снижены во время летних месяцев. Однако с другой стороны, акклиматизированные быки породы зебу не так подвержены тепловому стрессу. Содержание животных в тени уменьшает негативное влияние теплового стресса. В связи с тем, что развитие сперматозоидов у быка занимает от одного до двух месяцев, проявление снижения плодовитости быка наступает только на второй месяц. По этой же причине восстановление плодовитости наступает только через один-два месяца.

ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ

Взаимоотношения между животными значительно изменяются во время течки.

Внимательное наблюдение за коровами утром и вечером, а также в дневные часы с 4-5 часовыми интервалами позволяет определить до 90% случаев половой охоты в стаде.

Более 90% поголовья фермы требуется не больше двух осеменений для достижения оплодотворения.

Преимущества использования искусственного осеменения:

- Дает возможность выбрать производителя, имеющего генетические качества, необходимые для данной группы коров.
- Не связано с риском и затратами, возникающими при содержании быка на ферме.
- Дает возможность определить качество производителя в раннем возрасте.
- Уменьшает риск распространения венерических заболеваний.
- Имеет эффект накопления генетических свойств на протяжении поколений. Вследствие интенсивной селекции генетическая ценность коровы возрастает с каждым поколением.
- Однако в свою очередь искусственное осеменение требует тесного взаимодействия между фермерами, техническим персоналом, семенными банками и фермерскими ассоциациями.

Натуральное осеменение предпочтительно в следующих случаях:

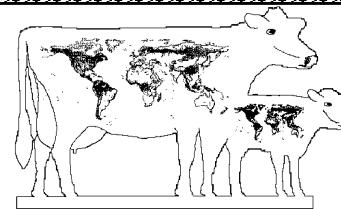
- Генетический прогресс стада не имеет большого значения.
- Если определение течки и осеменение затруднено, в связи с чем возникает опасно низкий уровень воспроизводства, рекомендуется использовать натуральное осеменение для поддержания адекватного уровня стельности стада.
- Если местные условия не позволяют эффективного использования искусственного осеменения.

При использовании быка на ферме возникают следующие проблемы и неудобства:

- Быки мясо-молочного направления очень опасны и служат причиной большого количества несчастных случаев со смертельным исходом на фермах. Правила безопасности должны строго соблюдаться постоянно и без исключений.
- Правильное питание и стойловое помещение для быка стоят достаточно дорого.
- Риск распространения венерических заболеваний значительно выше, чем при использовании искусственного осеменения.
- Заражение коровы венерическими заболеваниями может выразиться в следующих формах:
 - корова может стать бесплодной на период до четырех месяцев;
 - несмотря на успешное оплодотворение, заражение может послужить причиной ранней гибели эмбриона.

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



ГЛАВА 3

БЕРЕМЕННОСТЬ И ОТЕЛ

Содержание таблиц

Таблица 3.1: Преимущества и недостатки различных методов определения беременности.....	46
Таблица 3.2: Наиболее распространенные микроорганизмы, которые вызывают выкидыши.....	47
Таблица 3.3: Возвращение яичника в нормальный цикл и проявление признаков течки после отела	53
Таблица 3.4: Влияние осложнений, возникающих во время и после отела, на срок оплодотворения	54
Таблица 3.5: Гормоны, участвующие в поддержании беременности и выводе плода наружу.	57

Содержание рисунков

Рис. 3.1: Развитие оплодотворенного яйца (зародыша) в яйцеводе	43
Рис. 3.2: Плод в возрасте четырех месяцев, обвернутый плацентными мембранами.....	44
Рис. 3.3: Изменение веса плода в утробе во время беременности.....	45
Рис. 3.4: Концентрация прогестерона в молоке стельных и нестельных коров.	47
Рис. 3.5: Нормальное положение теленка во время отела.....	48
Рис. 3.6: Первая и начало второй стадии отела.....	49
Рис. 3.7: Ненормальное положение теленка при отеле.....	51

БЕРЕМЕННОСТЬ

ОПИСАНИЕ ЦИКЛА БЕРЕМЕННОСТИ

Оплодотворение

Сложная последовательность явлений, приводящих к оплодотворению яйцеклетки и возникновению беременности, протекает под контролем различных гормонов. Оплодотворение - это процесс соединения яйцеклетки и сперматозоида, приводящий к образованию первой клетки нового эмбриона (Рис. 3.1). Оплодотворение происходит в яйцеводе. Хотя миллионы

(в случае искусственного осеменения) или миллиарды (в случае естественного осеменения) сперматозоидов попадают в воспроизводительные органы коровы, всего несколько тысяч достигают места, где происходит оплодотворение. До того, как они смогут оплодотворить яйцеклетку (этот процесс может занимать до шести часов), сперматозоиды проходят через ряд биохимических превращений, называемых активацией. Несколько сперматозоидов могут проникнуть сквозь внешнюю оболочку яйцеклетки, но только один из них попадает внутрь нее. Яйцеклетка немедленно

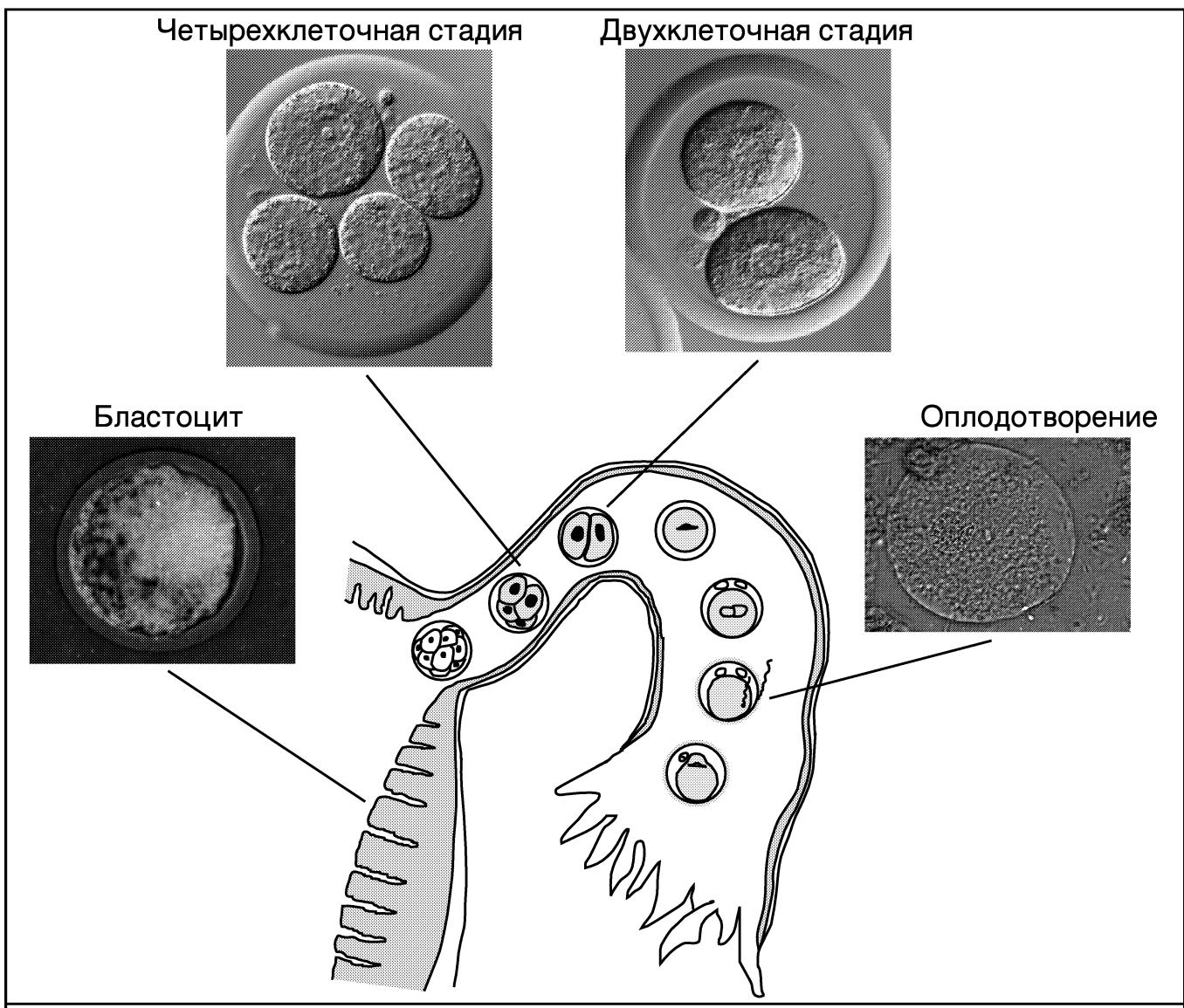


Рис. 3.1: Развитие оплодотворенного яйца (зародыша) в яйцеводе протекает так, что оно состоит из 4-8 клеток к моменту, когда оно достигает матки через два-три дня после овуляции.

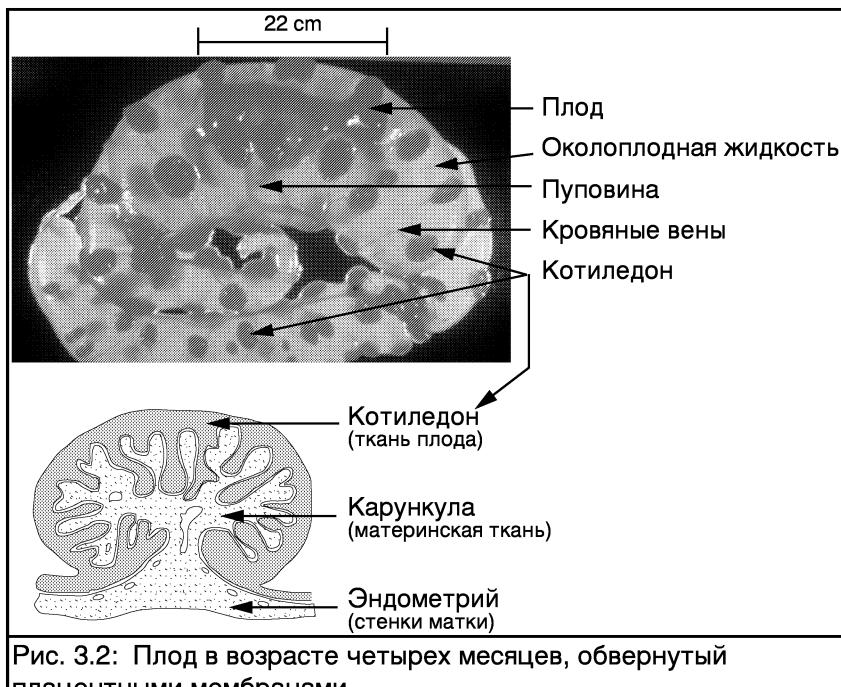


Рис. 3.2: Плод в возрасте четырех месяцев, обвернутый плацентарными мембранами.

становится непроницаемой для других сперматозоидов. Хромосомы яйцеклетки и сперматозоида объединяются. Как только этот процесс завершается, объединенные яйцеклетка и сперматозоид превращаются в зиготу - первую клетку нового эмбриона с уникальным генетическим кодом.

Корова начинает ощущать себя беременной через 16-17 дней после оплодотворения. Корпус лuteum (желтое тело) в яичнике коровы не рассасывается. Оно вырабатывает гормоны, предотвращающие начало нового периода течки и тем самым обеспечивающие продолжение беременности.

Имплантация

После оплодотворения зигота делится много раз без заметного роста в ходе процесса, называемого дроблением. Деление клеток продолжается в быстром темпе, но размер эмбриона начинает расти только после 8-9 дней (Рис. 3.1). Эмбрион попадает в матку через два-три дня после оплодотворения. Однако прикрепление эмбриона к стенке матки, называемое

имплантацией, начинается только на 28 день после оплодотворения.

В то время, когда эмбрион свободно плавает в матке, он впитывает питательные вещества из стенок матки и вокруг него происходит нарастание мембран. Мембранны плода связываются с материнскими тканями матки и формируют плаценту. Одна из мембран, обрастающих плод (allantochorion), прикрепляется к определенным местам на стенках матки (carnicles). Образующиеся складки между этими тканями формируют образования, называемые

котиледон. Котиледон, однако, является только плодной частью этой структуры (Рис 3.2). Плацента коровы имеет от 80 до 100 мест крепления к стенкам матки. Если после отела связь между плацентой и стенками матки не разрушается, то плацента не выходит наружу и в таком случае требуется медицинское вмешательство. Полное прикрепление плаценты происходит на 45 день беременности.

Гибель эмбриона (зародыша)

Гибель эмбриона может произойти по следующим причинам:

- Гормональные нарушения (недостаточное количество прогестерона);
- Бактериальное заражение матки;
- Наличие у эмбриона генетических дефектов.

До тех пор, пока имплантация (прирастание к стенке матки) не завершено, вероятность гибели эмбриона остается очень высокой. Гибель эмбриона случается значительно чаще, чем это фиксируется на практике. Исследования показывают, что приблизительно 10-20% всех

Ранняя гибель эмбриона может быть ошибочно принята за неудачную попытку осеменения или отсутствие признаков течки.

случаев беременности прекращается в результате ранней гибели эмбриона. Если гибель происходит в первые 17 или 18 дней после оплодотворения, то корова возвращается в цикл течки по расписанию и производитель не заметит, что корова была беременна. Поздняя гибель эмбриона вызывает задержку в цикле течки коровы. В этом случае корова проявляет "очевидные" признаки, и интервал течки составляет 30-35 дней. Некоторые животные могут проявлять в этот период признаки половой охоты. Поэтому, если искусственное осеменение применяется к животным с циклом в 30-35 дней, семя должно быть введено в шейку матки, а не в ее полость, чтобы избежать повреждения шейковой пробки, которая закрывает матку от окружающей

После имплантации

После того, как плацента сформирована, эмбрион превращается в утробный плод. Пуповина, которая является частью плаценты, осуществляет передачу питательных веществ из материнской крови в кровь плода, а также обеспечивает вывод наружу шлаков (Рис 3.2). Материнская кровь и кровь плода никогда не перемешиваются. Поэтому такие большие молекулы, как антитела для борьбы с определенными бактериями, находящиеся в крови матери, не попадают в кровь растущего плода. Однако большое количество антител присутствует в молозиве (первое молоко у коровы). Поэтому существует прямая необходимость кормления теленка молозивом сразу после рождения.

Во время беременности развитие плода находится под влиянием генетических факторов (родословная

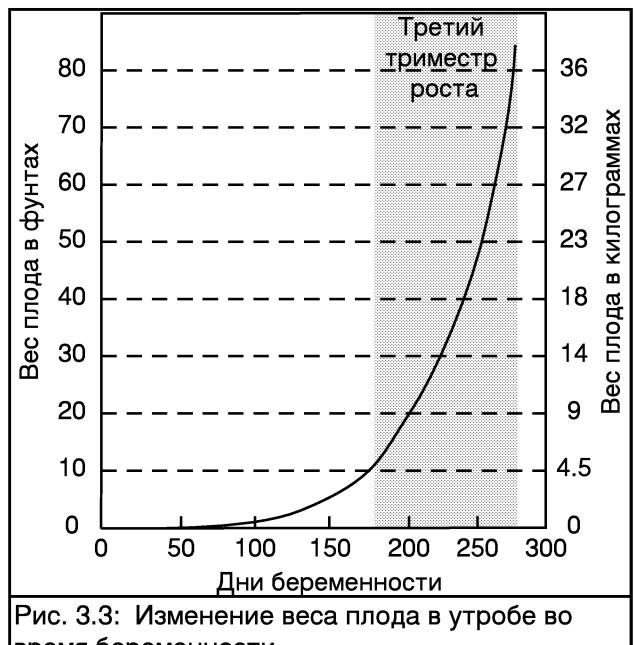


Рис. 3.3: Изменение веса плода в утробе во время беременности.

коровы) и среды, окружающей плод (размер коровы, количество предыдущих отелов, климат и т.д.). Наибольший рост плода происходит в последний триместр беременности (в промежутке от 190 до 282 дня). В это время вес плода увеличивается от 4 кг до 45 кг (Рис 3.3). С увеличением плода увеличивается потребность в питательных веществах в рационе коровы, особенно в течение последних двух месяцев.

ПРОВЕРКА НА БЕРЕМЕННОСТЬ

Проверка на беременность является важным моментом в управлении процессом воспроизводства. Неоплодотворенные коровы должны быть по возможности скорее подвергнуты повторному осеменению. Это необходимо для того, чтобы поддерживать интервал отела в пределах 12,5-12,8 месяцев.

Дата оплодотворения может быть определена только через некоторое время после зачатия. Таблица 3.1 суммирует результаты различных тестов, на основе которых определяется дата зачатия, а также показывает,

Таблица 3.1: Преимущества и недостатки различных методов определения беременности.

Методика	Критерий определения беременности	Кол-во дней после осеменения	Точность	Стоимость	
				Прямая	Косвенная
Содержание прогестерона в молоке	Высокий уровень содержания прогестерона в молоке	21	Высокая	Высокая	Нет
Ректальное пальпирование	Наличие образований, указывающих на присутствие плода в матке	40-60	Высокая	Переменная	Нет
-	Отсутствие течки после осеменения	> 60	Низкая	-	Может быть высокой

сколько дней должно пройти для того, чтобы стало возможным определить результат. Некоторые надежные тесты могут определить беременность в ранние сроки. Несмотря на то, что тест связан с дополнительными затратами, его цель - определение беременности и скорейшее возвращение неоплодотворенных животных на повторное осеменение - оправдывает затраченные средства. Отсутствие течки после последнего осеменения также может служить показателем того, что зачатие произошло. Однако такой метод требует по крайней мере 60 дней ожидания, прежде чем может быть сделано какое-то заключение. В группах животных с плохим надзором за течкой, неправильное определение течки в сочетании с другими проблемами (гибель эмбрионов) приводит к неправильному диагнозу и в результате уменьшает темп воспроизводства стада.

Наиболее простыми методами определения зачатия являются исчезновение течки, молочный прогестерон и ректальное пальпирование.

Невозвращение в течку

Если течка у коровы не возобновилась через 21 день, то можно предположить, что корова оплодотворена. Однако необходимо помнить, что течка также

может быть не определена по следующим причинам:

- Киста яичника;
- Признаки течки не были замечены.

Четкое ведение записей и постоянное наблюдение за поведением животных являются необходимыми факторами для правильного предсказания статуса коровы. Если под рукой нет никаких инструментов для диагностики и в последние 60 дней признаков течки не было замечено, то корова обычно считается оплодотворенной.

Если признаки течки появляются позже, чем через 60 дней, то это значит что много дней было потеряно и интервал отела скорее всего значительно увеличится. В таком случае владельцу можно подумать о выбраковке этих животных в зависимости от их потенциальных возможностей по производству молока и стоимости замены животного.

Ректальное пальпирование

На 40-60-й день после осеменения ветеринар может определить присутствие в матке плода и других структур, образующихся во время беременности и формирования корпус лuteum, путем ректальной пальпации.

Прогестерон

Если корова оплодотворена, то цикл течки останавливается, так как корпус лuteum постоянно выделяет

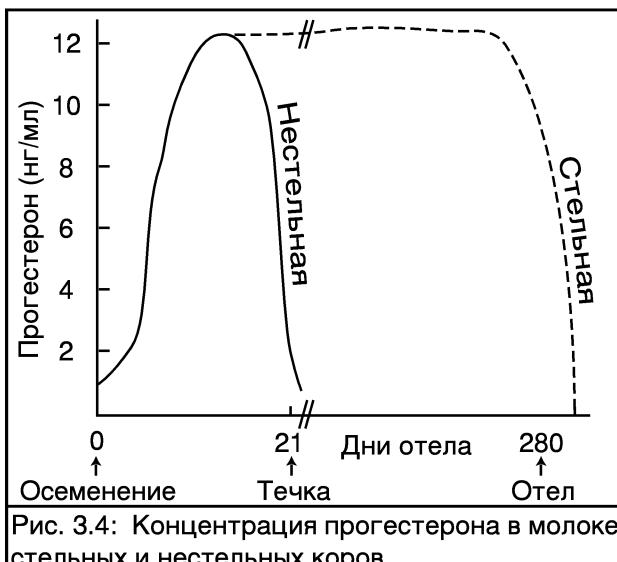
прогестерон на протяжении всего цикла беременности. Постоянное присутствие прогестерона в молоке в первые 21-23 дня после осеменения может служить показателем беременности (Рис 3.4).

ВЫКИДЫШ

Выкидыш - это преждевременный выброс мертвого плода из матки до окончания срока беременности. Самый высокий процент выкидышей происходит в период между оплодотворением и имплантацией эмбриона в матку, но в этом случае они часто регистрируются как гибель эмбриона. Если не замечено, что корова беременна, и если записи наблюдения за течкой не ведутся тщательно, то большинство смертей эмбрионов остаются незамеченными.

После того, как имплантация произошла, количество выкидышей резко снижается. Начиная с сорокового дня и до конца беременности количество выкидышей снижается до 2-3%. Ниже перечислены различные причины, ведущие к выкидышу:

- Осеменение уже беременной коровы;
- Физические повреждения (грубое обращение со стельной коровой);
- Недостаточное питание;
- Корма, содержащие токсины,



- заплесневелые корма или корма, содержащие эстроген;
- Микробные инфекции (венерические заболевания и другие инфекции).

Все случаи выкидышей должны рассматриваться, как потенциально серьезные и опасные для здоровья животных, и поэтому требуется прилагать усилия для постановки диагноза. Бактериальные, вирусные или грибковые инфекции могут явиться причиной выкидыша в период от четырех до семи месяцев беременности (Таблица 3.2). Кампилобактериоз и трихоманоз являются инфекциями, передающимися от быка.

Таблица 3.2: Наиболее распространенные микроорганизмы, которые вызывают выкидыш.

Бактерия	Вирус	Простей-	Грибок
шие			
Бруцеллез	ВД ¹	Трихомо-	Микоти-
Лептоспироз	ИР ²	ноз	ческий
Листериоз			аборт
Кампилобактериоз			

¹ Вирусная диарея крупного рогатого скота

² Инфекционный ринотрахеит крупного рогатого скота

Использование искусственного осеменения может предотвратить распространение этих болезней. Если произошел выкидыш, то необходимо очень аккуратно обращаться с плодом и вытекающей жидкостью, чтобы избежать возможного заражения. Необходимо сразу же вызвать ветеринара и отправить на экспертизу плод и плаценту. Если существует подозрение наличия бруцеллеза, то необходимо принять специальные меры предосторожности, так как микроорганизмы, вызывающие

Причиной выкидыша могут послужить физические повреждения, недостаток питания, токсичные или заплесневелые корма, а также микробные инфекции.

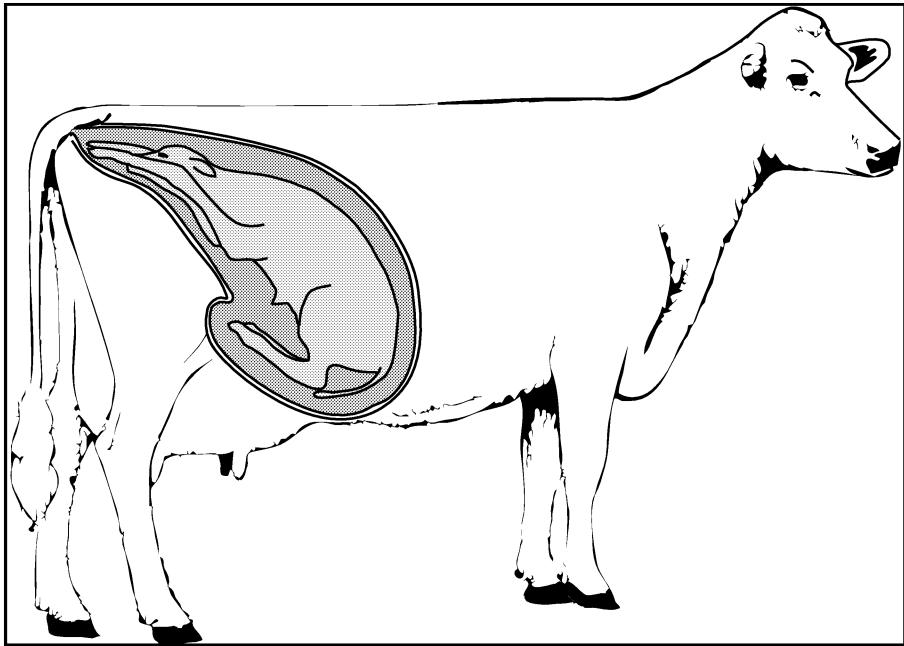


Рис. 3.5: Нормальное положение теленка во время отела.

брюцеллез, могут заразить человека и вызвать у него высокую температуру.

Выкидыш в поздней стадии лактации влечет большие экономические потери. Это проявляется не только в потере будущего теленка, но также и в резком удлиннении цикла воспроизведения. Процесс повторного осеменения может оказаться достаточно медленным и трудным из-за возможного присутствия оставшейся плаценты. Период воспроизведения может возрасти до 18 месяцев и более, и в таком случае выбраковка коровы может явиться самым экономичным решением. Стоимость выращивания замены может быть меньше, чем стоимость дальнейшего содержания этого животного.

ОТЕЛ

Отелом называется процесс рождения теленка с последующим выходом плаценты. Сочетание гормонов, выделяемых плодом, плацентой и организмом матери, вызывает цепь явлений, заканчивающихся рождением теленка (см. приложение). С

приближением времени отела плод постепенно разворачивается в предродовое положение. В нормальной родовой позиции теленок лежит на брюхе с вытянутыми вперед передними ногами по направлению к шейке матки, и его голова находится между ног (Рис. 3.5). Ненормальное предродовое положение теленка встречается с частотой один случай на каждые 20 отелов (5%). Приблизительно с такой же частотой встречаются случаи прироста плаценты.

Они составляют от 5% до 7% от числа нормальных случаев.

ПРИЗНАКИ НАСТУПАЮЩЕГО ОТЕЛА

Ниже приведены некоторые признаки наступления периода отела:

- Увеличение размеров вымени, что может привести к отечности, особенно у первотелок;
- Расслабление тазовых связок которое приводит к опадению тазовых костей на одну из сторон основания хвоста;
- Выход наружу развоженной слизистой пробки, которая закрывала шейку матки во время беременности (этот признак проявляется за несколько дней до отела).

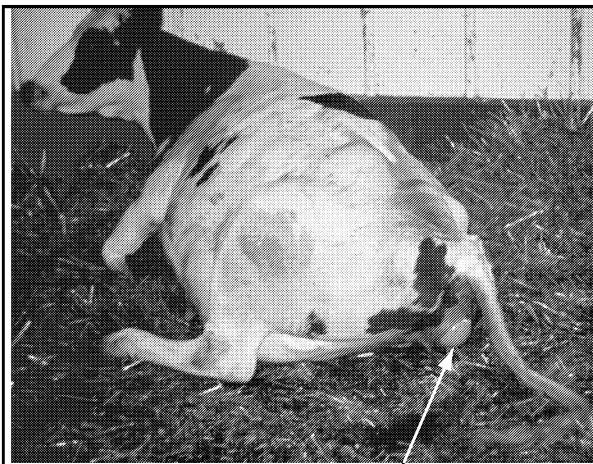
При интенсивном (стойловом) содержании коров, стельную корову, ожидающую отела, необходимо перевести в чистое, продезинфицированное отдельное стойло, специально используемое для отелов. На каждые 8 коров в стаде необходимо одно такое стойло.

ТРИ СТАДИИ ОТЕЛА

Стадия 1: расширение шейки матки

У взрослой коровы первая стадия отела длится от двух до трех часов, а у молодых телок, телящихся впервые, этот процесс может длиться от четырех до шести часов. Этот процесс включает в себя расширение шейки матки и продвижение плода в образованный канал. В это время поведение коровы становится тревожным; она может продолжатьnormally питаться, но при этом становится беспокойной. Каждые пять минут возникают сокращения матки, которые делятся до пяти секунд. В этой фазе корова дугообразно выгибает спину и начинает выталкивать через шейку матки первый околоплодный мешок, пытаясь тем самым расширить шейку матки (Рис. 3.6А). В конце этой фазы первый мешок разрывается и выпускает наружу желтоватую жидкость (инулиновая жидкость).

Не следует разрывать вручную первый околоплодный мешок, выходящий наружу во время отела. При выходе наружу этот мешок оказывает давление на стенки шейки матки и тем самым помогает ей расширяться.



(A) Сначала "Водяной мешок"

Стадия 2: Выход теленка

Корова может ложиться на некоторое время, но часто встает и беспокойно двигается. Вторая стадия характеризуется продолжающимся движением теленка через родовой канал и в конечном итоге его выходом наружу. При нормальном прохождении первыми появляются передние ноги, за которыми следует голова мордой вперед. В большинстве случаев теленок все еще находится во втором околоплодном мешке (наполнен амниотической жидкостью). После того, как голова появилась наружу, обычно необходим еще один толчок, чтобы прошли полностью передние ноги и теленок полностью вышел наружу. При нормальном отеле вторая стадия значительно короче первой. Однако, если теленок достаточно большой, то эта стадия может затянуться до 10 часов.

Стадия 3: выход плаценты

Во время третьей фазы плацента отделяется от матки и выходит наружу. После того, как теленок вышел наружу, матка продолжает сокращаться еще некоторое время. Эти сокращения



(B) Затем передние ноги теленка

Рис. 3.6: Первая и начало второй стадии отела. Появление первого водяного мешка указывает на то, что шейка матки существенно расширилась (A); на рисунке (B) видно около одной трети передних ног теленка, что является индикатором того, что голова по-видимому пройдет через шейку матки без осложнений. Остальная часть тела теленка обычно проходит легко.

помогают разорвать котиледоны, отделяя плаценту от матки. В нормальных условиях плацента полностью выходит наружу в течение 12 часов после отела.

Ошибки, часто встречающиеся во время отела

Преждевременное повреждение первого околоплодного мешка может отрицательно сказаться на процессе расширения шейки матки. Раннее вмешательство и нарушение естественного течения процесса отела является довольно частой ошибкой на практике. В такой ситуации очень важно предоставить корове достаточно времени для того, чтобы завершились нормальные стадии отела. Нормальный отел может продолжаться до восьми часов. Другой часто встречающейся ошибкой является применение внешней силы сразу же после того, как наружу появятся передние копыта. В первый момент после появления копыт шейка матки еще неполностью растянута. Обычно вмешательства извне не требуется вообще, кроме тех случаев, когда после длительных попыток разродиться, продолжающихся безостановочно в течении двух - четырех часов, корова начинает проявлять признаки усталости и передние копыта теленка еще не появились.

Нормальный процесс отела может продолжаться до восьми часов; самой распространенной ошибкой является преждевременная попытка помочь вытащить теленка за передние ноги.

ДИСТОЦИЯ—ЗАТРУДНЕННЫЕ РОДЫ

Дистоция, или так называемые затрудненные роды, является основной причиной смерти новорожденных телят во время родов или сразу же после них. Кроме того, это вызывает увеличение

риска прирастания плаценты и инфекции матки, что в свою очередь задерживает следующую беременность и увеличивает интервал между отелами. Затрудненный отел происходит по следующим причинам:

- Ненормальное положение плода во время родов (Рис. 3.7);
- Чрезмерный вес коровы, который в свою очередь определяется:
 - Весом теленка;
 - Питанием коровы во время поздней лактации и периода сухостоя, так как в это время определяется ее вес (формируется жировая прослойка);
 - Полом теленка; бычки обычно тяжелее чем телки.
 - Продолжительность беременности; в последние дни беременности теленок может набирать в день от 0,15 до 0,5 кг. Поэтому, если период стельности затягивается и превышает среднюю продолжительность в 282 дня, теленок становится очень тяжелым.

В любом из этих случаев затрудненные роды имеют место, когда размеры теленка слишком велики по сравнению с тазовым проходом. У первотелок отел проходит обычно тяжелее, чем у взрослых коров по двум причинам. Во первых, первотелка никогда не телилась до этого, а во вторых, на момент отела процесс роста коровы еще продолжается. Однако хорошо развитые телки могут телиться без особых проблем.

Двойни или неправильно расположенный плод увеличивают возможность возникновения затрудненных родов. Некоторые коровы имеют генетическую предрасположенность к затрудненным родам, однако генетическая передача

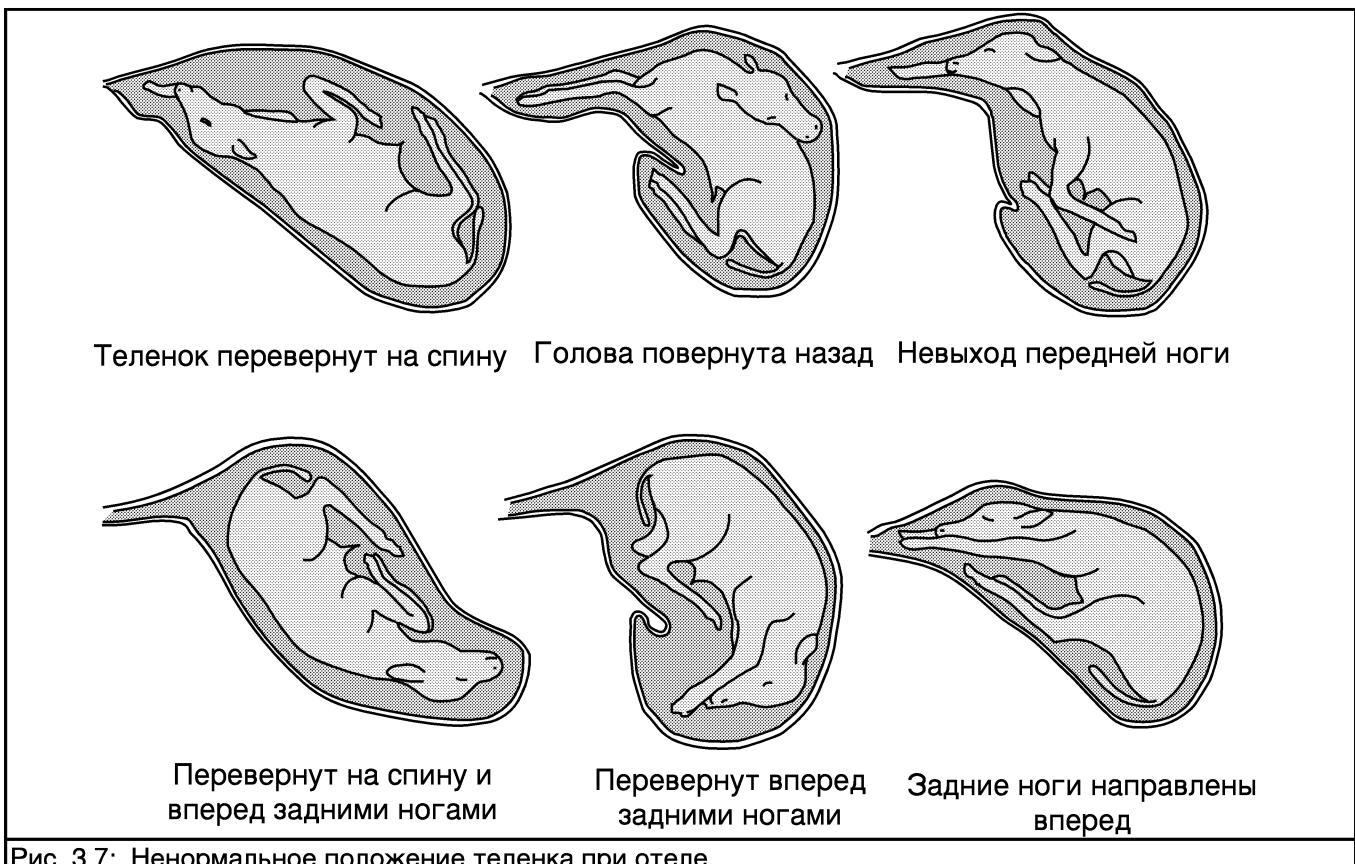


Рис. 3.7: Ненормальное положение теленка при отеле.

этого признака достаточно низка (от 5% до 15%).

Уменьшение количества затрудненных отелов

Правильный присмотр за животными и в особенности правильное кормление играют важную роль в уменьшении количества затрудненных отелов. Если первотелка достигла необходимого размера и у нее достаточно сил для отела, то даже у телок в возрасте 24-26 месяцев не возникает больших сложностей при отеле. Недокармливание телят во время их роста является наиболее распространенной причиной вызывающей в дальнейшем затруднения при отеле. При недокармливании развитие скелета ограничивается, что приводит к образованию узкого тазового прохода, который и является причиной осложнений во время отела. Перекармливание также приводит к увеличению количества затрудненных

отелов. Практика показывает, что телки и коровы с излишним весом обычно рожают большого теленка, что и приводит к трудностям при отеле. Генетический отбор не является наилучшим способом уменьшения количества затрудненных отелов, так как данный признак достаточно плохо передается генетически. Выбор быка производителя на основе легкости отела можно производить только в стадах с большим количеством затрудненных отелов.

Для того, чтобы уменьшить количество затрудненных отелов, кормление телят необходимо строить таким образом, чтобы избежать перекармливания или недокармливания.

Что делать при затрудненном отеле

Затрудненный отел или отел, когда фермер вынужден применять силу, обычно вызывает осложнения. В

результате этих осложнений молочная продуктивность может резко упасть и корова может стать временно или постоянно бесплодной.

Для того, чтобы определить, требуется ли корове помочь, необходим большой опыт. После одного или двух часов схваток должны появиться передние копыта теленка. Если этого

не происходит и корова начинает проявлять признаки усталости, то необходимо оказать помощь. Перед тем, как попытаться вытянуть теленка, необходимо проверить правильность его расположения и поправить его при необходимости. При оказании дополнительной помощи сила должна прикладываться очень осторожно и

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОТЕЛА

Правильный уход за коровой является очень эффективным средством, уменьшающим стресс и количество смертельных исходов у животных. Уход за молочным стадом с целью уменьшения трудности отела является правильным направлением в работе по увеличению производительности стада и требует обеспечения следующих факторов.

- **Правильное кормление:** Правильное кормление является важным фактором: нельзя производить осеменение до тех пор, пока телка не наберет необходимый вес. Корову нельзя перекармливать в последний период лактации или в период сухостоя, так как чрезмерный вес (ожирение) увеличивает риск возникновения затрудненного отела.
- **Использование отдельного стойла для отела:** Примерно на каждые 8 коров должно быть зарезервировано отдельное стойло для отела (родильное отделение). Поэтому при стаде в 40-50 коров необходимо иметь в резерве порядка 6-7 индивидуальных загонов, в которых корову можно свободно перемещать на время отела. Стойло должно быть всегда сухим, хорошо вентилироваться и тщательно чиститься после каждого отела.
- **В случае возникновения осложнений будьте готовы обратиться к ветеринару за помощью, но проявляйте достаточно терпения:** Желательно заметить признаки начала отела в ранней стадии и наблюдать за его прохождением. Необходимо предоставить корове достаточно времени для подготовки к выходу теленка: после одного или двух часов интенсивных схваток передние копыта теленка должны появиться наружу. Если признаков нормального протекания отела не появилось и корова стала уставать, необходимо проверить положение теленка. Если вы не знакомы с правильным положением теленка и не уверены, как исправить ситуацию, необходимо немедленно позвонить ветеринару.
- **Если принято решение вмешаться в процесс отела, необходимо строго соблюдать санитарные условия:** При обследовании коровы строго соблюдайте правила санитарной безопасности и гигиены для того, чтобы максимально уменьшить риск занесения инфекции.
- **Обеспечение хорошей заботы за новорожденным теленком:** После того, как теленок появился на свет, первым делом необходимо прочистить его ноздри от слизи и убедиться, что теленок задышал. Щекотания в ноздрях пальцем обычно достаточно для того, чтобы вызвать дыхание. Если проход в легкие заграждает большое количество слизи, то встряхивание теленка за задние ноги обычно прочищает каналы. Необходимо сразу же продезинфицировать область пупка. Для того, чтобы помочь теленку приобрести иммунитет необходимо напоить его молозивом через несколько часов после отела.

вытягивание должно производиться как можно медленнее, для того чтобы предоставить достаточно времени для растяжения мышц. Направление тяги должно быть немного вниз, а не точно прямо от коровы.

Очень важно хорошо помыть руки до самых плеч, а также вульву коровы и весь используемый инструмент перед тем, как начинать работу.

ПОСЛЕ ОТЕЛА

После отела в воспроизводительном тракте коровы должны произойти большие изменения, чтобы подготовиться к последующему оплодотворению. Для того, чтобы поддерживать интервал между отелами достаточно коротким, репродуктивный тракт должен восстановиться в течение 75-80 дней и быть готовым к оплодотворению. Хороший уход за коровой, основанный на понимании происходящих изменений и стресса, которому подвергается животное, помогает избежать задержек возвращения в цикл течки и начала новой беременности.

МАТОЧНАЯ ИНВОЛЮЦИЯ (ВОЗВРАТ В ПРЕЖНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ)

Процесс, называемый маточной инволюцией, начинается сразу после отела. Во время инволюции вес матки резко падает с 9 до 0,7 кг и длина уменьшается со 100 см до 33 см. При инволюции также происходит замена старых тканей, которые были необходимы для поддержания беременности. Удаление этих тканей и замена их новыми занимает некоторое время. Новое зачатие не может произойти до тех пор, пока различные слои тканей матки (мышечные и ткани желез) не будут заменены.

Процесс инволюции может длиться от 21 до 56 дней (от трех до семи недель),

но может и затянуться, если после отела возникают какие-либо осложнения.

ВОЗВРАТ К ОВУЛЯЦИИ И ЦИКЛУ ТЕЧКИ

Корпус лuteum (желтое тело), который был необходим для поддержания беременности, начинает быстро рассасываться перед отелом. У здоровых животных полное созревание фолликула и следующая за этим овуляция могут произойти на 12-14 день после отела. Обычно первый корпус лuteum формируется очень маленьким и существует недолго. Поэтому интервал между первой и второй овуляцией может составлять от 10 до 17 дней. Обычный цикл составляет 21 день.

Спустя 53 дня после отела 90% всех коров возвращаются в нормальный половой цикл, и у них должна быть зафиксирована течка.

В среднем, первая, вторая и третья овуляции проходят на 15, 32 и 53 дни после отела (Таблица 3.3). Однако осложнения, возникающие во время или после отела, могут затянуть начало овуляции и период возвращения в половую активность. Данные таблицы 3.2 также показывают, что большинство первых овуляций и приблизительно половина вторых овуляций сопровождаются невыраженным периодом течки. Однако к 53 дню после

Таблица 3.3: Возвращение яичника в нормальный цикл и проявление признаков течки после отела¹

Порядок	Овуляция	Процент коров, находящихся в течке	
		Присутствуют ²	Отсутствуют ²
Первая	15	23	76
Вторая	32	46	54
Третья	53	90	10

¹ Данные заимствованы из Dairy Profit Series: Reproduction: Your key to future profits. 1986. Extension Publication #253, North Central Region.

² Присутствуют = активная течка; Отсутствуют = скрытая течка.

отела у примерно 90% коров должна быть зафиксирована течка.

ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ОТЕЛА

Основой обеспечения максимально быстрого цикла зачатий является предотвращение возникновения различных расстройств. Любые осложнения во время отела увеличивают количество требуемых осеменений, а также количество дней, необходимых для начала новой беременности (Таблица 3.4).

Таблица 3.4: Влияние осложнений, возникающих во время и после отела, на срок оплодотворения¹.

Расстройства	Оплодотворение ²	Количество открытых дней ³
Нет	49%	105
Затрудненный отел	43%	105
Прирастание плаценты	42%	114
Инфицирование матки	36%	119
Киста яичника	35%	136

¹ Smith, R.D. 1984. Dairy Integrated reproductive management. Cooperative extension service West Virginia.

² Процент беременных коров после одного осеменения.

³ Количество дней от отела до оплодотворения.

ПРИРАСТАНИЕ ПЛАЦЕНТЫ

Плацента считается приросшей, если она не выходит полностью наружу через 12 часов после отела. Обычно снижение кровяного потока и увеличение сжатия матки во время и после отела является достаточным для отделения плаценты от стенок матки. Если прирастание плаценты случается не чаще, чем в 5-10% всех отелов, то такое явление считается нормальным. Частота случаев прирастания плаценты значительно возрастает, если происходит затрудненный или преждевременный отел (включая случаи с использованием медикаментов, стимулирующих отел). Дополнительной причиной прирастания плаценты может послужить бактериальная инфекция. В

таком случае частота случаев прирастания плаценты возрастает до 50% и более.

Настоятельно не рекомендуется удалять плаценту вручную, так как при этом возможно повреждение матки, что может привести к стерильности (бесплодности) животного. Исследования показали, что при ручном удалении плаценты период возврата в течку у коровы в среднем возрастает. Обычно рекомендуется подождать некоторое время, чтобы этот процесс произошел самопроизвольно. Усилия должны быть направлены на то, чтобы избежать инфекционного заражения и стимулировать сокращения матки. Иногда гормон эстрогена используется для того, чтобы ускорить этот процесс. Серия инъекций антисептика также может быть достаточно полезной процедурой. Если были использованы антибиотики, то молоко становится непригодным для питания. Однако считается абсолютно безопасным давать такое молоко теленку. В зависимости от того, какие антибиотики были использованы, молоко может быть непригодным для питания на протяжении 72-96 часов.

Осложнения, возникающие во время отела и после него, увеличивают количество необходимых осеменений и срок до начала новой беременности.

Предотвращение прирастания плаценты должно быть одним из важных направлений в репродуктивном уходе за животными, так как после него возникают последующие осложнения (метрит, гнойный эндометрит). Несмотря на то, что точную причину прирастания достаточно трудно определить, меры предотвращения включают в себя соблюдение санитарных правил во время отела и правильное кормление во время сухостоя (см. Главу 4).

МЕТРИТ

Метрит - это воспаление матки вызываемое, в основном, микроорганизмами. Метрит может быть часто определен по большому количеству гнойных вагинальных выделений. Метрит обычно выражается в том, что задерживается возвращение матки к ее нормальному размеру и тем самым задерживается начало активности яичников и возвращение в цикл течки. В большинстве случаев метрит у коровы возникает после затрудненного отела, либо после прирастания плаценты. Если в стаде более 20% животных страдают от метрита, то фермеру необходимо пересмотреть практику ухода за животными во время и после отела. Для того, чтобы уменьшить риск возникновения инфекции, необходимо постоянно соблюдать правила гигиены, как во время, так и после отела.

В тяжелых случаях острый метрит имеет прямое влияние на здоровье коровы, на ее аппетит и производство молока. Однако многие животные, несмотря на сильные вагинальные выделения сразу после отела, легко выздоравливают в течении нескольких недель без какого-либо лечения. Возвращение в нормальный цикл течки также положительно влияет на процесс очищения от инфекции.

Ветеринарное лечение метрита может включать в себя отсасывание жидкости из матки методом ректального пальпирования, либо введение в матку растворов, содержащих антибиотики

или антисептические средства. После того, как жидкость выходит наружу, эффективность воздействия антибиотиков на инфекцию резко возрастает. Альтернативным методом лечения является вынужденное восстановление цикла течки путем использования гормона простогландин. Сжатие матки во время течки помогает очищению от инфекции и снижает потребность в антибиотиках.

ПИОМЕТРА

Так же, как и метрит, пиометра ассоциируется с инфекционным воспалением матки. Однако в случае пиометры шейка матки находится в закрытом состоянии, предотвращая возможность распространения инфекции. Матка заполняется гноем, и корова не выходит в состояние половой охоты. Такое воспаление может привести к постоянной стерильности коровы. Наилучшим ветеринарным способом лечения пиометры считается искусственное инициирование течки путем введения инъекции простогландин. Простогландин разрушает корпус лятеум, и последующее увеличение содержания эстрогена приводит к течке. При этом открывается шейка матки, что позволяет накопившемуся гною вытечь из матки. После того, как обеспечено вытекание гноя из матки, ее необходимо прополоскать антисептическими жидкостями для вымывания инфекции и стимуляции маточной инволюции (закручивания).

ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ

Стельность:

- Ранняя гибель эмбриона (зародыша) может быть легко интерпретирована как неудачная попытка зачатия или невыход в течку.
- Основные методы определения беременности включают в себя: невозвращение в течку, изменение уровня прогестерона в молоке, ректальное пальпирование.
- Выкидыш может быть вызван физическими повреждениями, недокармливанием, кормлением токсичными и заплесневелыми кормами и микробной инфекцией.

Отел:

- Во время отела не рекомендуется разрывать вручную первый “водяной мешок”, так как он давит на стенки шейки матки и помогает их растянуть.
- Нормальный отел может длиться до восьми часов; часто встречающаяся ошибка заключается в раннем оказании помощи, проявляющейся в вытягивании теленка за передние ноги.
- Для уменьшения осложнений во время отела, диета коровы должна быть составлена таким образом, чтобы избежать перекармливания или недокармливания животного.

После отела:

- На 53-й день после отела 90% всех коров возвращаются в нормальный цикл течки, и у животных должны проявиться признаки половой охоты.
- Осложнения, возникающие во время и после отела, увеличивают количество необходимых осеменений и удлиняют период до начала новой беременности.

ГОРМОНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ПРОЦЕССАХ БЕРЕМЕННОСТИ И ОТЕЛА

В Таблице 3.5 приведены характеристики основных гормонов, участвующих в поддержании беременности и подготовке вымени к новой лактации. Прогестерон играет доминирующую роль в поддержании и развитии беременности. Основным источником прогестерона в последние три месяца беременности являются

корпус лутеум (желтое тело) и плацента.

Плацента производит группу гормонов, отвечающих за развитие молочных желез. Очень важно, чтобы сухой период между двумя лактациями длился не менее 45 дней. Во время этого периода возобновляются клетки, выделяющие молоко, и система отвода

Таблица 3.5: Гормоны, участвующие в поддержании беременности и выводе плода наружу.

Гормон	Место образования	Объект воздействия	Действие	Время
Эмбрио-Протеин	Матка (Эмбрион)	Яичник (КЛ)	Поддерживает развитие корпус лутеум (желтого тела).	В ранней стадии отела
Прогестерон	Яичник (КЛ)	Матка	Уменьшает мышечную активность, а также формирует окружающую среду и питание, подходящие эмбриону.	В ранней стадии отела
		Гипофиз	Предотвращает возникновение цикла течки.	Весь период беременности
	Плацента	Матка	Поддерживает беременность	Последние 2-3 месяца
		Молочные железы	Развивает клетки, производящие молоко	Последние 2-3 месяца
Плацентный лактоген	Плацента	Молочные железы	Развивает клетки, производящие молоко	Последние 2-3 месяца
Пролактин	Передняя доля гипофиза	Молочные железы	Развивает клетки, производящие молоко	Последние 2-3 месяца
Релаксин	Яичник (КЛ)	Матка	Позволяет матке растягиваться для того, чтобы приспособиться к растущему плоду.	Весь период стельности
		Шейка матки и таз	Расслабляет мышцы	Отел
Эстроген	Плацента	Молочные железы	Развивает молокоотводные каналы	Последний месяц
		Передняя доля гипофиза	Вызывает выделение окситоцина	Отел
Кортизол	Надпочечная железа плода	Плацента	Стимулирует производство эстрогена, необходимого для отела	Отел
Простогландин	Матка	Яичник (КЛ)	Разрушает корпус лутеум (желтое тело)	Отел
		Матка	Увеличивает схватки	Отел
Окситоцин	Передняя доля гипофиза	Матка	Увеличивает схватки	Отел

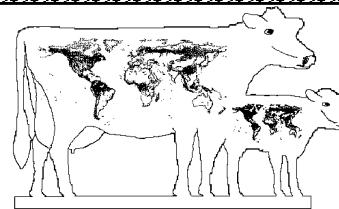
молока. Если длина сухого периода составляет меньше 45 дней, то при последующей лактации происходит уменьшение молочной продуктивности вследствие того, что количество клеток, производящих молоко, уменьшается.

Отел инициируется гормоном, называемым кортизол, который выделяется плодом. Кровь матери и плода никогда не перемешивается; однако в ответ на увеличение производства кортизола плодом внутри плаценты материнские органы снаружи начинают выделять большое количество

эстрогена. Увеличение количества эстрогена вызывает стимуляцию производства маткой простогландинов, который в свою очередь вызывает снижение выделения прогестерона яичниками. Кроме того, эстроген плаценты вызывает стимуляцию выделения окситоцина, который расширяет шейку матки и усиливает маточные схватия. Таким образом нормальный отел вызывается гормонами плода, в то время как материнские гормоны отвечают за вывод плода и плаценты наружу.

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



ГЛАВА 4

ПИТАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО

Содержание таблиц

Таблица 4.1: Влияние недостатка питания во время беременности на здоровье новорожденных телят.	62
Таблица 4.2: Связь между некоторыми метаболиками и репродуктивными расстройствами.....	63
Таблица 4.3: Вес телки по мере роста, при различных весах и дневной прибавке.	64
Таблица 4.4: Влияние состояния коровы в стадии ранней лактации на способность к воспроизведению.	65
Таблица 4.5: Влияние состояния организма в ранней лактации на эффективность оплодотворения.....	70
Таблица 4.6: Влияние дефицита микроминералов на функции воспроизведения.....	72

Содержание рисунков

Рис. 4.1: Энергетический баланс молочных коров в период ранней лактации	66
Рис. 4.2: Некоторые точки тела животного, используемые для определения состояния организма.	68
Рис. 4.3: Оценка экстерьера	69
Рис. 4.4: Фотографии коров с различными оценками состояния организма	70

ПИТАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО

Вода, энергия, белки, минералы и витамины необходимы для нормального воспроизведения. Это те же самые питательные вещества, которые необходимы для других жизненных процессов: поддержания жизнедеятельности, роста и производства молока. Требования к питанию, необходимому для роста и производства молока, известны с большой точностью потому, что прибавка в весе и надои молока легко измеряются. Потребности в питании в период беременности, с другой стороны, труднее определению, т.к. рост плода не так легко измерить. Обмен питательных веществ между коровой и растущим плодом чрезвычайно сложен.

Питание коровы влияет на ее воспроизводительную функцию и в частности на ее способность:

- к зачатию (начало новой беременности);
- к обеспечению необходимого количества и баланса питательных веществ для поддержания нормального роста плода;
- к протеканию отела без осложнений (таких как прирастание плаценты, молочная лихорадка и т.д.).

Дисбаланс при кормлении приводит к:

- Осложнениям при отеле;
- Рождении телят с отклонениями;
- Выкидышам;
- Временному или постоянному бесплодию.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЛАКТАЦИЕЙ И ЗАЧАТИЕМ

Способность к зачатию в большой степени зависит от физиологического состояния коровы. У всех

млекопитающих молоко является жизненно важным продуктом для выживания молодняка. В начальный период лактации почти все питательные вещества в организме коровы уходят на производство молока. В дополнение к питательным веществам, содержащимся в рационе, женские особи в ранней стадии лактации могут мобилизовывать резервы организма (главным образом энергию) для поддержания производства молока. Общей закономерностью в природе является тот факт, что женские особи в начальный период лактации не могут удовлетворить свои потребности в питательных веществах - они постоянно находятся в состоянии энергетического дефицита, теряют вес и их способность к зачатию значительно падает. Только в более поздней стадии лактации, когда количество потребленной энергии находится в равновесии с количеством энергии, необходимой для производства молока, способность к началу новой беременности возрастает.

У многих видов животных женские особи в начальный период лактации не могут удовлетворить свои потребности в питательных веществах — они постоянно находятся в состоянии энергетического дефицита, теряют вес и их способность к зачатию значительно падает

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ОТБОР И ВОСПРОИЗВОДСТВО

Интенсивная селекция по высокой молочной продуктивности среди различных пород молочных коров за последние 20-30 лет усилила проблему отрицательного энергетического баланса животных в раннем периоде лактации. Как следствие, по мере увеличения производства молока эффективность воспроизведения

снижалась. Хотя 20 лет назад процент зачатий, равный 50%, считался показателем низкого уровня воспроизведения, в настоящее время он, по-видимому, превышает среднее значение по молочной промышленности США. Считается, что снижение эффективности воспроизведения происходит из-за ее негативной генетической корреляции с молочной продуктивностью. Однако исследования показывают, что уровень зачатия у первотелок оставался неизменным на протяжении последних 25 лет, приводя к выводу о том, что генетическая селекция с целью повышения молочной продуктивности не является прямой причиной пониженной fertильности.

Как будет указано в главе 7, наследуемость репродуктивных признаков очень низка. Поэтому попытки улучшить воспроизведение через селекцию крайне неэффективны. Возможно, что коровы, отбираемые по высокой молочной продуктивности, также отбираются (непрямая селекция) по их способности мобилизовывать резервы организма и потреблять большое количество кормов. Однако коровы с высокой способностью к потреблению пищи обычно имеют меньше репродуктивных проблем по сравнению с животными, способными мобилизовывать большое количество резервов организма (см. баланс энергии и воспроизведения далее в этой главе).

ПИТАНИЕ И БЕРЕМЕННОСТЬ

Питание оказывает сильное влияние на нормальное развитие плода и прохождение беременности. Недоедание может вызвать:

- Преждевременный отел, неправильное формирование и рождение слабых телят из-за нехватки протеина, энергии, витаминов и минералов.

- Выкидыши. Достаточно редко случается из-за плохого питания за исключением тяжелых случаев недокармливания, потребления заплесневелых кормов или случаев, когда корма содержат большое количество эстрогена.

Если эмбрион успешно имплантировался в матку, его выживание находится в тесной связи с выживанием матери. В организме матери может быть накоплено большое количество питательных веществ, которые используются при возникновении кратковременного

Таблица 4.1: Влияние недостатка питания во время беременности на здоровье новорожденных телят¹

Элемент питания	Порочные симптомы у телят
Энергия	Малый вес теленка при рождении; неустойчивый, медленный рост теленка.
Протеин	Малый вес теленка при рождении; медленно растущие телята; при тяжелой нехватке снижается иммунитет в связи с тем, что падает содержание глобулина в молозиве.
Кальций и фосфор	Редко бывает проблематичным, так как большое количество фосфора и кальция, необходимых для роста плода, может быть мобилизовано из костей животного.
Йод	Зоб у новорожденных телят.
Медь	Слабые телята с симптомами ра�ахита.
Селен	Неразвитые телята, разрушение мышц (мышечная дистрофия, паралич и инфаркт сердца).
Витамин А	Сокращение периода стельности и в тяжелых случаях выкидыши; рождение слабых, слепых и некоординированных телят; у слабых телят тяжелый понос.
Витамин Д	Рождение теленка с ра�ахитом (редко).
Витамин Е	Связано с нехваткой селена; слабые конечности, трудности со стоянием и неспособность сосать.

¹ Linn, J.G.; D.E. Otterby; J.K. Reneau. 1990. Dairy management manual; Factsheet 617.00.

дисбаланса в питании. Поэтому питание весьма редко, только в очень тяжелых случаях, может послужить причиной выкидыша или смерти плода. В отличие от кратковременного дисбаланса, продолжительный дисбаланс весьма трудно определить и он может затормозить нормальное развитие плода. Таблица 4.1 содержит частичный список клинических признаков нехватки различных веществ у молодых и новорожденных телят в связи с питательным дисбалансом у беременной коровы.

ПИТАНИЕ И ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ОТЕЛА

Во время отела возникает большое количество осложнений, которые в той или иной мере связаны с дисбалансом питания коровы (Таблица 4.2). Ниже перечислены осложнения, связанные с дисбалансом в питании:

- Синдром жирной коровы:** состояние, возникающее из-за перекармливания коровы во время сухого периода и в поздней стадии лактации. Такое состояние приводит к тучности коровы, потере аппетита и чрезмерной мобилизации организма в ранней стадии лактации;
- Молочная лихорадка:** состояние, возникающее из-за острого дефицита кальция. Дефицит кальция образуется из-за выделения с молоком большого количества кальция из крови матери во время отела или в первый день после отела. Такое состояние частично вызывается чрезмерным количеством кальция или дисбалансом кальция и фосфора в рационе животного. Если помощь не оказана немедленно, то такое состояние может привести к параличу или смерти.

- Смещение абомазума:** состояние, при котором абомазум смещается в левую или правую сторону по отношению к своему нормальному положению. Основной причиной этой проблемы является чрезмерное содержание концентратов в рационе в сочетании с увеличенным объемом брюшной полости после отела.
- Кетоз:** состояние метаболического расстройства, появляющееся у коров с недостаточным или чрезмерным запасом энергии; корова теряет аппетит, в результате чего падает производство молока.

Таблица 4.2 иллюстрирует связь между питательными и репродуктивными расстройствами. Оба типа расстройств могут появиться абсолютно независимо друг от друга; однако появление питательного расстройства увеличивает шанс появления репродуктивного расстройства. Например у коровы с молочной лихорадкой вероятность прирастания плаценты в два раза больше, а возникновения дистоции (затрудненный отел) - почти в девять раз больше, чем у животных, не имеющих молочной лихорадки.

Таблица 4.2: Связь между некоторыми метаболическими и репродуктивными расстройствами.

Расстройства, связанные с воспроизведением	Расстройства, связанные с питанием
Дистоция	✓
Прирастание плаценты	✓
Метрит	✓
Ухудшение оплодотворения	✓
	?
	✓
	?

Linn, J.G.; D.E. Otterby; J.K. Reneau. 1990. Dairy management manual; Factsheet 617.00.

ПЕРВОТЕЛКИ

РОСТ И ФЕРТИЛЬНОСТЬ

У молодых телок вес, а не возраст является наиболее важным признаком, определяющим зрелость животного и наступление периода течки. Первые признаки течки обычно появляются тогда, когда животное набрало приблизительно 40% своего взрослого веса. У телок с хорошим и правильным кормлением первые признаки половой зрелости обычно появляются на одиннадцатом месяце. Однако недокармливание бычков и молодых телок может затормозить их половое развитие и задержать вступление в период половой активности. Недокармливание телок после достижения ими стадии половой зрелости может привести к прекращению течки.

ПИТАНИЕ ТЕЛЯТ

Рацион телки должен быть составлен таким образом, чтобы обеспечить умеренный, но устойчивый рост организма. Телки крупных пород (голштинская и бурая швицкая породы) могут набирать до одного килограмма веса в день. Телки средних пород (эршир и гернзейская породы), а также мелких пород (джерсейская порода) имеют потенциальную возможность набирать до 650 и 500 гр в день соответственно.

К моменту первого оплодотворения (на 14-й-16-й месяц) телка должна набрать приблизительно 60% от своего зрелого веса.

Чрезмерная прибавка веса перед вступлением в стадию зрелости может увеличить отложение жира в молочных железах и, тем самым, ограничить образование клеток, производящих молоко. В результате, будущая

Таблица 4.3: Вес телки по мере роста при различных весе и дневной прибавке.

Возраст в месяцах	Размер породы ¹			
	Крупная	Средняя	Мелкая	Местная порода
	Дневная прибавка (кг/день)			
	0,725	0,650	0,500	0,300
0 (роды)	42	32	25	20
1	64	52	40	29
3	107	91	70	47
6	173	149	115	74
9	238	208	160	101
12	303	266	205	128
15 ²	368	325	250	155
18	434	383	295	182
21	499	442	340	209
24 ³	564	500	385	236
	Вес зрелого животного ⁴ (Кг)			
	620	550	424	260

¹ Примеры различных пород могут включать: Крупная = Голштинская и Бурая Швицкая; Средняя = Эршир и Гернзейская; Мелкая = Джерсейская; Местная = мелкие местные породы.

² Возраст во время первого осеменения.

³ Возраст при первом отеле.

⁴ Коровы должны продолжать расти на протяжении первой и второй лактаций. Корова должна достигать своего веса в зрелом возрасте к началу третьей лактации.

потенциальная продуктивность коровы может быть снижена.

Вес телки к моменту первого оплодотворения (14-16 месяцев), должен составлять приблизительно 60% от ее веса в зрелом возрасте. Таким образом, если взрослая корова весит 600 кг, то вес телки должен составлять 360 кг ($600 \times 60/100$) в момент ее первого осеменения. В момент отела (возраст 24 месяца) телка должна достигнуть 80-90% от своего веса в зрелом возрасте. Примеры ожидаемого веса по мере роста телки при разных дневных прибавках представлены в таблице 4.3.

После прекращения кормления молоком матери, рацион телки должен состоять из грубых кормов хорошего качества, обогащенного концентратами с хорошими вкусовыми качествами. Если шести-восьмимесячные телята

имеют дневную прибавку веса 1- 1,5 кг, то их рацион может содержать грубые крома среднего или низкого качества. Концентрация протеина в грубых кормах должна изменяться от 16% для молодых телят (от трех до шести месяцев) до 12% для стельных телок (19-22 месяцев). В течение первых четырех-шести месяцев отела рацион телят может содержать в основном грубые корма среднего качества. Потребление фуража высокого (кукурузный силос) качества нужно ограничить, и он должен быть обогащен протеиновыми добавками. Грубые корма очень низкого качества должны подаваться вместе с концентрированными источниками энергии, протеинов и минералов. Рост телки будет проходить удовлетворительно, если в рационе содержится 0,4% кальция и 0,26% фосфора. Если в рационе содержится недостаточное количество фосфора, то способность к оплодотворению у телки резко падает, а также возникают трудности в определении признаков половой охоты.

КОРОВЫ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС И ВОСПРОИЗВОДСТВО

Одной из наиболее распространенных причин нефертильности коровы является недостаток энергии по отношению к потребностям животного, или так называемый отрицательный

Таблица 4.4: Влияние состояния коровы в стадии ранней лактации на способность к воспроизведству¹

Состояние коровы	Кол-во осеменений	Кол-во зачатий	Осеменение/зачатие	Частота зачатий (%)
Набирающая вес	1368	911	1,50	67
Теряющая вес	544	234	2,32	44

¹ From Kilmer, L. 1986 The role of nutrition. In: Dairy Profit Series: Reproduction, your key to future profit. Extension publication #235. 30 N. Murray St., Madison WI 53715, USA.

энергетический баланс (Рис 4.1). Большинство животных входят в стадию отрицательного энергетического баланса во время ранней лактации в результате того, что они не могут потребить количество энергии, требуемое для производства молока. Поэтому в этот период коровы мобилизуют энергетические запасы организма (жир) и, как результат, теряют вес. Отрицательный энергетический баланс может длиться от двух до десяти недель с начала лактации в зависимости от уровня производства молока. Во время последующих периодов лактации энергетический баланс коровы положителен. Потребление энергии при этом превышает потребности на производство молока, и некоторое количество энергии уходит на пополнение истощившихся во время ранней лактации запасов организма.

Таблица 4.4 иллюстрирует эффект изменения веса в период оплодотворения. У животных во время отрицательного энергетического баланса (корова теряет вес) частота оплодотворения значительно ниже по сравнению с животными, оплодотворяемыми во время положительного энергетического баланса (корова набирает вес). Продолжительность отрицательного энергетического баланса в ранней стадии лактации широко меняется даже среди животных с одинаковой продуктивностью. Исследования показали, что чем отрицательный энергетический баланс больше, тем длиннее интервал до первой овуляции и тем выше вероятность скрытой течки. Не существует доказательств того, что

В стадии ранней лактации, когда корова теряет вес, фертильность животного значительно снижается.

высокопродуктивные коровы имеют более низкую способность к воспроизведству. Однако очевидно, что коровы с отрицательным

энергетическим балансом имеют низкую fertильность независимо от их продуктивности.

На практике невозможно избежать

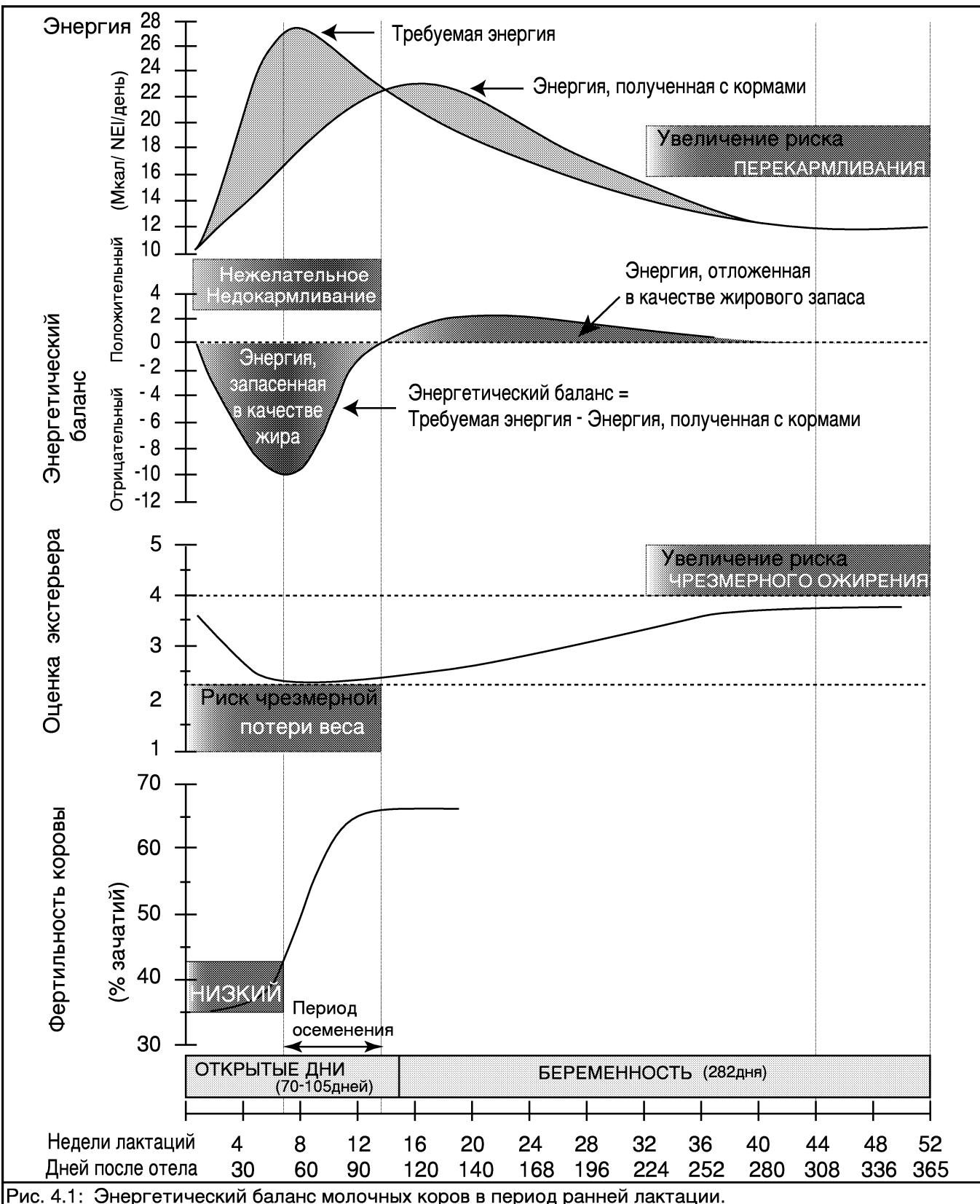


Рис. 4.1: Энергетический баланс молочных коров в период ранней лактации.

дефицита энергии, но необходимо принять все меры по его максимальному снижению. Если в молочном стаде животные теряют жировой запас во время ранней лактации, а на тридцатый-сороковой день не проявляют признаков течки, необходимо обязательно пересмотреть практику кормления во время поздней лактации и сухого периода.

Кормление в ранней лактации

В день отела потребление кормов резко уменьшается. Однако затем резкое увеличение потребности в питательных веществах, связанное с производством молока, увеличивает аппетит коровы. Через месяц корова может потреблять в полтора-два раза больше кормов, чем в день после отела. Желательно, чтобы у коровы был хороший аппетит во время ранней лактации. В таком случае корова получит больше требуемых питательных веществ из кормов, и следовательно, у нее будет меньше необходимость в мобилизации запасов организма.

Рацион коровы в ранней лактации должен быть энергетически сбалансирован и содержать достаточное количество протеина, клетчатки и других питательных веществ. Более того, для стимуляции аппетита рацион должен быть составлен на основе самых качественных кормов.

Кормление в стадии поздней лактации и во время периода сухостоя

Чрезмерное потребление энергии во время поздней лактации и периода сухостоя может привести к осложнениям, связанным с ожирением коровы. У коров с чрезмерным весом бывает значительно больше случаев затрудненного отела, прирастания плаценты, инфекционного заражения

матки и кисты яичника. Такие расстройства воспроизводительной системы часто являются вторичным следствием расстройств, связанных с чрезмерным накоплением запасов энергии в организме. Чрезмерно быстрая мобилизация подкожного и внутреннего жира может привести к накоплению жира в печени (смотри *Липидный метаболизм у молочных коров*; публикация Института им. Бабкова: DE-NF-4-122994-R). Это приводит к потере животным аппетита, что в свою очередь еще сильнее усиливает дефицит энергии и, как было сказано выше, задерживает возвращение яичников к нормальной активности. Эти проблемы будут максимально снижены, если рацион коровы в начале периода поздней лактации будет соответственно перестроен таким образом, чтобы избежать истощения или ожирения коровы во время периода сухостоя. Кормление во время периода сухостоя не должно быть нацелено на изменение количества запасов энергии в организме животного. Вместо этого кормление должно быть составлено так, чтобы обеспечить поддержание того оптимального состояния, которое было достигнуто во время поздней лактации.

СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА

Количество энергетических запасов в организме в момент отела имеет существенное влияние на возникновение потенциальных осложнений во время или сразу после отела. Кроме того, оно влияет на производство молока и способность к воспроизведству во время следующей лактации. Ниже перечислены следствия истощения коровы:

- Снижение молочной продуктивности из-за недостатка питательных веществ в стадии ранней лактации;

Практические рекомендации:

- В целом, коровы с хорошим аппетитом производят большое количество молока и имеют меньше проблем, связанных с воспроизводительным трактом. Поэтому формирование вкусного рациона, который стимулирует потребление кормов в ранней стадии лактации, является важным фактором для поддержания высокой воспроизводительной способности стада.
- Истошенные запасы организма во время ранней лактации должны быть пополнены во время поздней лактации, а не во время периода сухостоя. Кормление во время периода поздней лактации должно быть построено таким образом, чтобы к концу лактации организм коровы содержал правильное количество энергетических запасов; корова не должна быть истощена или перекормлена.
- Кормление во время периода сухостоя не должно быть нацелено на изменение количества энергетических запасов.

- Увеличение числа случаев определенных метаболических заболеваний (кетоз, смещение абомазума и т. д.);
- Задержка возвращения в течку после отела.

С другой стороны, чрезмерное кормление вызывает следующие отклонения:

- Осложнения во время отела (затрудненный отел);
- Снижение потребления сухого вещества в периоде ранней лактации, что в свою очередь приводит к:
 - Увеличению числа случаев определенных метаболических заболеваний (синдром жирной коровы, кетоз и т.д.);
 - Снижение производства молока.

Таким образом, цель кормления заключается в поддержании коровы в нормальном состоянии: не истощая и не перекармливая животное. Фактор “состояние организма” является субъективной оценкой того, какое количество жира или энергии содержится в организме коровы. На протяжении цикла лактации состояние организма постоянно меняется. Корова в ранней стадии лактации имеет отрицательный энергетический баланс, и оценка состояния организма снижается (корова мобилизует запасы организма и теряет вес).

Количество энергии, выделяемое при мобилизации одного килограмма энергетического запаса, достаточно для производства семи килограммов молока. Во время ранней лактации корова не должна терять в день более одного килограмма веса. Однако с наступлением поздней лактации энергетический баланс коровы становится положительным и оценка состояния организма возрастает (корова набирает вес, пополняя запасы

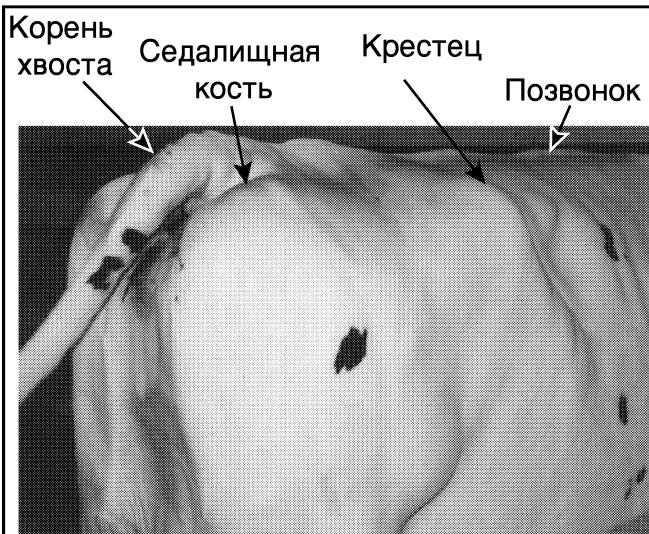


Рис.4.2: Некоторые точки тела животного, используемые для определения состояния организма.

организма, использованные в ранней лактации). Поэтому “идеальное желаемое” состояние организма

постоянно меняется на протяжении всей лактации (Рис. 4.1).

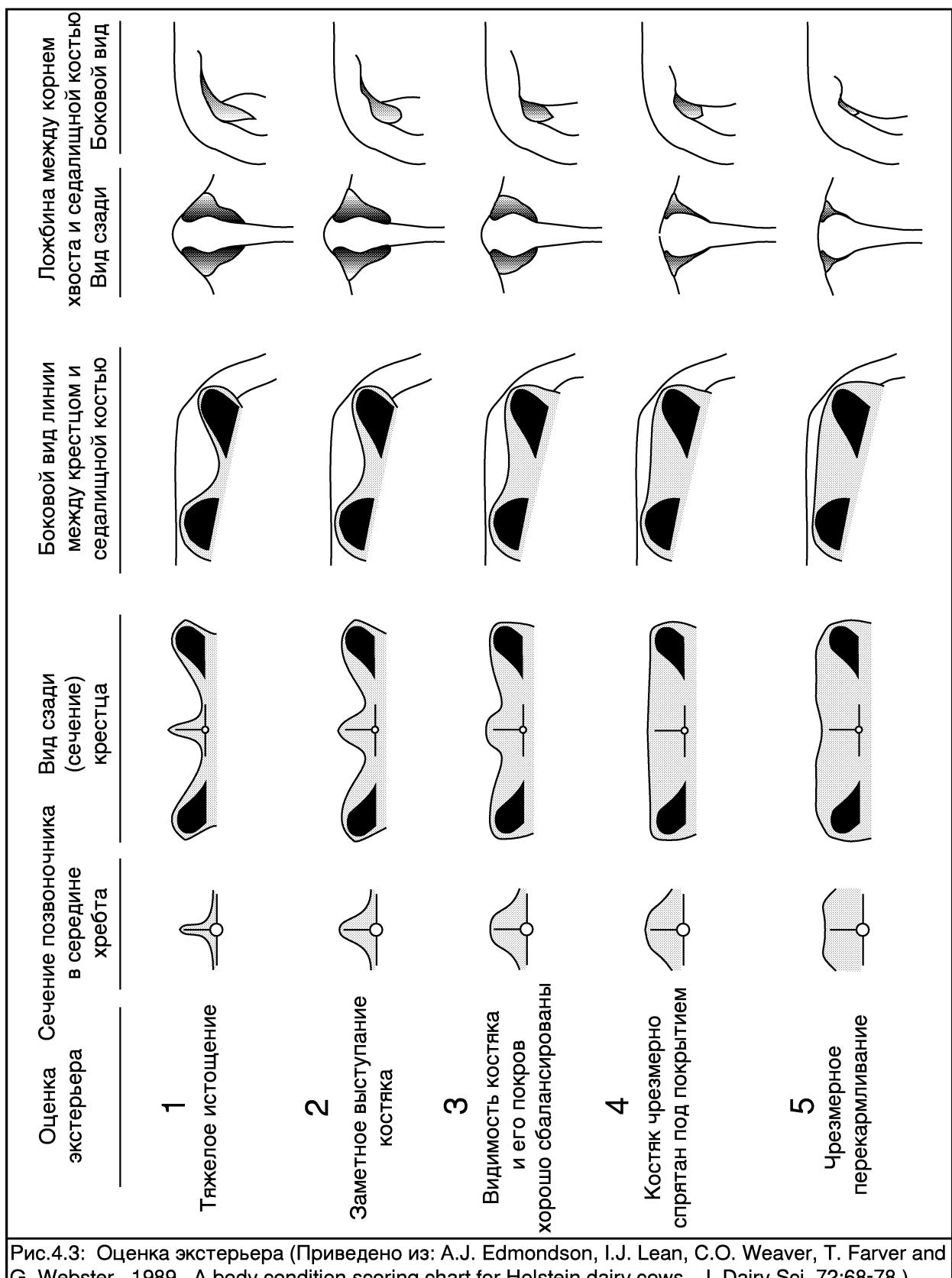


Рис.4.3: Оценка экстерьера (Приведено из: A.J. Edmondson, I.J. Lean, C.O. Weaver, T. Farver and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 72:68-78.)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА (ОСО) НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕЙ ЛАКТАЦИИ

Оценка состояния организма - это инструмент, используемый для изменения рациона и практики ухода за животными с целью максимального увеличения производства молока и снижения расстройств воспроизводственного тракта. Оценка состояния организма обычно производится путем визуального осмотра области крестца, ограниченного подвздошной костью и седалищной костью, а также корнем хвоста. Количество отложений вдоль спинного позвонка также учитывается при оценке животного (Рис. 4.2, 4.3, 4.4). Коровы обычно оцениваются по пятибалльной шкале (от 1 до 5). Чрезмерно худым коровам дается оценка 1, а чрезмерно жирным - оценка 5 (Рис. 4.4).

Оценка состояния организма в ранней лактации снижается; однако это снижение должно быть ограничено. Если корова потеряла более одного балла во время ранней лактации, независимо от первоначальной оценки, то это является сигналом того, что у

Таблица 4.5: Влияние снижения оценки состояния организма в ранней лактации на эффективность оплодотворения¹

Снижение ОСО	Эффективность оплодотворения
Менее чем на 1 единицу	50%
От 1 до 2 единиц	34%
Более чем на 2 единицы	21%

¹ Jim Linn. 1991. Feeding or optimal reproductive performance in high-producing dairy cows. In: Breeding for Profit ... in the 90's. Cooperative Extension Service, Iowa State University.

коровы снижена способность к воспроизведству (Таблица 4.5).

Если состояние организма через месяц или два после отела получает оценку 1,5, то это является индикатором существенной нехватки питательных веществ (отрицательный энергетический баланс, Рис.4.4а). Состояние организма, соответствующее оценке 3, должно быть типичным для коровы, восстанавливающей запасы организма в период средней лактации. В стадии поздней лактации и период сухостоя наиболее желательной оценкой состояния организма является 3,5. Такое состояние организма обеспечивает животное достаточным запасом питательных веществ, предельно снижает риск возникновения осложнений при отеле и в то же время

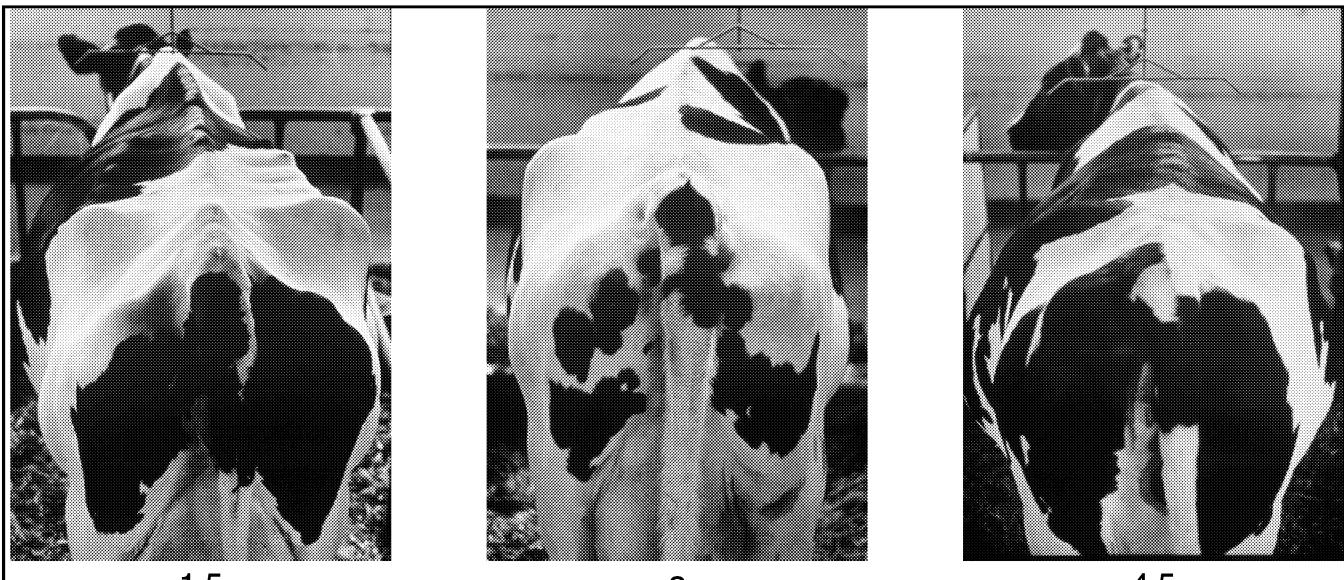


Рис.4.4: Фотографии коров с оценками состояния организма 1,5 (A), 3 (B), and 4,5 (C)

позволяет максимально увеличить производство молока в ранней лактации. В поздней лактации, со снижением производства молока, корова активно набирает вес. Перекармливание коровы является часто встречающейся на практике ошибкой. Кормление концентратами на поздней стадии лактации приводит к чрезмерному ожирению (Рис. 4.4c). Такие коровы имеют тенденцию к затрудненному отелу и развитию других расстройств (синдром жирной коровы).

Рекомендуемая оценка состояния организма в различных стадиях лактации:

Отел	3,0-3,5
Осеменение	2,5
Поздняя лактация/сухостой	3,0-3,5

ВОСПРОИЗВОДСТВО И КОЛИЧЕСТВО ПРОТЕИНА В РАЦИОНЕ

Недостаточное количество протеина в рационе животного в ранней стадии лактации приводит к снижению молочной продуктивности, а также к ухудшению воспроизводительных функций животного. С другой стороны, чрезмерное количество протеина повышает стоимость рациона и может иметь негативный эффект на воспроизводительные функции животного. Влияние диетического протеина на функции воспроизведения - это достаточно сложный процесс. По не до конца понятным еще причинам в некоторых случаях большое количество сырого протеина в рационе ассоциируется с высокой фертильностью.

Исследователи проводили поиск возможного объяснения, каким образом сырой протеин может влиять на фертильность коровы. Ниже перечислены те явления, происходящие в организме, которые дают некоторое объяснение взаимодействия между

протеином в рационе и фертильностью коровы:

- Чрезмерное количество амиака в организме животного приводит к высокому содержанию в крови мочевины, которая в свою очередь оказывает токсичное влияние на сперму, яйцеклетки и развитие эмбриона.
- Тип и количество сырого протеина в рационе животного могут изменить баланс воспроизводительных гормонов. Уровень прогестерона снижается под воздействием высокого количества мочевины в крови.
- Чрезмерное количество сырого протеина в рационе коровы, находящейся в ранней стадии лактации, увеличивает отрицательный энергетический баланс и задерживает возвращение яичника к нормальному функционированию.

Обычно чрезмерное количество пищевого протеина имеет негативное влияние на фертильность коровы.

Независимо от того, имеет ли чрезмерное содержание протеина положительный или отрицательный эффект, в любом случае перекармливание протеином экономически невыгодно. Подача в рацион больше рекомендуемого количества мочевины может вызвать увеличение риска выкидышей и прирастания плаценты. Однако мочевина, подаваемая в рекомендуемом количестве, не оказывает негативного влияния на фертильность коровы.

МИНЕРАЛЫ, ВИТАМИНЫ И ФУНКЦИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА

Минералы и витамины играют важную роль в процессе воспроизведения. Эффект сильного дефицита витаминов обычно очевиден. Однако определение

возможного эффекта от их наибольшего недостатка или чрезмерной подачи в течение длительного периода является трудной задачей. Кроме того, существует взаимовлияние между самими минералами, в особенности микроминералами. Взаимовлияние между молибденом и медью представлено в хорошо описанном примере. Несмотря на достаточное количество меди в фураже, чрезмерное содержание молибдена вызывает нехватку меди. Такая нехватка возникает вследствие того, что молибден вступает в связь с медью и в результате становится недоступным для животного. Специфику воздействия витаминов и минералов на fertильность животного трудно определить. Дисбаланс может существовать долгое время, прежде чем он окажет негативное влияние на функции воспроизведения. Таким же образом, требуется длительное время для улучшения функций воспроизведения и корректирования дисбаланса или нехватки.

Обобщив, можно заключить, что почти все необходимые для организма минералы и витамины (кроме железа) имеют прямое или косвенное влияние на функции воспроизведения (Таб. 4.6). Дефицит кальция, фосфора, меди, цинка, марганца, кобальта, селена, йода, витаминов А, С, и Е и чрезмерное количество кальция, фосфора и молибдена снижают способность к воспроизведению у молочных животных. Однако попытки улучшить способность к воспроизведению путем минеральных и витаминных добавок очень редко ведут к успеху.

Фермеры должны постоянно контролировать правильное содержание в рационе витаминов и минеральных добавок. Снабжение организма витаминами обычно осуществляется путем серии инъекций во время периода сухостоя либо путем добавления специальной смеси в концентраты (большинство продаваемых концентратов уже содержат витаминные добавки). Потребность в некоторых минералах, в особенности кальции и фосфоре, значительно меняется на протяжении цикла лактации. Поэтому добавки минералов должны быть скорректированы, особенно в период сухостоя и на стадии ранней лактации.

Фосфор и кальций

Дефицит фосфора может значительно задержать половое созревание телки, а также снизить fertильность молочных коров. Мобилизация фосфора в организме происходит из костей животного вместе с кальцием. Таким образом, фосфор и кальций тесно взаимосвязаны. В результате, большинство исследований, изучающих влияние кальция на функции воспроизведения, обычно рассматривали влияние кальциево-фосфорной пропорции, а не кальция в отдельности. Желательная кальциево-

Таблица 4.6: Влияние дефицита микроминералов на функции воспроизведения.

Расстройства воспроизводительного тракта	Микроминералы ¹						
	Cu/ Mo ²	Co	I	Mn	Se	Zn	Fe
Изменяющаяся продолжительность цикла течки	✓		✓				
Анэструс, или скрытая течка	✓		✓	✓			
Возросшее число осеменений на одно зачатие	✓	✓	✓	✓			
Аборт		✓	✓	✓	✓		
Прирастание плаценты		✓			✓		

¹ Cu= медь; Mo = молибден; Co = кобальт; I = йод; Mn = марганец; Se = селен; Zn = цинк; Fe = железо.

² Повышенное содержание молибдена при достаточном содержании серы приводит к развитию дефицита меди.

фосфорная пропорция в рационе должна составлять от 1,5:1 до 2,5:1. Однако рацион должен всегда содержать требуемое количество фосфора и кальция, даже несмотря на нарушение пропорции.

Недостаток или чрезмерное содержание кальция или фосфора в рационе значительно изменяют кальциево-фосфорную пропорцию в организме, что приводит к молочной лихорадке. Поэтому заблаговременное предохранение от метаболических расстройств является важной задачей, так как они имеют сильный негативный эффект на производство молока и функции воспроизводства. Возникновение молочной лихорадки в окроотельный период увеличивает вероятность прирастания плаценты в два раза, а возникновения метрита - в 1,6 раз по сравнению со здоровой коровой.

Селен

Селен является вторым минералом после кальция и фосфора по частоте возникновения расстройств воспроизводительного тракта, связанных с его недостатком. Корма, выращиваемые на землях с низким содержанием селена, могут содержать недостаточное его количество. В некоторых регионах инъекция селена вместе с витамином Е является эффективным средством, уменьшающим риск возникновения прирастания плаценты. Селеновые добавки не способны снизить частоту прирастания плаценты в тех случаях, когда оно

вызвано микробной инфекцией, затрудненным отелом или другими причинами. Кроме того известно, что недостаток селена вызывает повышение частоты гибели эмбрионов.

Йод

Ненормальное функционирование щитовидной железы, связанное с дефицитом йода, снижает частоту зачатий и активность яичника. Недостаток йода также может послужить причиной выкидыши, рождения мертвого или слабого теленка или затянувшихся родов. Дефицит йода может быть вызван потреблением трав с низким его содержанием (это является отражением низкого содержания йода в почвах) или кормов, вызывающих зоб (капуста или шрот из экстрагированных семян рапса).

Витамин А

Витамин А является важным элементом, так как он обеспечивает сопротивляемость бактериальным инфекциям многих тканей организма. Недостаток витамина А может вызвать выкидыши, прирастание плаценты, рождение мертвых, слабых или слепых телят, а также снижение частоты оплодотворения. Предполагалось, что β-каротин, предшественник витамина А, играет важную роль в поддержании высокого уровня эффективности воспроизводства. Однако многочисленные исследования с добавками β-каротина не смогли продемонстрировать его достоинства.

ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ

Фертильность коровы значительно снижена, когда корова теряет вес, находясь в периоде ранней лактации. Поэтому формирование в ранней лактации рациона с высокими вкусовыми качествами, стимулирующими его потребление, является важным условием снижения продолжительности существования отрицательного энергетического баланса. Коровы с хорошим аппетитом обычно производят большое количество молока и имеют меньше репродуктивных проблем.

Важным аспектом хорошего ухода за молочным стадом является наблюдение за состоянием стада на протяжении всего цикла лактации. Нельзя позволять животному чрезмерно растолстеть или похудеть. Кормление в период сухостоя не должно быть нацелено на изменение количества запасных веществ в организме. Ниже перечислены рекомендуемые оценки состояния организма на различных стадиях лактации:

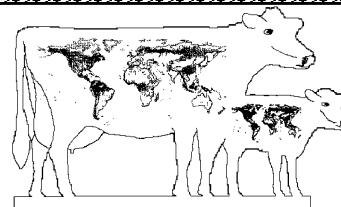
Отел	3,0 - 3,5
Осеменение	2,5
Поздняя лактация/сухостой	3,0 - 3,5

Недостаточное количество протеина снижает фертильность. Кроме того, существуют четкие указания на то, что чрезмерное количество протеина в рационе имеет отрицательное влияние на функции воспроизводства. Дисбаланс или нехватка большинства минералов влияют на функции воспроизводства. Правильное потребление фосфора и кальциево-фосфорной комбинации с отношением 2:1 является важным фактором для нормального функционирования воспроизводительного тракта. Правильные добавки в рацион минералов (селен, медь, цинк, марганец и т.д.) также являются очень важным фактором.

Не следует считать, что неправильное питание (особенно минеральные добавки) виновно во всех проблемах органов воспроизводства. Необходимо также рассматривать другие возможные причины: эффективность определения течки, уровень гигиены, правильное применение техники искусственного осеменения.

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



ГЛАВА 5

УПРАВЛЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ СТАДА

Содержание таблиц

Таблица 5.1:	Пример влияния фертильности, определения течки и оплодотворения на беременность..	78
Таблица 5.2:	Список основных репродуктивных показателей и их значений при идеальных условиях....	87
Таблица 5.3:	Примеры ведения записей и репродуктивные индексы для стада молочных животных.....	87
Таблица 5.4:	Определение количества дней до первого осеменения (ДПО).....	96
Таблица 5.5:	Интервал между двумя последующими течками и эффективность определения течки	98
Таблица 5.6:	Возможная интерпретация индексов воспроизводства отдельно для каждой коровы	100

Содержание рисунков

Рис. 5.1:	Влияние фертильности, течки и осеменения при искусственном и натуральном осеменении..	79
Рис. 5.2а:	Лицевая сторона страницы журнала постоянных записей коровы	84
Рис. 5.2б:	Обратная сторона страницы журнала постоянных записей коровы.	85
Рис. 5.3:	Объяснение заголовков.....	86
Рис. 5.4:	Календарь воспроизводства	90
Рис. 5.5:	Уровень беременности как функция количества дней от отела до первого осеменения.....	95
Рис. 5.6:	Определение количества открытых дней по отношению к эффективности воспроизводства..	97
Рис. 5.7:	Взаимосвязь между количеством осеменений и эффективностью оплодотворения (%)	97

О ВАЖНОМ ЗНАЧЕНИИ ХОРОШЕГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТАДА

Контроль за воспроизведством необходим прежде всего для предотвращения снижения поголовья стада. Уровень воспроизведения тесно связан с состоянием воспроизводительного тракта коровы. Фермер, производящий молоко, должен всегда быть внимательным, вовремя останавливая распространение болезней, передающихся половым путем. Эти болезни могут вызвать выкидыши и представляют реальную угрозу выживанию стада.

Поддержание высокого уровня воспроизведения является решающим фактором в уходе за коровой и обеспечении прибыльности фермы как в текущий период, так и в расчете на будущее. Высокая эффективность воспроизведения позволяет:

- Улучшить продуктивность за счет:
 - Увеличения ежедневной молочной продуктивности коровы;
 - Увеличения количества телят у одной коровы;
- Снизить затраты, связанные с:
 - Содержанием коров, не находящихся в лактации;
 - Потерей продуктивности из-за осложнений при отеле;
 - Ветеринарными консультациями и осеменением;
 - Выбраковкой неоплодотворенных животных.

Хорошее воспроизведение стада увеличивает скорость генетического отбора, т.к.:

- Позволяет выбраковывать коров по критерию продуктивности, а не из-за проблем, связанных с воспроизведством;

- Увеличивает генетический потенциал молодых телок - основу будущего поколения коров в стаде.

Уровень воспроизведения тесно связан с состоянием воспроизводительного тракта коровы.

Другими словами, независимо от того, какова цель генетического отбора - будь то увеличение молочной продуктивности или улучшение экстерьера, - высокий уровень воспроизведения позволит ускорить повышение генетического потенциала стада. Это означает, что в стадах с высоким уровнем воспроизведения выгода от покупки дорогостоящего семени отборного быка для искусственного осеменения значительно выше.

Другим аспектом управления воспроизведением является предоставление фермерам возможности контролировать отел на протяжении всего года. В стадах с хорошей способностью к воспроизведству, время отела можно частично контролировать, поскольку коровы с интервалом отела в среднем равным 12,5 месяцев телятся приблизительно в одно и то же время года. Иногда желательным является равномерный отел стада на протяжении всего года. Однако высокие цены на молоко, большая доступность грубых кормов в определенный сезон и другие факторы (стиль жизни фермера и т.д.) могут сделать предпочтительным увеличение количества отелов в определенный сезон. Система молочного фермерства в Новой Зеландии является примером такого типа управления. Коровы подвергаются воздействию гормонов для синхронизации течки и осеменения. Все животные телятся ранней весной, когда новый травяной покров может лучше поддержать питательные потребности коровы в период ранней лактации.

В этой главе будет использован пример, иллюстрирующий следующее:

- Запись событий в процессе воспроизведения (отел, осеменение и т.д.);
- Рассчет параметров воспроизведения (открытые дни, интервал отела и т. д.) по записям событий;
- Интерпретация параметров воспроизведения для оценки воспроизводительного статуса молочного стада.

Таблица 5.1: Пример совместного влияния фертильности, эффективности определения течки и оплодотворения на беременность

Фактор	Стадо	
	1	2
Фертильность коровы (%)	95	70
Фертильность (семени) быка (%)	95	70
Эффективность определения течки (%)	95	70
Эффективность осеменения (%)	95	70
Беременность (%)	81.4	24.0

Оценка воспроизводительного статуса стада является достаточно кропотливой работой, которая требует много усердия и постоянства. Однако важность эффективного контроля за воспроизведением нельзя переоценить. Аккуратное ведение записей позволяет увидеть не только прошлое, но и будущее коровы. Предвидение будущих событий в процессе воспроизведения является необходимым для обеспечения правильного ухода за животным, максимального уменьшения заболеваемости, и правильного кормления с целью достижения максимальной продуктивности. С другой стороны, все прошлые события могут быть обобщены для определения параметров воспроизведения. Интерпретация этих параметров позволяет управляющему фермой выявить проблемы, определить цели и проследить за процессом достижения более высокой эффективности

воспроизведения. При всей сложности и взаимозависимости различных аспектов успешного воспроизведения, правильное понимание и эффективное использование системы записи событий в процессе воспроизведения является существенным.

УРАВНЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА

Множество параметров, используемых для оценки воспроизведения, тесно взаимосвязаны между собой. Однако они могут быть сгруппированы в четыре группы, и их связь может быть проиллюстрирована уравнением воспроизведения: процент беременности = фертильность коровы(%) х фертильность быка(%) х эффективность определения течки х эффективность оплодотворения.

Исходя из этого уравнения, очевидно, что процент беременности является не средним арифметическим всех факторов, а их произведением. Таблица 5.1 иллюстрирует процентные взаимоотношения между факторами беременности. Если все четыре фактора имеют эффективность 95%, то в таком случае беременность возникает в 81,4 процентах случаев. Однако, если эффективность каждого фактора падает до 70% (снижение на 25 единиц), то процент беременности падает до 24% (снижение на 57 единиц). Таким образом, низкая эффективность одного из факторов воспроизведения может иметь тяжелые последствия для общего процента беременности. Например, если фертильность стада составляет 90%, фертильность семени - 90% и эффективность осеменения - 90%, в то время как эффективность определения течки - только 60%, то процент беременности в этом стаде составит всего 44%. Этот пример также показывает, что высокая эффективность в одной области не может

компенсировать низкую эффективность в другой области. Эффективность воспроизводства стада не может быть больше эффективности своего самого слабого звена.

$$\text{процент беременности} = \text{фертильность коровы} \times \text{фертильность (семени) быка} \times \text{эффективность определения течки} \times \text{эффективность оплодотворения}$$

Рисунок 5.1 иллюстрирует трудность улучшения низкого процента беременности. Если все четыре фактора имеют эффективность 60%, частота возникновения беременности составляет всего 13%. Предположим, что были предприняты усилия по улучшению фертильности коровы, в результате чего фертильность возросла на 35 единиц (от 60 до 95%), но остальные факторы при этом не изменились. В такой ситуации частота возникновения беременности возрастет всего на восемь единиц (от 13 до 21%). Теперь предположим, что фертильность семени быка также возросла до 95%. В таком случае два фактора имеют эффективность 95% и два фактора имеют эффективность 60%: частота беременности возрастла на 12 единиц, но все еще остается на низком уровне (32%). Если эффективность третьего фактора, например эффективность осеменения, увеличилась до 95%, оставив только эффективность определения течки на уровне 60%, то частота возникновения беременности возрастет еще на 19 единиц и составит 51%. И только

тогда, когда все четыре фактора увеличатся до 95%, процент беременности возрастет до 80%. Этот пример ярко иллюстрирует трудность поддержания высокого уровня беременности в стаде, так как даже при очень хорошем уходе, снижение лишь одного фактора может иметь большое негативное влияние на частоту возникновения беременности.

Некоторые важные концепции по отношению к эффективности воспроизводства в стаде могут быть выражены следующим образом:

- Для поддержания высокого процента беременности все составляющие факторы должны иметь высокую эффективность;
- Величина возрастания процента беременности, полученная в результате улучшения одного из составляющих факторов, зависит от эффективности остальных факторов;
- Попытки улучшения одного аспекта воспроизводства могут оказать слабое влияние на улучшение общего процента беременности, если остальные факторы имеют низкую эффективность;

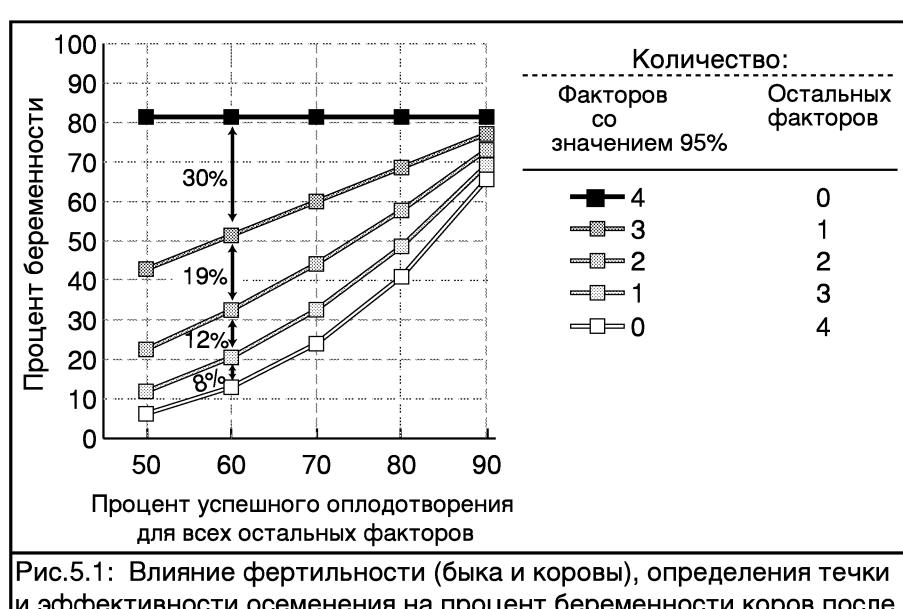


Рис.5.1: Влияние фертильности (быка и коровы), определения течки и эффективности осеменения на процент беременности коров после искусственного и натурального осеменений.

- Даже при очень хорошем уходе за стадом ухудшение лишь одного составляющего фактора воспроизведения может иметь резко негативное влияние на процент беременности.

Для поддержания высокой эффективности воспроизведения стада "все" должно быть правильным. Даже одной проблемы достаточно для того, чтобы резко снизить процент беременности.

ФЕРТИЛЬНОСТЬ КОРОВЫ

Фертильность коровы зависит от производства в яичнике яиц и готовности матки к имплантации эмбриона и последующему его выращиванию и развитию. Поэтому беременность может возникнуть только при правильном функционировании воспроизводительных органов и существовании в организме гормонального баланса. Фертильность коровы определяется многими факторами. Например, здоровые органы воспроизведения существенно необходимы для высокой фертильности. Кроме того, такие факторы, как возраст коровы, сезон года и общий питательный статус, оказывают большое влияние на фертильность животного.

Длина интервала между отелом и возвращением в нормальный цикл течки является индикатором фертильности коровы. Обычно на 60-й день после отела все коровы должны быть хотя бы раз замеченными в состоянии половой охоты. Однако сложности, возникающие при отеле (дистоция, прирастание плаценты, метрит) и метаболические осложнения, появляющиеся в период ранней лактации (молочная лихорадка, синдром жирной коровы, кетоз) являются основной причиной многих последующих осложнений и задержки возвращения к нормальной

фертильности. Поэтому управление молочным стадом с целью предотвращения появления этих осложнений может иметь огромный положительный эффект на воспроизводительный статус стада.

Обобщив, можно заключить, что наиболее высокая фертильность стада достигается в самые холодные месяцы года и в ситуации, когда коровы:

- Не имеют венерических заболеваний;
- Не испытывают осложнений при отеле;
- Не страдают от питательного дисбаланса;

Не истощены и не перекормлены. Управление молочным стадом с целью предотвращения осложнений при отеле (дистоция, прирастание плаценты, метрит), а также во время ранней лактации (молочная лихорадка, кетоз, синдром жирной коровы) может иметь огромный положительный эффект на воспроизводительный уровень стада.

ФЕРТИЛЬНОСТЬ СПЕРМЫ БЫКА

Фертильность быка зависит от производства спермы, содержащей сперматозоиды, которые способны к оплодотворению. Размер яичек влияет на фертильность быка. Ежедневная эякуляция здорового быка на протяжении длительного периода времени никаким образом не ухудшает его фертильность. Однако фертильность быка в значительной мере зависит от следующих факторов:

- Возраст и половая зрелость;
- Правильное кормление;
- Отсутствие венерических и других заболеваний;
- Либидо (половое влечение).

В ситуации с искусственным осеменением, правильное обращение, хранение и производство спермы с

момента забора до момента использования также оказывает влияние на фертильность.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕЧКИ

Низкая эффективность определения течки - это один из наиболее важных факторов, влияющих на процент беременности у абсолютно здоровых коров. Эффективность определения течки состоит из двух компонентов - уровня определения течки и точности определения. Уровень определения течки отражает тщательность определения, т.е. насколько внимательно управляющий наблюдает за стадом и выделяет животных в течке. Иначе говоря, процент определения течки - это число коров, отмеченных во время течки на каждые 100 коров, вошедших в течку. Неспособность определения течки является одной из главных причин, вызывающих проблемы воспроизводства во многих стадах. Подробное описание факторов, влияющих на уровень определения течки, было представлено в Главе 2. Точность, или правильность определения, может быть измерена количеством правильно определенных коров на каждые 100 коров, замеченных в течке. Точность определения течки бывает снижена по следующим причинам:

- Наблюдатель (пастух) незнаком с признаками течки и не может правильно определить, какая(ие) из коров в активной группе находится в течке;
- Течка определена правильно, но ошибка возникает при пометке коровы;
- Течка и корова правильно отмечены, но ошибка возникает при ведении записей.

Неспособность заметить состояние течки у коровы является основной причиной низкого уровня воспроизводства во многих стадах.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСЕМЕНЕНИЯ

В целом, если при натуральном осеменении используется бык, то эффективность осеменения составляет 100%. В случае с искусственным осеменением эффективность осеменения определяется способностью фермера и осеменителя выполнить следующие операции:

- Выбрать время осеменения;
- Правильно обращаться с замороженной спермой;
- Аккуратно поместить сперму во вход матки.

ВЕДЕНИЕ ЗАПИСЕЙ - ОСНОВА ХОРОШЕГО СОДЕРЖАНИЯ

Ведение записей является важным элементом в успехе молочного производства. Записи по воспроизводству позволяют управляющему стадом учесть все события (даты), происходившие с каждым животным в стаде. Записи сами по себе имеют очень небольшую ценность. Заполнение таблицы только для того, чтобы положить ее в архив, не имеет смысла. Записи должны быть проанализированы, и на основе этого анализа должны быть сделаны выводы, дающие полезную информацию. Эта информация может быть использована в следующих целях:

- Для оценки уровня воспроизводства;
- Для исследования нефертильности и других проблем;
- Для постановки реальных целей по воспроизводству;
- Для контроля за изменениями и прогрессом.

СИСТЕМЫ ЗАПИСЕЙ

Для стада в несколько коров памяти управляющего может быть достаточно для того, чтобы помнить все даты отелов и осеменений. Однако большинство дат, содержащихся в памяти, часто забываются. Если стадо имеет довольно крупные размеры, то нет никаких сомнений в том, что фермер или управляющий нуждается в хорошей системе записей, которая поможет следить за воспроизводительным статусом каждой коровы и предсказать будущие события независимо от того, отел это или течка.

Методы, используемые для ведения записей, включают в себя карточную систему, ярлыки, цветовое кодирование, круги воспроизводительного статуса, а также компьютеры. Все эти методы приемлемы: каждый в отдельности имеет свои преимущества и слабые стороны. При выборе системы важны личные предпочтения потребителя (управляющего стадом). Управляющий должен понимать всю важность тщательного ведения записей. Поэтому наилучшей системой считается та, которую потребитель может хорошо понять, легко обновлять и анализировать. Для обеспечения эффективности любая система записей должна опираться на следующие факторы:

- Правильная система нумерации животных и техника определения событий, а также их своевременная регистрация;
- Подсчет показателей воспроизводства каждой коровы и усреднение их по всему стаду;
- Интерпретация показателей для определения возможностей улучшения.

МАРКИРОВКА КОРОВ

Ключевым моментом успешного управления молочным стадом является

правильная маркировка каждого животного в стаде. Карта постоянных записей должна заводиться для каждого животного в момент его рождения или покупки. Проведение правильной маркировки животных весьма существенно, так как многие решения касаются индивидуально той или иной коровы. Независимо от метода маркировки, номер животного или его имя должны разборчиво читаться с расстояния.

Правильная маркировка коров является основой хорошей системы записей.

Временные и постоянные записи

Все события, происходящие в стойле, на пастбище или в загоне, должны ежедневно записываться. Календарная книга или журнал стада являются удобным местом для ведения ежедневных записей по каждой отдельной корове. В этой книге дневных наблюдений должны быть отражены даты наблюдения течки, повреждения, симптомы заболеваний, отелы, осеменения и ветеринарные вмешательства. Если полагаться на память, то риск неправильного внесения или невнесения записи в карту постоянных записей резко возрастает. Необходимо регулярно переписывать временные события из журнала в индивидуальную карту постоянных записей. Постоянная карта записей должна включать в себя по крайней мере четыре части:

- 1) Индивидуальный номер, дата рождения, родословная и причина выбраковки;
- 2) История болезней в период развития теленка;
- 3) Даты осеменений и отелов;
- 4) История болезней, включающая раздел о здоровье воспроизводительного тракта.

При отсутствии отдельных записей о продуктивности каждого животного, желателен дополнительный раздел содержащий эту информацию.

ИЗМЕРЕНИЕ И УЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА

События, происходящие в стаде, могут быть обобщены для получения полезной информации о состоянии репродуктивного здоровья стада. Поскольку успешное воспроизведение зависит от многих факторов, не существует единого показателя эффективности воспроизведения стада. Различные показатели описывают сильные и слабые стороны разных элементов уравнения воспроизведения, приведенного выше. Например, один показатель может оценивать точность определения течки, а другой позволяет определить фертильность стада или эффективность оплодотворения. Поэтому очень важно понимать структуру расчета показателей и правильно их интерпретировать по отношению друг к другу. Для получения ответов на определенные вопросы по программе управления

воспроизведением требуется проанализировать большое количество показателей (Таблица 5.2).

Для анализа общей эффективности воспроизведения стада необходимо использовать полный набор показателей.

СТАДО В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРА

Давайте посмотрим на примере условного стада, как определить эффективность воспроизведения. На этом примере мы покажем один из способов ведения записи, подсчета репродуктивных показателей и их правильной интерпретации. В нашем примере мы рассмотрим 29 условных коров, которые в промежутке между 1 марта и 1 декабря (предположим, что это текущая дата) отелились, наблюдались в течке или были проданы. Данные для такого стада представлены в таблице 5.3.

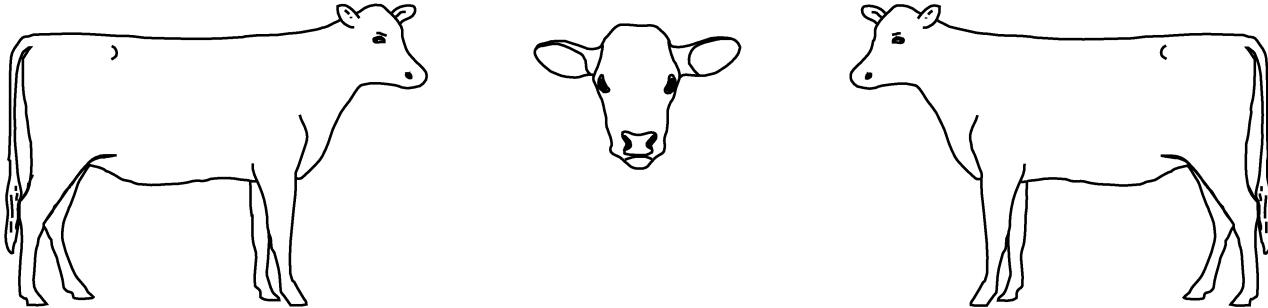
В дополнение предположим, что у фермера существуют следующие правила:

- Осеменение может происходить не раньше, чем через 55 дней после отела;

Таблица 5.2: Общие воспроизводительные показатели и их оптимальные значения при идеальных условиях.

Показатель воспроизведения	Оптимальное значение	Значение, указывающее на серьезную проблему
Интервал между отелами	12,5 - 13 месяцев	> 14 месяцев
Среднее число дней до первой замеченной течки	< 40 дней	> 60 дней
Процент коров, замеченных в течке в течение первых 60 дней после отела	> 90%	< 90%
Среднее число открытых дней до отела	45-60 дней	> 60 дней
Число осеменение на одно зачатие	< 1,7	> 2,5
Процент зачатий для первого осеменения нетелей	65-70%	< 60%
Процент зачатий для первого осеменения коров в лактации	50-60%	< 40%
Процент зачавших коров при числе осеменений < 3	> 90%	< 90%
Процент коров с интервалом между отелами между 18 и 24 днями	> 85%	< 85%
Среднее число открытых дней	85-110 дней	> 140 дней
Процент коров с числом открытых дней более 120	< 10%	> 15%
Продолжительность периода сухостоя	50-60 дней	< 45 , > 70 дней
Средний возраст при первом отеле	24 месяцев	< 24 или > 30 месяцев
Процент аборта	< 5%	> 10%
Уровень выбраковки из-за воспроизводительных проблем	< 10%	> 10%

ИДЕНТИФИКАЦИЯ - РОДОСЛОВНАЯ - МЕСТО РОЖДЕНИЯ - ВЫБРАКОВКА			КАРТА №:
ИМЯ/№:	Дата Рождения:	Регистрационный номер	
Дата покупки:	Место покупки:	Цена:	
Дата выбраковки:	Продано:	Цена:	
Причина:			



ОТЕЦ Имя/№: Отец Имя/№:
 Номер карты: Рег. номер:
 МАТЬ Имя/№: Мать Имя/№:
 Номер карты: Рег. номер:
 МАТЬ Имя/№: Отец Имя/№:
 Номер карты: Рег. номер:

Регистрация осеменений и отелов													
#	Отел	Теленок	Течка		Течка и осеменение				ДПТ*	ДПО*	ОД*	#О/З*	ИО*
			1 ^{ый}	2 ^{ий}	1 ^{ый}	2 ^{ий}	3 ^{ий}	4 ^{ий}					
0	Осеменение первотелки	→	Дата										
			Отец										
1			Дата										
			Отец										
2			Дата										
			Отец										
3			Дата										
			Отец										
4			Дата										
			Отец										
5			Дата										
			Отец										
6			Дата										
			Отец										

*ДПТ = Дней до первой течки; ДПО = Дней до первого осеменения; О/З = кол-во осеменений на зачатие; ИО = интервал отела

Рис.5.2а: Лицевая сторона страницы журнала постоянных записей коровы

ЗДОРОВЬЕ ТЕЛЕНКА						
Дата	Болезни/Вакцины			Лечение		
РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ						
Дата	Симптомы/Проблемы			Лечение		Цена
Проблемы при отеле		Номер Отела		Другие Комментарии		
		1	2	3	4	5
МАСТИТ И ЛЕЧЕНИЕ КОРОВЫ В ПЕРИОД СУХОСТОЯ						
Дата	Четверть	Лечение				Цена
	Передняя Задняя					
	Лев. Прав. Лев. Прав.					
	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>					
Другие проблемы:		Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Кетоз						
Синдром ожирения печени						
Смещение съчуга						
Записи Продуктивности						
Лактация #	кг	% жира	% протеина	кг жира	кг протеина	# дней
1						
2						
3						
4						
5						
6						

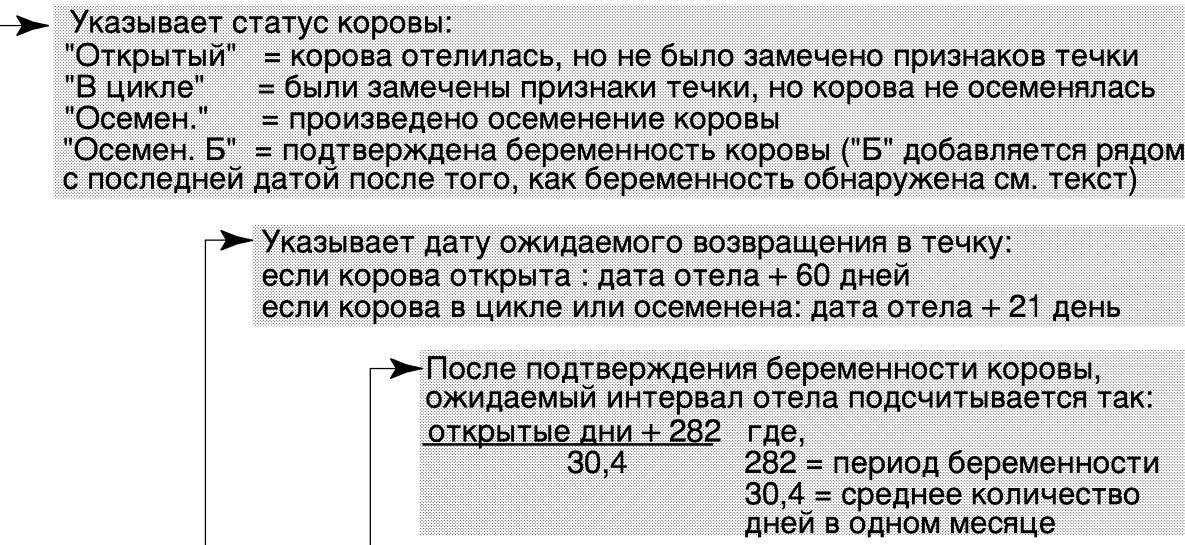
*По шкале от 1 до 5: 1 = легкое (без вытягивания); 2 = слегка вытягивая; 3 = сильное вытягивание; 4 = использование приспособлений; 5 = кесарево сечение

Рис.5.2б: Обратная сторона страницы журнала постоянных записей коровы.

- Из-за отсутствия ветеринарной службы для подтверждения факта беременности, фермер считает корову оплодотворенной, если

спустя 60 дней после осеменения у коровы не появились признаки течки.

Идентификация коровы (имя или номер)



Корова	Дата		Статус воспроизведения	Дата ожидаемой течки	ОСЕМЕНЕНИЕ	Кол-во Дней			Ожидаемый	
	Отела	Течки				No.	Междудоцами	Открытых	Первое	отел
3	10-Апр		Открыт	09-Июня	-	-	-	-	-	-
3		11-Мая	В цикле	01-Июня	-	-	-	31	✓	-
3		15-Июня	Осемен.	06-Июля	+ 1	Лео	35	66	66	-
3		06-Июля	Осемен.	27-Июля	+ 2	Дюк	21	87	-	-
3		27-Июля	Осемен.	17 - Авг.	+ 3	Дюк	21	108	12.6	28-Апр

Дата последней замеченной течки

Дата последнего отела

Количество дней между отелом и:

1-м осеменением
Последней течкой или осеменением (если количество открытых дней меньше 60 во время 1-й течки поставьте "✓" рядом)

Количество дней между двумя последовательными течками*

Идентификация быка (имя или номер)

Текущее количество осеменений (эта цифра преобразуется в "количество осеменений на оплодотворение" после того, как подтверждается беременность коровы)

Текущий репродуктивный статус коровы

Текущее значение репродуктивных индексов (эти данные необходимо переносить в постоянную индивидуальную карту записей, см. Рис. 5.2)

Рис.5.3: Объяснение заголовков

Таблица 5.3: Примеры ведения записей и репродуктивные индексы для стада молочных животных.

Ко- рова	Дата		Состояние	Дата Ожида- емой течки	Осеменение		Количество Дней			Предсказание	
	Отела	Течки			#.	Осеме- нитель	Между Течками	Открытых	Пер- вое Осеме- нение	Интер- вал	Дата
6	2-Мар.	открыта	1-Мая				---	---	---	---	---
1	15-Мар.	открыта	14-Мая				---	---	---	---	---
8	25-Мар.	открыта	24-Мая				---	---	---	---	---
7		27-Мар.	осемен P	17-Апр	2	Лео	35	84	---	12,0	03-Янв
4	29-Мар.	открыта	28-Мая				---	---	---	---	---
21		05-Апр.	осемен P	26-Апр	2	Барон	24	83	---	12,0	12-Янв
3	10-Апр.	открыта	9-Июня				---	---	---	---	---
16		14-Апр.	открыта	5-Мая	1	Лео	21	---	100	---	---
1		19-Апр.	в цикле	10-Мая			---	35	✓	---	---
11		26-Апр.	открыта	17-Мая	2	Брут	22	---	---	---	---
6		27-Апр.	осемен	18-Мая	1	Тор	---	56	✓	56	---
29	28-Апр.	открыта	27-Июня				---	---	---	---	---
17		01-Мая	осемен P	22-Мая	3	Лео	42	147	---	14,1	07-Фев
2	5-Мая	открыта	4-Июля				---	---	---	---	---
3		11-Мая	в цикле	1-Июня			---	31	✓	---	---
1		11-Мая	осемен	1-Июня	1	Лео	22	57	57	---	---
11		16-Мая	осемен P	6-Июня	3	Барон	20	119	---	13,2	22-Фев
19	19-Мая	открыта	18-Июля				---	---	---	---	---
27	20-Мая	открыта	19-Июля				---	---	---	---	---
5	25-Мая	открыта	24-Июля				---	---	---	---	---
12		26-Мая	осемен	16-Июня	2	Брут	19	103	---	---	---
8		29-Мая	осемен	19-Июня	1	Тор	---	65	✓	65	---
15		29-Мая	осемен P	19-Июня	2	Брут	21	168	---	14,8	06-Мар
1		01-Июня	осемен	22-Июня	2	Барон	21	68	---	---	---
25	3-Июня	открыта	2-Авг				продана 06/15; осложнения при отеле			---	---
4		05-Июня	осемен	26-Июня	1	Барон	---	68	✓	68	---
28	6-Июня	открыта	5-Авг				---	---	---	---	---
27		9-Июня	в цикле	30-Июня	0		---	20	✓	---	---
10	13-Июн.	открыта	12-Авг				---	---	---	---	---
3		15-Июня	осемен	6-Июля	1	Лео	35	66	66	---	---
6		16-Июня	осемен P	7-Июля	2	Лео	50	106	---	12,8	24-Мар
16		17-Июня	осемен P	8-Июля	2	Лео	64	164	---	14,7	25-Мар
12		17-Июня	осемен	8-Июля	3	Лео	22	125	---	---	---
7	18-Июн.	открыта	17-Авг				---	---	---	---	---
29		18-Июня	в цикле	9-Июля			---	51	✓	---	---
8		19-Июня	осемен	10-Июля	2	Тор	21	86	---	---	---
1		22-Июня	осемен P	13-Июля	3	Тор	21	99	---	12,5	30-Мар
4		26-Июня	осемен P	17-Июля	2	Уни	21	89	---	12,2	03-Апр
29		30-Июня	осемен	21-Июля	1	Дюк	12	63	63	---	---
9	1-Июля	открыта	30-Авг				---	---	---	---	---
27		1-Июля	осемен	22-Июля	1	Дюк	22	42	42	---	---

Ко- рова	Дата		Состояние	Дата Ожида- емой течки	Осеменение		Количество Дней			Предсказание	
	Отела	Течки			#.	Осеме- нитель	Между Течками	Открытых	Пер- вое Осеме- нение	Интер- вал	Дата
3	6-Июля	осемен	27-Июля	2	Дюк	21	87	---	---	---	---
12	08-Июля	осемен	P 29-Июля	4	Барон	21	146	---	14,1	15-Апр	
8	10-Июля	осемен	P 31-Июля	3	Лео	21	107	---	12,8	17-Апр	
24	14-Июля	открыта	12-Сент		---	---	---	---	---	---	---
2	20-Июля	осемен	P 10-Авг	1	Дюк	---	76	✓	76	11,8	27-Апр
29	21-Июля	осемен	11-Авг	2	Тор	21	84	---	---	---	---
27	23-Июля	осемен	13-Авг	2	Дюк	22	64	---	---	---	---
19	24-Июля	осемен	P 14-Авг	1	Дюк	---	66	✓	66	11,4	01-Мая
3	27-Июля	осемен	P	3	Дюк	21	108	---	12,8	04-Мая	
5	1-Авг	осемен	22-Авг	1	Уни	---	68	✓	68	---	---
28	8-Авг	осемен	29-Авг	1	Барон	---	63	✓	63	---	---
29	11-Авг	осемен	P 1-Сент	3	Тор	21	105	---	12,7	19-Мая	
27	13-Авг	осемен	3-Сент	3	Уни	21	85	---	---	---	---
24	15-Авг	в цикле	5-Сент		---	32	✓	---	---	---	---
18	28-Авг	открыта	27-Окт		---	---	---	---	---	---	---
10	29-Авг	осемен	19-Сент	1	Лео	---	77	✓	77	---	---
27	3-Сент	осемен	P 24-Сент	4	Уни	21	106	---	12,8	11-Июн	
20	4-Сент	открыта	3-Нояб		---	---	---	---	---	---	---
24	06-Сент	осемен	P 27-Сент	1	Дюк	22	54	✓	54	11,1	14-Июн
7	10-Сент	осемен	1-Окт	1	Лео	---	84	✓	84	---	---
13	14-Сент	открыта	13-Нояб		---	---	---	---	---	---	---
5	15-Сент	осемен	P 6-Окт	2	Лео	24	113	---	13,0	23-Июн	
14	19-Сент	открыта	18-Нояб		---	---	---	---	---	---	---
10	19-Сент	осемен	10-Окт	2	Тор	21	98	---	---	---	---
28	19-Сент	осемен	P 10-Окт	2	Лео	42	105	---	12,7	27-Июн	
22	23-Сент	открыта	22-Нояб		---	---	---	---	---	---	---
9	25-Сент	осемен	16-Окт	1	Дюк	---	86	✓	86	---	---
23	3-Окт	открыта	2-Дек		---	---	---	---	---	---	---
10	10-Окт	осемен	31-Окт	3	Уни	21	119	---	---	---	---
26	23-Окт	открыта	22-Дек		---	---	---	---	---	---	---
7	30-Окт	осемен	20-Нояб	2	Уни	50	134	---	---	---	---
20	02-Нояб	осемен	23-Нояб	1	Барон	---	59	✓	59	---	---
18	10-Нояб	осемен	1-Дек	1	Тор	---	74	✓	74	---	---
27	14-Нояб	открыта	13-Янв		---	---	---	---	---	---	---
7	21-Нояб	осемен	12-Дек	3	Дюк	22	156	---	---	---	---
23	22-Нояб	осемен	13-Дек	1	Тор	---	50	✓	50	---	---
20	23-Нояб	осемен	14-Дек	2	Дюк	21	80	---	---	---	---
14	29-Нояб	осемен	20-Дек	1	Лео	---	86	✓	86	---	---

Количество беременностей 19

Среднее*

2,4

25

108

67

12,8

* Среднее на 19 коров с подтвержденной беременностью

ВЕДЕНИЕ ЗАПИСЕЙ О ВОСПРОИЗВОДСТВЕ

Для создания простой системы записей мы в первую очередь должны выбрать, какими параметрами воспроизводства мы будем пользоваться для определения эффективности воспроизводства. Наша оценка эффективности воспроизводства будет основываться на следующих четырех параметрах:

- Количество дней до первого осеменения;
- Количество открытых дней;
- Количество осеменений за одно зачатие;
- Интервал между отелами.

Лист сбора информации

Простой лист сбора информации может быть использован по мере совершения событий. Рисунок 5.3 наглядно объясняет заголовки листа сбора информации, который мы будем использовать. Левая сторона формы содержит информацию о текущем состоянии каждой коровы, а в правой стороне указаны текущие значения воспроизводительных показателей для каждой отдельной коровы. Можно добавить дополнительную колонку для комментариев. Этот образец может быть использован как при искусственном, так и при натуральном осеменении. При заполнении этого образца необходимо помнить следующее:

- 1) Новая линия добавляется каждый раз как случается одно из четырех событий:
 - Корова телится;
 - Корова находится в течке;
 - Корова осеменяется;
 - Корова продается;
- 2) После того, как новое событие записано, предыдущее становится старым и зачеркивается;

- 3) Календарь, показанный в следующем разделе, является важным инструментом предсказания событий в будущем и подсчета параметров воспроизводства;
- 4) Необходимо регулярно проверять "Ожидаемую дату течки" и "Планируемую дату отела" для создания списка коров для:
 - Проверки признаков течки;
 - Перевода на сухостой (конец лактации);
 - В ожидании отела.

Календарь

Календарь, показанный на Рис. 5.4 может быть использован совместно с листом сбора информации, описанном выше, двумя разными способами:

- Превращая интервал между двумя датами в количество дней и, исходя из этого, вычисляя количество открытых дней, планируемый интервал между отелами и другие параметры воспроизводства.
- Предсказывая будущие даты и имея таким образом возможность наблюдать или ожидать то или иное событие в процессе воспроизводства.

Многие явления в процессе воспроизводства происходят с регулярными интервалами. Поэтому запись событий позволяет предвидеть будущее. Ниже перечислены некоторые важные интервалы между явлениями, характерные для здоровой коровы в стаде с хорошим уходом:

- Время от отела до первой замеченной течки должно быть не более 60 дней;
- интервал между двумя соседними течками в среднем составляет 21 день, но может изменяться от 18 до 24 дней;

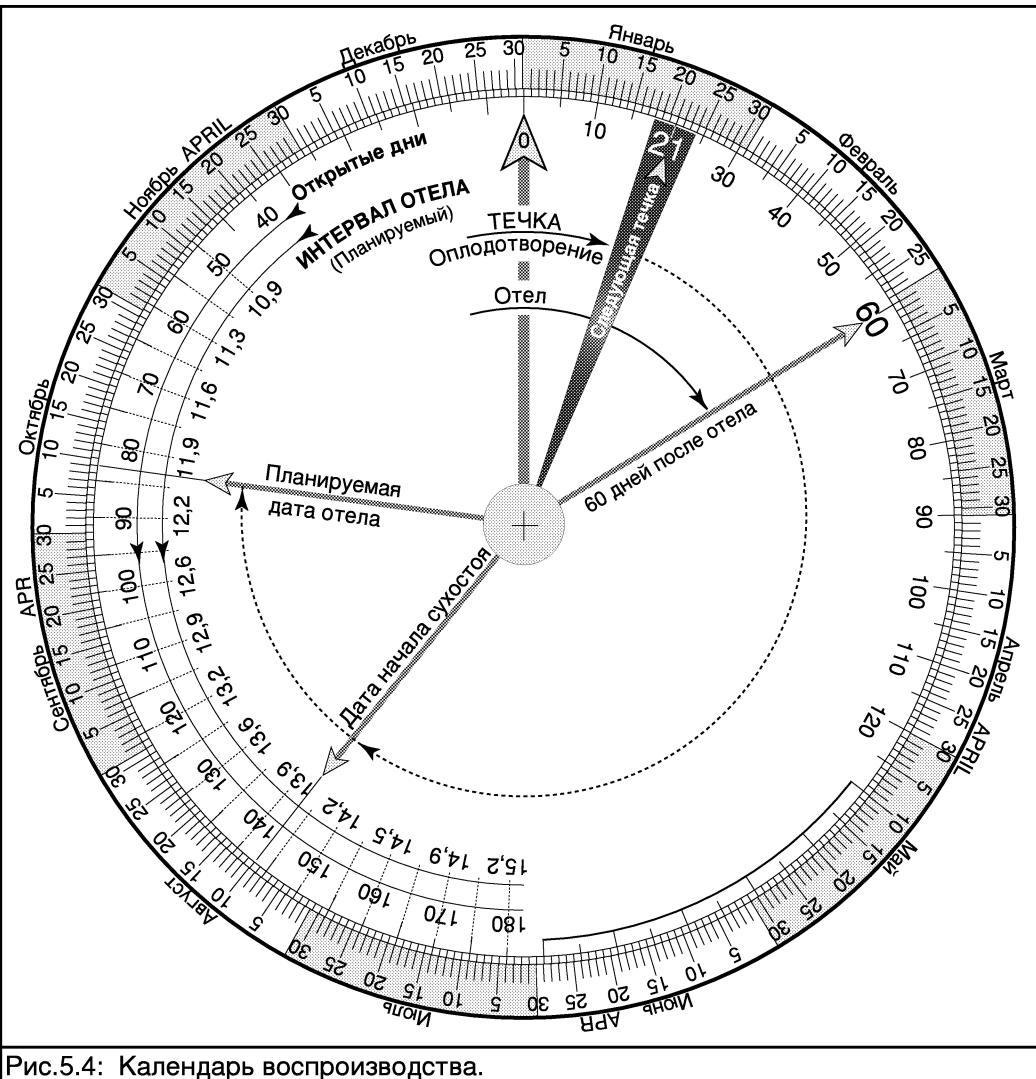


Рис.5.4: Календарь воспроизводства.

- Интервал между оплодотворением и отелом (беременность) в среднем составляет 282 дня;
- Интервал между концом лактации и отелом (период сухостоя) в среднем должен составлять 60 дней.

Календарь, показанный на рисунке 5.4 состоит из 2-х частей. Внешняя окружность размечена по количеству дней в году. Внутреннее "колесо" может поворачиваться, устанавливая стрелку напротив определенной даты. Другая стрелка затем может быть использована для определения даты будущего

Предсказание дат будущих явлений, таких как течка или отел, является важным фактором для эффективного управления стадом.

события. Важным свойством этого календаря является расстояние между некоторыми стрелками. На протяжении оставшейся части главы мы продемонстрируем, как пользоваться этим календарем.

Что необходимо записывать?

Для подсчета четырех интересующих нас параметров воспроизводства следующие записи должны быть произведены для каждой коровы:

- Дата последнего отела;
- Дата предыдущего отела (для животных с двумя и более лактациями);
- Дата течки и осеменения(ий);
- Проданные животные с объяснением причины продажи.

Эти четыре простых записи могут предоставить большое количество важной информации об эффективности воспроизводства стада. Для того, чтобы подсчитать реальные параметры, данные должны быть полными и точными.

Запись данных должна быть полной и точной, для того чтобы отразить реальное состояние воспроизводства в стаде.

Запись даты отела и предсказание первой течки неоплодотворенной коровы

После отела, в качестве первого шага к очередному оплодотворению коровы необходимо убедиться в том, что возобновилась активность яичников и восстановился нормальный цикл течки. Как было сказано в главе 3 (Таблица 3.3), активность яичников возобновляется в течение нескольких недель после отела и, для большинства коров, признаки течки появляются на втором или третьем цикле. У 50% коров признаки течки появляются через 30 дней после отела, и у 95% коров происходит хотя бы одна течка, сопровождаемая внешними признаками, в течение 60 дней после отела.

Поэтому в стадах с высокой фертильностью (малое количество осложнений после отела) и хорошей эффективностью определения течки большое количество животных проявят признаки половой охоты в течение первых двух месяцев после отела. Если ожидаемая первая течка была зарегистрирована, то в дальнейшем, исходя из этого, можно получить следующую полезную информацию:

- Определить корову, не вошедшую в очередную течку, и принять меры по возобновлению цикла;
- Планировать даты осеменения с целью достижения желаемого интервала между отелами или количества открытых дней.

В процессе отела животных номер каждой коровы и дата отела вносятся в соответствующую колонку. Согласно нашим записям (Таблица 5.3), корова 1 отелилась 15 марта. Колонка с названием "статус воспроизводства" может быть использована в качестве напоминания о последнем событии, повлиявшем на статус воспроизводства

коровы. Ниже перечислены четыре возможных записи в этой колонке:

- "Открытая": у коровы не были замечены признаки течки с начала отела;
- "В цикле": у коровы были замечены признаки течки, но она не была осеменена;
- "Осеменена": у коровы были замечены признаки течки и она была осеменена.
- "Осеменена Б": имеется подтверждение, что корова беременна.

Сразу после отела корова находится в неоплодотворенном состоянии и у нее ожидаются проявления течки в течение последующих двух месяцев. Поэтому в колонке "Ожидаемая дата течки" мы можем поставить дату, отстоящую от даты отела на два месяца, или использовать календарь для более точного определения даты. Давайте найдем самую позднюю дату первого проявления признаков течки сразу после отела для коровы 1. Для этого необходимо:

- 1) Установить стрелку с названием "ОТЕЛ" против даты отела (например 15 марта);
- 2) Перейти на стрелку, находящуюся справа, с названием "60 дней после отела";
- 3) Прочитать дату, на которую указывает эта стрелка (14 мая).

Отсюда следует, что если корова 1 не проявила никаких признаков течки до 14 мая, то необходимо принять меры по установлению причин отсутствия течки. Такое может случиться вследствие анэструса у коровы, либо по причине сложности определения течки. При регистрации признаков течки в течение первых шестидесяти дней необходимо поставить галочку в колонке "количество открытых дней" листа сбора информации.

Ведение записей циклов течки, осеменений и предсказание возможных дат осеменений

В нашем примере у коровы 1 признаки течки были замечены 19 апреля. В листе сбора информации начинается новая строка с номером коровы 1 и датой определения течки. В это же время необходимо проверить последнюю запись, относящуюся к данной корове. Поднимаясь вверх по таблице, мы определяем, что корова 1 считалась открытой (отел произошел 15 марта) и вернулась в цикл течки до истечения предельного срока в 60 дней (24 мая). Наш врачающийся календарь показывает, что 19 апреля соответствует только 35 дням после отела. В связи с тем, что фермер придерживается правила производить осеменение не раньше, чем через 55 дней после отела, корова не осеменяется. Важность записи этого события заключается в том, что это позволяет определить дату следующей течки. Для определения этой даты с помощью календаря необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Установите стрелку с названием "Течка" напротив даты последней замеченной течки (например 19 апреля);
- 2) Перейдите на стрелку находящуюся справа, с названием "Следующая течка";
- 3) Прочтайте дату, на которую указывает эта стрелка (10 мая).

Отсюда следует, что 10-го мая (плюс - минус 10 дней) у коровы снова должны появиться признаки течки. Теперь необходимо отметить в колонке "статус воспроизводства", что корова находится "в цикле". Для того, чтобы определить самый последний статус коровы, необходимо зачеркнуть все предыдущие записи для коровы 1. Зачеркивание должно быть четким, позволяющим

легко отыскать в списке текущий статус животного, но с другой стороны, зачеркнутая информация должна оставаться видимой, позволяя перенести данные в индивидуальный лист постоянных записей коровы.

Календарь может быть использован ежедневно, напоминая какая корова должна находиться под наблюдением для определения признаков течки. Как показано в Таблице 5.3, корова 1 снова проявила признаки течки 11 мая и была осеменена в первый раз быком по имени "Лео". В этот момент статус воспроизводства данной коровы изменился на статус "Осеменена". Если оплодотворение не произошло, то следующая течка ожидается 1 июня.

Наши записи показывают, что корова 1 снова проявила признаки течки (1-го июня) и было произведено осеменение, а затем еще и одно - 22-го июня.

Возвращение в течку говорит о том, что корова не была оплодотворена при последнем осеменении. Но как мы узнаем, когда произойдет оплодотворение? Когда мы сможем добавить "Б" рядом со словом "Осеменена" в колонке статуса воспроизводства, отметив, что корова беременна?

В нашем примере фермеру необходимо ждать 60 дней для установления факта оплодотворения коровы. Последняя запись для коровы 1 была произведена 1-го июля, когда корова была осеменена в третий раз; имя быка, использованного для осеменения "Тор". После этого не было замечено ни одного признака течки. Однако нельзя считать корову оплодотворенной до 19-го августа (60 дней со дня проведения последнего осеменения). В этот день ожидаемая дата течки зачеркивается и буква "Б", указывающая на беременность, добавляется в колонку статуса воспроизводства.

Предсказание даты отела и периода сухостоя

Предсказание даты следующего отела может быть выполнено путем прибавления к дате успешного оплодотворения продолжительность беременности (в среднем 282 дня). Период сухостоя должен составлять от 50 до 60 дней для подготовки коровы к следующему периоду лактации. Обычно период сухостоя короче 40 дней или длиннее 70 дней имеет негативный эффект на последующую лактацию. Календарь воспроизводства легко поможет определить эти даты. Используя данные для коровы 1, на календаре необходимо проделать следующее:

- 1) Установите стрелку с названием “Оплодотворение” напротив даты последнего оплодотворения (например 22 июня);
- 2) Прочтите дату, на которую указывает стрелка с названием “Планируемая дата отела” (например 30 марта);
- 3) Прочтите дату, на которую указывает стрелка с названием “Дата начала сухостоя” (29 января).

Таким образом, если до конца беременности не произойдет выкидыша, то период сухостоя должен начаться 29 января, а ожидаемая дата отела намечена на 30 марта.

РАССЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА

Рассчет параметров воспроизводства может быть весьма утомительной задачей, так как интервалы между датами должны быть пересчитаны в количество дней. При отсутствии компьютеров или консультации эта проблема может быть значительно упрощена при использовании календаря воспроизводства (Рис 5.4). Кроме того, благодаря имеющемуся месту на листе

сбора информации существует возможность выполнять большинство таких пересчетов в момент записи события.

Количество дней до первого осеменения и количество дней между течками

Количество дней между отелом и первой течкой может быть легко определено с помощью календаря воспроизводства. Используя данные коровы 1, необходимо проделать следующее:

- 1) Установите стрелку с названием “Отел” напротив даты, соответствующей отелу (например, 15 мая);
- 2) Найдите на внешнем круге календаря дату проведения осеменения (например 11 мая);
- 3) Прочтайте количество дней на шкале малой окружности напротив числа на большом круге (57 дней).

Таким же образом определяется интервал между двумя зафиксированными течками:

- 1) Установите стрелку с названием “ТЕЧКА” на первую дату течки;
- 2) Найдите на внешнем круге календаря (справа от стрелки) следующую дату течки (например 11 мая);
- 3) Прочтайте количество дней на шкале малой окружности напротив числа на большом круге (22 дня).

В нашем примере интервал между отелом (15 марта) и первой течкой (11 мая) для коровы 1 составил 57 дней, а интервал между первой (19 апреля) и второй течкой (11 мая) составил 22 дня. При каждом наступлении новой течки интервалы между течками могут быть внесены в соответствующую колонку.

Количество открытых дней и предсказание интервалов отела

Если все необходимые данные были получены, то параметры воспроизведения могут быть легко определены. Количество открытых дней (ОД) для коровы с подтвержденным статусом беременности - это промежуток от самой последней лактации до момента оплодотворения коровы. Количество открытых дней зависит от количества дней между отелом и первой течкой, а также числа последующих течек до тех пор, пока не произойдет оплодотворение. Минимальная длина предсказуемого интервала между отелами (МПИО) это количество открытых дней плюс средняя длительность беременности (282 дня). Минимальный предсказуемый интервал между отелами, выраженный в месяцах, может быть также подсчитан по следующей формуле:

$$\text{МПИО} = (\text{ОД} + 282)/30,4 \text{ где:}$$

МПИО - ожидаемый интервал между отелами, выраженный в месяцах;

ОД - количество открытых дней для коровы с подтвержденным статусом беременности;

30,4 - среднее количество дней в месяце.

Используя корову 1 (данные из таблицы 5.3) в качестве примера, можно легко подсчитать количество открытых дней и минимальный ожидаемый интервал между отелами, пользуясь календарем следующим образом:

- 1) Установите стрелку с названием "ТЕЧКА" напротив даты последнего успешного осеменения (например, 22 июня);
- 2) Найдите на внешней окружности календаря дату фактического отела (например 15 марта);
- 3) Для определения количества открытых дней смотри шкалу

"Открытые дни" малого круга (98 дней);

- 4) Для определения интервала между отелами найдите ближайшее количество месяцев на шкале "Интервал Отела" (12,6 месяца).

Не нужно путать минимальный предсказуемый интервал между отелами с действительным интервалом отела. Сравнение этих двух величин будет дано позже.

Количество осеменений на одно оплодотворение

Количество осеменений на одно оплодотворение представляет собой число произведенных осеменений до первого успешного оплодотворения. В нашем примере количество осеменений на одно оплодотворение составило 3.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СРЕДНИХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАДА

КАКИЕ ЖИВОТНЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ВКЛЮЧЕНЫ В ПОДСЧЕТ СРЕДНИХ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАДА?

Репродуктивные показатели стада легко подсчитать, как среднее арифметическое значение для коров всего стада. Много воспроизводительных индексов, таких как количество открытых дней, планируемый интервал между отелами и количество осеменений на одно оплодотворение, могут быть подсчитаны как для действительно беременных коров, так и для осемененных коров с неизвестным результатом осеменения. Для больших групп последний способ подсчета может быть использован как хороший индикатор последних изменений в эффективности воспроизведения. Однако для стада небольшого размера,

такого, как мы используем в нашем примере, количество открытых дней для беременных коров имеет большее значение. Вдобавок, в стадах небольшого размера эффективность воспроизводства может не совпадать со средними значениями, так как несколько коров с экстремальными значениями могут значительно сместить среднее значение. Другими словами, для стада небольшого размера, индексы для каждой коровы в отдельности могут быть более важны, чем их средние значения. Используя описанный выше лист сбора информации и стадо из нашего примера, мы можем легко использовать обе величины, так как средние значения индексов воспроизводства для стада указаны внизу таблицы 5.3.

Процент коров, входящих в цикл на 60-й день после отела

Если все данные записывались таким образом, как это было описано выше, то этот простой параметр может быть легко определен путем подсчета количества галочек, поставленных напротив открытых дней (Таблица 5.3) и делением этого числа на количество коров, отелившихся в этот же период времени. Значение параметра меньше 90% указывает на низкую fertильность

и (или) проблемы с определением течки. Как только у коровы была определена течка, количество открытых дней до этой даты может быть подсчитано и занесено в соответствующую колонку.

КОЛИЧЕСТВО ДНЕЙ ДО ПЕРВОГО ОСЕМЕНЕНИЯ

Количество дней до первого осеменения - это количество дней с момента отела до первого осеменения. Этот индекс в основном зависит от следующих факторов:

- Возобновление функционирования яичника после отела, на которое могут оказывать влияние осложнения, возникающие во время, до или после отела (дистоция, прирастание плаценты, инфекционное заражение матки и т.д.);
- Эффективность определения течки (количество неопределенных периодов течки);
- Решение фермера обеспечить минимальный период отдыха перед очередным оплодотворением.

Некоторые коровы могут быть оплодотворены на 40-й день после отела: однако наиболее высокий уровень оплодотворения имеет место при осеменении на 60-й день или позже

в период лактации (Рис. 5.5). Кроме того, при раннем оплодотворении молочная продуктивность коровы может резко упасть. В общем, рекомендуется первый раз осеменять корову при определении первой течки через 45 дней после отела. Улучшение индекса количества

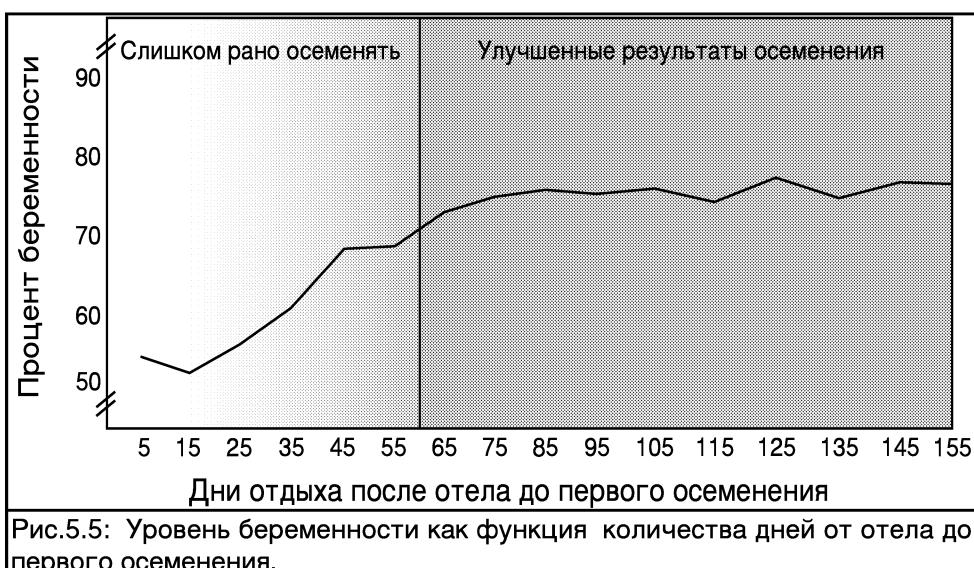


Рис.5.5: Уровень беременности как функция количества дней от отела до первого осеменения.

осеменений на одно оплодотворение может позволить увеличить период отдыха до 60 дней без удлиннения интервала между отелами. Действительно, снижение количества осеменений на одно оплодотворение ассоциируется с уменьшением интервала между первым осеменением и оплодотворением коровы.

Если через 60 дней после отела у коровы не была замечена течка, необходимо принять меры по выявлению и устранению возможных причин (метрит или другие серьезные инфекционные заражения матки). Не следует делать попыток осеменения коровы до тех пор, пока воспроизводительный тракт не выздоровеет. Так как интервал до первого осеменения, который пытается поддерживать управляющий стадом, меняется от фермы к ферме, то разница между поставленной целью и реальным интервалом до первого осеменения должна использоваться как более подходящий показатель. Таблица 5.4 представляет способ интерпретации этого показателя. В стаде, используемом для нашего примера, средний интервал до первого осеменения составляет 68 дней. Как было сказано раньше, нам необходимо как можно раньше произвести осеменение, но не раньше, чем через 55 дней после отела. Таким образом, разница составляет, как показано в таблице 5.4, 13 дней и мы достигли нашей цели.

КОЛИЧЕСТВО ОТКРЫТЫХ ДНЕЙ

Количество открытых дней - это количество дней между отелом и очередным оплодотворением. На количество открытых дней влияют те же три фактора, что и на первую течку и эффективность осеменения. В дополнение, ранняя смерть зародыша также влияет на количество открытых дней. Поэтому, если стадо имеет удовлетворительное количество дней до первого осеменения, но слишком большое количество открытых дней, ниже перечислены наиболее вероятные причины, вызывающие такую ситуацию:

- Низкая фертильность коровы (смотри повторное осеменение в главе 2);
- Низкая фертильность быка, если производится натуральное осеменение;
- Плохая техника осеменения, если производится искусственное осеменение.

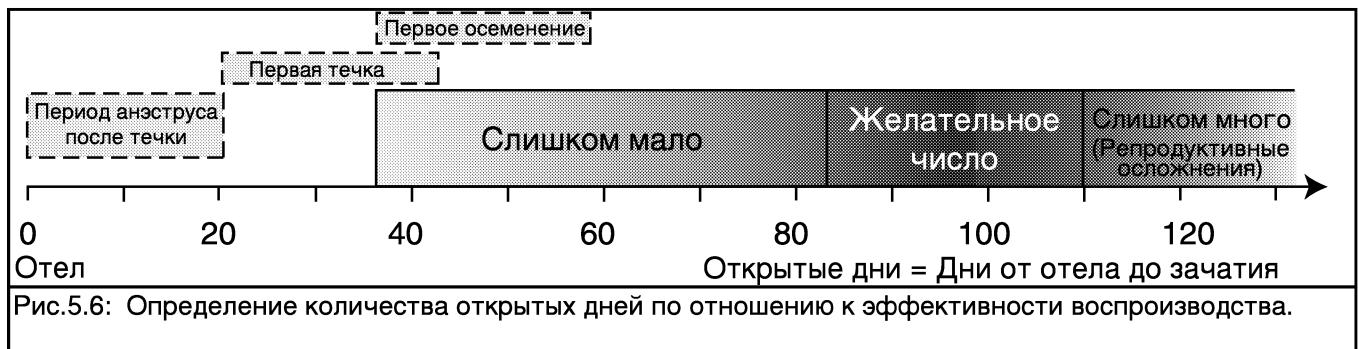
В целом, рекомендуется в первый раз осеменять корову при определении первой течки через 45 дней после отела.

Среднее количество открытых дней может резко меняться, если в стаде, особенно небольших размеров, имеется несколько коров с осложнениями. Фермер должен четко определить максимальный предел количества открытых дней, принимая во внимание замену животных и другие факторы. Коровы с количеством открытых дней, превышающим этот предел, должны

Таблица 5.4: Определение дней до первого осеменения (ДПО) по отношению к репродуктивной эффективности.

Разница между средним ДПО и желаемым ДПО	Интерпретация разницы	Вероятная причина проблемы
Менее чем 22 дней	нет осложнений	нет
От 23 до 28 дней	осложнения средней тяжести	анэструс, плохое определение течки
Более 25 дней	тяжелые осложнения	анэструс, плохое определение течки

Varner et al., 1988. Interpreting indices of reproductive efficiency, NCDHIP Handbook.



выбраковываться. В стаде, которое мы используем для нашего примера, среднее количество открытых дней составляет 108 дней. Согласно графику на рисунке 5.6, эта величина находится в пределах допустимого.

КОЛИЧЕСТВО ОСЕМЕНЕНИЙ НА ОДНО ОПЛОДОТВОРЕНIE

Количество осеменений на одно оплодотворение является показателем фертильности коровы, ставшей беременной. Количество оплодотворений на 100 осеменений (что приблизительно равно количеству беременностей) может быть легко подсчитано из количества осеменений на оплодотворение:

$$\% \text{ Оплодотворения} = \frac{100}{\text{осеменения/оплодотворения}}$$

Поэтому, если в стаде количество осеменений на одно оплодотворение равно двум, то это означает, что только 50% всех осеменений приводят к оплодотворению (Рис. 5.7).

Количество осеменений на одно оплодотворение равное 1,8 является желательным, так как отражает хорошую фертильность быка и коровы, а также эффективность осеменения.

Считается допустимым иметь на одно оплодотворение два осеменения, и эта цифра может служить реальным ориентиром во многих стадах. Стада с количеством осеменений на одно оплодотворение больше двух имеют серьезные репродуктивные осложнения. Ниже перечислены возможные причины такой ситуации:

- Неточное определение течки (корова осеменяется, не находясь в течке);
- Возникновение ошибки при записи течки и осеменения (ошибка при определении животного);
- Неправильная техника искусственного осеменения.

Коровы с интервалом открытых дней более 150 дней и с более чем тремя последовательными неудачными осеменениями должны быть выбракованы.

СООТНОШЕНИЕ ПЛАНИРУЕМОГО И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА МЕЖДУ ОТЕЛАМИ

При подсчете среднего планируемого интервала между отелами, описанного выше, можно включать коров с неподтвержденной беременностью. В этом случае для стада из нашего примера, разница между сроками действительного отела и планируемого указывает на то, улучшается ли эффективность

Кол-во осеменений на оплодотворение	2,5	2,0	1,66	1,43	1,25	1,11
Оплодотворение (%)	40	50	60	70	80	90
Интерпретация	Плохое	Желаемое		Найлучшее		

Рисунок 5.7: Взаимосвязь между количеством осеменений на оплодотворение и эффективностью оплодотворения (%)

воспроизводства, остается ли она на том же уровне, либо ухудшается. Если уровень оплодотворения стада достаточно низкий, то действительный интервал между отелами может быть на месяц или более больше планируемого. С улучшением управления воспроизводством разница между планируемым интервалом и действительным должна уменьшиться. Если однако с течением времени разница увеличивается, это означает, что эффективность воспроизводства падает. При анализе стратегии управления, необходимо определить самые слабые параметры воспроизводства и попытаться устранить проблемы, связанные с ними. Такой способ сравнения является прекрасным определителем долгосрочных тенденций в стаде.

Сам по себе действительный интервал между отелами указывает на состояние функций воспроизводства в интервале от девяти месяцев до двух лет, предшествующих этой дате. Очевидно, что этот индекс может относиться только к животным, имевшим более двух телят. Другими словами, интервал между отелами отражает общую эффективность воспроизводства фертильной коровы, но никак не учитывает случаи неудачного исхода.

УРОВЕНЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕЧКИ

Количество дней между течками может быть использовано для подсчета эффективности определения течки. В среднем коровы имеют регулярный цикл

Таблица 5.5: Интервал между двумя последовательными течками и эффективность определения течки.

Промежуток между течками (дни)	Определение течки (%)	Интерпретация
23,3	90	Прекрасное
26,3	80	Хорошее
30,0	70	Среднее
35,0	60	Плохое
42,0	50	Серьезные проблемы

течки длиною в 21 день. Поэтому, если все течки были замечены, то средняя длина интервала между течками составляет 21 день; однако с увеличением количества неопределенных течек средняя длина интервала также возрастает. Процент определения течки в стаде может быть определен по следующей формуле:

$$\text{Определение течки (\%)} = \frac{21}{\text{средний интервал между течками}} \times 100$$

В нашем примере: Определение течки (\%) = $\frac{21}{26} \times 100 = 81\%$. Таблица 5.5 содержит ориентиры по интерпретации процентного уровня определения течки.

Во второй главе описывались различные аспекты определения течки. Ниже перечислены основные, но не единственные факторы, влияющие на эффективность определения течки:

- Конструкция фермы;
- Время суток, в которое наблюдались признаки течки;
- Осложнения при воспроизводстве (анэструс);
- Проблемы, связанные с ногами и копытами и т. д.

В некоторых стадах уровень определения течки может быть достаточно высок, однако количество осеменений на одно оплодотворение при этом может быть также достаточно большим. В такой ситуации скорее всего недостаточна точность определения течки. Однако, с другой стороны, требуется достаточно внимательно интерпретировать уровень определения течки, так как

незафиксированная течка удваивает длину цикла у отдельной коровы. Поэтому в стадах с небольшим количеством коров низкий уровень определения течки должен быть сопоставлен с записями отдельных коров.

Высокий уровень определения течки одновременно с большим количеством осеменений на одно оплодотворение может указывать на низкую точность определения течки.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОРОВ

Для определения возможных путей к улучшению даже для одной коровы необходимо знать как можно больше параметров воспроизводства. Таблица 5.6 содержит подборку репродуктивных событий пяти коров, описанных в таблице 5.3. Каждая из этих пяти коров имеет около 106 открытых дней (и отсюда МПИО составляет 12,8 месяцев) и всего несколько дней до первого осеменения. Несмотря на такие хорошие параметры воспроизводства, у каждой из коров есть свои проблемы.

В случае с коровой 29, чей интервал между первой и второй течкой короче нормальных пределов от 18 до 24 дней, мы скорее всего наблюдаем результат одного из событий:

- У коровы была замечена течка, хотя в действительности течки не было;
- Киста яичника, которая является причиной возникновения течки через короткие промежутки времени;
- Введение гормонов, например простагландина.

Корова 28 не проявляла признаков течки в течение 42 дней. Период между двумя течками длиннее 24 дней может возникнуть по следующим причинам:

- Корова, находившаяся в течке, осталась незамеченной и не была осеменена (пропуск течки);
- Вошедшая в течку корова была осеменена, но произошла ранняя гибель зародыша;

- Корова вошла в течку и была осеменена, но событие было неправильно зафиксировано.

Если количество дней между двумя течками делится на 21 (например 42, 63), то скорее всего течка была пропущена и осталась незарегистрированной (корова 28 в таблице 5.6). Другой возможной причиной ненормальной течки является неправильная идентификация коровы. Если ошибка не исправлена, то она может привести к ряду серьезных осложнений как для неправильно идентифицированной коровы, так и для коровы, на чью кличку была сделана запись:

- Их записи будут отражать ненормальную длину циклов;
- Может произойти неожиданный отел вследствие неправильного предсказания даты отела;
- Неправильная запись производителя у новорожденных телят.

Несмотря на то, что осуществление функций воспроизводства у коровы 8 происходит нормально, признаки течки были впервые зафиксированы через 65 дней после отела. Более того, потребовалось три осеменения для достижения оплодотворения коровы. В таком случае, если предположить, что эффективность осеменения и фертильность быка не являются причинами, то исходя из записей, следует, что скорее всего осложнения, возникшие во время отела (прирастание плаценты) и связанные с этим последствия (инфекционное заражение матки) являются причиной низкой фертильности, зарегистрированной у этой коровы.

Корова 27 продемонстрировала быстрое восстановление после отела и вхождение в цикл течки. Интервал цикла у нее составляет в среднем 21

день, однако потребовалось четыре осеменения для того, чтобы добиться ее оплодотворения. Предположим, что у коровы не имеется расстройств воспроизводительного тракта, тогда плохая эффективность осеменения (натурального или искусственного) является причиной большого количества осеменений на одно оплодотворение.

Корова 6 была замечена в течке и осеменена в ожидаемые сроки. Однако следующий после этого интервал длиной в 50 дней указывает на то, что течка была определена неправильно и возможность осеменить корову на 21 день раньше была упущена. Причину

увеличенного количества "открытых дней" в графике коровы 8 значительно труднее определить, так как ни один параметр не указывает на возможную причину.

ОБОБЩЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАДА ИЗ НАШЕГО ПРИМЕРА

Основываясь на наших предыдущих обсуждениях, воспроизводительная эффективность стада, используемого в нашем примере, может быть подытожена следующим образом:

- Хороший уровень определения течки:

Таблица 5.6: Возможная интерпретация индексов воспроизведения отдельно для каждой коровы*.

Корова	Дата		Статус воспроизведения	Дата ожидания моей течки	Осеменение No.	Кол-во дней			Предполагаемая величина интервала отела
	Отела	Течки				Отец	между течками	открытых	
Ложное определение, гибель эмбрионов или неправильное определение течки									
6	2-Мар	открыто		1-Мая		---	---	---	---
6	27-Апр	осемен		18-Мая	1	Тэр	---	56	4
6	16-Июня	осемен	Б	7-Июля	2	Лео	50	106	---
Низкая fertильность коровы									
8	25-Мар	открыто		24-Мая		---	---	---	---
8	29-Мая	осемен		19-Июня	1	Тэр	---	65	4
8	19-Июня	осемен		10-Июля	2	Тэр	21	86	---
8	10-Июля	осемен	Б	31-Июля	3	Лео	21	107	12,8
Низкая эффективность осеменения									
27	20-Мая	открыто		19-Июля		---	---	---	---
27	9-Июня	цикл.		30-Июля	0	---	20	4	---
27	1-Июля	осемен		22-Июля	1	Дюк	22	42	42
27	23-Июля	осемен		13-Авг	2	Дюк	22	64	---
27	13-Авг	осемен		3-Сент	3	Юни	21	85	---
27	3-Сент	осемен	Б	24-Сент	4	Юни	21	106	12,8
Пропущена течка									
28	6-Июня	открыто		5-Авг		---	---	---	---
28	8-Авг	осемен		29-Авг	1	Ёарен	---	63	4
28	19-Сент	осемен	Б	10-Окт	2	Лео	42	105	12,7
Ошибка в определении течки									
29	28-Апр	открыто		27-Июня		---	---	---	---
29	18-Июня	цикл		9-Июля		---	51	4	---
29	30-Июня	осемен		21-Июля	1	Дюк	12	63	63
29	21-Июля	осемен		11-Авг	2	Тэр	21	84	---
29	11-Авг	осемен	Б	1-Сент	3	Тор	21	105	12,7

* Смотрите текст для детального объяснения показателей воспроизведения.

$(21 \times 100 = 81\%)$;

26

- Оптимальное количество открытых дней (108) и нормальный интервал между отелами (12,8 месяцев);
- Количество дней до первого осеменения в пределах допустимого (67 дней) при запланированном количестве в 55 дней;
- Слишком большое количество осеменений на одно оплодотворение (2,4);
- Выбраковка по причине плохого воспроизводства (3% или одна корова из 29).

В целом, слишком большое количество осеменений на одно оплодотворение компенсируется небольшим количеством дней до первой течки, что обеспечивает оптимальное количество открытых дней и минимальный интервал между отелами. Эти два последних параметра были получены при низком уровне выбраковки животных из-за плохого воспроизводства, что указывает на то, что проблема кроется не в фертильности стада. Тот факт, что количество дней до первого осеменения находится в пределах допустимого, также подтверждает подтверждает эту гипотезу. Поэтому большое количество осеменений на оплодотворение скорее всего не связано с фертильностью коровы. Однако оно может быть связано с одним из следующих факторов:

- Уровнем определения течки и его точностью;
- Фертильностью быка, если производится натуральное осеменение;
- Техникой осеменения в случае, если производится искусственное осеменение.

Если посмотреть на картину шире, выйдя за пределы средних и индивидуальных показателей, то нельзя не заметить, что шесть из девятнадцати коров с подтвержденной беременностью имели более 140 открытых дней в цикле. Другими словами, пределы изменения количества открытых дней могут значительно колебаться и поэтому средняя величина в некоторой степени обманчива. Тот факт, что эти шесть коров были осеменены на протяжении девяти месяцев ведения записей исключает возможность того, что плохой уход за коровой во время периода сухостоя, резкие изменения в питании или наличие половых заболеваний являются причиной большого количества открытых дней.

Индивидуальные записи коровы могут оказать помощь в определении того, страдала ли корова от дистоции или других проблем, связанных с отелом. Если это так, то количество осеменений на одно оплодотворение может быть уменьшено не только путем улучшения трех факторов, описанных выше, но и путем улучшения контроля за соблюдением гигиены во время отела.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА НА ПРОТЯЖЕНИИ ДЛИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ВРЕМЕНИ

В целом показатели воспроизводства изменяются достаточно медленно. Могут пройти годы до того, как изменения в управлении стадом окажут какой-либо эффект, например, на интервал отела. Поэтому для улучшения эффективности воспроизводства стада необходимы время и настойчивость. К тому же, очень важно уделить достаточно внимания ведению постоянных и

аккуратных записей, которые отражают воспроизводительное состояние стада. Показатели воспроизведения должны вычисляться. Частота подсчета показателей воспроизведения зависит от того, как часто фермер хочет обновлять свои “инструменты воспроизведения”. Подсчет средних индексов с использованием небольшого количества данных может привести к значительным отклонениям; однако проблема может быть легко обнаружена при анализе индивидуальных записей каждой коровы. Чем больше данных включено в расчет средних значений, тем большая стабильность будет достигнута. В этом случае отклонение индекса на протяжении нескольких

периодов является хорошим индикатором изменений, влияющих на статус воспроизведения стада. Поэтому, независимо от размеров стада, показатели воспроизведения должны регулярно обновляться и использоваться для следующих целей:

- Определение целей и очередности выполнения задач;
- Анализа проявляющихся со временем тенденций и выявления проблем до того, как они примут серьезный характер;
- Принятие правильных решений по выбраковке животных и другим аспектам управления воспроизведением.

ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ

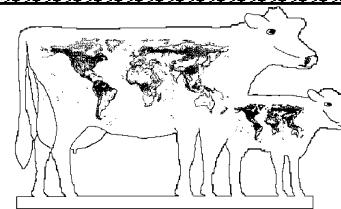
Как и любая система записей, запись событий воспроизводства полезна только в том случае, когда записи ведутся аккуратно, постоянно обновляются, содержат полезную, легко интерпретируемую и удобную для использования информацию. Система записей по воспроизводству должна использоваться как инструмент для определения эффективности воспроизводства в стаде, а также подчеркивать сильные и слабые стороны управления воспроизводством. При правильном использовании, необходимость любых наиболее выгодных изменений будет вытекать из записей.

Ниже перечислены важные моменты, которые необходимо помнить при интерпретации индексов воспроизводства и поиске путей улучшения эффективности воспроизводства:

- Состояние воспроизводства тесно взаимосвязано с физическим состоянием органов воспроизводства коров.
- % беременности = фертильность коровы x фертильность (спермы) быка x эффективность определения течки x эффективность осеменения
- Все факторы должны быть на высоком уровне для поддержания эффективности воспроизводства в стаде; достаточно всего лишь одной проблемы - и эффективность воспроизводства резко упадет.
- Управление молочным стадом таким образом, чтобы максимально снизить возможность возникновения осложнений во время отела (дистоция, прирастание плаценты, метрит) и в период ранней лактации (отрицательный энергетический баланс, молочная лихорадка, кетоз, синдром жирной коровы), может иметь огромный положительный эффект на воспроизводительную эффективность стада.
- Правильная идентификация коровы является основой хорошей системы записей.
- Для определения воспроизводительной эффективности стада нужно использовать не один показатель, а комбинацию нескольких индексов воспроизводства.
- Предсказание даты будущих событий, таких как течка или отел, является важным элементом эффективного управления молочным стадом.
- Записи должны быть полными и аккуратными, чтобы правильно отражать эффективность воспроизводства стада.
- Неспособность определить течку часто является основной причиной плохого воспроизводства во многих молочных стадах.
- В целом, рекомендуется осеменять корову в первую течку, спустя 45 дней после отела.
- Высокий уровень определения течки при повышенном количестве осеменений на одно оплодотворение указывает на неточность определения течки.
- Корова с количеством открытых дней более 150 и с более, чем тремя последовательными безуспешными осеменениями, должна быть забракована.

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



ГЛАВА 6

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ГЕНЕТИКИ

Содержание таблиц

Таблица 6.1: Генотипические и фенотипические частоты у поколения F1	115
Таблица 6.2: Примеры доминирования черно-белого по сравнению с красно-белым окрасом	116
Таблица 6.3: Примеры количества генетических комбинаций	126

Содержание рисунков

Рис. 6.1: Величина надоя молока определяется суммой трех компонентов	107
Рис. 6.2: Влияние генетики и внешних условий	108
Рис. 6.3: Все клетки организма имеют в своем составе ядро (Я), цитоплазму (Ц) и мембрану (П).....	109
Рис. 6.4: Хромосомы при тысячекратном увеличении.....	110
Рис. 6.5: Хромосомы передаются через воспроизводительные клетки.....	112
Рис. 6.6: Разделение генов при формировании воспроизводительных клеток.	113
Рис. 6.7: Передача генов, ответственных за окрас шерсти у голштинской породы	114
Рис. 6.8: Число комбинаций в ситуации, когда гены двух хромосом влияют на проявление признака....	120
Рис. 6.9: Рост зародыша и его развитие во взрослую корову.....	121

ВСТУПЛЕНИЕ

Коровы могут производить молоко из фуражи и других кормов, не потребляемых человеком; однако начало лактации зависит от рождения теленка. Каждый раз, когда рождается теленок, фермер должен принять решение, оставить ли его в стаде или продать. Определенное количество женских особей должно оставаться в стаде для выращивания нового поколения на замену покидающим стадо коровам.

При высокой смертности телят, большой выбраковке или расширении стада простор для выбора того, каких телят отправить на продажу, а каких оставить в стаде, очень невелик, так как большинство телят нужно для поддержания или увеличения размера стада. Однако в стаде, скажем, из 20 коров с интервалом отела 13 месяцев за год рождается приблизительно 18 телят с ожидаемой пропорцией в 9 бычков и 9 телок. Если корова остается в стаде в течение 4 лактаций, это означает, что одна четвертая стада (пять коров) замещается каждый год. Какие пять из девяти телок, рождающихся каждый год, необходимо оставить в стаде?

Так как каждый фермер хочет иметь только лучших коров, то задача состоит в том, как отобрать телят, из которых получатся лучшие коровы в следующем поколении. Узнать, какие из коров "хорошие", не так легко, как это может показаться с первого взгляда. Во-первых, какая корова считается "хорошой"? Ниже перечислены лишь некоторые признаки, которые помогут определить, что такая хорошая корова:

- Высокая продуктивность молока;
- Высокий процент содержания жира и/или протеина;
- Продолжительная продуктивная жизнь;
- Минимальное количество репродуктивных осложнений;
- Индивидуальные физические признаки, которые уменьшают возможность возникновения мастита и хромоты;
- Сопротивляемость болезням;
- Эффективность переваривания кормов.

После того, как мы решили, что определяет "хорошую" корову, нам необходимо знать, передаст ли она эти признаки следующему поколению? Каждый из признаков частично

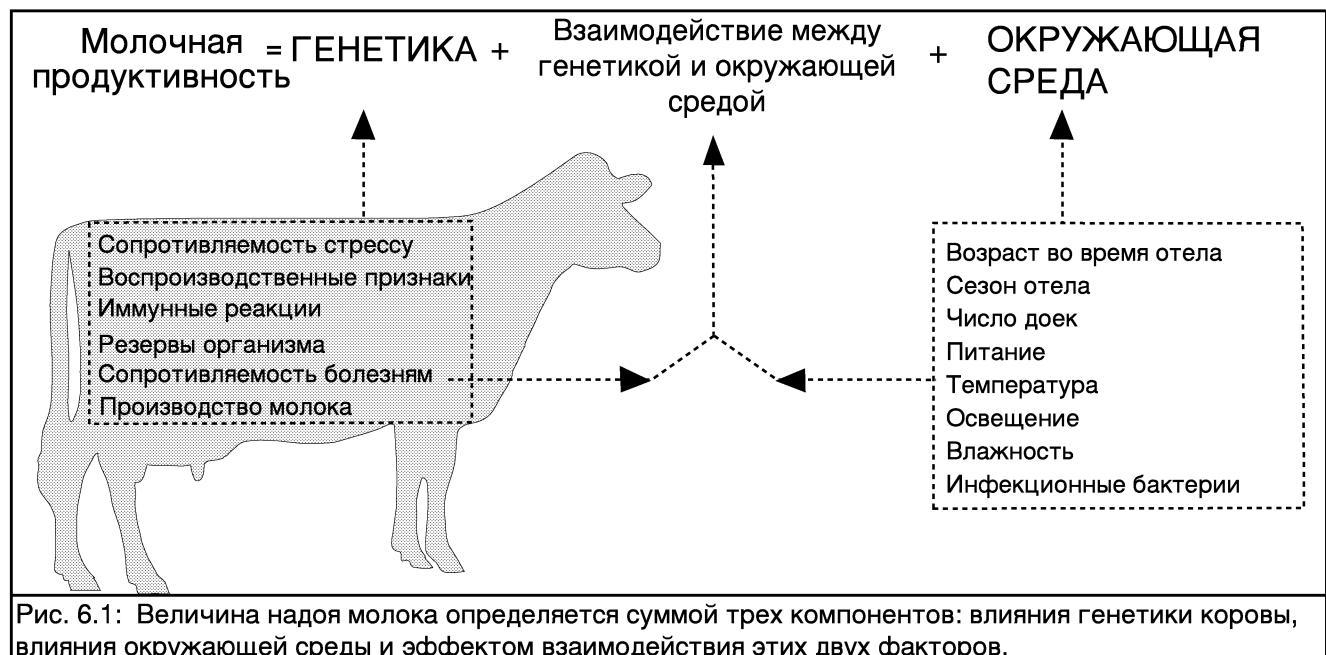


Рис. 6.1: Величина надоя молока определяется суммой трех компонентов: влияния генетики коровы, влияния окружающей среды и эффектом взаимодействия этих двух факторов.

унаследован от родителей (быка и коровы), но в то же время частично определяется другими факторами. Например, несмотря на хороший генетический потенциал, молочная продуктивность коровы может уменьшиться из-за трудностей во время отела, короткого периода сухостоя или из-за мастита. Поэтому, как показано на рисунке 6.1, молочная продуктивность коровы определяется генетическими предпосылками и влиянием "окружающей среды". Генетика дает возможность корове производить молоко, в то время как "окружающая среда" предоставляет "сырье" для производства молока. Молочная производительность является комбинацией генетических предпосылок и "окружающей среды", а также результатом взаимодействия этих двух факторов.

ГЕНЕТИКА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

ЧТО ТАКОЕ ГЕНЕТИКА?

Генетика лежит в основе двух фундаментальных явлений природы: потомство имеет признаки, схожие с

родительскими, но при этом оно отличается от родителей. Генетика - это наука, которая изучает изменения и переход признаков от одного поколения к другому. В этом определении слово "изменения" обозначает генетические изменения - то есть диапазон различных значений признака, определяемых наследственностью. Наследственность - это переход признаков от родителей к потомству через генетический материал. Этот переход происходит во время процесса воспроизведения. Новое поколение начинает свое развитие, когда сперматозоид, содержащийся в сперме быка, соединяется с яйцеклеткой коровы в процессе рождения теленка, обладающего уникальными генетическими качествами. Поэтому, с генетической точки зрения, "хорошей" считается та корова, которая обладает и способна к передаче генетической информации, необходимой для получения желаемых признаков.

Каждый теленок содержит новую комбинацию генетического материала, и каждое животное является генетически уникальным. Так как все коровы генетически отличаются друг от друга, то они будут производить

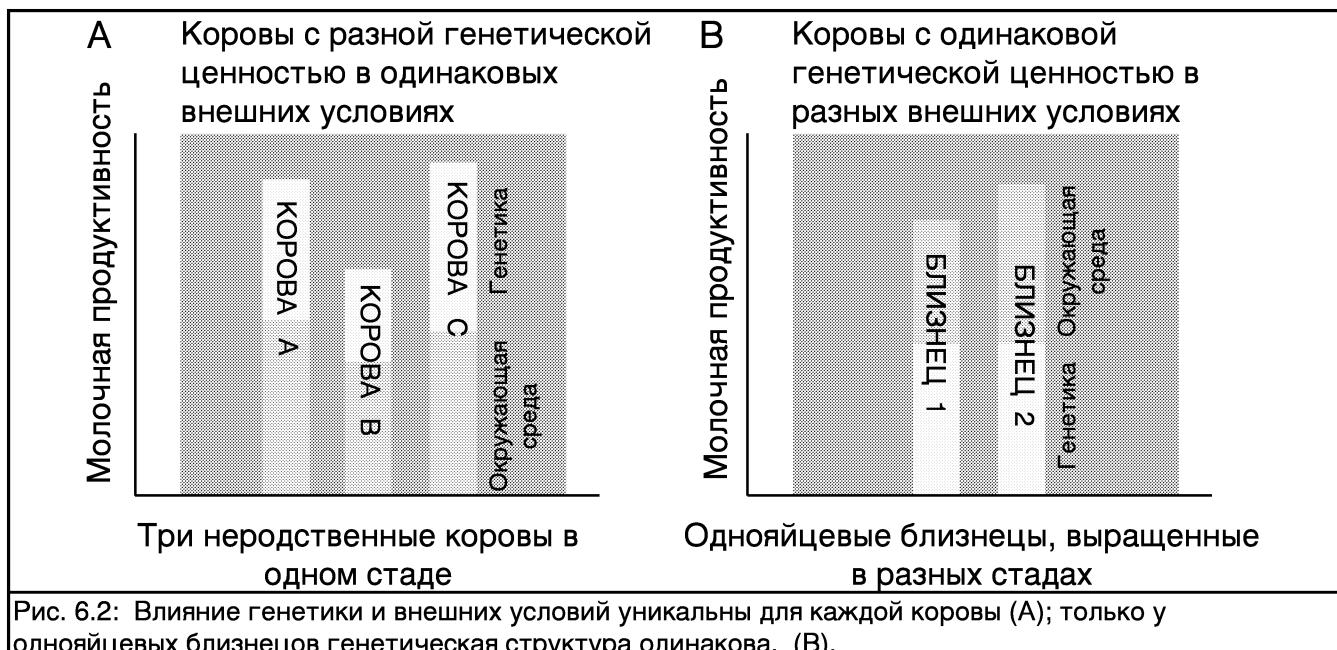


Рис. 6.2: Влияние генетики и внешних условий уникальны для каждой коровы (A); только у однояйцевых близнецов генетическая структура одинакова. (B).

различное количество молока (Рис. 6.2а). Только близнецы, произошедшие из одной оплодотворенной яйцеклетки, которая в ранней фазе разделилась на два отдельных эмбриона, имеют одинаковые генетические качества. Братья и сестры, содержащие генетический материал обоих родителей, имеют больше общего по сравнению с неродственными животными.

Генетические качества, определяющие потенциал для производства молока, являются уникальными для каждого животного за исключением близнецов.

ЧТО ТАКОЕ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА?

Значение термина “окружающая среда” часто понимается как физическое окружение животного - свет, температура, вентиляция и другие параметры, влияющие на физический комфорт животного. Однако в генетике слова “окружающая среда” имеют более общее значение. Окружающая среда - это комбинация всех факторов, кроме генетических, которые оказывают влияние на выражение генетических качеств. Например продуктивность коровы зависит от ее возраста во время отела, сезона отела, питания и многих других факторов. Поэтому коровы с похожими или даже одинаковыми генетическими свойствами будут производить различное количество молока при различных условиях окружающей среды. Например, если членов одной пары (близнецов) разделить сразу после рождения и поместить в разные страны, то их продуктивность будет значительно отличаться. Более того, разница в продуктивности молока может быть значительной,

даже если близнецы находятся в одном районе, но на разных фермах с различным стилем управления (Рис. 6.2б).

Термин “окружающая среда” подразумевает все внешние факторы, влияющие на реализацию генетического потенциала по молочной продуктивности

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Организм любого животного состоит из огромного количества клеток. Несмотря на то, что клетки различных тканей могут иметь разный внешний вид, структура их очень похожа и состоит из плазмы, мембран, цитоплазмы и ядра (Рис. 6.3). Ядро каждой клетки содержит генетический материал. Клетки организма, за исключением репродуктивных клеток (сперматозоиды и яйцеклетки) и еще нескольких типов клеток (клетки красных телец), содержат две полные копии генетического материала животного. В процессе деления клеток генетический материал организуется в нитеобразные структуры, называемые

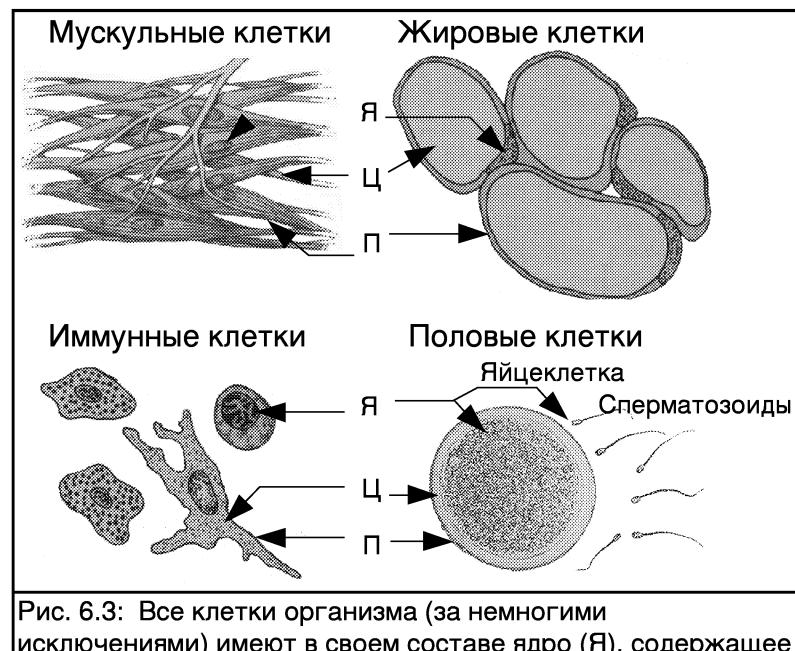


Рис. 6.3: Все клетки организма (за немногими исключениями) имеют в своем составе ядро (Я), содержащее генетический материал, цитоплазму (Ц) и плазматическую мембрану (П).



Рис. 6.4: Хромосомы при тысячекратном увеличении.

хромосомами (Рис. 6.4). В клетках организма каждая хромосома (кроме двух хромосом определяющих пол животного) имеет копию такой же длины и формы и содержит генетическую информацию для одного с ней признака. Эти две хромосомы составляют хромосомную пару, из которых одна принадлежит матери, а другая - отцу. Количество хромосомных пар является различным для каждого вида и обычно обозначается символом "n". Например, у человека $n = 23$, у свиньи $n = 19$, а у коровы $n = 30$. Таким образом, клетки организма человека, свиньи и коровы содержат соответственно $2n = 46$, 38 и 60 хромосом.

Гены расположены вдоль хромосомы. Гены являются основной функциональной единицей наследственности; то есть они являются носителями генетической информации, передача которой обеспечит проявление определенных признаков у потомства. Вся хромосома может быть разделена на тысячи функциональных единиц, каждая из которых отвечает за определенный признак. Гены состоят из вещества, называемого дезоксирибонуклеиновая кислота или, сокращенно, ДНК. ДНК является

фундаментальной молекулой жизни, так как имеет два уникальных свойства:

- ДНК может выступать в качестве модели для производства себе подобных молекул.
- ДНК может выступать как носитель информации: гены содержат всю информацию, необходимую для создания нового индивидуума.

ГЕНОТИП И ФЕНОТИП

Генотип животного - это ген или набор генов, ответственных за определенный признак. В более общем смысле, генотип представляет собой весь набор генов, унаследованный отдельным организмом.

Генотип = Гены или набор генов, ответственных за определенный признак.

В отличие от генотипа, фенотип - это значение, соответствующее проявлению признака; другими словами, это наблюдаемое, либо измеряемое проявление признака. Например, фенотипом может считаться реальная продуктивность отдельной коровы, процент содержания в молоке жира или оценка экстерьера коровы.

Фенотип = Значение, соответствующее проявлению признака (то, что можно увидеть или измерить).

Фенотип и генотип имеют важное отличие. Генотип - это конкретная, неизменная характеристика организма; она остается постоянной на протяжении всей жизни организма и не изменяется под воздействием факторов окружающей среды. Фенотип также может оставаться неизменным на протяжении всей жизни, если признак определяется одним или несколькими генами (например цвет волос и т.п.). В этом случае фенотип является хорошим

индикатором генетического строения организма. Однако для некоторых признаков фенотип на протяжении всей жизни претерпевает постоянные изменения под воздействием факторов окружающей среды.

КАК ПЕРЕДАЕТСЯ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ?

Начало современной генетики заложил в своей работе августинский монах Грегор Мендель, живший в монастыре в Чехословакии в середине девятнадцатого столетия. Свои опыты он ставил на горохе, имевшем различные внешние признаки, такие как лепестки белого и голубого цвета, длинный и короткий стебли, зеленые или желтые стручки, а также круглые или сплюснутые семена. Он скрещивал горох, имеющий различные признаки, и путем простого подсчета определял частоту возникновения родительских признаков в потомстве, а также частоту передачи промежуточных признаков (например, розовые лепестки). Внимательный подсчет повтора родительских признаков в потомстве (F_1 = первое поколение, F_2 = второе поколение) от двух генетически различных родителей натолкнуло Менделя на:

- Заключение о существовании того, что сейчас называется генами (наследственность, основанная на передаче "частиц").
- Объяснение механизма передачи генов.

КАК ПЕРЕДАЮТСЯ ХРОМОСОМЫ?

Клеточное деление

В процессе роста животного количество клеток в различных частях организма увеличивается путем клеточного деления. Во время этого

деления ДНК воспроизводит себе подобную структуру, и каждая новая клетка обладает двойным набором хромосом, идентичным с материнской клеткой. В результате этого процесса органы и весь организм увеличиваются в размере.

Однако при развитии клеток, участвующих в процессе воспроизведения, процесс деления клеток, происходящий в репродуктивных органах имеет другую структуру. При производстве половой клетки (гаметы) в семеннике быка или яичнике коровы происходит цепь специальных клеточных делений (мейоз). Гамета содержит только один член хромосомной пары. Таким образом, клетки организма быка или коровы содержат 60 хромосом ($2n = 60$), а сперматозоиды семени и яйцеклетки в яичниках содержат только 30 хромосом. ($n = 30$, Рис. 6.5).

Оплодотворение

Лишь один из миллиардов сперматозоидов, попавших в воспроизводительный тракт коровы (при натуральном или искусственном осеменении), соединится с женской яйцеклеткой. Во время этого процесса, называемого оплодотворением, происходит удвоение хромосом и образуется новая, генетически полная структура клетки с $2n = 60$ хромосом. Такие клетки называются зиготами и представляют собой первую стадию в развитии нового организма. Половина хромосом зиготы принадлежит отцу, а вторая - матери. Многочисленные деления клеток, в результате которых сформируется эмбрион и, в конечном итоге, новорожденный теленок, сохраняют количество хромосом (митоз), а также всю заключенную в них генетическую информацию (Рис. 6.5).

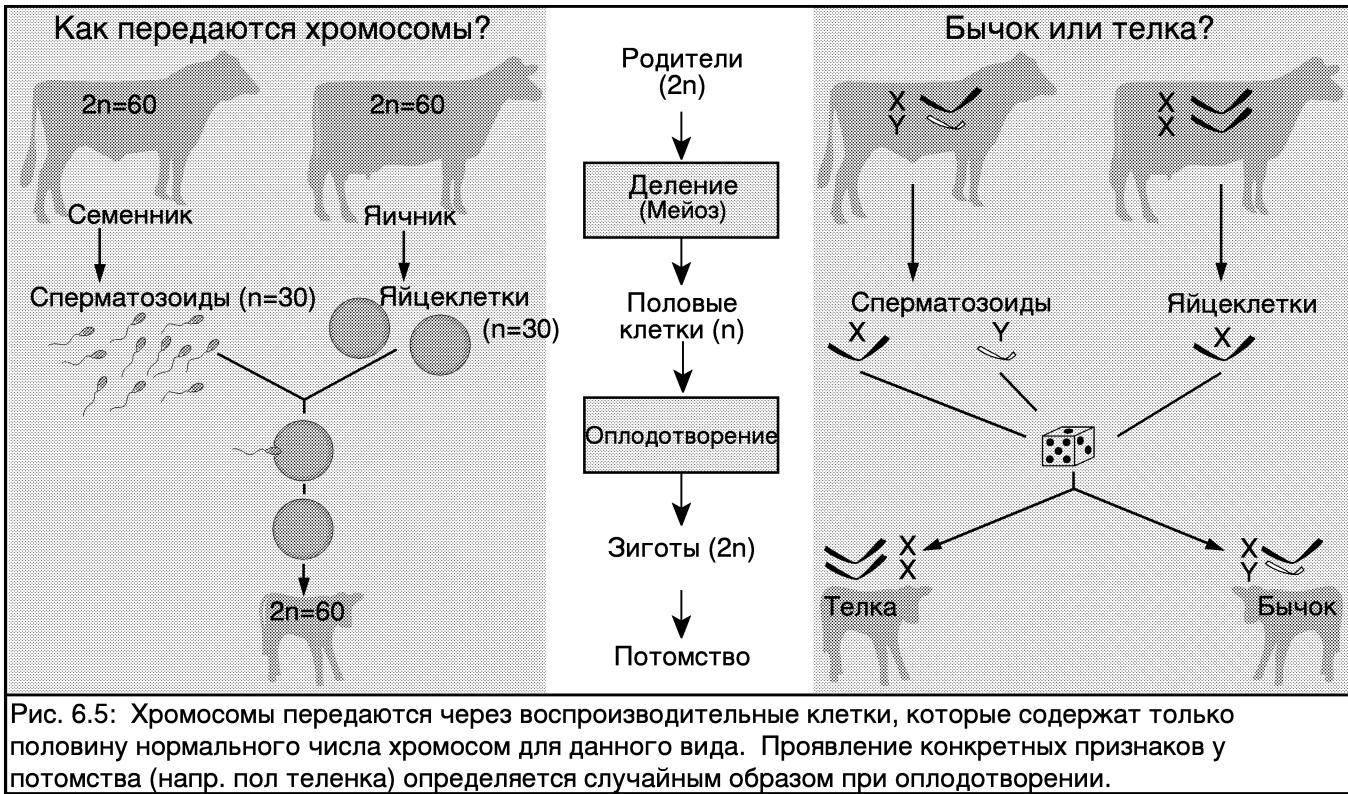


Рис. 6.5: Хромосомы передаются через воспроизводительные клетки, которые содержат только половину нормального числа хромосом для данного вида. Проявление конкретных признаков у потомства (напр. пол теленка) определяется случайным образом при оплодотворении.

Самец или Самка?

В двадцати девяти хромосомных парах оба члена пары имеют внешне одинаковую форму. Однако, в тридцатой паре одна хромосома значительно длиннее другой; более длинная называется хромосомой X, а более короткая называется хромосомой Y. Яйцеклетка является носителем X хромосомы, в то время как сперматозоид может иметь как X, так и Y хромосому. Во время клеточного деления при формировании воспроизводительных клеток каждая хромосома пары находится в отдельной гамете. В результате 50% сперматозоидов будут являться носителями X хромосом, а другие 50% будут нести Y хромосому. Если яйцеклетка по воле случая была оплодотворена сперматозоидом - носителем Y хромосомы, то рождается самец. Однако эмбрион, несущий две X хромосомы, разовьется в женскую особь (Рис. 6.5). Разделение на мужские и женские особи составляет 50 на 50 в процентном отношении. Очень важно

понимать, что случай определяет то, какая яйцеклетка созреет и какой сперматозоид оплодотворит эту яйцеклетку.

ПЕРЕДАЧА ГЕНОВ: КРАСНО-БЕЛАЯ И ЧЕРНО-БЕЛАЯ ОКРАСКИ У ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

Каждая клетка содержит два набора хромосом - по одному от каждого родителя. Таким образом, каждая клетка также содержит по паре каждого гена. Альтернативная форма гена в определенном месте на хромосоме называется аллелью. Аллели имеются у каждого из двух членов хромосомной пары. Аллели одного гена не обязательно должны быть одинаковыми. Другими словами, тот факт, что 29 пар хромосом из 30 внешне выглядят одинаково, ни в коем случае не означает того, что гены имеют одинаковые аллели.

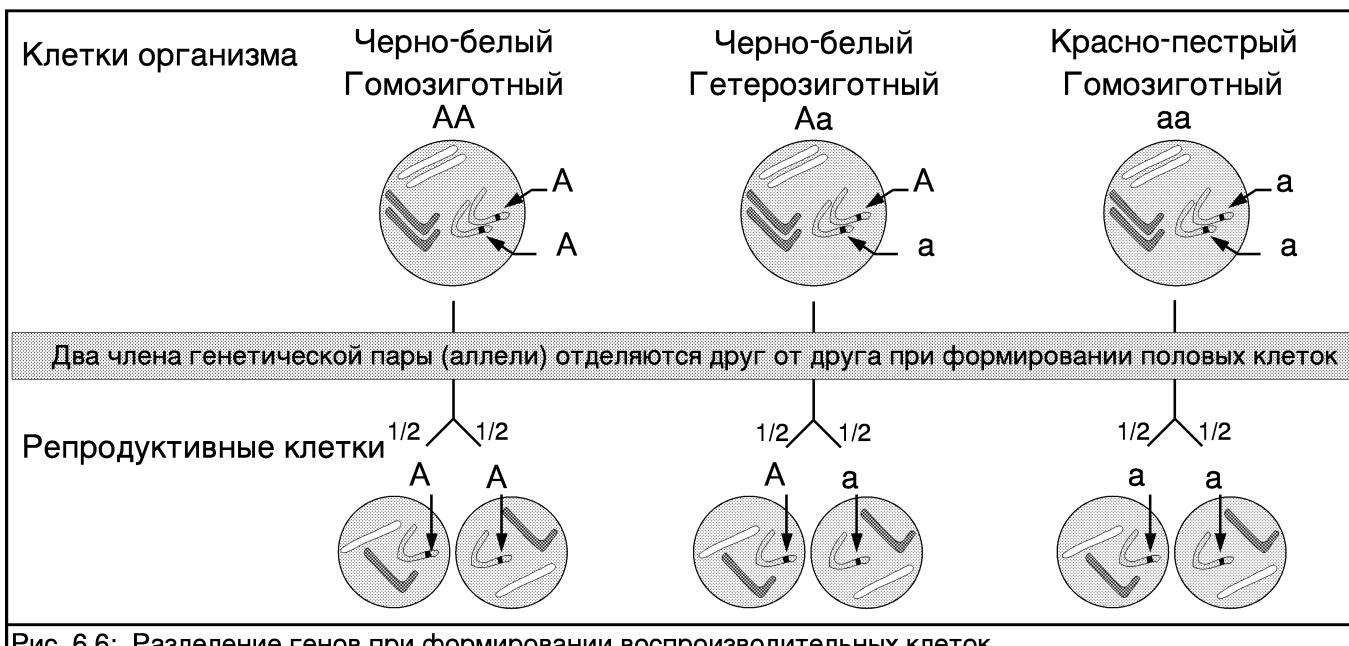
Например, некоторые коровы голштинской породы имеют черно-белый окрас, в то время как у других

коров этой же породы окрас красно-белый. Такое различие в цвете определяется одним геном, имеющим две различных формы аллелей (две аллели). Давайте дадим им условные обозначения "A" и "a". Аллель "A" отвечает за черно-белый окрас, а аллель "a" - за красно-белый. Очевидно, что у хромосомной пары, несущей этот ген, может существовать три возможных комбинации "AA", "Aa" или "aa". Если аллели генов одинаковы, животное называется гомозиготным ("AA" или "aa" комбинации). С другой стороны, животные с различными аллелями данного гена называются гетерозиготными (комбинация "Aa"). Животные с комбинацией "AA" имеют черно-белый окрас, а животные с комбинацией "aa" имеют красно-белый окрас (Рис. 6.6). У животного с комбинацией "Aa" аллель "A" является доминирующей, а аллель "a" не выражена. Корова имеет черно-белый окрас, но является носителем красно-белой аллели (так называемый фактор красного гена).

Во время формирования воспроизводительных клеток два члена генетической пары (аллели) отделяются друг от друга. Половина клеток получает одну аллель, а половина - другую.

Генетическая повторяемость

Сперматозоиды и яйцеклетки содержат по одному набору хромосом. Таким образом, половина воспроизводительных клеток получит одну аллель, а вторая половина - другую. Животные с комбинацией "AA" могут производить только воспроизводительные клетки с аллелью "A", таким же образом животные с комбинацией "aa" могут производить только воспроизводительные клетки с аллелью "a". Однако животные с комбинацией "Aa" могут производить клетки как с аллелью "A", так и с аллелью "a". Одна половина воспроизводительных клеток будет содержать аллель "A", а другая половина - аллель "a" (Рис. 6.6).



Предположим, что мы решили спарить черно-белую корову с генотипом "AA" и красно-белую корову с генотипом "aa" (Рис. 6.7). Все первое поколение телят, обозначенное как "F1", имеет черно-

белую окраску и генотип "Aa". Необходимо заметить, что половая принадлежность животного не имеет значения; при этом неважно, корова ли имеет комбинацию "AA", а бык "aa", или

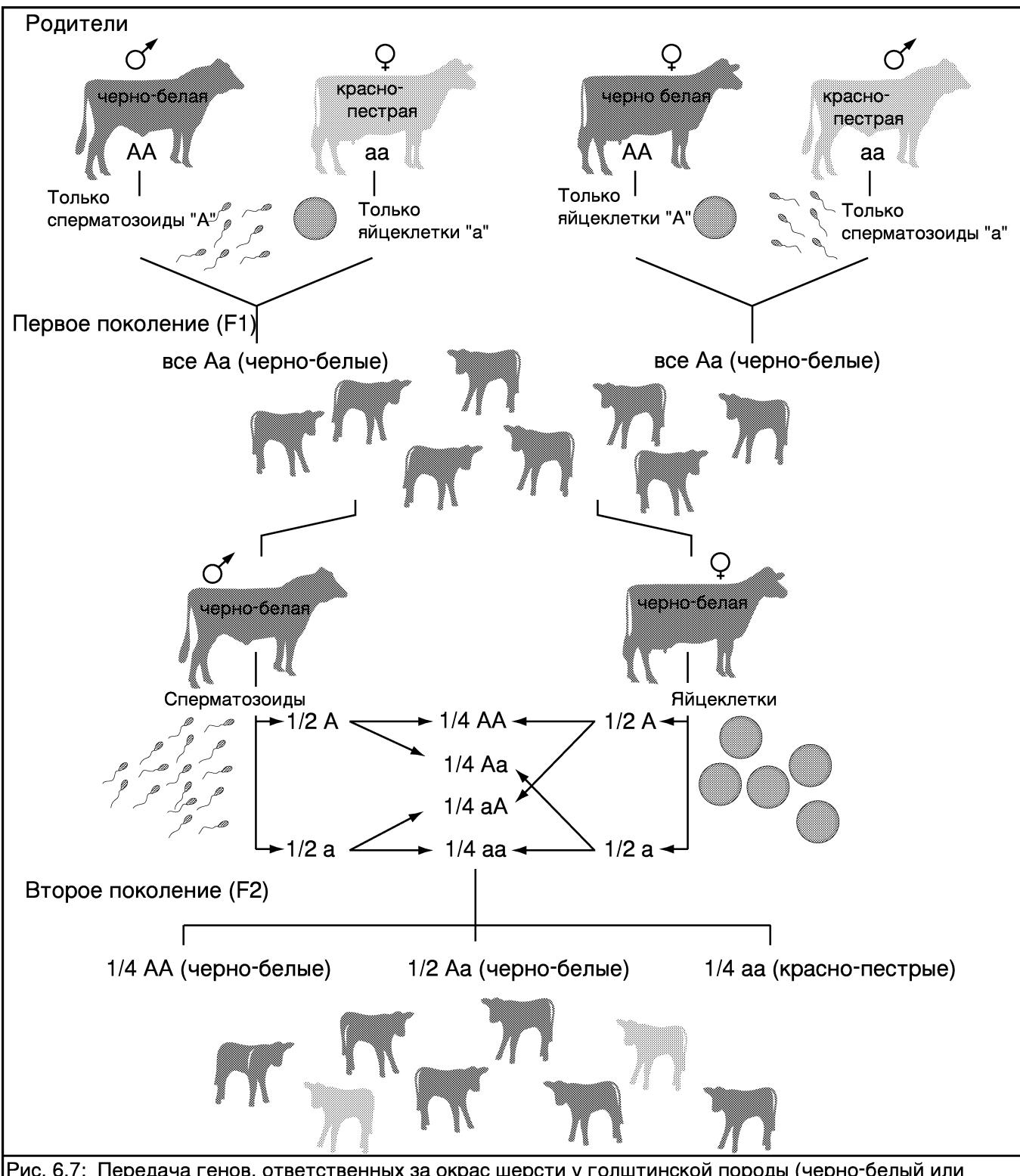


Рис. 6.7: Передача генов, ответственных за окрас шерсти у голштинской породы (черно-белый или красно-белый). Частота встречаемости определенных признаков в первом и втором поколении помогает определить генотип предков.

наоборот - в любом случае результат спаривания будет одинаковым. Все поколение "F1" (первое поколение) будет иметь черно-белую окраску, так как они являются носителями доминирующего признака "A". Но с другой стороны, это поколение также имеет непроявленную красно-белую аллель "a". После того, как женские и мужские особи первого поколения спариваются снова, половина сперматозоидов и яйцеклеток получают аллель "A", а другая половина - аллель "a". Таким образом, второе поколение будет обладать комбинациями в следующем соотношении: 1/4 всех комбинаций придется на "AA", 1/2 часть будет принадлежать комбинации "Aa" и 1/4 часть останется для комбинации "aa". Животные с комбинациями "AA" и "Aa" будут иметь черно-белый окрас ($1/4 + 1/2 = 3/4$ от всех комбинаций), а оставшаяся часть (1/4) будет иметь красно-белый окрас (Рис. 6.7).

Таблица 6.1: Генотипические и фенотипические частоты у поколения F1 для шести возможных вариантов спаривания для одного гена с двумя аллелями.

		Частота	
Отец	Мать	Генотип	Фенотип
1. AA	AA	Все AA	Все черно-белые
2. AA	Aa	1/2 AA 1/2 Aa	Все черно-белые
3. AA	aa	Все Aa	Все черно-белые
4. Aa	Aa	1/4 AA 1/2 Aa 1/4 aa	3/4 черно-белые 1/4 красно-белые
5. Aa	aa	1/2 Aa 1/2 aa	1/2 черно-белые 1/2 красно-белые
6. aa	aa	Все aa	Все красно-белые

В нашем примере мы предположили, что родительское поколение имеет комбинации "AA" и "aa". Однако, если допустить, что ген может иметь две различных аллели, то в такой ситуации

может возникнуть шесть разных комбинаций. Таблица 6.1 иллюстрирует ожидаемую частоту повторений возможных комбинаций у потомства для каждого возможного спаривания. Слово "ожидаемый" является ключевым в данном случае, так как если такое наблюдение произвести на небольшом количестве животных, то данные из таблицы 6.1 могут значительно отличаться от данных, полученных из наблюдений. Все спаривания являются независимыми друг от друга. В нашем предыдущем примере ожидаемая доля телят с красно-белым окрасом во втором поколении составила 1/4, что означает 2 из 8 телят должны быть с красно-белым окрасом. Однако, если принять во внимание только первых восемь телят, то возможное количество телят с красно-белым окрасом будет составлять: ноль, один, два, три, четыре, пять, шесть, семь или даже все восемь. Только тогда, когда в эксперименте участвует большое количество животных, данные, полученные из наблюдений, соответствуют ожидаемым данным. Другими словами, если два или три последовательно рождающихся теленка имеют черно-белый окрас, этот факт не изменяет 1/4 или 25% вероятности того, что следующий теленок будет иметь красно-белый окрас.

Случай определяет результат каждого спаривания.

Доминирование

Пример, описанный выше, включает три возможных генотипа ("AA", "Aa", "aa") и два возможных фенотипа (черно-белый окрас и красно-черный окрас). Черно-белая аллель "A" является доминирующей над красно-черной аллелью "a", так как гетерозиготные животные имеют черно-белый окрас (цвет определяется аллелью "A"). По той же аналогии аллель "a" является

рецессивной, так как она подавляется в присутствии аллели "A". Таким образом, мы знаем, что красно-белый цвет является гомозиготным рецессивным признаком. Однако генетическое строение черно-белого цвета может быть как гомозиготным, так и гетерозиготным доминирующим признаком (Таблица 6.2).

Двойное доминирование

Иногда фенотип гетерозиготы отличается от гомозиготного доминанта. Примером такого отличия является чалый цвет шортгорнской породы. Предположим, что "Р" соответствует аллелю, определяющему белый цвет шерсти, а "р" соответствует аллелю, определяющему красный цвет. Животные с генотипом "РР" имеют белый окрас, а животные с комбинацией "рр" - красный. Животные с генотипом "Рр" окрашены в чалый цвет. Ни белая аллель, ни красная не являются доминирующими по отношению друг к другу. Такой тип генетического взаимодействия называется двойным доминированием. Гетерозиготы имеют одну хромосому с аллелью "Р" и парную ей хромосому с аллелью "р". Обе аллели выражены с одинаковой силой, поэтому смесь белого и красного цвета дает чалый окрас. (Таблица 6.2).

Таблица 6.2: Примеры доминирования черно-белого по сравнению с красно-белым окрасом у голштинской породы и двойного доминирования красного и белого окрасов у шортгорнов.

Доминирование		Двойное доминирование	
Генотип	Фенотип	Генотип	Фенотип
АА	черно-белый	РР	белый
Аа	черно-белый	Рр	чалый
аа	красно-белый	рр	красный

Взаимодействие между двумя генами

Иногда на выражение признака одного гена могут влиять признаки других. Например гернзейская порода обычно

имеет светло-коричневый или белый окрас. Однако иногда встречаются животные с полным отсутствием пигментации волос, кожи и глаз. Такие животные называются альбиносами. Обычно такой феномен является следствием того, что ген содержит доминирующую ("С") и рецессивную ("с") аллели. Если животное является гомозиготным с рецессивным признаком ("сс"), то генетический код для светло-коричневого и белого цвета не может быть выражен и животное рождается абсолютно без пигментации. В природе существует множество различных генетических взаимодействий и комбинаций, однако не все из них ведут к отклонениям.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ

Передача цвета шерсти по наследству является примером наиболее простого наследуемого качественного признака. Качественные признаки имеют тенденцию разбиваться на отдельные категории, а не измеряются по непрерывной шкале. Обычно лишь один или несколько генов имеют значительное влияние на качественные признаки. Окружающая среда не имеет существенного влияния на категорию, в которую входят животные. В этом случае фенотип животного отражает его генотип. Ниже перечислены примеры качественных признаков у молочных животных:

- окрас (цвет шерсти);
- наследственные дефекты, такие как низкорослость;
- присутствие или отсутствие рогов;
- группа крови.

Окружающая среда не имеет значительного влияния на проявление генов, отвечающих за качественные признаки.

НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ДЕФЕКТЫ

Наследственные дефекты, приводящие к физическим отклонениям, обычно приводят к смертельному исходу. Теленок обычно умирает в ранней стадии эмбрионального развития, либо сразу же после рождения. Известно более сорока различных генов, вызывающих общие отклонения или уменьшающие вероятность выживания скота (например короткая нижняя челюсть, закрытый задний проход, кожные осложнения и т.д.). Ранняя смерть эмбриона достаточно трудно определяется и может быть ошибочно принята за неудачное оплодотворение или невыход в течку.

Гибель эмбриона из-за наследственных дефектов может быть ошибочно принята за неудачное оплодотворение или невыход в течку.

Наследственные дефекты обычно передаются в качестве рецессивных генов. Для того, чтобы это привело к смертельному исходу, обе аллели должны быть рецессивными. Несмотря на то, что животные с такими отклонениями (гомозиготные рецессивы) погибают до момента размножения, эти признаки передадутся в следующее поколение через гетерозиготных животных. Таким образом, носителями наследуемого дефекта может являться большое количество животных, однако весьма небольшой процент потомства подвержен опасности его проявления. При использовании искусственного осеменения доля здорового потомства значительно увеличивается. Быки-производители, являющиеся носителями дефектных генов, обычно могут быть выявлены осеменительными компаниями, так как эти компании обследуют большое количество потомства. Кроме того, нововведения в использовании генетических

маркировок дали возможность проверять быков-осеменителей на присутствие различных дефектов. Однако быки на фермах, используемые для натурального осеменения, могут широко распространить дефективные гены до того, как это станет заметным.

Одним из преимуществ использования искусственного осеменения является то, что существует возможность выявления быков - носителей известных дефективных генов.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ

Количественные признаки имеют две характеристики, отличные от качественных признаков:

- 1) Они находятся под влиянием большого количества генетических пар;
- 2) В отличие от качественных признаков, проявление фенотипа у количественных признаков значительно сильнее зависит от окружающей среды.

У количественных признаков фенотип определяется совместным влиянием генотипа и окружающей среды.

У молочных животных многие количественные признаки имеют большое экономическое значение. Например:

- Надои молока;
- Состав молока;
- Экстерьер (также упоминаемый как тип);
- Эффективность переваривания кормов;
- Сопротивляемость болезням.

Производство молока требует взаимодействия большого количества генов, отвечающих за различные аспекты молочного синтеза. Очевидно, что гены необходимы для выделения

ферментов, синтезирующих жир, протеин и лактозу (молочный сахар). Однако множество других генов, не участвующих в молочном синтезе непосредственно, могут иметь важное влияние на молочную продуктивность животного. Частичный список таких генов включает в себя в частности:

- Гены, отвечающие за синтез секреторных тканей вымени в момент полового созревания;
- Гены, отвечающие за кровоснабжение вымени;
- Гены, влияющие на переваривание корма и метаболические процессы.

В дополнение к участию генов, для синтеза молока необходим "строительный материал" для молочных компонентов (например глюкоза, пропионовая, уксусная кислоты, аминокислоты и т.д.) и витамины, участвующие в реакциях синтеза. Большинство "строительного материала" для молочного синтеза производится в результате пищеварения и метаболизма кормов. Поэтому кормление, которое с точки зрения генетики является фактором "окружающей среды", также имеет значительное влияние на молочную продуктивность.

Комбинированное влияние многих генов и окружающей среды на количественные признаки значительно осложняет точное определение генотипа по сравнению с качественными признаками.

Записи, произведенные во время лактации, дают лишь частичную информацию о генетических достоинствах коровы по отношению к молочной продуктивности.

ПЕРЕДАЧА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

Два основных принципа передачи качественных признаков также применимы к количественным признакам:

- 1) Разделение спаренных хромосом во время формирования репродуктивных клеток;
- 2) Слияние сперматозоида с яйцеклеткой для образования новой клетки с уникальным набором хромосом.

В примере, обсуждавшемся выше, цвет шерсти определялся одним геном (качественный признак), находящимся в одной хромосоме. Количество возможных генотипов и доля потомства с определенным генотипом были легко определены (Рис. 6.7). Прежде чем обобщить результаты определения количества возможных генетических комбинаций количественных признаков, нам необходимо ввести некоторые элементарные понятия теории вероятности.

Элементарные понятия теории вероятности

Ожидаемое количество раз, когда событие должно произойти

Вероятность =

Количество возможных исходов события
(или количество попыток)

Например вероятность выпадания четверки на кубике за один бросок составляет $1/6$, так как кубик имеет 6 сторон и каждая сторона имеет равную вероятность выпадания. Таким же образом вероятность получения "орла" при одном броске монеты равняется $1/2$. Очевидно, что в числителе будет единица (произведен только один бросок), а в знаменателе двойка (результатом может быть "орел" или "решка"). Таким образом, если монета

брошена 100 раз, то сложив вероятности выпадения "орла" в каждом броске, получим, что ожидаемое количество "орлов" равняется 50. Используя ту же технику подсчета получаем, что ожидаемое количество "решек" также равно 50. Однако вероятность того, что после каждой "решки" пятьдесят раз подряд последует "орел" очень мала. Более того, мы можем получить длинную серию выпадания "решек", но в среднем все равно выпадет 50 "решек" и 50 "орлов".

Вероятность двух независимых событий находится путем перемножения их вероятностей. Таким образом, вероятность выпадения двух орлов при бросании одной монеты дважды, либо двух монет одновременно находится по формуле $1/2 \times 1/2 = 1/4$. Другими словами, комбинация “орел-орел” является одной из общего количества двух возможных результатов первого броска, умноженного на два возможных результата второго броска = $2 \times 2 = 2^2 = 4$ возможных комбинации (орел-орел, орел-решка, решка-орел и решка-решка).

ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТ УНИКАЛЬНОСТЬ ГЕНОТИПА КОРОВЫ?

Комбинации хромосом

При формировании, яйцеклетка получает только один из двух членов хромосомной пары. Таким образом, определенная яйцеклетка может содержать либо первый, либо второй член родительской хромосомной пары. Поэтому для определенной хромосомной пары существует только два типа различных яйцеклеток. Теперь вместо одной пары хромосом мы рассмотрим две пары. Какое полное количество различных яйцеклеток возможно в этом случае? Другими словами, каково полное количество различных генетических комбинаций? Эта ситуация похожа на подбрасывание

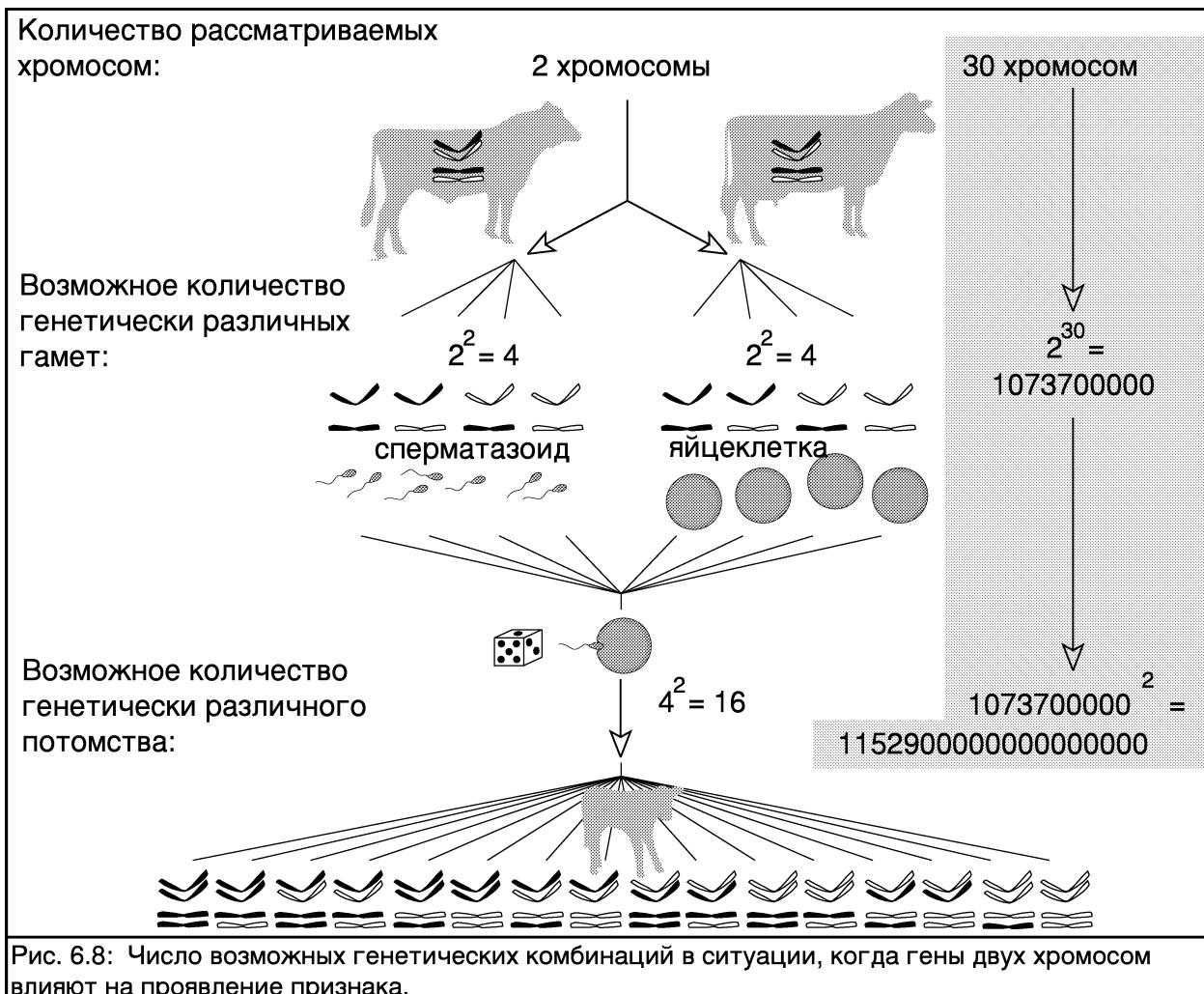
двоих монет одновременно. Количество возможных комбинаций составляет: два возможных значения для первой монеты, умноженное на два возможных значения для второй монеты = $2 \times 2 = 2^2 = 4$ различных комбинации. У яйцеклетки будет четыре различных возможных генотипа, и вероятность определенной комбинации хромосом составляет $1/4$ (Рис. 6.8). Такая техника вычисления также применима для подсчета количества возможных генотипов мужских репродуктивных клеток. Таким образом, когда один из четырех возможных сортов сперматозоидов оплодотворит один из четырех возможных сортов яйцеклеток, количество возможных генетически отличных типов потомства составит $4 \times 4 = 16$ (т.е. $2^2 \times 2^2$). Рисунок 6.8 показывает 16 различных возможных генотипов.

Следовательно, вероятность присутствия определенного генотипа в новорожденном потомке составляет $1/16$.

Когда 30 хромосомных пар молочной коровы разделяются во время формирования репродуктивных клеток и затем сливаются во время оплодотворения, общее количество возможных хромосомных комбинаций составит $2^{30} \times 2^{30} = 1152900000000000000$, и каждая из них уникальна. При таком количестве возможных исходов при каждом спаривании легко понять, почему не существует двух одинаковых индивидуумов, даже от одинаковых родителей.

ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ: КРОССОВЕР И МУТАЦИЯ

Как мы уже говорили, перераспределение хромосом во время оплодотворения является лишь одним из нескольких факторов, влияющих на



генетическую структуру организма. В добавок, генетические вариации могут увеличиться из-за того, что во время формирования репродуктивных клеток может произойти обмен группами генов между двумя членами хромосомной пары. Такие изменения называются кроссовером и встречаются довольно часто.

Мутация также является источником генетических вариаций. Мутация - это изменение структуры ДНК; т.е. изменение информации, содержащейся в генах. Мутация случается редко, но может привести к сильным (иногда со смертельным исходом) изменениям.

ПЕРЕХОД ОТ ГЕНОВ К КОРОВЕ, ДАЮЩЕЙ МОЛОКО

КАК ДЕЙСТВУЕТ ДНК?

Как было сказано выше, гены содержат всю информацию, необходимую для "воспроизведения" коровы или быка всего из одной клетки - оплодотворенной яйцеклетки (т.е. зиготы). Как это может быть возможно? Таким образом за 33¹ месяца одна клетка может развиться в корову весом 600 кг, производящую молоко. Такое возможно благодаря двум фундаментально различным процессам:

- Рост;
 - Развитие.

¹ Девять месяцев как плод и 24 месяца до первого отела.

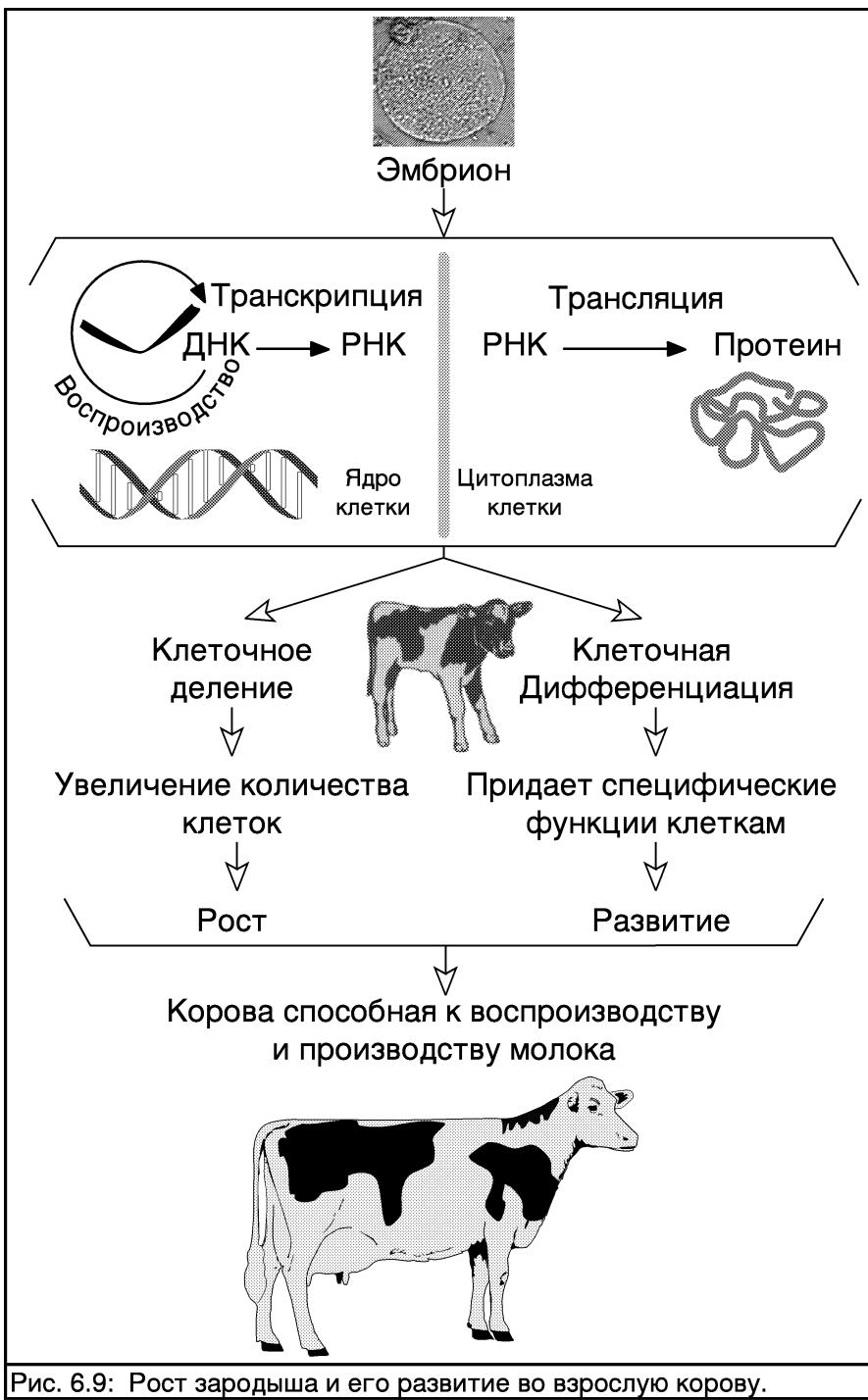


Рис. 6.9: Рост зародыша и его развитие во взрослую корову.

В процессе превращения зиготы в корову, количество клеток увеличивается (рост) и клетки специализируются для выполнения

ДНК содержит информацию для синтеза протеина; она предоставляет собой "строительный материал" для роста и развития (включая производство молока).

различных функций (развитие), что приводит к формированию органов организма. ДНК регулирует рост и развитие организма.

Основной функцией ДНК является хранение информации, необходимой для синтеза протеина. Процесс синтеза протеина состоит из двух ступеней (Рис. 6.9).

- 1) Во время транскрипции ДНК копируется в молекулу рибонуклеиновой кислоты (РНК), которая покидает ядро и попадает в цитоплазму клетки;
- 2) В результате трансляции РНК происходит образование протеина.

Рост

Клеточное деление вызывает увеличение количества клеток в организме. Новые клетки, получившиеся путем деления (процесс митоза), содержат в свою генетическую информацию родительских клеток. Это возможно в связи с тем, что сложная молекула ДНК, несущая генетическую информацию, в ходе процесса, называемого репликацией, может производить себе подобных. Важность этого процесса очевидна. Он позволяет клеткам умножаться, не теряя генетической информации, что в свою очередь обеспечивает рост организма.

Развитие и продуктивность

Развитие, или приобретение клетками специфических функций, называется клеточной дифференциацией. Этот процесс также регулируется генетическим кодом. Несмотря на то, что каждая клетка организма содержит всю генетическую информацию данного животного, в специализированных клетках “работают” только определенные гены, и поэтому протеин, вырабатываемый этими клетками, имеет четко выраженные свойства. Например гены, отвечающие за цвет волос, проявляют себя только в клетках кожи. Они формируют удлиненный протеин, который выходит наружу в виде волос. Таким же образом в клетках вымени, ответственных за секрецию, активно выражены лишь гены, отвечающие за выделение определенных ферментов, которые активируются во время лактации. Ферменты используют находящиеся в крови вещества (предшественники молока) и синтезируют молочный сахар (лактозу), протеин (казеин) и жир.

Обобщение

Таким образом, благодаря процессам репликации, транскрипции и трансляции ДНК, генетическая информация содержится в каждой клетке организма (Рис. 6.9). Эти процессы являются основой жизни. На протяжении всей жизни они непрерывно обеспечивают замену старых клеток и производство новых. Например, во время периода сухостоя при подготовке к новому периоду лактации молочные железы производят большое количество новых клеток, производящих молоко. Образно говоря, ДНК является дизайнером и управляющим строительством биологических машин для производства молока.

КАК ВЛИЯЕТ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА?

Основной функцией окружающей среды является обеспечение негенетических факторов, необходимых для роста, развития и производства молока (корма, вода, свет, общий уход).

Мечтой многих фермеров является обладание животными с прекрасными генетическими качествами. Однако, как было сказано раньше, молочная продуктивность – это не только результат генотипа коровы; она также отражает влияние окружающей среды, в которой содержится корова, производящая молоко. Влияние окружающей среды может иметь временное или постоянное воздействие.

Окружающая среда похожа на “форму для литья”, благодаря которой могут быть реализованы потенциальные возможности для роста, развития и производства молока.

Постоянное влияние окружающей среды

Постоянное влияние окружающей среды приблизительно одинаково оказывается на всех лактациях коровы и проявляется своеобразно для каждого отдельного животного. Например при развитии теленка до стадии полового созревания, особенно в возрасте от четырех до восьми месяцев, диета, насыщенная концентратами, может послужить причиной замещения синтеза клеток, производящих молоко, синтезом жировых тканей. Результатом такого воздействия может быть снижение молочной продуктивности коровы во всех последующих лактациях. Другим примером постоянного влияния окружающей среды является постоянное воздействие четверти вымени в следствие мастита. Такой фактор оказывает влияние на продуктивность коровы на протяжении всей ее жизни. В

связи с тем, что постоянный эффект одинаково отражается на всех лактациях, очень трудно отделить его влияние от генетических возможностей коровы. Постоянное влияние окружающей среды имеет особенно важное значение при сравнении двух различных стад, так как разница состоит в кормлении, режиме содержания, технологии дойки, уходе за телятами и коровами в период сухостоя, а также в предупреждении заболеваний (особенно мастита и заболеваний воспроизводительных органов).

Временное влияние окружающей среды

Хорошим примером временного влияния является тепловой шок. Близнецы, имеющие одинаковые генетические свойства, будут иметь различную продуктивность, если один из них подвержен тепловому стрессу. Другим примером временного влияния является время отела. Обычно продуктивность выше, если корова отелилась в холодный месяц года по сравнению с теплым. Таким образом, влияние сезона отела имеет временный эффект на продуктивность коровы, так как оно не распространяется на последующие лактации. Короткий период сухостоя, трудный отел и плохое кормление также могут служить примером временного влияния окружающей среды. Эти факторы имеют ограниченную продолжительность влияния на производство молока и проявляются в различных формах.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

Считается, что окружающая среда определяет, насколько полно корова может реализовать свои генетические возможности по производству молока.

Молочная продуктивность возрастает с улучшением окружающей среды. Например, улучшение в кормлении, практике доения, контроле за заболеваниями и т.п. увеличит молочную продуктивность. Но что в действительности значит "улучшение"? В некотором смысле "лучше" означает приведение окружающей среды в соответствие с имеющимся генотипом. Например телка, родители которой являются животными с прекрасными генетическими характеристиками из региона с умеренным климатом, будет иметь низкую продуктивность, если окажется в жарком климате, где недостаток легкоусваиваемых кормов и тепловой стресс станут большим препятствием для реализации генетических возможностей.

Вобще говоря, окружающая среда и генетические факторы не являются независимыми элементами, но напротив, находятся в тесной взаимосвязи друг с другом. Генетические возможности животного измеряются путем изолирования влияния факторов окружающей среды, которые воздействуют на производство молока. Определенные таким способом "наилучшие" генетические возможности по-прежнему зависят от набора факторов окружающей среды, под воздействием которых находится животное.

Исследования показывают, что тот же эффект распространяется и на производителей при тестировании их в различных странах. Таким образом, если производитель "A" лучше производителя "B" в одной стране, то велика вероятность того, что производитель "A" будет также лучше производителя "B" в другой стране. Однако большинство этих исследований было произведено в странах с умеренным климатом. Иерархия среди лучших производителей может

изменяться при перемещении животных из умеренного климата в тропический. К тому же потенциальные достоинства программы селекции местных коров по

сравнению с использованием лучших европейских пород часто остаются неизвестными.

ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ

Генетика - это наука, которая изучает изменения и передачу качеств от одного поколения к другому. Наследственность - это передача родительских качеств потомству через генетический материал (гены).

Некоторые признаки (качественные признаки) определяются только одним или несколькими генами (например цвет волос, тип крови); однако в определении других признаков (количественные признаки) участвует большое количество генов (например молочная продуктивность).

Генетические эффекты и влияние окружающей среды тесно взаимосвязаны друг с другом. Гены являются носителями информации и предоставляют собой "полуфабрикат" для синтеза белков, в то время как окружающая среда выступает в качестве "формы для литья", которая определяет рост, развитие и производство молока.

Генотип определяет генетические возможности коровы по производству молока , а фенотип - это то, что может быть подвергнуто измерению или наблюдению (напр. записи по надоям).

Понятие окружающей среды включает в себя все внешние факторы, влияющие на проявление признаков. Обычно окружающая среда имеет слабое влияние на качественные признаки, но значительно отражается на количественных признаках. Некоторые факторы окружающей среды являются постоянными, а другие - временными.

Генетические возможности по производству молока являются уникальными для каждой коровы (кроме близнецов). Такое возможно только вследствие того, что при воспроизведстве существуют миллионы различных вариантов генотипа потомства.

Записи по надоям содержат мало информации о генетических возможностях коровы, так как у количественных признаков фенотип определяется комбинацией генотипа и окружающей среды.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОКА

Это приложение демонстрирует способ подсчета генетических возможностей по молочной продуктивности при условии, что 15 пар генов определяют молочную продуктивность. Такое предположение сделано случайным образом, так как в действительности мы не знаем количества генов, определяющих молочную продуктивность коровы.

Для начала мы рассмотрим потомство любой коровы от любого производителя. Затем мы рассмотрим генетическую вероятность для случаев с одним общим родителем и двумя общими родителями.

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ГЕНОВ В ПОПУЛЯЦИИ

Предположим, что количество возможных видов репродуктивных клеток для каждого гена равно двум (т.е. "A" и "a"). Таким образом, количество возможных генотипов для каждого гена составляет три (т.е. "AA", "Aa" и "aa"). Общее количество возможных комбинаций - это результат перемножения количества комбинаций для каждого из 15 генов участвующих в процессе: $3 \times 3 = 3^{15}$, что составляет более 14 миллионов возможных вариантов (Таблица 6.3). Каждый раз, когда бык-производитель спаривается с неродственной ему коровой, потомство будет обладать уникальными генетическими возможностями по производству молока. Какой вариант из возможных 14 миллионов реализуется, определит только случай.

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ГЕНОВ В СЛУЧАЯХ С ОДНИМ ОБЩИМ РОДИТЕЛЕМ

Вместо осеменения любым производителем любой коровы, давайте

подсчитаем общее количество вариантов возникновения генетически различного потомства при спаривании определенного производителя с произвольными коровами. Такая ситуация возможна при использовании определенного быка компаниями по искусственному осеменению. В нашем примере генетическая структура (гомозиготная или гетерозиготная) тех 15 генов, которые мы используем, является произвольной.

Если производитель является гомозиготным (т.е. "AA", Таблица 6.3), он производит только один вид сперматозоидов (т.е. "A"). Однако, эти сперматозоиды могут оплодотворить яйцеклетку любого типа (т.е. "A" или "a"). В результате вероятно возникновение двух различных комбинаций (т.е. "Aa" или "AA") генов в потомстве. Если производитель является гетерозиготным (т.е. "Cc" Таблица 6.3), он производит два сорта сперматозоидов (т.е. "C" и "c"), которые могут оплодотворять яйцеклетки генотипа "C" и "c". В результате у потомства может возникнуть три различных комбинации генотипа (т.е. "AA" "Aa" или "aa"). Количество возможных генотипов для каждого гена должно быть подсчитано, и они должны быть перемножены для определения возможного количества генотипов у потомства. В нашем примере общее количество различных комбинаций в потомстве составит:

$$2 \times 3 \times 2 \times 3 \times 2 \times 3 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 3 = 559\,872$$

(Таблица 6.3). Таким образом, если производитель в нашем примере был спарен с большим количеством коров, то мы вполне можем ожидать до 560 000 различных генотипов. Это огромная цифра, хотя она и меньше четырнадцати миллионов. Отсюда

видно, что существует меньшее генетическое различие между животными, имеющими хотя бы одного общего родителя, чем между случайно выбранными животными.

Генетические различия животных с одним общим родителем меньше, чем у животных, не имеющих родственных связей

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ГЕНОВ У ЖИВОТНЫХ С ДВУМЯ ОБЩИМИ РОДИТЕЛЯМИ

Теперь предположим, что одни и те же бык-производитель и корова спариваются несколько раз. В зависимости от генотипа родителей,

количество возможных комбинаций для каждого гена может быть один, два или три (Таблица 6.3). Общее количество возможных комбинаций для животных с двумя общими родителями составит 7776. Животные с двумя общими родителями имеют значительно большую вероятность быть похожими, чем животные с одним общим родителем. Однако вероятность того, что животные с двумя родителями будут абсолютно одинаковыми, очень мала.

Даже при спаривании одних и тех же быка и коровы существуют тысячи возможных генетических комбинаций потомства.

Таблица 6.3: Примеры количества генетических комбинаций для животных, не имеющих общих родителей или имеющих одного или двух общих родителей.

Номер гена	Вся популяция			Один общий родитель			Два общих родителя				
	Любой производитель и матка			Тот же производитель но различные матки			Тот же производитель и та же матка				
	Возможные типы			Производитель	Возможные типы		Производитель	Матка	Возможные типы		
Сперма ¹	Яйце-клетки	Потомство	Гены	Сперма ¹	Яйце-клетка	Потомство	Гены	Гены	Сперма ¹	Яйце-клетка	Потомство
1	2	2	A A	1	2	2b	A A	A A	1	1	1c
2	2	2	B b	2	2	3	B b	B b	2	2	3
3	2	2	C C	1	2	2	C C	C C	1	1	1
4	2	2	D d	2	2	3	D d	D d	2	2	3
5	2	2	e e	1	2	2	e e	E e	1	2	2
6	2	2	F f	2	2	3	F f	F f	2	2	3
7	2	2	G g	2	2	3	G g	G g	2	2	3
8	2	2	H H	1	2	2	H H	H h	1	2	2
9	2	2	I I	1	2	2	I I	I I	1	1	1
10	2	2	J J	1	2	2	J J	J J	1	1	1
11	2	2	K k	2	2	3	K k	K k	2	2	3
12	2	2	I I	1	2	2	I I	I I	1	1	1
13	2	2	M m	2	2	3	M m	M M	2	1	2
14	2	2	N N	1	2	2	N N	N n	1	2	2
15	2	2	O o	2	2	3	O o	O O	2	1	2

14348900

559872

7776

¹ Сперматозоиды

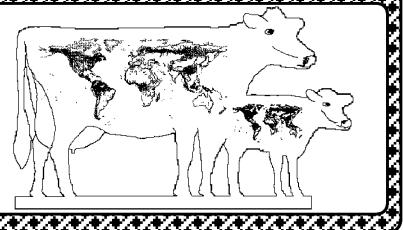
a У потомства для гена номер один существует три возможных генотипа - "AA", "Aa" и "aa".

b У потомства для гена номер один существует два возможных генотипа - "AA" и "Aa".

c У потомства для гена номер один существует лишь один возможный генотип - "AA".

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



ГЛАВА 7

СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

Содержание таблиц

Таблица 7.1: Точность предсказания генетической ценности коров и быков по производству молока...	136
Таблица 7.2: Приблизительная оценка наследуемости и экономической важности некоторых признаков у молочных коров.	137
Таблица 7.3: Фенотипическое и генетическое стандартные отклонения для надоя молока и других признаков молочных коров.	140
Таблица 7.4: Интервал между поколениями для производства молока молочными коровами	141
Таблица 7.5: Пример возможного генетического прогресса путем селекции коров и быков, как родителей последующего поколения.....	141
Таблица 7.6: Генетическая и фенотипическая корреляции между молочной продуктивностью и другими признаками.....	145
Таблица 7.7: Средняя продуктивность коров, включенных в программу улучшения молочного стада и родившихся в 1985 году.	147
Таблица 7.8: Приблизительная надежность ППС по молочной продуктивности и по числу соматических клеток (ЧСК), вычисленная по модели животного.....	149
Таблица 7.9: Приблизительная величина отклонения от среднего, которая может быть использована при вычислении интервала уверенности, в который попадает величина ППС в 67 процентах случаев	150

Содержание рисунков

Рис. 7.1: Распределение отметок о надоях молока - кривая нормального распределения.	132
Рис. 7.2: Среднее значение и вариация являются двумя основными характеристиками нормальных распределений.	133
Рис. 7.3 Доля популяции, попадающая в интервалы вокруг среднего значения или в интервалы от высшего до низшего значения нормального распределения.	133
Рис. 7.4 Интенсивность селекции при различной доле популяции, оставляемой в качестве родителей следующего поколения.	138
Рис. 7.5: Интенсивность селекции коров в стаде зависит от уровня воспроизведения.	139
Рис. 7.6: Частотное распределение дочерей вокруг средних ППС для двух быков.....	142
Рис. 7.7: Пример корреляции между ППС у 100 быков.	144
Рис. 7.8: Влияние изменения генетического базиса на величину ППС.	148
Рис. 7.9: Интервал уверенности и надежность для ППС по молочной продуктивности.....	150

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ УЛУЧШЕНИЕ

Как показано в предыдущей главе, качественные признаки могут избираться из небольшого числа раздельных категорий (напр. черный или красный окрас шерсти, наличие или отсутствие рогов и т.д.), в то же время величины количественных признаков меняются по непрерывной шкале бесконечного числа возможностей. Почти все экономически важные признаки у домашних животных являются количественными. Например, надой молока у разных молочных коров в течение одной лактации меняется от нескольких сотен килограмм до 15000 килограмм. Выход жира и протеина может меняться от нескольких килограмм до более 400 кг за одну лактацию.

Механизм проявления генов одинаков для качественных и количественных признаков. Однако количественные признаки могут принимать большее количество возможных значений по сравнению с качественными признаками благодаря:

- большему количеству генов, участвующих в проявлении признака, что дает множество возможных генотипов;
- большему влиянию окружающей среды, дополнительно изменяющей возможные значения признака.

Таким образом, изменение отдельных генов не отражается столь непосредственно на фенотипе (измерении) качественных признаков, как это происходит у количественных признаков. В среднем генетические изменения качественных признаков обычно малы, но они могут быть накоплены в течении поколений для получения животных с желательными признаками. Генетика популяции - это направление генетики, изучающее факторы, влияющие на среднее

значение и отклонение от среднего (т.н. вариацию) в количественных признаках популяции. Методы, применяемые в этой науке, позволяют определять животных, находящихся выше (или ниже) среднего значения по популяции. Поэтому животноводы могут отбирать генетически предпочтительных животных в качестве родителей для последующих поколений. В результате, средние генетические достоинства животных во всей популяции могут быть улучшены.

Целью генетических улучшений молочных коров является получение коровы с генотипом, который позволит ей производить молоко с наилучшей эффективностью и приносить максимальную прибыль фермеру при тех условиях окружающей среды, в которых животное будет находиться. По существу, генетическое улучшение означает, что частота встречаемости определенных аллелей в генах изменена. В природе существуют механизмы, изменяющие частоту встречаемости определенных генов. Такие изменения могут иметь немедленный эффект, а могут оказывать постепенное, усиливающееся влияние в течение многих поколений.

Целью генетического улучшения молочных коров при данной окружающей среде, в которой будут существовать животные, является получение коровы с генотипом, который позволит ей производить молоко с наилучшей эффективностью и приносить максимальную прибыль фермеру.

ПРИЧИНЫ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения в генетической структуре животных происходят естественным образом. Существует четыре основных силы, изменяющих частоту

встречаемости определенных генов в популяции животных.

Миграция

Миграция заключается в появлении в данной популяции животных из другой популяции, которые имеют другие частоты встречаемости генов. Миграция может быть использована животноводами для изменения определенных признаков. Начало систематических усилий по увеличению молочной продуктивности в тропических странах путем кроссбридинга (миграции генов) местных пород коров (*Bos indicus*) с европейскими молочными породами (*Bos taurus*) относится к началу века. Наиболее важной формой миграции генов в современных популяциях молочных коров является международная торговля (импорт и экспорт) семенем.

Мутация

Мутация - это случайное изменение в структуре генетического материала. Частота мутаций различна для разных генов, но в среднем она составляет порядка 1 случая на 1000000. Некоторые мутировавшие гены могут "мутировать обратно" в свою первоначальную форму. Поэтому влияние мутации на частоту встречаемости определенных генов трудно предсказать. Хотя и не всегда фатальные, большинство мутаций являются неблагоприятными, и вероятно основная масса мутаций остается незамеченными. Другие мутации имеют незначительные последствия. Так например считается, что мутации были причиной отсутствия рогов у некоторых телят джерсийской породы, родившихся в Новой Зеландии несколько лет назад.

Случайный или хаотический дрейф

Частота встречаемости определенных генов может изменяться в результате

дрейфа только случайно, когда популяция состоит из небольшой группы животных. В популяциях с большим числом особей случайный дрейф почти не оказывает влияния, поскольку случайный эффект нейтрализуется. Например казеин - протеин, присутствующий в молоке, - влияет на количество и тип сыра, который можно получить из молока. Тип казеина в молоке регулируется генетически, но обычно он не определен для отдельных животных. Таким образом, если случайно несколько быков в стаде несут ген определенного типа протеина, то через несколько поколений частота встречаемости этого гена будет велика. Быки в другом стаде могут не иметь этого гена, и частота его встречаемости останется низкой. Следовательно, решения по воспроизведству внутри стада могут повлиять на частоту встречаемости некоторых отдельных генов непредсказуемым образом. Однако во всей популяции из множества стад при этом могут быть незначительные либо совсем никаких изменений в частоте встречаемости генов, ответственных за данный тип казеина в молоке. Если фермеры сознательно решают скрещивать животных, более подходящих для данного признака, процесс селекции подавит любой случайный дрейф генов, связанных с этим признаком.

**С практической точки зрения
селекция и миграция генов
(кроссбридинг) являются средствами,
находящимися в распоряжении
животноводов для изменения
генетического значения конкретного
признака в стаде.**

Селекция

В природе животные, которые лучше адаптированы к конкретной окружающей среде, лучше выживают и быстрее размножаются. Одомашнивание животных позволило животноводам отбирать особей, которые становились родителями последующих поколений. В настоящее время герефордская порода коров перерабатывает траву и другие корма в мясо с высокой эффективностью, но при этом они производят количество молока, достаточное лишь для питания теленка. С другой стороны, молочные коровы производят молоко в больших количествах, но они малоцены как мясные животные. Несмотря на очевидную разницу, обе породы происходят от общих предков. Оба типа животных являются результатом последовательного селекционного процесса.

Селекция - это процесс, позволяющий определенным животным плодиться больше, чем остальным.

Селекция - это процесс, позволяющий определенным животным плодиться больше, чем остальным. В результате, животные с определенным генотипом оставляют больше потомства. По мере применения селекции к поколению за поколением, некоторые гены встречаются в популяции чаще, а другие реже.

Таким образом, селекция является двуступенчатым процессом. Сначала должны быть выявлены животные с предпочтительным генотипом, а затем они должны выступить в качестве родителей следующего поколения.

СЕЛЕКЦИЯ

Процесс селекции на молочной ферме основан на экономической ценности животного. Продажа молока и

животных является основным источником дохода для большинства молочных производителей. Поэтому признаками молочных коров, которые имеют экономическую ценность и генетический компонент, являются:

- продуктивные признаки: надой молока, выход жира и выход протеина;
- сложение тела (тип) животного.

Поскольку эти признаки имеют генетический компонент, они могут быть подвергнуты селекции. Некоторые признаки, относящиеся к экстерьеру коровы, оказывают влияние на продуктивность в течение всей жизни; но в большинстве случаев тип должен оставаться вторичным по отношению к продуктивным признакам в вопросах воспроизводства.

В селекционных программах животные скрещиваются таким образом, чтобы увеличить долю предпочтительных аллелей у всех генов, относящихся к проявлению интересующего нас признака. Для такого признака, как выход жира в молоке, генетическое улучшение состоит в увеличении процента аллелей, которые способствуют более высокому производству молочного жира. Можно представлять себе гены, как ряд электрических выключателей, расположенных вдоль хромосом. Выключатель имеет два возможных положения, соответствующих разным уровням проявления желаемого признака. Генетическое улучшение пытается увеличить долю выключателей, находящихся в положении, дающем более сильное проявление желаемого признака.

КОНЦЕПЦИИ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ СЕЛЕКЦИИ

Для понимания того, как работает селекция, нам необходимо хорошо

уяснить некоторые важные концепции. Изменчивость отдельного признака среди животных является ключом к процессу селекции. В стаде со средней молочной продуктивностью в 5500 кг отдельные коровы могут давать более 9000 кг, тогда как другие могут производить всего 2000 кг. Это, конечно крайние величины, но молочная продуктивность отдельных коров в стаде может принимать любые значения между этими двумя крайностями. Даже в стаде, где окружающие условия кажутся одинаковыми для большинства животных, всего 25% колебаний в надоах молока вызывается генетическими причинами.

Нормальное распределение

Распределение отметок надоев молока

Хотя коровы производят разное количество молока, их учетные записи могут быть сгруппированы в две категории. На Рис. 7.1 приведен пример распределения отметок о надоях молока от 200 коров, сгруппированных в 28 подгрупп. На графике каждый блок представляет собой одну корову. Коровы, производящие от 2000 кг до 2250 кг, попадают в первую подгруппу (на левой стороне графика); если сдвигаться по оси вправо, каждая последующая подгруппа определяется на основе предыдущей. Последняя подгруппа (правая сторона графика) включает коров, дающих от 8875 кг до 9000 кг молока. Такое построение, называемое гистограммой, дает представление о среднем значении и о изменчивости молочной продуктивности. В нашем примере 19 коров дали между 5250 кг и 5500 кг, одна корова произвела от 2250 кг до 2500 кг, и ни одно животное не дало более 8750 кг молока. Если провести линию, огибающую верхушки всех столбиков от одного края до другого, то мы получим колоколообразную кривую.

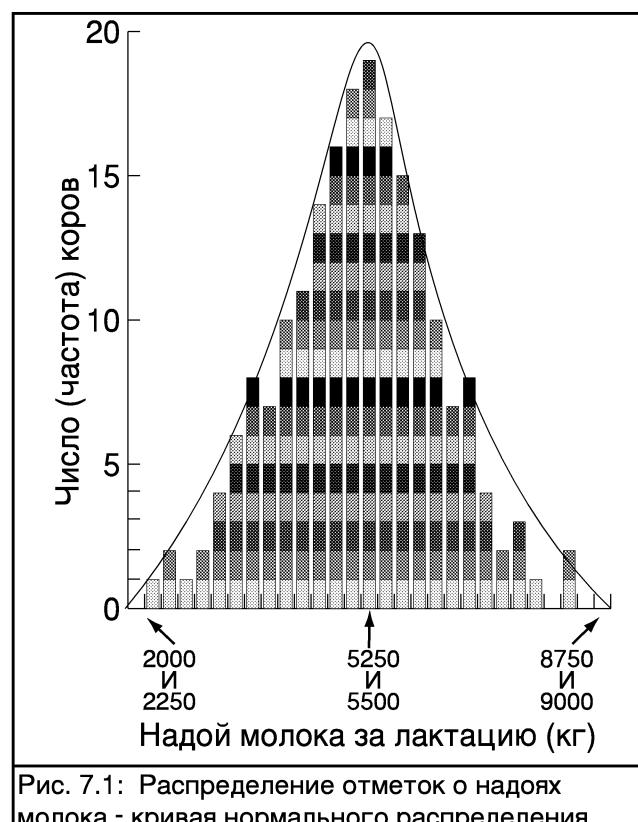
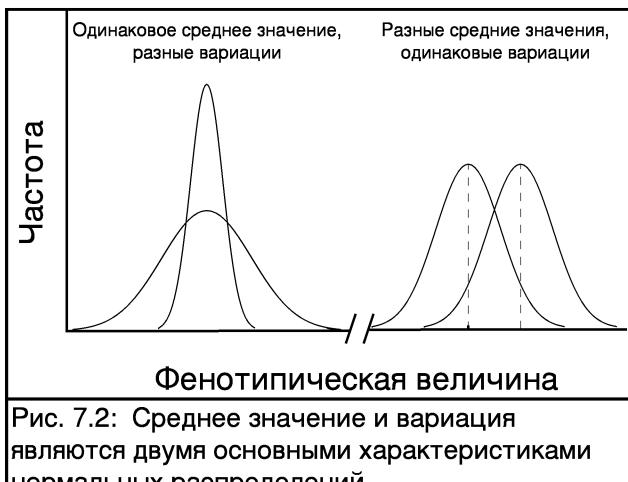


Рис. 7.1: Распределение отметок о надоях молока - кривая нормального распределения.

Большинство количественных признаков подчиняется этому типу кривой, называемой "нормальной кривой" или "нормальным распределением". Статистический анализ нормального распределения составляет основу нашего знания о принципах селекции.

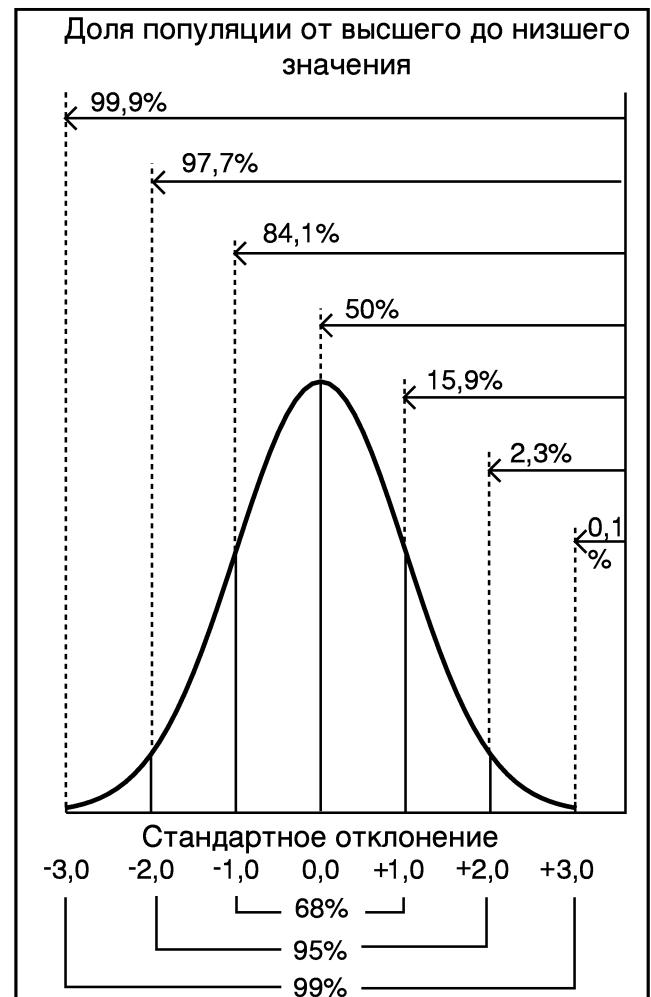
Среднее значение, вариация и стандартное отклонение

В нормальном распределении большинство животных сгруппированы около среднего значения (самый высокий столбик), и по мере того, как мы двигаемся в сторону более высокой или более низкой молочной продуктивности, число животных в подгруппе уменьшается. То, каким образом данные распределены вокруг среднего значения, называется вариацией. Вариация является важным параметром, потому что она частично определяет, насколько значительные генетические изменения можно ожидать от одного поколения к другому. На Рис. 7.2 представлены кривые



нормального распределения с различными средними значениями, но одинаковой вариацией, и с одним средним значением, но разными вариациями.

Стандартное отклонение также является мерой распределения данных вокруг среднего значения. В противоположность вариации стандартное отклонение выражается в тех же единицах измерения, что и среднее значение, что делает его интерпретацию более легко понятной. Стандартное отклонение представляет собой индикатор того, какая доля коров попадает в определенный интервал продуктивности. В терминах нормального распределения, интервал в одно стандартное отклонение выше и ниже среднего значения содержит 68% всех наблюдений (Рис. 7.3). Предположение о том, что популяция коров со средним значением в 5500 кг молока за лактацию и стандартным отклонением в 1200 кг (5500 ± 1200 kg)¹, подразумевает, что 68% коров производят между 4300 кг ($5500 - 1200$) и 6700 кг ($5500 + 1200$) молока. Вдобавок, поскольку интервал в плюс или минус три стандартных отклонения от среднего содержит 99% популяции, высшая и низшая молочные



Доля популяции, попадающая в интервалы с границами в плюс-минус 1, 2 и 3 стандартных отклонений относительно среднего значения

Рис. 7.3: Доля популяции, попадающая в интервалы вокруг среднего значения или в интервалы от высшего до низшего значения нормального распределения.

продуктивности равны приблизительно 9100 кг и 1900 кг (5500 ± 3600 кг), соответственно.

Племенная ценность

Племенная ценность - это генетическая ценность животного по определенному признаку. Племенная ценность определяется отдельно для каждого признака. Поэтому племенная ценность коровы по производству молока может быть низка, но ее племенная ценность по сопротивляемости болезням при этом может быть высока. Это означает, что

¹Число, следующее после знака ±, является величиной стандартного отклонения.

корова не имеет генов высокой молочной продуктивности, но зато у нее есть гены, необходимые для борьбы с инфекциями. Как изложено в главе 6, число генов, отвечающих за количественный признак, велико и они расположены на нескольких хромосомах. Поэтому, хотя племенная ценность остается полезной характеристикой, она не может быть измерена непосредственно. Племенная ценность должна оцениваться косвенно, по измеряемым фенотипическим величинам (надои молока, содержание протеина в молоке, размер коровы, глубина вымени и т.д.).

Первым шагом к определению генетической ценности животного является определение его положения на кривой нормального распределения. Для продуктивных признаков животные находящиеся далеко справа от среднего вероятно имеют высокую генетическую ценность, а те, что находятся далеко слева от среднего значения скорее всего имеют низкую генетическую ценность.² Однако это может быть и неверно, поскольку корова с высокой генетической ценностью может страдать от плохого управления и условий содержания (напр. питание, болезни, осложнения при отеле и т.п.), которые снижают ее молочную продуктивность. С другой стороны, отсутствие отрицательных эффектов может привести к молочной продуктивности, превышающей среднюю, при генетической ценности ниже средней. Молочная продуктивность коровы в популяции может быть выражена следующим образом:

$$\text{Молочная продуктивность} = M+G+E,$$

где:

- M - среднее по популяции;
- G - генетическая ценность коровы (племенная ценность) благодаря комбинации генов;
- E - относится к содержанию коровы и внешним воздействиям.

Передаточная способность

Передаточная способность - это средняя генетическая ценность по определенному признаку, которую животное передает своему потомству. Вот некоторые важные пункты, которые необходимо помнить:

- воспроизводительные клетки содержат только половину генов, поэтому передаточная способность составляет только половину от генетической ценности животного;
- действительная генетическая ценность, передаваемая при каком-либо отдельном скрещивании, включает в себя случайный фактор, т.к. набор генов, который животное получает от родителей, абсолютно случаен.

Из этого следует, что когда два животных с высокими генетическими достоинствами спариваются, генетическая ценность их потомства неизбежно будет высокой. Хотя скорее всего характеристики потомства будут выше среднего, все же есть вероятность, что его генетические достоинства будут ниже средних. Генетическое превосходство или недостатки зависят от конкретного набора генов, полученного от каждого из родителей.

Передаточная способность составляет половину племенной ценности. Случай определяет то, какие гены передадутся при каждом скрещивании. В результате, генетические достоинства потомства скорее всего будут отличаться от качества любого из родителей.

²Для некоторых типов признаков, как например положение задних ног при виде сбоку или угол копыт, средняя величина является наиболее желательной.

Ключи к осуществлению генетических изменений через селекцию

При селекции, изменения генетической ценности животных в популяции подвержены влиянию следующих факторов:

- генетическая изменчивость популяции;
- интенсивность селекции
- точность селекции;
- интервал между поколениями.

Изменения генетической ценности могут быть обобщены в следующем уравнении:

$$\text{Генетические изменения за год} = \frac{\text{Точность} \times \text{Интенсивность} \times \text{Генетическая Изменчивость}}{\text{Число лет в поколении}}$$

Таким образом, генетические изменения за год будут тогда наибольшими, когда точность, интенсивность и генетическая изменчивость настолько велики, насколько возможно, а интервал между поколениями минимален.

Точность селекции

Точность селекции может быть определена как взаимоотношение между нашим предсказанием генетической ценности и действительной генетической ценностью животного. Точность зависит, в основном, от трех факторов:

- наследуемость;
- точность измерений;
- степень, с которой внешние факторы могут быть установлены и их влияние устранено с помощью статистических поправок.

Как адекватное измерение, так и правильная оценка необходимы для получения высокой точности в определении генетических достоинств животного. Когда принимается

решение о скрещивании или покупке первотелок для замены, генетические, а не фенотипические измерения должны использоваться для оценки животного. Необходимо помнить, что высокие фенотипические показатели, такие как высокие надои молока, больше отражают уровень содержания (внешние факторы), нежели действительную генетическую ценность животного.

Записи о высоких надоях молока отражают скорее уровень содержания, нежели действительную генетическую ценность животного.

Совершенство предсказаний генетической ценности молочной коровы почти недостижимо. Чем больше число лактаций, тем выше точность определения генетической ценности коровы. Если использовать записи о лактациях как единственный источник информации, наивысшая достижимая точность для коров не превысит 65%. Серьезным фактором, ограничивающим точность оценок генетических достоинств коров, является то, что они обычно живут в стаде. Для сравнения, проверка по потомству делает возможным достижение высокой точности оценки генетических достоинств быков. Если достаточное количество дочерей выращено в различных стадах, то величина передаточной способности быка может быть предсказана практически абсолютно точно (Таблица 7.1).

Следующая информация помогает улучшить точность генетической оценки животного:

- учетная карточка животного;
- родословная, т.е. записи о родственных животных (мать, дочь, полусестры и т.д.).

Как показано в Таблице 7.1, точность генетической оценки улучшается, когда количество собранной информации о животном возрастает. В добавок, наличие дочерей в разных стадах (т.е. в различных окружающих условиях) является важным для достижения максимальной точности генетических предсказаний о быках. И наконец, необходимо помнить, что достижение максимальной точности предсказаний генетической ценности животного является дорогостоящим, длительным и потому не всегда экономически выгодным процессом.

Передаточная способность может быть определена с гораздо большей точностью для быков, чем для коров.

Наследуемость

Наследуемость признака определяется как (генетическая по своему происходению) доля вариации фенотипов животных. Аккуратный статистический анализ позволяет определить доли вариации, определяемые наследственностью и внешними условиями для данного признака:

$$\sigma^2_P = \sigma^2_G + \sigma^2_E$$

Таблица 7.1: Точность (%) предсказания генетической ценности коров и быков по производству молока*

КОРОВЫ				БЫКИ		
Точность предсказания для коровы при наличии информации:				Точность предсказания для быка, если его дочери находятся:		
Число записей о лактации	только о корове	о корове плюс одна запись о ее матери	о корове и полусестрах по отцовской линии	Число дочерей с одной записью о лактации	в разных стадах	в одном стаде
0	0	25	44	1	25	25
1	50	53	60	5	50	46
2	57	60	64	10	63	53
3	61	63	67	50	88	66
-	-	-	-	70	91	67
-	-	-	-	100	93	68
6	65	67	70	1000	99	70

* Приведено из: Schmidt GH, Van Vleck LD. 1974. Principles of dairy science. San Francisco: W.H. Freeman & Co.

В этой формуле σ^2 обозначает вариацию. σ^2_P обозначает фенотипическую вариацию надоев молока в популяции, а σ^2_G - генетическую вариацию, определяемую комбинацией генов (см. Главу 6). И наконец, σ^2_E обозначает вариацию, определяемую внешними условиями (т.е. питанием, маститом, климатом и т.д.).

Около 75% колебаний по надоем молока происходит из-за внешних условий, а генетическая вариация составляет около 25%. Наследуемость - это та доля различия между животными, которая имеет место благодаря унаследованным генам. Другими словами, наследуемость равна σ^2_G/σ^2_P и в среднем составляет 25% по признаку производства молока. Наследуемость обычно обозначается символом " h^2 ".

В целом, чем больше наследуемость признака, тем выше точность селекции и тем лучше отклик животных на селекцию. Наследуемости, приведенные в Таблице 7.2, могут быть интерпретированы следующим образом:

- менее 0,1 - низкая наследуемость;
- от 0,1 до 0,3 - средняя наследуемость;
- более 0,3 - высокая наследуемость.

Таблица 7.2: Приблизительная оценка наследуемости* и экономической важности некоторых признаков у молочных коров.

Признаки	Наследуемость	Экономическая ценность **
<i>Продуктивные признаки</i>		
Надой молока	0,25	Высокая Переменная
Выход жира	0,25	Переменная
Выход протеина	0,25	Переменная
Полный выход сухих веществ	0,25	Переменная
Содержание жира	0,50	Переменная
Содержание протеина	0,50	Переменная
<i>Признаки типа</i>		
Окончательная оценка типа	0,30	Средняя
Стойка	0,40	Низкая
Ноги (вид сбоку)	0,16	Низкая
Угол копыт	0,10	Низкая
Глубина вымени	0,25	Средняя
Прикрепление вымени	0,15	Средняя
Расположение сосков	0,20	Низкая
<i>Другие признаки</i>		
Скорость доения	0,11	Низкая
Мастит (число соматических клеток)	0,10	Средняя
Легкость отела	0,05	Низкая
Вес теленка при рождении	0,35	Низкая
Фертильность (число открытых дней)	0,05	Низкая

* Приведено из: Bath DL, Dickinson FN, Tucker HA, Appleman RD. *Dairy cattle: principles, practices, problems, profits*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1985.

** Экономическая ценность продуктивных признаков широко различается между странами. Признаки типа и другие признаки со средней экономической ценностью связаны с длительностью продуктивной жизни коров.

Как показано в Таблице 7.2, продуктивные признаки так же, как и большинство признаков типа, обладают средней наследуемостью, в то время как наследуемость содержания жира и протеина в молоке высока. Наследуемость для признаков, касающихся способности к

оплодотворению, легкости отела или сопротивляемости маститу низка (0,10 или ниже), и генетические изменения, происходящие в результате селекции по этим признакам, будут происходить исключительно медленно. С другой стороны, можно ожидать генетический прогресс по средне- и высоконаследуемым признакам.

Отклик на генетический отбор будет лучше для признаков, имеющих более высокий процент наследуемости.

Повторяемость

Повторяемость - это характеристика признаков, измеряемых более одного раза в течение жизни особи. Признаки скелета измеряются только один раз, поэтому понятие повторяемости неприменимо к этому признаку. С другой стороны, признаки лактации у молочных коров измеряются неоднократно. Интуитивно ясно, что второе измерение лактации коровы дает информацию, которую можно использовать вместе с первым измерением для лучшей оценки генетической ценности животного. Также интуитивно понятно, что шестое наблюдение не добавит существенно новой информации по сравнению с первыми пятью. Таким образом, ценность многочисленных наблюдений снижается по мере возрастания их числа.

Когда измерения данного признака у животного могут быть произведены в разное время, генетические предпосылки и постоянное внешнее влияние остаются неизменными, но изменяющиеся внешние условия (напр. мастит, осложнения при отеле) могут поменяться от одного измерения к другому. Таким образом, повторяемые измерения позволяют исключить отклонения, вызываемые переменными внешними условиями, которые

оказывают влияние на отдельную лактацию.

Повторяемость - это мера корреляции между любыми двумя измерениями у одного животного. Повторяемость может изменяться от 0, когда между повторяющимися проявлениями признака нет никакой связи, до 1, когда повторяющиеся проявления признака практически постоянны. Например, повторяемость от одного года к другому числа осеменений, необходимых для того, чтобы корова забеременела, практически равна нулю. Другими словами, число осеменений, необходимых для оплодотворения коровы в данном цикле отела, не несет никакой ценности для предсказания того, сколько осеменений понадобится в следующем цикле. Для сравнения, повторяемость уровня производства молока составляет около 0,5. Впервые рожающие коровы с высокой продуктивностью обычно остаются высокопродуктивными и во второй лактации.

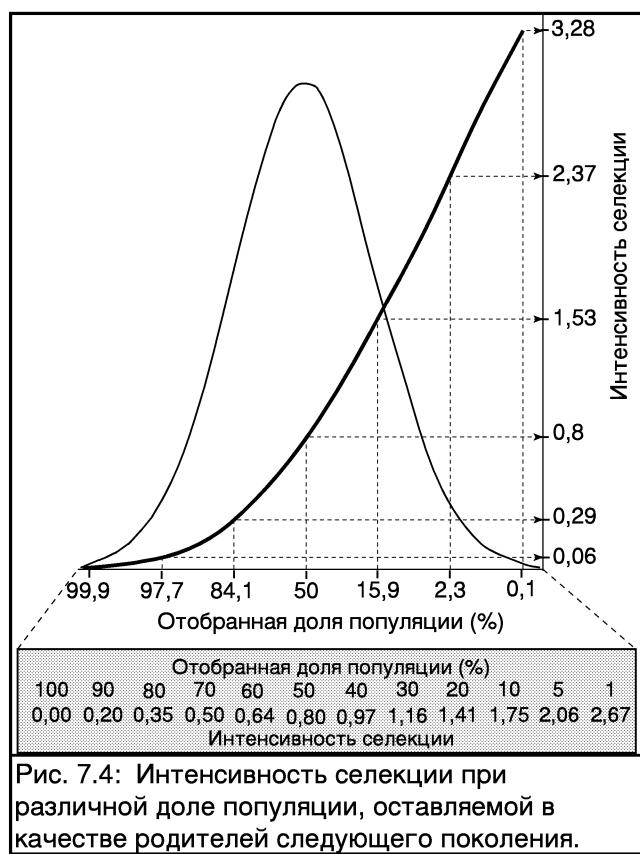


Рис. 7.4: Интенсивность селекции при различной доле популяции, оставляемой в качестве родителей следующего поколения.

Интенсивность селекции

Интенсивность селекции зависит только от доли популяции, оставляемой в качестве родителей (Рис. 7.4). Она отражает, насколько средняя величина для отобранных групп превышает среднее по всей популяции до отбора. Темп возрастания фактора интенсивности тем выше, чем ниже процент отобранных животных.

Практические животноводы могут сделать многое для ускорения генетического прогресса, увеличивая интенсивность селекции. Увеличенная интенсивность иногда вызывает всего лишь небольшое дополнительное увеличение расходов, но существует предел, который не одолеть даже самому лучшему менеджеру. Этот предел определяется главным образом факторами управления, относящимися к воспроизводству, такими как установленный и непроизвольный процент выбраковки, интервал между отелами, процент смертности телят и процент оплодотворения. На фермах с хорошим управлением и воспроизводством животных число телят, выращиваемых каждый год, приводит к избытку животных на ферме. В примере, приведенном на Рис. 7.5, фермер получает избыток в 10-30 первотелок для замены. Если фермер не планирует расширение стада, то он или она могут решить:

- Оставить всех первотелок и отбраковать коров с низкой продуктивностью;
- Продать лишних первотелок;
- Скомбинировать предыдущие решения.

Обычно в хороших стадах около 70% коров должны быть оставлены в качестве родителей следующего поколения. Селекция коров, которые будут матерями первотелок следующего поколения, не может быть интенсивной.

Если стадо не расширяется, фермер может создавать селекционное давление, выбраковывая каждый год худших производителей молока в стаде. Однако, когда стадо расширяется или страдает от плохого управления и проблем с воспроизводством, фермер может не иметь возможности проводить генетическое улучшение путем селекции своих коров. Все коровы и почти все первотелки нужны для поддержания или увеличения размера стада (Рис. 7.5).

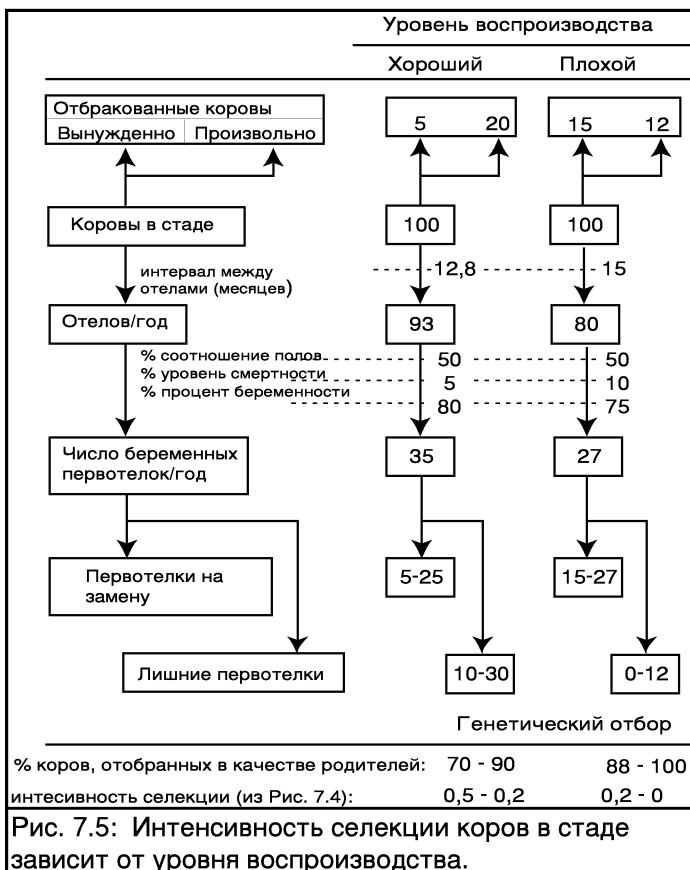
В противоположность селекции коров, которые будут матерями первотелок, выращиваемых на замену, селекция коров, которые будут рожать бычков, также как и отбор быков по достоинствам их дочерей могут быть очень интенсивными. Родителями молодых быков, проверяемых по потомству компаниями по искусственному осеменению, обычно являются лучшие 1-5% животных в популяции, состоящей из множества

стад. Таким образом, основным источником генетического прогресса в стаде является использование отборных быков для искусственного осеменения. Селекция коров в стаде дает очень слабые и медленные генетические изменения.

Даже при хорошем уровне воспроизводства интенсивность селекции коров в стаде незначительна по сравнению с интенсивностью селекции быков. В результате, основным источником генетического прогресса является сперма отборных быков, используемая при искусственном осеменении.

Наследственная изменчивость (стандартное отклонение)

Некоторые признаки, особенно те, которые отвественны за выживание животного, обладают малой изменчивостью. Другие признаки демонстрируют значительную фенотипическую изменчивость. Если по данному признаку не существует генетической разницы, то все животные обладают одинаковой генетической ценностью. В таком случае невозможно вызвать генетические изменения с помощью программы селекции. Генетическая изменчивость может быть описана шириной колоколообразной кривой около среднего значения (Рис. 7.2). Малая изменчивость дает узкую кривую, а большая - широкую. Величина генетической изменчивости влияет на генетическую отдачу от программы селекции - чем больше генетическая изменчивость, тем больший результат можно получить от селекции. Однако генетическое стандартное отклонение является характеристикой популяции и не может быть изменено животноводом. Генетическое стандартное отклонение связано с наследуемостью и общей, или фенотипической, изменчивостью следующим образом:



$\sigma_g = h \times \sigma_p$, где:

σ_g = генетическое стандартное отклонение,

σ_p = фенотипическое стандартное отклонение,

h = квадратный корень из наследуемости.

В таблице 7.3 представлены фенотипическое и генетическое стандартные отклонения для надоя молока и полного выхода сухого молока для различных пород молочных коров. При прочих равных условиях несколько больший генетический прогресс можно ожидать от голштинской и бурой швицкой пород по сравнению с другими, поскольку генетическая изменчивость у них самая высокая. В странах с более низкой продуктивностью величина стандартного отклонения будет пропорционально ниже.

Таблица 7.3: Фенотипическое и генетическое стандартные отклонения для надоя молока и других признаков молочных коров.

Признаки	Стандартные отклонения	
	Фенотипическое	Генетическое
Продуктивные признаки		
Надои молока (фунтов)	1120	560
Выход жира (фунтов)	45	22,5
Выход протеина (фунтов)	38	19
Полный выход сухого вещества (фунтов)	144	72
Содержание жира	0,40	0,28
Содержание протеина	0,25	0,18
Признаки типа		
Окончательная оценка типа	1,9	1,0
Надои молока для различных пород коров (в фунтах)		
Эрширская	1061	530
Гернзейская	1094	547
Голштинская	1425	712
Джерсийская	1130	565
Бурая швицкая	1421	711

Интервал между поколениями

Интервалом между поколениями называется средний возраст родителей при рождении потомства. Возраст наступления половой зрелости и продолжительность беременности не могут быть изменены, однако интервал между поколениями может существенно возрасти, если смертность велика или процент беременности низок.

Интервал между поколениями влияет на величину генетического прогресса за год. Чем короче интервал между поколениями, тем больший прогресс может быть достигнут за год. Однако больший интервал между поколениями может увеличить точность селекции, т.к. большее количество информации становится доступным с течением времени (измерение надоев у дочерей, надой за лактацию и т.д.). Таким образом, уменьшение интервала между поколениями не всегда желательно, поскольку оно достигается за счет точности селекции.

Интервал между поколениями для быка, проходящего программу проверки, приблизительно на два года длиннее, чем для быка, используемого для естественного осеменения (Таблица 7.4). Это связано с тем, что при оценке быка требуется время для того, чтобы закончить регистрацию первой лактации его дочерей. Интервал между поколениями от коров до первотелок, выращенных на замену, составляет от 5 до 6 лет. Когда все первотелки оставляются на замену, возросший процент замены коров может снизить их средний возраст относительно следующего поколения приблизительно до 4 лет. С другой стороны, пониженное воспроизведение животных может увеличить интервал между поколениями до восьми или более лет. Эта оценка может быть более характерна для стад в тропических регионах.

Таблица 7.4: Интервал между поколениями для производства молока молочными коровами (лет).

Селекция:		Интервал
Бык-потомство	Естественное осеменение	2,5 - 4
Бык-потомство	Программа ИО	4 - 6
Корова - дочь	Замена первотелками в стаде	4,5 - 6,5
Бык - бык	Планируемое спаривание	6,5 - 9

Генетический прогресс зависит от:

- Интенсивности;
 - Точности (наследуемости);
 - Генетической изменчивости;
 - Интервалов между поколениями.
- Решения, определяющие содержание и скрещивание, изменяют генетический прогресс, достижимый для данного признака. Генетические улучшения наступают более быстро, если наследуемость и генетическая изменчивость выбранных признаков велики. Поэтому важно учитывать эти факторы при определении целей селекции. Вдобавок, дополнительный генетический прогресс может быть получен при уменьшенных интервалах между поколениями, более высоких интенсивности (использование искусственного осеменения) и точности селекции (аккуратное ведение записей).

Иногда высокая точность бывает желательна в программе воспроизводства. Это может иметь место, когда нужно выбрать отца для получения в результате запланированного скрещивания молодого быка для будущих поколений. Высокая точность, необходимая для определения наилучшего быка с высокой степенью надежности, означает, что большее время потребуется для сбора информации о дополнительном количестве дочерей. В таком случае интервал между

поколениями может возрасти до девяти лет (Таблица 7.4).

Пример вычисления генетического прогресса для коров, выбранных из стада, и быков, взятых из компаний по искусственноому осеменению

Интервалы между поколениями относительно трудно поддаются уменьшению на ферме. Плохое воспроизводство в стаде уменьшает возможность генетических улучшений из-за возрастания интервала между поколениями и снижения интенсивности селекции. Трудно достигнуть высокой интенсивности селекции на молочной ферме. Хотя на фермах с хорошим содержанием селекция низкой

Таблица 7.5: Пример возможного генетического прогресса в результате отбора селекции коров и быков, как родителей последующего поколения.

	Коровы ¹	Быки ²
Точность ³	0,63	0,88
Интенсивность ⁴	0,35	2,06
Генетич. ст. откл. ⁵	613	613
Генет. интервалы ⁶	5,0	5,5
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС⁷ (кг молока/год)	27	202

¹ Селекция коров в качестве матерей первотелок, выращиваемых для замены.

² Селекция быков, используемых при искусственном осеменении.

³ См. предположение относительно коровы и быка в Таблице 7.1.

⁴ См. Рис. 7.4

⁵ Средняя величина Таблицы 7.3.

⁶ См. Таблицу 7.4

⁷ Формула:= $\sigma^2_P = \sigma^2_G + \sigma^2_E$.

интенсивности может быть достигнута путем выбраковки коров с низкими генетическими достоинствами, большинство коров должно быть использовано в качестве родителей первотелок, выращиваемых на замену. Поэтому существует только небольшая возможность достижения генетического прогресса путем отбора дочерей коров (Таблица 7.5).

Несмотря на несколько более длинные интервалы между поколениями у быков по сравнению с коровами, интенсивность и точность селекции, достижимые для быков, могут быть гораздо выше, чем для коров. Таким образом, селекция быков предоставляет гораздо большие возможности для генетического прогресса по сравнению с селекцией коров (Таблица 7.5).

В нашем примере использование быков для искусственного осеменения приводит к генетическому прогрессу, приблизительно в семь раз большему, чем селекция коров в стаде.

ЧТО ОЖИДАТЬ ОТ СЕЛЕКЦИИ

Неожиданное

Величина Предполагаемой Передаточной Способности (ППС) быка является всего лишь средним числом; это наша лучшая оценка генетических достоинств данного быка. Продуктивность какой-либо отдельной дочери содержит еще и непредсказуемый компонент, поскольку каждая дочь получает разный набор генов от этого быка. В момент оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом случай определяет реальные генетические достоинства потомка. Продуктивность дочерей быка распределена в соответствии с колоколообразной кривой, независимо от того, имеет ли бык ППС по надою молока равную 1000 кг или 0 кг. Важно понимать, что несколько дочерей быка А, имеющего ППС равную 1000 кг, могут обладать меньшими генетическими достоинствами, чем некоторые дочери быка Б, который имеет ППС в 0 кг (Рис. 7.6). Однако, важным является то, что больше дочерей быка с высоким средним значением (бык А на Рис. 7.6) стоят выше в таблице, чем дочери быка с низким средним (бык Б на Рис. 7.6). Для получения объективной оценки

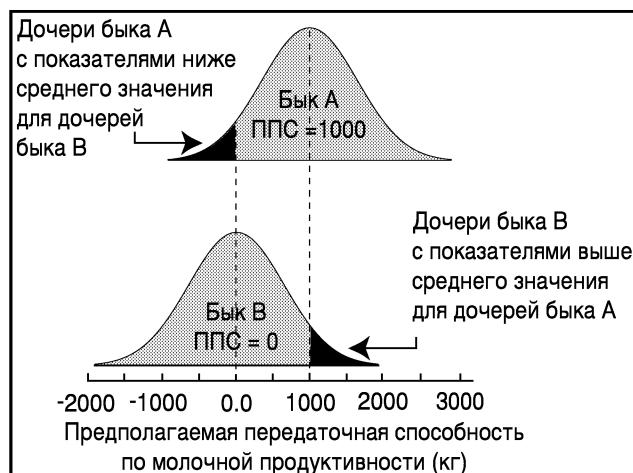


Рис. 7.6: Частотное распределение дочерей вокруг средних ППС для двух быков.

быка необходимо обследовать около 50 его дочерей. Реальные генетические достоинства отдельной дочери не могут быть точно предсказаны заранее (во время осеменения). Однако, имея оценку надежности (уверенности), приписанную данной ППС, мы можем предсказать интервал наиболее вероятных генетических величин для будущих дочерей (см. раздел о надежности ниже в этой главе).

Связанный отклик

Корреляция

Корреляция между двумя признаками измеряет их тенденцию изменяться в одном направлении (положительная корреляция) или противоположных

ППС - это наша лучшая оценка средних генетических достоинств быка. Генетические достоинства клеток его спермы (которые в конце концов реализуются в дочерях) распределены вокруг средней величины в соответствии с колоколообразной кривой. Будет ли данная отдельная дочь выше или ниже среднего значения, не может быть предсказано во время скрещивания матери, поскольку мы не можем предсказать, какой сперматозоид (из миллионов) оплодотворит яйцеклетку коровы.

направлениях (отрицательная корреляция). Корреляция может быть определена между любыми двумя признаками (оценка типа, содержание протеина, выход протеина, процент зачатий, вес тела и т.д.). Некоторые корреляции имеют большее значение, чем другие. В целом, корреляции между экономически важными признаками существенны для:

- Предсказания изменения одного признака в ответ на селекцию по другому;
- Определения целесообразности селекции по нескольким признакам одновременно;
- Предвидения общих результатов программы селекции.

Например, корреляция между надоем молока и потреблением кормов является существенно положительной. Поэтому коровы, отобранные по большому надою молока, обычно также больше едят. Для сравнения, отрицательная корреляция между надоем молока и содержанием жира в молоке (Рис. 7.7) делает затруднительным отбор коров с одновременно высоким надоем молока и большим содержанием жира в нем. На самом деле, отбор животных с высоким содержанием жира или протеина в молоке вынудит фермера предпочесть животных с низким надоем молока по сравнению с коровами с высоким уровнем надоев.

Корреляция между двумя признаками показывает, что отбор по одному признаку вызовет изменения в другом.

Корреляционный коэффициент - это число, изменяющееся от 1 до -1. Положительная корреляция предполагает, что большие значения одного признака имеют тенденцию случаться одновременно с большими значениями другого, и малые значения обоих признаков также обычно встречаются одновременно. С другой

стороны, отрицательная корреляция двух признаков предполагает, что большие значения одного признака имеют место при малых значениях другого и наоборот. Корреляция вблизи нуля означает, что два признака не изменяются одновременно, а скорее наоборот, они не зависят друг от друга.

При интерпретации корреляционного коэффициента между двумя признаками важно учитывать:

- Знак (положительный или отрицательный), который указывает, имеют ли признаки тенденцию меняться в одном направлении (положительная корреляция) или противородолжных направлениях (отрицательная корреляция);
- Величину корреляции, которая указывает на величину изменения одного признака в ответ на селекцию, проводимую по другому. Корреляционные коэффициенты можно интерпретировать следующим образом:
 - от 0,7 до 1,0, признаки изменяются существенно в одном направлении;
 - от 0,35 до 0,7, признаки изменяются до некоторой степени в одном направлении;
 - от -0,35 до 0,35, признаки изменяются почти независимо друг от друга;
 - от -0,35 до -0,7, признаки изменяются до некоторой степени противоположных направлениях;
 - от -0,7 до -1,0, признаки изменяются в существенно противоположных направлениях.

Рис. 7.7 иллюстрирует корреляцию между предполагаемыми передаточными способностями для различных признаков у быков в Соединенных Штатах в 1995 году. Этот график был построен с использованием

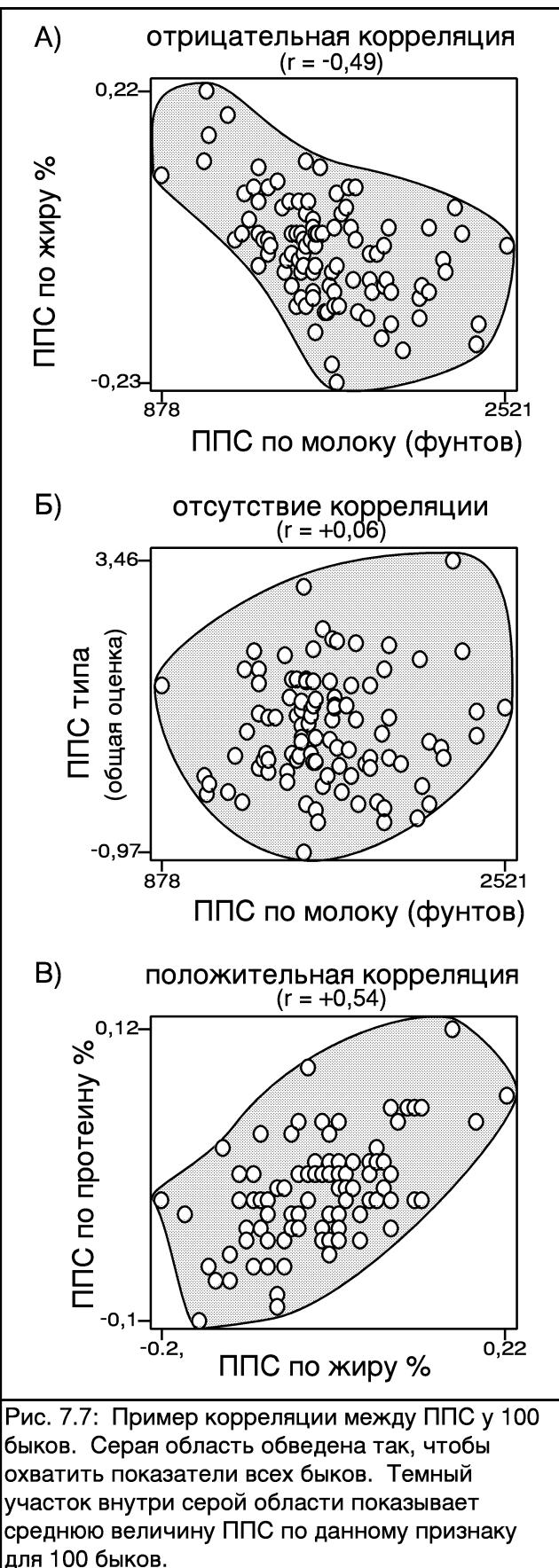


Рис. 7.7: Пример корреляции между ППС у 100 быков. Серая область обведена так, чтобы охватить показатели всех быков. Темный участок внутри серой области показывает среднюю величину ППС по данному признаку для 100 быков.

данных по 100 быкам с наивысшей

“общей оценкой” (индексом селекции, обсуждаемым в Главе 8). На графике каждая точка представляет отдельного быка. Знак и величину корреляции можно оценить, взглянув на форму заштрихованной области, образованной при проведении линии через крайние значения. Когда заштрихованная область образует круг, корреляции между двумя признаками нет или она незначительна (Рис. 7.7б). По мере возрастания корреляции точки значений образуют эллипс (яйцеобразная форма; Рис. 7.7а и 7.7в). В крайнем случае полной корреляции все точки будут выстроены вдоль прямой линии.

Генетические и фенотипические корреляции

Сравнение двух фенотипических значений приводит к фенотипическим корреляциям; в то же время сравнение воспроизводительных величин или передаточных способностей дает генетические корреляции. Генетические факторы и факторы содержания (напр. питание) лежат в основе фенотипических корреляций. Однако наличие генетической корреляции указывает на степень взаимосвязи между генами обоих признаков. Генетические корреляции имеют важное значение, т.к. селекция по одному признаку вызовет необратимые изменения связанного признака. Величина и направление такого изменения признака в результате селекции по другому признаку зависит от направления и величины генетической корреляции между двумя признаками. Например, сильная генетическая корреляция между надоем молока и выходом протеина (корреляция = 0,82, Таблица 7.6) указывает на то, что гены, ответственные за производство молока, могут являться также генами, ответственными за высокую выработку протеина, или могут находиться на одних с ними хромосомах. Однако

высокий надой молока также связан с небольшим снижением содержания протеина в молоке (корреляция = -0,22).

Корреляции, представленные в Таблице 7.6, могут быть использованы для предсказания изменений продуктивных признаков в результате селекции только по надою молока. При некоторых предположениях относительно интенсивности селекции, генетическое улучшение надоев молока на 100 кг будет сопровождаться возрастанием выхода протеина (+2,6 кг) и выхода жира (+3,0 кг) и снижением содержания протеина (-0,004%) и содержания жира (-0,01%).

Направление и величина изменения признака в результате селекции по другому признаку зависит от направления и величины генетической корреляции между двумя признаками.

КАК ПРЕДСКАЗЫВАЕТСЯ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЖИВОТНОГО?

Генетическую оценку молочных быков-производителей начали проводить в Соединенных Штатах в 1935 г. В 1974 г. Модифицированное Одновременное Сравнение (МОС) было введено в качестве усовершенствованного метода оценки животных. Каждые шесть месяцев министерство сельского хозяйства США (USDA) вычисляет генетическую ценность коров и быков, записи о которых собираются в программах Улучшения Молочного Стада (DHI). С июля 1989 г. Предполагаемая Передаточная Способность (ППС) коров и быков вычислялась с использованием статистической процедуры, называемой "Модель Животного". В модели животного мужские и женские особи оценивают одновременно

Таблица 7.6: Генетическая и фенотипическая корреляции между молочной продуктивностью и другими признаками.

	Фенотипическая	Генетическая
<i>Выход:</i>		
жира	0,86	0,75
протеина	0,92	0,82
сухого обезжиренного остатка	0,98	0,95
общего сухого остатка	0,96	0,92
<i>Содержание:</i>		
жира	-0,25	-0,40
протеина	-0,25	-0,22
сухого обезжиренного остатка	-0,15	-0,20
общего сухого остатка	-0,20	-0,25
остатка		
Оценка типа	0,15	-0,23
Процент зачатий	0,10	0,10
Потребление кормов	0,80	0,80
Вес тела	--	0,28
Корреляция с другими признаками		
Выход жира и:		
- выход протеина	0,88	0,75
- % жира	0,28	0,40
- % протеина	0,00	0,20
Выход протеина и:		
- % жира	0,00	-0,10
- % протеина	0,10	0,30

¹ 0,7 до 1,0, значительное изменение обоих признаков в одном направлении; от 0,35 до 0,7, признаки будут изменяться приблизительно в одну сторону; от -0,35 до 0,35, признаки изменяются практически независимо друг от друга; от -0,7 до -0,35, признаки изменяются приблизительно в противоположные стороны; от -1 до -0,7, признаки изменяются практически в противоположных направлениях.

использованием очень мощного компьютера.

ПРИЗНАКИ, ПО КОТОРЫМ МОДЕЛЬ ЖИВОТНОГО ОЦЕНИВАЕТ КОРОВ И БЫКОВ

Пять продуктивных признаков, по которым проводится оценка, включают:

- 1) Надой молока;
- 2) Выход жира;
- 3) Выход протеина;
- 4) Содержание жира;
- 5) Содержание протеина.

Дополнительно оцениваются также признаки телосложения (главным образом вымя, ноги и копыта, форма тела и удойность). Генетическая оценка быков по продолжительности продуктивной жизни (ожидаемая продолжительность жизни дочерей в стаде) и числу соматических клеток (мера сопротивляемости маститу) стала проводиться в Соединенных Штатах с января 1994 г.

ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПЕРЕДАТОЧНЫЕ СПОСОБНОСТИ, ИЛИ ППС

ППС является способом сравнения животных по их генетическим качествам. Однако до того, как генетические качества животного могут быть вычислены, необходимо сначала исключить влияние внешних условий. Затем для каждого из пяти продуктивных признаков, рассматриваемых в Модели Животного, генетические качества предсказываются, обобщая три источника информации:

- 1) Генетические качества родителей;
- 2) Продуктивность самого животного (когда применимо);
- 3) Информацию о потомстве.

ППС - это способ сравнения животных по их генетическим качествам.

Как исключить внешние факторы из записей о надоях: пример

Давайте рассмотрим пример для иллюстрации принципов, позволяющих генетикам предсказывать передаточную способность.

Здесь используется следующая модель:

$$P = M + G + E \text{ где,}$$

P = Молочная продуктивность;
 M = среднее значение по коровам в популяции;
 G = генетическая ценность (ППС) коровы;
 E = влияние внешних условий.

Представим себе корову (корова №1), дающую 4800 кг молока, в популяции со средней продуктивностью в 5600 кг. В соответствии с нашей моделью корова №1 находится на 800 кг ниже среднего, но мы не знаем причину такой, ниже средней, продуктивности. Например она может иметь генетическую ценность в -400 кг и эффект внешних условий в -400 кг или генетическую ценность в +200 кг и эффект внешних условий в -1000 кг. Другими словами, ее молочная продуктивность может быть записана следующим образом:

$$4800 = 5600 - 400 - 400$$

или

$$4800 = 5600 + 200 - 1000.$$

Любые два числа, дающие в сумме 800, могут представлять вклад окружающей среды и генов в показатели коровы №1. Таким образом, по-прежнему стоит вопрос, как узнать генетическую ценность коровы №1.

Как сказано выше, мы не можем определить абсолютное значение ее генетической ценности; однако мы можем сравнить ее продуктивность с показателями других коров, производящих молоко в условиях, максимально близких к ее условиям.³ Например, статистический анализ молочной продуктивности множества коров (п коров) показывает, что в среднем коровы во внешних условиях,

³Это трудно выполнить на практике, т.к. многие внешние условия не контролируются фермером. Однако статистический анализ большого количества записей может точно предсказать величину влияния некоторых известных условий, например возраста, сезона отела, количества доек в день и т.д.

схожих с условиями коровы №1, дают 4700 кг молока. Хотя среднее генетическое значение для п коров может отличаться от показателя коровы №1, мы знаем, что влияние внешних условий было одинаковым, и поэтому разница между продуктивностью коровы №1 и средней продуктивностью п коров дает оценку ее генетического превосходства (+100) по отношению к остальным коровам в группе:

$$\begin{aligned} \text{Корова №1 } 4800 &= 5600 + G_1 + E_1 \\ - (\text{n-коров } 4700) &= 5600 + G_n + E_1 \\ 100 &= 0 + G_1 - G_n + 0 \end{aligned}$$

Этот пример иллюстрирует три важных момента, касающихся ППС:

- ППС может быть определена только после того, как влияние внешних условий "уравнено";
- ППС вычисляется как разница от среднего значения по популяции— эта точка отсчета называется генетическим базисом;
- Корова (дочь быка) может иметь молочную продуктивность ниже средней при ее генетической ценности выше средней и наоборот.

Корова может иметь молочную продуктивность ниже средней при генетическом качестве выше среднего и наоборот.

Источники информации в ППС

После того, как величина внешних эффектов, таких как возраст или сезон отела, определены, величина генетической ценности определяется с помощью следующего уравнения:

ППС =

w1 x информация о родителях +
w2 x информация о продуктивности +
w3 x информация о потомстве.

Здесь w1, w2, w3 - пропорциональные взвешивающие факторы, основанные на

информации, доступной из каждого источника. Сумма всех трех факторов равна 1. Для определения Предполагаемой Передаточной Способности коров информация берется главным образом из их карточек учета продуктивности (большая величина w2). Ясно, что это не так для быков (w2=0). Информация для оценки ППС быка по продуктивным признакам поступает главным образом от проверки его дочерей (большая величина w3). Однако для признаков типа измерения могут быть произведены как по самому быку, так и по его дочерям.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ БАЗИС

Генетический базис - это точка отсчета, используемая для оценки генетической ценности животных по данному признаку. Все величины ППС вычисляются как отклонения от генетического базиса. Базис определяется приравниванием средней передаточной способности для группы животных к нулю. К примеру, до 1994 г. в Соединенных Штатах ППС по надою молока была приравнена к "нулю" для всех коров, рожденных в 1985 г. и все еще дававших молоко в 1990 г. Для каждого признака и каждой породы коров существует свой базис. Для демонстрации величины генетического базиса средняя молочная продуктивность коров, родившихся в 1985 г., представлена в Таблице 7.7.

Таблица 7.7: Средняя продуктивность коров, включенных в программу улучшения молочного стада и родившихся в 1985 году.

Порода	Моло -ко кг	Жир		Протеин	
		кг	%	кг	%
Эрширская	6,281	243	3,86	206	3,28
Бурая швицкая	7,215	278	3,85	249	3,45
Гернзейская	5,767	260	4,51	200	3,47
Голштинская	8,620	308	3,58	267	3,10
Джерсийская	5,831	275	4,71	215	3,68

Почему генетический базис изменяется?

Строго говоря, изменять генетический базис нет нужды. Однако по мере генетического прогресса ППС продолжает возрастать. Обычно генетический базис исправляется для приведения оценки генетической ценности животных в соответствие с текущей ситуацией в популяции. Сравнение двух быков легче производить при регулярной поправке базиса. Например, относительно старого базиса ППС по молочной продуктивности у двух быков может быть равна +3680 и +4190 кг; принимая поправку к базису в 3500 кг, ППС для тех же двух быков становится равной +180 кг и +690 кг - две величины, гораздо легче поддающиеся сравнению друг с другом.

Частота изменения генетического базиса различна в разных странах. Некоторые страны меняют генетический базис каждый год (Канада), тогда как другие изменяют его раз в десять лет. В Соединенных Штатах генетический базис меняется раз в пять лет. В 1984 г. генетический базис по надою молока был увеличен на 443 кг. В январе 1995 г. генетический базис по молочной продуктивности был снова изменен на приблизительно 450 кг. Коровам, родившимся в 1990 г., как группе была приписана генетическая ценность равная нулю.

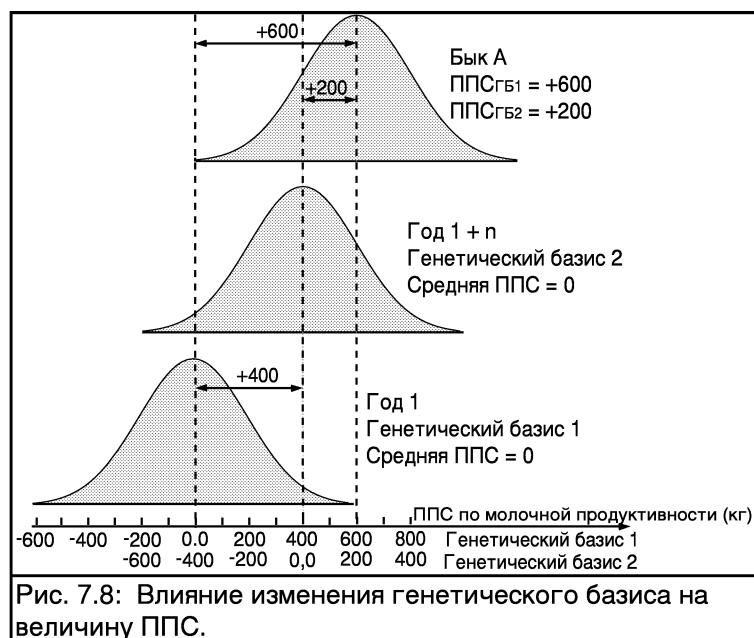
Влияние меняющегося генетического базиса

Изменяющийся генетический базис не влияет на генетическую ценность животного. Изменение генетического базиса меняет значение ППС у всех коров и быков одновременно. Величина разницы между животными остается неизменной, несмотря на изменение генетического базиса.

Исправленный генетический базис включает животных с более высокой генетической ценностью. Таким образом, некоторые животные с положительными показателями до изменения могут иметь отрицательные значения после того, как генетический базис был исправлен. Реальная генетическая ценность животного при этом не меняется, сдвигается только точка отсчета, относительно которой вычисляется разница. Когда генетический базис возрастает на определенную величину, все значения ППС для всех животных уменьшаются на ту же величину. В примере, приведенном на Рис. 7.8, генетический базис увеличился на 400 кг молока. Бык с ППС равной +200 кг в старом базисе, получает значение -200 кг после изменения. При этом значения ППС у всех животных были уменьшены на 400 кг, но генетическая ценность животных осталась неизменной.

НАДЕЖНОСТЬ

Надежность - это мера точности значений ППС. Надежность также можно рассматривать, как величину, отражающую количество информации,



рассмотренной при оценке ППС. Чем больше информации доступно, тем выше будет надежность, и тем меньше вероятность того, что ППС в будущем будет отлична от текущей ППС. Надежность зависит главным образом от:

- 1) Надежности ППС родителей и родственных животных;
- 2) Числа измерений (для коров);
- 3) Числа дочерей у быка и числа стад, в которых они находятся.

Надежность - это мера уверенности, с которой производится оценка ППС. Чем выше надежность, тем меньше вероятность того, что ППС в будущем будет отлична от текущей ППС.

Другими словами, надежность включает информацию о родителях, самом животном и потомстве. Однако разные источники дают разный вклад в вычисление надежности.

Наследуемость, а также число и распределение дочерей по разным стадам являются главными факторами, определяющими надежность ППС быков. Приблизительные надежности для двух признаков с разной наследуемостью приведены в Таблице 7.8. Необходимо учесть 50 дочерей в 50 разных стадах для получения ППС по молочной продуктивности с надежностью около 80%. Однако то же самое распределение даст ППС с надежностью всего лишь около 60% для числа соматических клеток - признака с меньшей наследуемостью.

Значение ППС с надежностью в 70% скорее всего изменится в будущем. Направление такого изменения неизвестно; однако по мере поступления дополнительной информации ППС для данных быков может возрасти, уменьшиться или остаться почти неизменной. Таким

образом, использование таких быков несет больший риск, но одновременно и большие возможности по сравнению с быками, имеющими высоконадежные ППС (более 90%), величина которых уже не должна существенно измениться.

Таблица 7.8: Приблизительная надежность ППС по молочной продуктивности и по числу соматических клеток (ЧСК), вычисленная по модели животного.

Число дочерей (1 дочь на стадо)	Надежность (%)	
	Молоко $h^2 = 0,25$	ЧСК $h^2 = 0,1$
20	63	40
30	71	48
50	79	59
100	88	73
200	93	84
500	97	93
1000	99	96

ИНТЕРВАЛ УВЕРЕННОСТИ

Интервал уверенности - это интервал, в котором реальная передаточная способность животного будет находиться в 68% случаев (2 из 3 раз). Интервал уверенности является полезным, т.к. он дает реалистичную оценку величины изменений, которые может претерпеть ППС быка.

Интервал уверенности легко вычисляется, поскольку он зависит только от надежности и стандартного отклонения для данного, интересующего нас признака. 68-процентный интервал уверенности - это отклонение от ППС (средней величины), которое включает 68% всех дочерей быка. Нижняя и верхняя границы интервала уверенности вычисляются следующим образом:

Нижняя граница = ППС - отклонение;
Верхняя граница = ППС + отклонение;
где отклонение =

$$(1 - \text{надежность})^{1/2} \times \text{генетическое стандартное отклонение.}$$

Таблица 7.9: Приблизительная величина отклонения от среднего, которая может быть использована при вычислении интервала уверенности, в который попадает величина ППС в 67 процентах случаев (см. пример вычисления интервала уверенности в тексте)*

Надежность %	Отклонение = $(1 - \text{надежность})^{1/2} \times \text{генетическое стандартное отклонение}$					
	Молоко		Протеин		Жир	
	Кг	Фнт	Кг	Фнт	Кг	Фнт
50	180	396	6	13	7	16
70	139	307	5	10	6	12
75	127	280	4	10	5	11
80	114	250	4	8	5	10
85	98	217	3	7	4	9
90	80	177	3	6	3	7
95	57	125	2	4	2	5
99	25	56	1	2	1	2

* При вычислении отклонений генетические стандартные отклонения были взяты равными: по выходу молока - 254 кг (560 фунтов); по выходу протеина - 8.6 кг (19 фунт); по выходу жира - 10.3 кг (22.5 фунт).

Давайте вычислим интервал уверенности для двух быков с ППС по молочной продуктивности в 1000 фунтов, но с надежностью в 70% и 99% соответственно. Как показано в Таблице 7.9, генетическое стандартное отклонение для молочной продуктивности равно 560 фунтам (см. сноску в таблице). Таким образом, для быка с ППС с надежностью 70% отклонение от ППС равно $\sqrt{1 - 0.7} \times 560 = 307$ фунтов. Нижняя граница интервала уверенности равна $1000 - 307 = 693$ фунтам, а верхняя граница равна $1000 + 307 = 1307$ фунтам. Поэтому мы можем предсказать, что в двух из трех случаев настоящая ППС быка будет лежать между 693 и 1307 фунтами. Это также означает, что в одном из трех случаев настоящее значение ППС быка лежит вне этого интервала; в одном из шести случаев истинная ППС будет меньше 693 фунтов молока, и в одном из

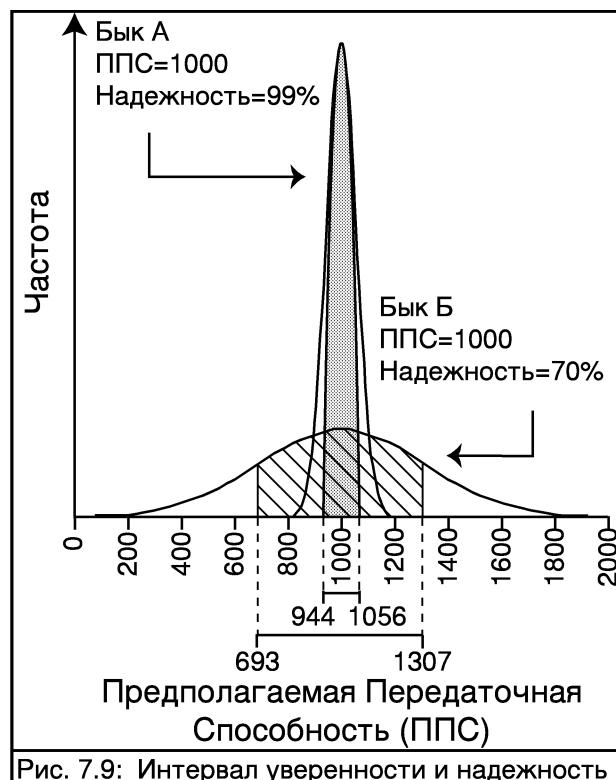


Рис. 7.9: Интервал уверенности и надежность для ППС по молочной продуктивности.

шести случаев истинная ППС будет больше 1307 фунтов.

Когда надежность ППС равна 99%, интервал уверенности очень мал. В нашем примере истинная передаточная способность быка с ППС равной 1000 фунтов и надежностью 99% лежит между 994 и 1056 фунтами в двух из трех случаев.

Причина сужения интервала уверенности с увеличением надежности заключается в том, что по мере поступления дополнительной информации (учет дочерей) величина ППС становится все более лучшей оценкой истинной ППС животного. В результате, величина ППС быка А в нашем примере не должна измениться; однако величина ППС быка Б вероятно изменится. В какую сторону она изменится? Это остается неизвестным; она может пойти и вверх, и вниз.

ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ

При данных внешних условиях, в которых содержится животное, целью генетического улучшения молочных коров является создание коров с генотипом, который позволит им производить молоко с максимальной эффективностью, принося наибольшую прибыль фермеру.

С практической точки зрения, селекция и миграция генов (кроссобридинг) являются инструментами, используемыми животноводами для изменения генетической ценности стада по конкретному признаку.

Селекция - это процесс, позволяющий определенным животным размножаться больше, чем остальным.

Передаточная способность составляет половину племенной ценности. Случай определяет, какие гены передаются при каждом спаривании. В результате, генетическая ценность потомства, вероятно, будет отличаться от ценности любого из родителей.

Высокая молочная продуктивность отражает скорее высокий уровень содержания, нежели истинную генетическую ценность животного.

Корова может иметь низкую среднюю молочную продуктивность, но высокую генетическую ценность и наоборот.

Передаточная способность может быть определена с большей точностью для быков, чем для коров.

Даже при хорошем воспроизводстве интенсивность селекции коров в стаде минимальна по сравнению с интенсивностью селекции быков. В результате, основным источником генетического прогресса в стаде является сперма отборных быков, используемая в искусственном осеменении.

Для каждого отдельного признака генетическое улучшение в результате селекции зависит от:

- Интенсивности селекции;
- Точности селекции;
- Генетической изменчивости в популяции;
- Интервала между поколениями.

Решения, касающиеся вопросов содержания и скрещивания, меняют генетическое улучшение, достижимое для данного признака. Генетический прогресс будет более быстрым, если наследуемость и генетическая изменчивость признака велики. Таким образом, важно учитывать эти факторы при определении целей селекции. Дополнительный генетический прогресс может быть достигнут при уменьшенных интервалах между поколениями, высокой интенсивности селекции (использовании искусственного осеменения) и большей точности селекции (аккуратном ведении учета).

В нашем примере использование отборного быка при искусственном осеменении дало приблизительно в семь раз больший генетический прогресс, чем селекция коров в стаде.

Предполагаемая передаточная способность (ППС) - это наша лучшая оценка средней генетической ценности быка. Генетическая ценность клеток его спермы (в результате проявляющаяся в дочерях) распределена вокруг среднего значения по колоколообразной кривой. Будет ли конкретная дочь выше или ниже среднего невозможно предсказать при осеменении коровы, поскольку мы не можем предсказать, какой сперматозоид (из миллионов) оплодотворит яйцеклетку матери.

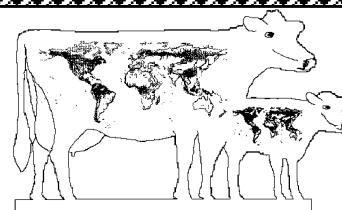
ППС позволяет сравнивать животных по их генетической ценности.

Надежность - это мера уверенности, приписываемая оценке ППС. Чем выше надежность, тем меньше вероятность того, что ППС в будущем будет отличаться от текущей ППС.

Направление и величина изменения признака в результате селекции, проводимой по другому признаку, зависит от направления и величины генетической корреляции между двумя признаками.

Техническое руководство
по производству молока:
Воспроизведение и
Генетическая Селекция

Международный Институт
по Исследованию и
Развитию Молочного
Животноводства
им. БАБКОКА



ГЛАВА 8

СЕЛЕКЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

Содержание таблиц

Таблица 8.1: Относительный генетический прогресс по мере увеличения числа признаков в программе селекции	157
Таблица 8.2: Средние РТА-факторы по различным признакам для 10 лучших производителей, выбранных среди производителей в Соединенных Штатах в январе 1995 г.	158
Таблица 8.3: Стандартизованные веса для общих индексов, используемых в молочной промышленности Соединенных Штатов.	164
Таблица 8.4: Приблизительное ухудшение, связанное с 10-процентным увеличением инбридинга.	169

Содержание рисунков

Рис. 8.1: Отбор быков с использованием уровня независимой выбраковки.....	159
Рис. 8.2: Пример изменения ППС у 20 быков по мере того, как надежность возврата с 70% до 90%....	165
Рис. 8.3: Пример родословной, использованной для вычисления процента инбридинга.	169

ОПЕРЕДЕЛИТЕ ЗАДАЧИ ПО РАЗВЕДЕНИЮ ЖИВОТНЫХ

Определение задач по разведению стада может быть очень сложным процессом. Задачи по разведению должны быть внимательно рассмотрены с учетом конкретной ситуации для данного молочного производителя. В конечном счете целью селекции является получение наилучших коров, т.е. коров, которые приносят наибольшую прибыль производителю. Среди качеств, делающих коров прибыльными, наиболее важными являются следующие:

- большие надои в каждой лактации;
- продуктивное долголетие (большое число лактаций);
- производимое молоко имеет наивысшую рыночную стоимость.

ПРОДУКТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ И ЦЕНЫ НА МОЛОКО

Коровы, обладающие высокой продуктивностью, являются более прибыльными, т.к им требуется меньше кормов для производства единицы молока, чем животным с низкой продуктивностью. Например, корова весом около 600 кг, дающая 20 кг молока в день, потребляет в среднем 17 кг кормов ежедневно (измеренных в сухом веществе). В сравнении с этим, корове такого же веса, производящей 10 кг молока, необходимо около 13 кг кормов в день. Таким образом, используя одну, а не две коровы для получения 20 кг молока, можно сэкономить до 9 кг кормов в день.

Рыночная цена молока является важным фактором, который необходимо учитывать при определении целей селекции. Первые два фактора из вышеупомянутых являются биологическими и общими для всех коров в мире, тогда как рыночная цена

молока делает определение целей селекции специфическим для каждой страны и даже для различных регионов одной страны. В зависимости от того, как устанавливается цена на молоко, наиболее выгодной стратегией для молочного производителя может являться селекция коров, дающих:

- наибольшее количество молока независимо от его состава;
- наибольшее количество молока и содержание жира;
- наивысшее содержание жира и протеина независимо от количества молока как такового;
- наивысшее содержание жира и протеина при наименьшем объеме молока.

Структура формирования цен на молоко в течение последующих 5-10 лет является важным фактором при определении целей селекции.

При определении стратегии селекции необходимо помнить, что селекция должна производиться в течение длительного времени. Цели, которые могут оставаться неизменными в течение многих лет, принесут больше плодов, поскольку селекция оказывает небольшой, но аккумулирующийся эффект на последовательные поколения животных. В добавок, чем дольше цель остается постоянной, тем более значительны генетические изменения, приобретенные со временем. Так например, потребовалось около 20 лет селекции (с 1965 по 1985 гг.), чтобы генетически повысить молочную продуктивность в Соединенных Штатах на 1000 кг. Однако даже самые консервативные оценки показывают, что в течение последующих 20 лет генетическая способность к производству молока возрастет еще на более, чем 6000 кг.

ДОЛГОЛЕТИЕ (ПРОДУКТИВНОСТЬ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕЙ ЖИЗНИ) И ЭКСТЕРЬЕР

Для многих производителей долголетие коров является желательным качеством. Долголетие не означает старый возраст; коровы, живущие дольше, ценны только потому, что они имеют тенденцию к большей продуктивности за полное время жизни. Однако селекция, направленная на долголетие как таковое, неэффективна, поскольку оно подвержено влиянию многих факторов, большинство из которых негенетические по своей природе. Продолжительность жизни стада определяется наследственностью не более, чем на 8%. В добавок, получение надежной оценки РТА-фактора для родителей может занять до 7-8 лет, чтобы дочери быка завершили свою жизнь в стаде. К этому моменту, если бык еще жив, его генетические достоинства в отношении продуктивности скорее всего будут превзойдены более молодыми быками. На практике долголетие коров во многих стадах зависит главным образом от трех критериев. Корова обычно остается в стаде до тех пор, пока она:

- серьезно не заболеет маститом;
- не имеет серьезных репродуктивных проблем (способность к воспроизводству);
- производит молоко на приемлемом для фермера уровне.

Функциональный тип: качества типа, связанные с долголетием

Функциональный тип - это термин, который был пущен в обращение сравнительно недавно и относится к сложению тела, ассоциированному с продуктивностью на протяжении всей жизни. Функциональный тип может отличаться от общепринятого "идеального" телосложения, которое имеет значение для производителей,

владеющими животными, получающими высокие классификационные оценки, занимающими высокие места на выставках, и которые могут быть проданы для разведения.

В целом, качества экстерьера являются неточным предсказателем долголетия животного. Исследования показывают, что продуктивные качества являются гораздо лучшими индикаторами долголетия, чем любые признаки экстерьера. Таким образом, выбор быка-производителя должен основываться в первую очередь на продуктивности и только потом нужно учитывать признаки экстерьера. В действительности, долголетие будет учитываться автоматически при определении индекса отбора (см. далее в данной главе), который исключает использование быков с низким РТА-фактором продуктивности и с очевидными воспроизводительными и экстерьерными недостатками.

Признаки вымени

Из всех признаков экстерьера, характеристики вымени - в частности, расположение сосков, глубина вымени и прикрепление вымени спереди - наиболее тесно связаны с долголетием. Исследования показали, что коровы со средней глубиной вымени остаются в стаде дольше, чем животные с экстремальными характеристиками (мелкое или глубокое вымя). Вероятно, коровы с мелким выменем являются плохими производителями молока, а коровы со слишком глубоким выменем более предрасположены к маститу и физическим травмам.

Ноги и копыта

Несмотря на важность, которую многие производители придают признакам ног и копыт, исследования продуктивности в течение жизни показали, что признаки ног и копыт имеют гораздо меньшее влияние на

жизнь стада, чем признаки, относящиеся к продуктивности или к вымени.

Крупные коровы и мелкие коровы

За последние 25 лет размер молочных коров в США увеличился. Как и в отношении всех остальных признаков, обсужденных выше, это изменение имеет как генетический компонент, так и компонент, связанный с окружающей средой. Более крупные коровы больше едят и, как утверждает теория, больше производят. Однако крупный размер не однозначно связан с производством молока. Другими словами, селекция в направлении молочной продуктивности не обязательно увеличивает размер тела. Так исследовательский проект, начатый в 1968 г., показывает, что генетическое увеличение молочной продуктивности так же велико для маленьких коров, как и для крупных. Однако, потребление сухого вещества для поддержания жизнедеятельности у крупных коров существенно выше. Таким образом, если молочная продуктивность одинакова, то мелкие коровы являются, очевидно, более эффективными производителями молока, чем крупные коровы.

Детальное исследование, проведенное в Соединенных Штатах, показало, что молочные производители, ориентированные на выращивание коров для продажи на выставках, предпочитают высоких, сильных животных. Такие животные обычно получают более высокие классификационные оценки и занимают высокие места на выставках.

Таблица 8.1: Относительный генетический прогресс по мере увеличения числа признаков в программе селекции

Число признаков	1	2	3	4	5	6	7
Относительный прогресс (%)	100	71	58	50	45	41	38

Исследование жизни молочных стад в Соединенных Штатах показало, что:

- **Молочная продуктивность является наилучшим индикатором жизни стада;**
- **К наиболее важным для жизни стада свойствам вымени относятся глубина вымени, прикрепление вымени спереди и расположение сосков;**
- **В противоположность мнению большинства молочных производителей, свойства ног и копыт оказывают незначительное влияние на жизнь коровы в большинстве стад;**
- **Коровы необязательно должны становиться крупнее, чтобы давать больше молока.**

СКОЛЬКО ПРИЗНАКОВ ДОЛЖНО БЫТЬ ВКЛЮЧЕНО В ПРОГРАММУ СЕЛЕКЦИИ?

Если селекция производится по нескольким признакам, то генетический прогресс происходит менее быстро, чем при селекции по единственному признаку. В целом, желательно выбрать более одного признака; однако, селекция по более чем четырем-пяти признакам существенно замедляет генетический прогресс. Таблица 8.1 иллюстрирует снижение селективного давления по мере того, как признаки добавляются в программу селекции. Например, если селективные решения принимаются на основе двух признаков, генетический прогресс по любому из двух признаков составит всего 71% от прогресса, который можно достигнуть, отбирая только по одному признаку.

Решая, по каким признакам проводить отбор и какой относительный вес каждый признак должен иметь в программе селекции, необходимо помнить, что между признаками существует взаимодействие. В таблице 8.2 даны средние показатели десяти

быков-производителей по шести признакам (эти производители являлись лучшими десятью производителями по индексу "общих достоинств" по Соединенным Штатам в январе 1995 г.). Например, РТА-фактор по надоям молока в среднем равнялся 2272 фунтам, но в то же время у этих лучших по уровню надоев производителей были следующие средние РТА-факторы по другим признакам: тип 1,03, содержание жира -0,06%, выход протеина 62,5 фунтов, выход жира 70,4 фунтов и содержание протеина -0,04%. Таблица 8.2 показывает, что наивысший средний РТА-фактор по данному признаку достигается при отборе 10 лучших производителей по этому конкретному признаку (серые блоки). Однако, взаимодействие вызывает изменения в других признаках, которые иногда могут быть существенными. В нашем примере селекция только по надоям молока (строка 1 в Таблице 8.2) дает также РТА-фактор по выходу протеина в 62,5 фунта, что является генетической добавкой всего на несколько фунтов меньше, чем добавка, которую можно достичь, сконцентрировав все селекционные усилия на выходе протеина (строка 4, 66,3 фунтов).

Другим интересным наблюдением является тот факт, что сосредоточивая все селекционные усилия на содержании жира (строка 3), мы должны будем выбрать

быков с наивысшим РТА-фактором по выходу жира (79,9 фунтов), но с низкими надоями молока (средний РТА = 1312 фунтов). С другой стороны, фокусируя селекционные

Таблица 8.2: Средние РТА-факторы по различным признакам для 10 лучших производителей, выбранных среди производителей в Соединенных Штатах в январе 1995 г.

Средний РТА-фактор для выбранных производителей							
Строка №	Признак отбора	Молоко (фунт)	Оценка типа	Жир (%)	Протеин (фунт)	Жир (фунт)	Протеин (%)
1	Надой молока (фунт)	2272	1.03	-0.06	62.5	70.4	-0.04
2	Оценка типа	1788	2.4	-0.03	51.4	56.7	-0.02
3	Жир (%)	1312	0.574	0.121	50.3	74.9	0.044
4	Протеин (фунт)	2044	1.047	-0.01	66.3	72.8	0.011
5	Жир (фунт)	1831	0.933	0.078	58.6	84.7	0.007
6	Протеин (%)	1293	0.376	0.096	54.9	68.8	0.067

Для увеличения темпов генетического прогресса не рассматривайте более 4-5 признаков. При определении того, какие признаки важны, принимайте во внимание взаимосвязь между признаками.

усилия на количестве жира (строка 5), мы выберем быков со значительным положительным РТА-фактором по содержанию жира (0,078) и РТА-фактором по надоям молока (1831 фунтов).

ВЫБОР БЫКА

После того, как цели селекции и желательные признаки четко определены, следующим важным шагом является решение, какие быки среди имеющихся наиболее вероятно обеспечат быстрейший прогресс при разумных затратах. Необходимо еще раз почеркнуть долговременный эффект выбора быка. Помните, что выбор быка для стада сегодня определит, какие коровы будут рождаться через три года. При выборе быка выполняйте следующее:

- Определите приоритеты среди признаков, выбранных для селекции, и обозначьте относительную важность каждого признака. Продуктивные признаки должны быть в 3-5 раз важнее признаков экстерьера;

- Используйте селективный метод - метод независимой выбраковки или, предпочтительно, индекс селекции - для выбора быка на основе его РТА-факторов;
- Не используйте надежность для выбора быков - используйте ее для определения того, насколько интенсивно использовать выбранных быков.

ИПОЛЬЗОВАНИЕ РТА-ФАКТОРОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

Основным назначением

Предполагаемой

Передаточной Способности (ППС) является сравнение быков. ППС быка в +1000 кг молока не означает, что его дочери будут давать на 1000 кг больше молока, чем другие коровы в стаде. Это означает, что дочери этого быка будут иметь среднюю молочную продуктивность на 1000 кг больше, чем дочери других быков, использованных в генетической базе данных. Выбор должен производиться на основе значения ППС для данного быка. Типичной ошибкой является использование фактора надежности в качестве критерия для выбора. Правильное использование фактора надежности будет объяснено ниже. Существуют два метода для отбора быков: уровень независимой отбраковки и индексы селекции. Хотя оба метода имеют свои достоинства и недостатки, метод индексов селекции получил предпочтение среди генетиков, т.к. он

Быки должны отбираться на основе ППС-факторов для признаков, важных для стада. Фактор надежности не должен являться критерием отбора.

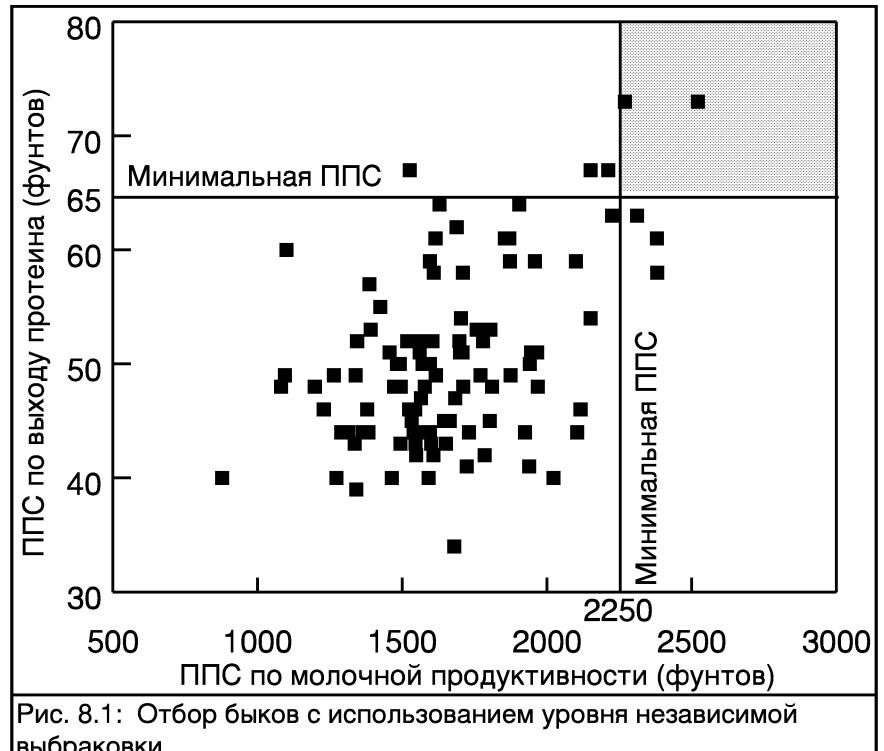


Рис. 8.1: Отбор быков с использованием уровня независимой выбраковки.

предоставляет возможность для большего генетического прогресса.

Уровень независимой выбраковки

Уровень независимой выбраковки - это метод, с помощью которого производитель устанавливает минимальное значение по каждому признаку в программе селекции. Быки, показатели которых превысили минимальные значения по каждому признаку, принимаются к отбору. Например, предполагая, что двумя важными признаками являются ППС по производству молока и ППС по выходу протеина, можно решить произвести отбор среди быков, у которых ППС по надоям молока превышает 2250 фунтов, а ППС по выходу протеина - 65 фунтов. Как показано на Рис. 8.1 только два быка в молочном стаде Соединенных Штатов в январе 1995 г. отвечали данным требованиям.

Преимущества

Это самый простой метод для определения быков, подходящих для целей программы селекции.

Недостатки

Первой трудностью при использовании уровня независимой выбраковки является определение (минимальных) стандартов. Как показано на Рис. 8.1, устанавливая стандарты для ППС по надоям молока в 2250 фунтов и для ППС по выходу протеина - в 65 фунтов, мы не приняли в расчет двух быков с ППС по надоям, превышающим необходимый минимум, но с ППС по выходу протеина, всего несколько фунтов не дотягивающего до установленного минимума. Аналогично, три быка с ППС по протеину выше стандарта не были рассмотрены из-за ППС по надоям ниже требуемого минимума.

Таким образом, серьезный недостаток независимой выбраковки происходит от установки стандартов независимо друг от друга. При использовании метода независимой выбраковки бык может быть исключен из рассмотрения из-за несоответствия стандарту (даже всего на несколько фунтов), при том что все остальные признаки могут значительно превышать минимальные стандарты. Нехватка небольшого количества по одному признаку не может быть компенсирована лучшими показателями по другому признаку. Другими словами, в этом случае трудно учесть относительную важность, которая должна быть приписана каждому признаку в программе селекции.

Определение стандартов в методе независимой выбраковки является сложным, т.к.:

- Небольшая нехватка по одному признаку не может быть компенсирована лучшими показателями по другому признаку
- Не существует объективного метода учета относительной важности, которая должна быть определена для каждого признака в программе селекции.

Необходимость периодически обновлять стандарты является другим недостатком уровней независимой выбраковки. При использовании независимой выбраковки для отбора быков генетический прогресс и изменения в генетической базе могут повлиять на то, какой бык-производитель является наиболее желательным. Если набор стандартов использовался в течение нескольких лет, то большее количество быков попадает в приемлемую группу благодаря генетическому прогрессу. Для отбора нужного быка необходимо применять другие критерии отбора или периодически обновлять стандарты. В добавок, если изменяется генетическая база, то очень немногие (если вообще какие-либо) быки могут удовлетворить стандартам; и снова стандарты должны быть пересмотрены и соответственно изменены.

Индекс селекции

Использование индекса селекции позволяет сравнивать быков на основе величины, вычисляемой путем придания каждому выбранному признаку "относительного веса". "Вес" является характеристикой важности, которую производитель считает нужным приписать конкретному признаку. Реальная цена компонентов молока, например, может быть использована как взвешивающий фактор. В таком случае индекс будет иметь денежную единицу измерения (доллары, песо, франки и т.д.). Однако, абсолютная величина индекса не имеет существенного значения. Быкам должен быть приписан ранг на основе наиболее подходящего индекса, и первый бык в списке должен быть использован вне зависимости от величины самого индекса. Другими словами, бессмысленно определять минимальные стандарты для величины индекса.

Индекс обобщает генетические достоинства быка в одной величине, которая учитывает желательные признаки и относительный вес, приенный каждому из них.

Преимущества

Индекс позволяет определить животных, которые наилучшим образом подходят для общей генетической цели, без необходимости рассматривать каждый признак в отдельности. Индексы заставляют производителей сознательно оценить признаки, которые они хотят выделить, и сформулировать конкретный план для их максимального проявления в стаде. Как только индекс определен, выбор быков становится гораздо проще, чем уровни независимой выбраковки, потому что лучшими быками являются те, которые просто стоят вверху списка. Вдобавок, индекс является объективным методом, учитывающим быков, которые при использовании уровней независимой выбраковки были бы исключены из рассмотрения из-за неудовлетворения стандарта для одного признака.

Недостатки

Индексы часто трудны для построения, поскольку сложно выбрать признаки для включения в программу селекции и определить вес, придаваемый каждому признаку. Множество заранее построенных индексов доступно в настоящее время через компании по искусственноому осеменению, ассоциации производителей и Департамент Сельского Хозяйства США - организацию, ответственную за оценку генетических достоинств животных. Какой из предлагаемых индексов отражает набор приоритетов для данного стада, является достаточно трудным вопросом. Некоторые индексы придают большой вес признакам экстерьера (как например индекс ТРІ Ассоциации Голштейн, см. Таблицу 8.3)

В других индексах, таких как РТА\$, экономический вес, приданый продуктивным признакам, основывается на структуре текущих цен на молоко в Соединенных Штатах. Полезность таких индексов для фермеров других стран трудно оценить, поскольку структура цен на молоко широко меняется от страны к стране.

Вычисление индекса селекции, отражающего ожидаемое увеличение общего дохода

Фермеры должны использовать и при необходимости создавать экономические индексы, которые наиболее полно отражают их собственную структуру цен. Следующий раздел является примером того, как построить такой индекс.

Фермеры должны использовать и при необходимости создавать экономические индексы, которые наиболее полно отражают их собственную структуру цен.

Предположим, что цена молока составляет 12,2 (в любой денежной единице) за килограмм молока, содержащего 3,5% жира и 3,2% протеина. Перерабатывающий завод платит 0,150 денежной единицы за 0,1% жира (или за грамм жира) и 0,300 денежных единиц за 0,1% протеина (или за грамм протеина). Относительный вес, придаваемый выходу молока, протеина и жира, вычисляется следующим образом:

1) Стоимость жира в молоке:

1 г жира = 0.150 денежных единиц;
1 кг жира = 150 денежных единиц;
35 г жира в 1 кг молока = $0.150 \times 35 = 5.25$ денежных единиц;

2) Стоимость протеина в молоке:

1 г протеина = 0.300 денежных единиц;
1 кг протеина = 300 денежных единиц;

32 г протеина в 1 кг молока = 0.300
 $x 32 = 9.60$ денежных единиц;

3) Стоимость молока без жира и протеина:

$$12.2 - 5.25 - 9.60 = -2. \text{ денежных единиц.}$$

Заметьте, что в данном примере объем молока имеет отрицательную стоимость. Такая ситуация может возникнуть у производителей с системой молочных цен, в которой объем молока штрафуется (система квот). Если молочный завод включает отрицательный фактор за объем молока, то величина штрафа за кг молока может быть включена в отрицательную стоимость молока без жира и протеина, приведенную выше.

Независимо от того, какова структура образования цен на молоко, она может быть учтена в индексе для вычисления ожидаемого прироста общего дохода от конкретного быка.

Теперь мы можем вычислить индекс, отражающий ожидаемый прирост общего дохода от дочерей быка, основанный на его ППС-факторах по выходу молока, протеина и жира. Назовем этот индекс ППС-ДОД (Предполагаемая Передаточная Способность по Добавочному Общему Доходу). Мы используем терминологию общего дохода, поскольку больше производя молока, коровы больше и потребляют; однако дополнительная стоимость кормов не включена в наш индекс.

$$\text{ППС-ДОД} = (-2,65 \times \text{ППС кг молока}) + (300 \times \text{ППС кг протеина}) + (150 \times \text{ППС кг жира})$$

Например, бык с ППС по молоку в 800 кг, ППС по протеину в 20 кг и ППС по жиру в 38 кг имел бы ППС-ДОД индекс, равный:

$$\text{ППС-ДОД} = (-2,65 \times 800) + (300 \times 20) + (150 \times 38) = 9580 \text{ денежных единиц}$$

Вычисление индекса селекции, включающего признаки продуктивности и типа

Производитель может также создать индексы, включающие отбор по определенным признакам типа (см. серую таблицу ниже). Предполагаемая передаточная способность для признаков типа часто стандартизуется по шкале от -3 до +3 и называется Стандартизованной Передаточной Способностью (СПС). Построение индекса селекции, включающего как продуктивные признаки, так и признаки типа, включает следующие этапы:

- 1) Выберите 4-5 признаков для включения в индекс;
- 2) Приведите признак к стандартному виду по общей шкале, разделив ППС-фактор признака на его генетическое стандартное отклонение;
- 3) Умножьте стандартизованную величину признаков на их экономический вес, который отражает их относительную важность;
- 4) Сложите составляющие, получив общий индекс.

Большинство экономических исследований рекомендуют приписывать продуктивным признакам в индексе в 3-5 раз больший вес по сравнению с остальными признаками. Предположим, что среди признаков типа глубина вымени и угол копыта нуждаются в улучшении. Вес, приписанный продуктивным признакам, составит около 450 [-2,65 + 150 + 300] денежных единиц. Следовательно, признаки типа получат взвешивающий фактор, равный 90 [450/5]; глубина вымени и угол копыта будут иметь вес, равный 45.

Все имеющиеся в распоряжении быки-производители могут оценены и отобраны по любому индексу, который считается подходящим для конкретных

условий (структура ценообразования, признаки типа, нуждающиеся в улучшении в стаде).

При вычислении индекса признакам типа должен быть придан в 3-5 раз меньший вес, чем продуктивным признакам.

Индексы, вычисляемые в Соединенных Штатах

В Таблице 8.3 представлены признаки и веса, используемые для вычисления некоторых общих индексов в Соединенных Штатах.

PTA\$

PTA\$ - это индекс, оценивающий Предполагаемую Передаточную Способность по молоку, жиру и протеину для вычисления прироста общего дохода на одну лактацию, который дадут будущие дочери быков, по сравнению с коровами, рожденными от быков с PTA\$ равным 0. Компоненты этого индекса включают в себя цены, получаемые фермером за фунт жира, протеина и молока, доставленного на молокозавод.

Другие индексы

рассчитываются схожим образом в зависимости от структуры образования цен на молоко.

TPI(голштинская порода)

Индекс Типа-Продуктивности (TPI) - это величина, определяемая Ассоциацией голштинской породы. Он придает акцент выходу протеина, но также и приписывает значительный вес признакам типа (Таблица 8.3). Комплексный индекс вымени включает следующие признаки с соответствующими весами: глубину вымени 0,3; прикрепление вымени спереди 0,16; расположение передних сосков 0,16; высоту вымени сзади 0,16; ширину вымени сзади 0,12; складку вымени 0,10.

PTI (джерсийская порода)

Веса в Таблице 8.3, указанные для Индекса Продуктивности-Типа (PTI), относятся только к джерсийским коровам. Индекс PTI также вычисляется для гернзейской, эрширской, бурой швицкой пород и мясо-молочных шортгорнов.

Индекс селекции, называемый ППС-ПТ (Предполагаемая Передаточная Способность по Продуктивности и Типу) может быть вычислен следующим образом:

Признак (или индекс)	ППС или СПС - кг/Стандартное Отклонение - кг*	x	Экономический вес	=	Составляющая
Выход молока	ППС молока/(560x0,454)	x	-2,65	=	
Выход жира	ППС жира/(22,5x0,454)	x	150	=	
Выход протеина	ППС протеина/(19x0,454)	x	300	=	
Глубина вымени	СПС	x	45	=	
Угол копыта	СПС	x	45	=	
PTA-PT index =					

Например предположив, что бык, использованный в предыдущем примере, имеет СПС по глубине вымени и углу копыта равный -0,1 и 1,3 соответственно, его ППС-ПТ индекс будет равняться:

Признак (или индекс)	ППС или СПС - кг/Стандартное Отклонение - кг*	x	Экономический вес	=	Составляющая
Выход молока	800/(560x0,454)	x	-2,65	=	-8
Выход жира	35/(22,5x0,454)	x	150	=	514
Выход протеина	20/(19x0,454)	x	300	=	696
Глубина вымени	-0,1	x	45	=	-5
Угол копыта	1,3	x	45	=	59
ППС-ПТ индекс = 1256					

* Стандартные отклонения для различных признаков даны в Таблице 7.3.

Общая оценка (\$)

Общая оценка является сравнительно новым экономическим показателем, который фокусируется на прибыльности. Он включает в себя РТА\$, продолжительность продуктивной жизни, число соматических клеток. Другими словами, этот индекс отдает предпочтение коровам, которые:

- 1) имеют высокую продуктивность;
- 2) имеют большую продолжительность продуктивной жизни;
- 3) наименее подвержены маститу.

ППС по продолжительности продуктивной жизни выражается в месяцах. Средняя ППС-ПЖ (Предполагаемая Передаточная Способность по Продолжительности Жизни) составляет около 1,0 месяца для голштинских быков. Для большинства быков этот параметр варьируется от -2,0 до +3,5 месяцев. Таким образом, если ППС-ПЖ одного быка равен -1,0, а другого быка +3,0, то дочери второго

быка будут оставаться в стаде в среднем на 4 месяца дольше, чем дочери первого быка.

ППС Числа Соматических Клеток (ЧСК) является индикатором сопротивляемости маститу. В целом, коровы с высоким ЧСК больше болеют маститом, чем коровы с низким ЧСК. Поэтому низкий показатель более предпочтителен, чем высокий. Именно по этой причине перед весом для ЧСК в Таблице 8.3 стоит знак минус. ППС-ЧСК среднего голштинского быка равен 3,2 и у большинства быков он находится в интервале между 2,75 и 3,70.

СКОЛЬКО БЫКОВ НУЖНО ИМЕТЬ В СТАДЕ?

Число быков и стратегия их отбора могут меняться в зависимости от:

- размера стада;
- должности быка;
- склонности фермера к разумному риску.

При отборе молодых быков приобретение спермы должно быть ограничено несколькими единицами на

Таблица 8.3: Стандартизованные веса для общих индексов, используемых в молочной промышленности Соединенных Штатов.

	ППС Молока, Жира, Протеина (PTAMFP\$)	Индекс Типа-Продуктивности (TPI) ¹	Индекс Продуктивности-Типа (PTI) ²	Общая оценка
Надои молока	0,0546	--	--	--
Выход жира	0,58	1	2	--
Выход протеина	1,47	3	8	--
РТА MFP \$	--	--	--	10
Тип (финальная оценка)	--	1	--	--
Комплексный индекс вымени ³	--	1	--	--
Функциональные признаки	--	--	2	--
Продолж-сть продуктивной жизни	--	--	2	4
Число соматических клеток ⁴	--	--	-1	1

¹ Только для голштинских коров

² Только для джерсейских коров

³ Подробнее см. в тексте

⁴ Сопротивляемость маститу

каждого быка, для того чтобы снизить риск. По мере того, как надежность возрастает, покупка спермы от отдельного быка также может возрастать. Все быки, используемые в компаниях по искусственному осеменению, тщательно отобраны и являются лучшими представителями породы. Как следствие, не имеет смысла осеменять более 15-20% стада от одного быка, даже если он обладает ППС с высокой надежностью. Другими словами, как минимум необходимо отбирать по крайней мере трех быков на каждые 50 коров стада. Разнообразие предохраняет от каких-либо непредвиденных проблем, могущих возникнуть при интенсивном использовании одного быка в стаде.

Число быков, отбираемых для ИО, не должно быть менее трех на каждые 50 коров стада. Необходимо ограничивать покупку семени от молодых быков с низкой надежностью до нескольких единиц на одного быка.

ИСПОЛЬЗУЙТЕ НАДЕЖНОСТЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОГО, СКОЛЬКО ДЕНЕГ ВЛОЖИТЬ В КОНКРЕТНОГО БЫКА

Надежность является показателем точности генетических оценок. Зачастую производители молока используют надежность в качестве критерия для отбора; в действительности, надежность никогда не должна использоваться для отбора быков. После того, как быки отобраны, однако, надежность необходимо использовать при определении интенсивности их использования (т.е. количества приобретаемой спермы). Поскольку число быков, доступных для выбора, велико, появляется искушение отбросить быков с низкой ППС надежностью. Однако использование надежности как критерия отбора может ограничить генетический прогресс.

Настоящая генетическая ценность быков, обладающих ППС с высокой надежностью, очень четко определена; интервал уверенности такого ППС узок (бык А в Рис.7.9), и вероятность, что он

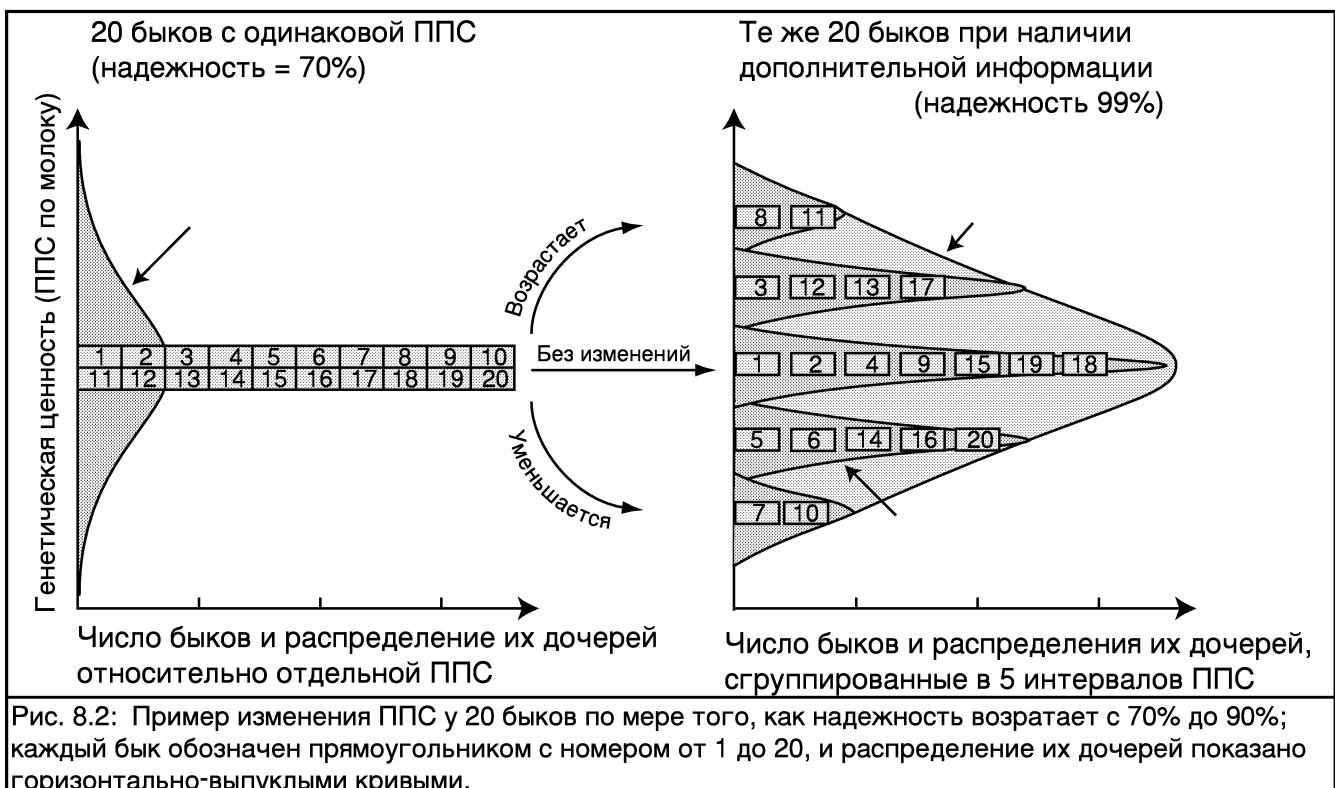


Рис. 8.2: Пример изменения ППС у 20 быков по мере того, как надежность возрастает с 70% до 90%; каждый бык обозначен прямоугольником с номером от 1 до 20, и распределение их дочерей показано горизонтально-выпуклыми кривыми.

изменится со временем, мала. Для некоторых производителей эта черта может быть важной, т.к. она гарантирует, что генетические достоинства потомства окажутся в узком интервале вокруг величины ППС. Однако для других высокая надежность может казаться недостатком возможностей. Надежность молодых быков обычно понижена, т.к. число дочерей с рекордной молочной производительностью у них мало. С другой стороны, быки с наивысшими генетическими достоинствами находятся среди тех, кто еще только проходит проверку по потомству; мы просто еще не знаем, которые из них. Как же можно использовать генетическое превосходство некоторых (молодых) быков, несмотря на неопределенность их ППС?

Использование надежности в качестве критерия для отбора может ограничить генетический прогресс.

Мы знаем, что ППС с низкой надежностью весьма вероятно изменится, но мы не можем заранее предсказать, пойдет ли он вверх, или вниз. Действительно, если два быка имеют одинаковый ППС, то покупка большого количества спермы от быка с более низкой надежностью представляет собой больший риск.

Надежность должна использоваться в качестве индикатора уверенности, который поможет решить, сколько спермы приобрести от конкретного быка.

Если вместо того, чтобы сосредоточиваться на одном-двух молодых быках, мы сфокусируемся на целой группе молодых быков, то риск резко изменится. Давайте рассмотрим будущее группы из 20 молодых быков с высоким ППС и низкой надежностью (Рис. 8.2). В общем, когда ППС одного

быка снижается, ППС другого возрастает. В обычной группе, быки, ППС которых понижается, как правило сбалансированы быками с возрастающими ППС, давая среднее значение, близкое к нулю. В результате, общий средний ППС группы молодых быков останется неизменным с течением времени, т.к. снижение ППС у некоторых из них будет скомпенсировано повышением этого показателя у остальных (Рис. 8.2). Другими словами, наилучшей стратегией для снижения риска при низкой надежности и при этом максимального увеличения генетического прогресса, является фокусирование на быках с низкой надежностью как на группе. Следуя этой стратегии, нужно приобретать несколько образцов семени от множества молодых быков в противоположность покупке большого количества спермы всего от нескольких молодых быков. При приобретении небольшого количества единиц спермы от нескольких разных быков с низкой надежностью, вероятность доения большого числа дочерей какого-либо одного быка, надежность которого может упасть, ограничена. При этом шансы доения нескольких дочерей какого-то одного быка, надежность которого может резко возрасти, будут максимальны.

Гораздо лучше иметь 10 дочерей от 10 различных молодых быков, чем 10 дочерей от какого-то одного молодого быка.

ДРУГИЕ СЕЛЕКЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

Программы спаривания (сочетание коровы и конкретного быка)

Программы спаривания организуются таким образом, чтобы сочетать преимущества быка с недостатками коровы и в результате улучшить общие

молочные достоинства потомства. При разведении стада производители должны различать между отбором быка и спариванием. Выбор быка является одним из наиболее существенных аспектов управления молочным стадом. Поскольку большинство молочных производителей держат женских особей для замены, основным источником генетического материала, поступающего в стадо, являются быки. После того, как выбраны быки, индивидуальные пары для спаривания могут быть подобраны. Дополнительные достоинства спаривания несколько сомнительны, хотя спаривание несомненно не оказывает негативного влияния, если перед ним производился правильный отбор быка. Исследования, проведенные в Соединенных Штатах, продемонстрировали незначительный либо нулевой дополнительный эффект от планируемого спаривания по сравнению со случайным спариванием, если предварительно проводился отбор быка. Пожалуй, наиболее важным достоинством программ спаривания является возможность избежать близкородственного спаривания.

Пересадка эмбриона

Организации по искусственному осеменению поставляют сперму с высокими генетическими достоинствами по очень доступным ценам. Замороженная сперма остается наиболее доступным способом осуществления генетического прогресса. Другие технологии, такие как пересадка эмбриона, по-прежнему остаются слишком дорогими для коммерческих производителей молока.

Цены на семя

Цена, заплаченная за сперму сегодня, является вложением, которое принесет отдачу в будущем. В целом, стоимость

спермы мала по сравнению с дополнительным доходом, получаемым на протяжении жизни коровы. Необходимо помнить однако, что вне зависимости от цены спермы величина возврата на ваше капиталовложение зависит от успеха программы воспроизводства стада. Стада с высоким процентом зачатий (малое число осеменений на одно зачатие) и высоким процентом выживания (низкая смертность телят) пожнут наибольшие плоды от вложений в генетику.

Цена не должна быть основным критерием при отборе быков. Распространенным заблуждением является мнение, что цена спермы отражает "качество" быка. Зачастую дорогие быки считаются отличными, а дешевые - менее желательными. Это заблуждение приводит некоторых производителей к:

- покупке наиболее дорогой спермы, предполагая, что это хороший способ гарантировать качество;
- установке предела на цену, которую они готовы заплатить за быка, считая, что они не могут позволить себе купить "дорогую" сперму.

Быки должны отбираться на основе их способности соответствовать целям селекции стада, а не по стоимости спермы.

На практике цена спермы определяется просто спросом и предложением на рынке. Если спрос на быка велик, то цена на его сперму скорее всего будет выше цены спермы быка, не пользующегося спросом. Однако, спрос не должен быть основным критерием того, выбрать или отвергнуть быка. Иногда самая дорогая сперма является наиболее желательной, а в других случаях более дешевая сперма может оказаться предпочтительней; все зависит от

целей программы воспроизведения. Быки должны отбираться на основе их способности соответствовать целям селекции стада, а не по стоимости спермы.

Фермы с успешным воспроизведением и финансовой стабильностью (без проблем с наличностью) могут избрать стратегию селекции, которая:

- нацелена на максимальный долгосрочный генетический прогресс;
- учитывает возможность уплаты высоких цен за сперму;
- рассчитывает на длительный промежуток времени (от 5 до 10 лет) до возврата вложенных инвестиций.

С другой стороны, меньше финансовых преимуществ будет получено от вложений в генетику на фермах с плохой эффективностью воспроизведения или когда финансовая ситуация не позволяет осуществлять долгосрочные капиталовложения (проблемы с наличностью). В такой ситуации долгосрочный генетический прогресс менее важен, чем улучшение текущего управления. Может стать необходимым ограничить количество денег, затрачиваемых на сперму; деньги могут быть потрачены более разумно там, где они помогут улучшить краткосрочную прибыльность фермы.

Инбридинг

Инбридинг имеет место, когда спариваются животные, имеющие общих предков. Гены любой особи можно проследить в последующих поколениях. Например 50% генов особи проходят от каждого из двух родителей; 25% - от каждого из четырех дедушек и бабушек, и 12,5% - от восьми прадевушек и прабабушек (Рис. 8.3). Таким образом, когда спариваются два родителя с общим предком, существует повышенная вероятность того, что

потомок получит комплементарные гены, происходящие от одних и тех же предков - это и есть инбридинг. В результате инбридинга животные становятся все более и более гомозиготными и уровень генетического разнообразия уменьшается. Это затрудняет получение желательных генетических изменений. По мере возрастания инбридинга вероятность сочетания нежелательных форм генов (двух рецессивных аллелей, см. Гл.6) также возрастает. Как следствие, при инбридинге продуктивность молочных коров имеет тенденцию к снижению.

Расчет инбридинга

Ниже приведен метод расчета процента инбридинга особи:

- 1) установите общих предков в родословной;
- 2) посчитайте число поколений от отца животного до общего предка (ns) и число поколений от матери животного до общего предка (nd);
- 3) вычислите процент инбридинга от данного предка по формуле:

$$\frac{1}{2}(ns+nd+1)$$
- 4) повторите этапы 2 и 3 для каждого общего предка;
- 5) сложите проценты инбридинга, полученные на этапе 3 для всех общих предков.

Например предположим, что при изучении родословной животного А на Рис. 8.3 мы обнаружили двух общих предков. Как "Юлий" так и "Роза" присутствуют среди предков отца и матери животного А. Число поколений от отца (Рекс) животного А до Юлия равно 1, а число поколений от матери (Дэйзи) рано 2. Таким образом, процент инбридинга А от Юлия равен $\frac{1}{2}(1+2+1) = 0,5 \times 0,5 \times 0,5 \times 0,5 = 0,0625 = 6,25\%$. Процент инбридинга от Розы, общего предка, присутствующего два поколения назад по обеим линиям (отца и матери),

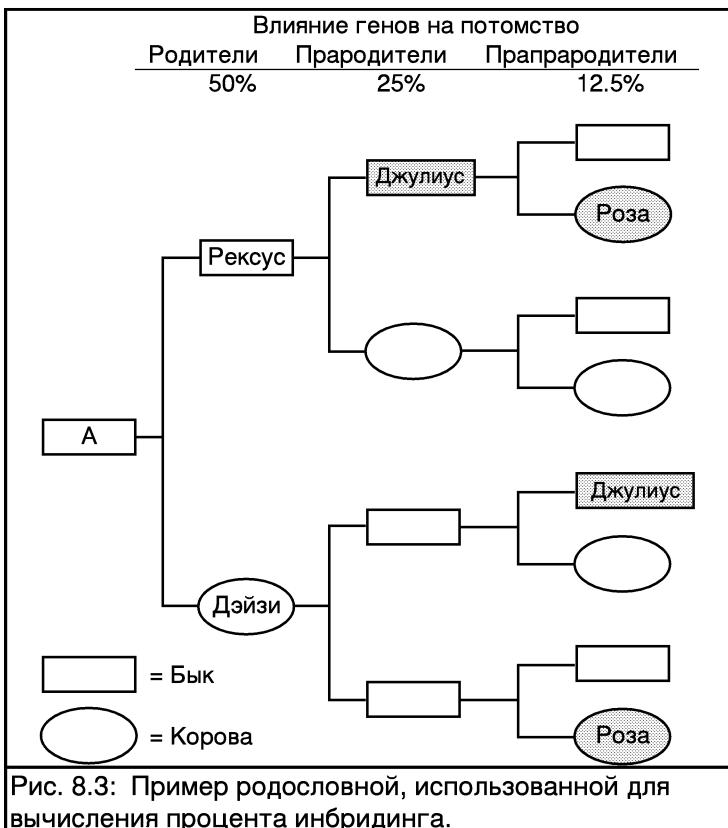


Рис. 8.3: Пример родословной, использованной для вычисления процента инбридинга.

равен 3.125%. В результате, общий процент инбридинга А равен $3.125\% + 6.250\% = 9.375\%$

Определить “критический” уровень инбридинга достаточно сложно. Иногда отсутствие или низкие генетические достоинства альтернативных родителей делает близкородственное спаривание хотя и нежелательным, но все же лучшим выбором. Общий совет - избегайте спариваний, которые дают инбридинг, превышающий 6,25%. Оценки

уменьшения генетических достоинств животных в результате инбридинга представлены в Таблице 8.4. Необходимо избегать большого количества близкородственных спариваний в стаде.

Спаривание коровы с ее собственным родителем (или ее сыном) приводит к потомству с 25-процентным инбридингом. Такое спаривание даст особь, имеющую больше гомозиготных пар генов (одинаковых аллелей), чем какой-либо из родителей. Если аллели, которые оказались идентичными, ответственны за желательный признак, то такое животное будет выдающейся особью в стаде. К сожалению во многих случаях аллели, ответственные за нежелательные признаки, также оказываются одинаковыми, и животных с высоким инбридингом возникают такие проблемы, как плохие здоровье, сопротивляемость болезням и fertильность.

Таблица 8.4: Приблизительное ухудшение, связанное с 10-процентным увеличением инбридинга.

Признак	Эффект на каждые 10% инбридинга
Надой молока	-230 кг
Выход жира	-6,8 кг
Вес при рождении	-1,1 кг
Смертность телят	+20%

ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ

Структура образования цен на молоко в течение следующих 5-10 лет является важным фактором при определении целей селекции.

Исследования жизни стада в Соединенных Штатах показали, что:

- продуктивность является лучшим индикатором жизни стада
- свойствами вымени, наиболее важными для жизни стада, являются глубина вымени, прикрепление вымени спереди и расположение сосков;
- в противоположность мнению большинства молочных производителей, свойства ног и копыт имеют незначительное влияние на жизнь коров в большинстве стад.

Для того, чтобы давать больше молока, коровы не обязательно должны быть крупнее.

Для максимального ускорения генетического прогресса программа селекции не должна включать в себя более 4-5 признаков. При определении, какие признаки важны, помните о генетическом взаимодействии между признаками.

Быки должны отбираться на основе ППС по признакам, важным для стада. Отбор должен производиться по методу уровня независимой выбраковки или с помощью индекса селекции.

Определение стандартов для метода независимой выбраковки затруднительно, т.к. небольшой недостаток по одному признаку не может быть компенсирован лучшими показателями по другому или относительной важностью, которая должна быть присдана каждому признаку в селекционной программе.

Индексы селекции являются наилучшим и самым легким методом по отбору быков, поскольку они обобщают генетические достоинства по желаемым признакам в одном параметре.

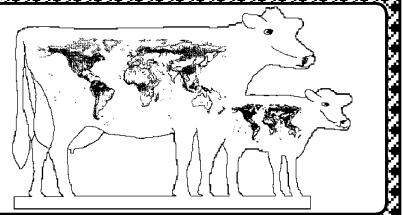
Надежность должна использоваться как показатель уверенности, который помогает решить, сколько спермы от конкретного быка нужно приобрести. Гораздо лучше иметь 10 дочерей от 10 разных молодых быков, чем 10 дочерей от одного молодого быка.

Фермеры должны использовать, и при необходимости создавать, экономические индексы, которые наиболее подходят к их структуре образования молочных цен.

При вычислении индекса признаки типа должны иметь в 3-5 раз меньший удельный вес, чем продуктивные признаки.

Число быков, отбираемых для ИО, не должно быть менее трех на каждые 50 коров стада. Ограничевайте приобретение спермы от молодых быков с низкой надежностью до нескольких единиц на одного быка.

Быки должны отбираться на основе их способности соответствовать целям селекции стада - а не на основе цены семени.



СЛОВАРЬ

A

АБОРТ: Отторжение из организма нежизнеспособного плода после истечения первых 45 дней беременности, но до окончания нормального 282-дневного срока (см. также Гибель плода).

АКТИВНАЯ ГРУППА: Группа из двух или более коров, которая образуется, когда животные находятся в течке одновременно. Большинство коров в этой группе находятся в течке.

АКТИВНАЯ ТЕЧКА: Период в цикле течки, во время которого корова стоит спокойно при попытке других коров или быка сделать на нее садку.

АЛЛЕЛЬ: Одна из двух (или более) форм гена, которая может присутствовать в определенном месте на хромосоме и которая дает определенный фенотип.

АМИНОКИСЛОТЫ: Азотосодержащие вещества, являющиеся строительными блоками пептидов и протеинов.

АНДРОГЕН: Стероидный гормон, влияющий на развитие и поддержание мужских признаков.

АНТИБИОТИК: Вещества, как например пенициллин, эффективно уничтожающие бактерии.

АНТИСЕПТИК: Вещество, подавляющее рост и деятельность микроорганизмов.

АНТИТЕЛО: Сложный белок, вырабатываемый иммунной системой и присутствующий в крови и молозиве вследствие реакции организма на присутствие в нем чужеродных тел. Антитела повышают иммунитет организма против определенных микроорганизмов и их токсинов.

АНЭСТРУС: Отсутствие течки.

Б

БЕРЕМЕННАЯ: Несущая развивающийся плод в матке.

БЕРЕМЕННОСТЬ: Период продолжительностью около 282 дней, в течение которого коровы вынашивают плод от зачатия до рождения.

БРУЦЕЛЛЕЗ: Заболевание, вызываемое бактериями (*Brucella abortus*) и приводящее к аборту у зараженных животных. Это заболевание (также называемое мальтийской лихорадкой) может передаваться людям, соприкасавшимся с жидкостью, выделяющейся из воспроизводительного тракта коров или при употреблении зараженного молока.

В

ВАСКУЛЯРНАЯ ТКАНЬ: Ткань тела, богатая кровеносными и лимфатическими сосудами.

ВАРИАНСА: Статистическая мера изменчивости признака.

ВАРИАЦИЯ (СТАТИСТИЧЕСКАЯ): Разброс вокруг среднего значения.

ВЕРОЯТНОСТЬ: Число между 0 и 1, выражающее частоту данного события и вычисляемое делением числа произошедших событий на полное число возможных событий.

ВИБРИОННЫЙ АБОРТ: Распространенное бактериальное венерическое заболевание, передаваемое при естественном спаривании (син. Кампилобактериоз).

ВЛАГАЛИЩЕ: Проход, ведущий от внешней поверхности к шейке матки, у женских особей млекопитающих.

ВОРОНКА: Образование, присоединенное к обоим яйцеводам, которое собирает яйцеклетки, выходящие из яичников во время течки.

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ИНДЕКС: Один из многих показателей, характеризующих воспроизводительные функции, получаемый при обобщении данных о животном, таких как число открытых дней, дней до первого осеменения и интервал между отелами.

ВРОЖДЕННЫЙ: Состояние, существующее при рождении, но не передающееся по наследству.

ВРОЖДЕННЫЙ ПОРОК: Физиологическое или структурное отклонение, развивающееся еще до рождения.

ВУЛЬВА: Наружные половые органы самки.

ВЫБРАКОВЫВАТЬ: Удалять коров из стада, обычно продавая их на рынке или на скотобойню.

Г

ГАМЕТА: Клетка, содержащая только половину числа хромосом, характерного для данного вида, как например у взрослой яйцеклетки или сперматозоида, и способная к оплодотворению, приводящему к образованию эмбриона.

ГЕН: Фундаментальная единица наследственности, которая переносит генетическую информацию от одного поколения к другому. Гены состоят из дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК) и располагаются вдоль хромосом.

ГЕНЕТИКА: Наука о механизмах передачи и изменчивости признаков между поколениями.

ГЕНЕТИКА ПОПУЛЯЦИИ: Наука о генетических изменениях в популяции как целом в результате воздействия факторов, влияющих на частоту генов.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ БАЗИС: Точка отсчета, относительно которой предсказывается генетическое качество (ППС) коров и быков. В настоящее время генетическим базисом по производству молока является средняя молочная продуктивность коров, родившихся в 1990 г.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД: Последовательность триплетов (наборов из трех) нуклеотидов, которая вызывает производство конкретной аминокислоты, когда ген проявляется.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ: Влияние генов, участвующих в проявлении количественного признака, например, молочной продуктивности. Племенная ценность и предполагаемая передаточная способность являются

оценками генетической ценности по данному признаку.

ГЕНОТИП: Набор аллелей, присутствующих в клетках в конкретном гене или наборе генов.

ГЕТЕРОЗИГОТНЫЙ: Термин, относящийся к животному, несущему две различных аллели одного гена. Другими словами, генетическая информация, содержащаяся в определенном месте на одной хромосоме, отличается от информации, содержащейся в том же месте на другом члене хромосомной пары.

ГИБЕЛЬ ЗАРОДЫША: Потеря зародыша до внедрения в стенку матки (в течение первых 45 дней беременности).

ГИПОТАЛАМУС: Участок мозга, участвующий в гормональном регулировании процесса воспроизведения путем выделения гонадотропных гормонов. Гипоталамус также участвует в регулировании основных процессов жизнедеятельности, например контроле температуры тела.

ГИПОФИЗ: Небольшая эндокринная железа овальной формы, расположенная у основания мозга и связанная с гипоталамусом. Гипофиз вырабатывает такие гормоны, как фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), лютеинизирующий гормон (ЛГ) и окситоцин.

ГИСТОГРАММА: представление, в котором высота столбика представляет частоту (число событий) переменной.

ГЛИКОПРОТЕИН: Состоит из протеина и углевода.

ГОМОЗИГОТНЫЙ: Термин, относящийся к животному, несущему две одинаковых аллели одного гена. Другими словами, генетическая

информация, содержащаяся в определенном месте на одной хромосоме, идентична информации, содержащейся в том же месте на другом члене хромосомной пары.

ГОНАДА: Орган, производящий гаметы, - семенник или яичник.

ГОНАДОТРОПИНЫ: Группа гормонов, стимулирующих или воздействующих на гонады.

ГОНАДОТРОПНЫЙ ГОРМОН: Пептидный гормон, вырабатываемый гипоталамусом, который стимулирует производство передней долей гипофиза фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов. Инъекция небольших доз гонадотропного гормона может производиться для стимуляции овуляции взрослых яйцеклеток.

ГОРМОН: Вещество (например протеин, пептид или стероид), вырабатываемое одним органом, переносимое током крови и обладающее способностью стимулировать функции другого органа благодаря своей химической активности.

Д

ДЕЗОКСИРИБОЗА: 5-углеродный сахар, присутствующий главным образом в ДНК и содержащий на один атом кислорода меньше, чем рибоза.

ДЕЗОКСИРИБОНИКЛЕИНОВАЯ

КИСЛОТА (ДНК): Химическое соединение, из которого состоят гены. Располагаясь вдоль хромосом, ДНК образуют двойную цепь (двойную спираль) связанных нуклеотидов.

ДИСТОЦИЯ: Затрудненные роды.

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ (клеток): Развитие клеток, приводящее к

приобретению специализированных функций.

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ: Характеризуется долгой продуктивной жизнью.

ДОЧЕРНЕЕ ПОКОЛЕНИЕ: Потомство, полученное в результате скрещивания конкретной пары животных.

3

ЗАДЕРЖАННАЯ ПЛАЦЕНТА: Послед, который не вышел наружу через 12 часов после рождения теленка.

ЗАРОДЫШ: Оплодотворенная яйцеклетка на ранних стадиях развития.

ЗАПИСЬ: Информация или данные, собранные и сохраненные для будущих ссылок.

ЗАЧАТИЕ: Подтвержденная беременность после оплодотворения.

ЗИГОТА: Клетка, образуемая при слиянии яйцеклетки и сперматозоида при оплодотворении.

И

ИЗМЕНЧИВОСТЬ (ГЕНЕТИЧЕСКАЯ): Число возможных генотипов при учете всех генов, влияющих на проявление конкретного признака.

ИМПЛАНТАЦИЯ: Прикрепление эмбриона к стенке матки - процесс, начинающийся на 18-й день беременности и завершающийся к 45-му дню.

ИНБРИДИНГ: Скрещивание животных, имеющих общих предков.

ИНВОЛЮЦИЯ: Процесс, при котором воспроизводительные органы, и в частности матка, возвращаются к нормальному размеру после рождения теленка. Инволюция обычно завершается через 40-60 дней после отела.

ИНДЕКС СЕЛЕКЦИИ: Метод сравнения быков для отбора наиболее предпочтительных (с наибольшей ценностью). Индекс селекции вычисляется путем отбора нескольких существенных признаков и приписывания каждому из них "взвешивающих факторов".

ИНДЕКС СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК (ИСК): Логарифмическое представление числа соматических клеток в молоке, которое может быть использовано как индекс селекции для отбора быков, дочери которых будут обладать большей сопротивляемостью маститу.

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ОТЕЛАМИ: Интервал между двумя последовательными отелами у коровы, обычно измеряемый в месяцах.

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОКОЛЕНИЯМИ: Средний возраст родителей в момент рождения у них потомства.

ИСКУССТВЕННОЕ ОСЕМЕНЕНИЕ: Способ, при котором техник по искусственному осеменению вводит сперму отобранного быка в матку коровы во время течки.

К

КАМПИЛОБАКТЕРИОЗ: (см. Вибрионный аборт).

КАРУНКУЛА: Особое место на стенке матки, где мембрана зародыша (котиледон) прикрепляется во время формирования плаценты.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ: Признаки, описываемые дискретными наборами величин, как например цвет, пол, наличие или отсутствие какого-либо качества (напр. рогов).

КЕТОЗ: Метаболическое расстройство, вызванное слишком большим или слишком малым расходом резервов

организма при отеле. Коровы страдают потерей аппетита и снижением надоев.

КЛЕТКА: Наименьшая структурная единица организма, способная к поддержанию независимого функционирования и обычно состоящая из одного ядра, цитоплазмы и органоидов, окруженных плазматической мембраной. Клетки обычно образовывают ткани.

КЛЕТКИ ЛЕЙДИГА: (см. Промежуточные клетки).

КИСТА (ЛЮТЕИНОВАЯ): Редкое состояние, в котором стенка фолликула превращается в желтое тело до того, как фолликул покидает яичник. Такое состояние трудно диагностируется и вызывает длительное отсутствие течки.

КИСТА (ФОЛЛИКУЛЯРНАЯ): Созревший фолликул остается прикрепленным к яичнику и не прорывается. В результате, у коровы наблюдаются частые и продолжительные признаки течки.

КИСТА ЯИЧНИКА: (см. Киста).

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ: Признаки, которые могут быть описаны или измерены по непрерывной шкале, как например вес тела, надой молока или рост, в противоположность дискретным признакам, таким как цвет.

КОЛОКОЛООБРАЗНЫЙ: (см. Нормальное распределение).

КОРОВА-ПРОИЗВОДИТЕЛЬНИЦА:

Мать животного (используется в родословных коров и быков).

КОРПУС ЛЮТЕУМ: Скопление желтых гормоно-вырабатывающих клеток, которое образуется на поверхности остатков фолликула после того, как он прорвался (овуляция). Активный корпус лютеум выделяет

прогестерон, предотвращающий рост новых фолликулов и поддерживающий беременность (син. Желтое Тело).

КОРРЕЛЯЦИЯ: Связь изменения по величине одной переменной с изменением другой переменной. Корреляция может меняться от 0, когда изменение одной переменной не влияет на другую, до 1, когда изменение одной переменной на единицу вызывает такое же единичное изменение другой переменной.

КОТИЛЕДОН: Ткань зародыша, присоединенная к карункуле и образующая "долю" на плаценте, в месте, где материнская и зародышевая ткани тесно взаимосвязаны.

КРОССБРИДИНГ: Скрещивание животных разных пород.

КРОССОВЕР: Обмен группой генов между двумя хромосомами в хромосомной паре. Кроссовер увеличивает изменчивость в популяции.

Л

ЛАМИНИТ: Воспаление чувствительной опорно-трофической ткани ноги.

ЛИБИДО: Половая охота (напр. быка).

ЛЮТЕИНИЗАЦИЯ: Образование желтого тела.

ЛЮТЕИНИЗИРУЮЩИЙ ГОРМОН: Гликопротеиновый гормон, вырабатываемый передней долей гипофиза. У женских особей ЛГ инициирует овуляцию, развитие желтого тела и производство прогестерона. У мужских особей ЛГ стимулирует производство сперматозоидов и тестостерона.

ЛЮТЕОЛИЗ: Распад желтого тела.

M

МАСТИТ: Воспаление вымени, обычно вызванное микробной инфекцией и характеризующееся присутствием боли и производством молока с большим количеством в нем белых кровяных телец (так называемых соматических клеток).

МАТКА: Женский половой орган, в котором растет и развивается плод. Матка имеет мускулистые стенки и находится в полости таза.

МЕЙОЗ: Тип клеточного деления, приводящий к образованию половых клеток (сперматозоида и яйцеклетки), которые содержат половину от числа хромосом, содержащихся во всех остальных клетках организма.

МЕРТВЫЙ ПЛОД: Рождение мертвого теленка более, чем через 260 дней после оплодотворения.

МЕТРИТ: Воспаление матки.

МИГРАЦИЯ: Источник изменений в генетическом коде животных одной популяции, происходящих в результате скрещивания с животными другой популяции.

МИТОЗ: Тип клеточного деления, происходящего во время роста и приводящего к образованию генетически идентичных клеток, содержащих такое же число хромосом, как и родительские клетки.

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ: Класс позвоночных животных, отличающийся саморегуляцией температуры тела, волосяным покровом и наличием молочных желез у женских особей.

МОЛОЗИВО: Первое молоко, выделяемое молочными железами после родов. У коров молозиво богато антителами, повышающими сопротивляемость новорожденного

теленка некоторым бактериальным инфекциям.

МОЛОЧНАЯ**ЛИХОРАДКА:**

Метаболическое расстройство, вызванное дисбалансом кальция в организме и возникающее обычно на первый день после отела. Несмотря на название, расстройство проявляется не в наличии жара, а в параличе конечностей животного (неспособности стоять) и сопровождающейся симптомами холодных ушей и носа.

МУТАЦИЯ: Изменения в структуре ДНК, которые хотя и случаются редко, могут иметь огромный эффект (приводя иногда к гибели животного).

H

НАДЕЖНОСТЬ: Мера точности - величина уверенности - предполагаемых передаточных способностей (ППС). Надежность меняется от 50% до 90%.

НАНОГРАММ: Масса, равная одной миллиардной доле грамма 1×10^{-9} г ($0,000000001$ г). Концентрация прогестерона у молочных коров составляет несколько нанограмм на миллилитр крови.

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ: Генетическая передача признаков от родителей к потомству.

НАСЛЕДУЕМОСТЬ: Различие в проявлении конкретного признака, имеющее место благодаря генам, унаследованным животным.

НЕЗАВИСИМЫЕ УРОВНИ

ВЫБРАКОВКИ: Метод, используемый для отбора быков путем установления минимальных значений ППС по каждому интересующему признаку. При этом отбираются быки с ППС выше стандартного.

НЕОПЛОДОТВОРЕННАЯ (КОРОВА): Небеременная корова.

НЕТЕЛЬ: Термин, относящийся к молодой особи коровы от момента рождения до первого отела.

НОРМА ВЫБРАКОВКИ: Процент коров, удаленных из стада.

НОРМА НЕПРОИЗВОЛЬНОЙ ВЫБРАКОВКИ: Процент стада, отбракованный по непредвиденным причинам, как например из-за болезней (мастит), неспособности к оплодотворению или физических травм.

НОРМА ПРОИЗВОЛЬНОЙ ВЫБРАКОВКИ: Процент стада, отбракованный, несмотря на хорошее здоровье, по таким причинам, как низкая продуктивность или значительный возраст.

НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ: Распределение данных (напр. учет надоев) по колоколообразной кривой, обычно характерное для многих биологических признаков, которое лежит в основе многих статистических методов. Нормальное распределение характеризуется средним значением и вариансой, или разбросом данных вокруг среднего (стандартное отклонение).

НУКЛЕИН: Основной строительный блок ДНК и РНК, молекула, состоящая из сахара, фосфорной группы и одного из следующих азотных оснований, образующих "алфавит" генетического кода: аденина (A), гуанина (Г), цитозина (Ц) или тимина (Т). (В РНК тимин заменяется урацилом.) (см. также ДНК и РНК).

НУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА: Вещество, принадлежащее к одной из двух групп сложных соединений (дезоксирибонуклеиновая кислота -

ДНК, или рибонуклеиновая кислота - РНК), состоящих из связанных единиц, называемых нуклеинами.

O

ОВУЛЯЦИЯ: Выделение яйцеклетки (внутри фолликула) одним из двух яичников через 10-14 часов после окончания течки.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА: Комбинация всех факторов, внешних по отношению к животному, которые оказывают влияние на проявление генов животного. (Это включает не только такие факторы, как температура, влажность и физический комфорт, но также историю роста, питания и болезней животного, текущие питание, время года, число лактаций, болезни и т.д.).

ОКСИТОКЦИН: Пептидный гормон, выделяемый задней долей гипофиза и ответственный за сокращение гладких мышц, например мышц матки при родах или клеток миоэпителия молочных желез в период доения.

ОПЛОДОТВОРЕНИЕ: Процесс, в котором две гаметы (яйцеклетка и сперматозоид) объединяются и образуют зиготу.

ОПЛОДОТВОРЯЕМОСТЬ: Процент фактически оплодотворенных коров после осеменения. Единица, деленная на показатель оплодотворения (оплодотворяемость), дает число осеменений на одно зачатие.

ОПЛОДОТВОРЯТЬ: Помещать сперму в воспроизводительный тракт коровы искусственным (при искусственном осеменении) или естественным (при спаривании) путем. (син. осеменять, спаривать, скрещивать).

ОРГАНОИД: Микроскопический компонент клетки, обладающий специфическими структурой и функциями.

ОСЕМЕНЕНИЕ: Естественное спаривание или искусственное осеменение (см. гл. Скрещивать).

ОСЕМЕНЯТЬ: (см. Оплодотворять)

ОТЕЛ: (см. Роды).

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТЕЛА: Оценка, обычно изменяющаяся от 1 (истощенная) до 5 (ожиревшая) и основанная на внешнем осмотре или прощупывании руками крестца, корня хвоста и седалищной кости коровы для измерения состояния тела животного.

П

ПАРИТET: Число отелов и, соответственно, число лактаций коровы.

ПЕПТИД: Субъединица протеина, состоящая из двух, но не более 100 аминокислот.

ПЕРВОРОДЯЩАЯ (КОРОВА): Корова, телившаяся только однажды.

ПЕРЕДАТОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ: Среднее превосходство или слабость по данному признаку, которое передается по наследству от животного к его потомству. Передаточная способность не может быть непосредственно измерена, но может быть предсказана как отклонение от генетического базиса. Передаточная способность равняется половине племенной ценности.

ПЕРИОД ДО ПЕРВОГО ОСЕМЕНЕНИЯ: Число дней от отела до первого после него осеменения.

ПЕРИОД СУХОСТОЯ: Период между двумя лактациями, продолжающийся около 60 дней.

ПИКОГРАММ (пг): Масса, равная одной триллионной доле или 1×10^{-12} грамма (0.000000000001 г). Содержание эстрогена в крови молочных коров составляет несколько пикограмм на миллилитр.

ПИОМЕТРА (ГНОЙНЫЙ ЭНДОМЕТРИТ): Инфекция, при которой гной накапливается в матке из-за недостаточного стока (закрытая шейка матки).

ПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МЕМБРАНА: Поверхность клетки, отделяющая ее от соседних клеток. Плазматическая мембрана является двойной и полупроницаемой.

ПЛАЦЕНТА: Орган, развивающийся в период беременности, выстилающий матку и частично обволакивающий плод, с которым она связана через пуповину. Плацента является посредником в обмене питательными веществами и отходами жизнедеятельности между плодом и коровой. Кроме того, она вырабатывает гормоны. После родов плацента, называемая последом, обычно выходит наружу.

ПЛЕМЕННАЯ ЦЕННОСТЬ: Совокупный эффект всех генов животного, влияющих на проявление данного признака; племенная ценность равняется удвоенной передаточной способности животного.

ПЛОД: Неродившийся еще теленок от момента внедрения яйцеклетки в стенку матки (приблизительно на 45 день беременности) до рождения.

ПОЛОВАЯ ЗРЕЛОСТЬ: Стадия развития, на которой животное становится физиологически способным к воспроизведству - у коров начинается цикл течки, у быков начинают вырабатываться сперматозоиды.

ПОЛОВАЯ ОХОТА: (см. Течка).

ПОЛОВОЗРЕЛЫЙ: Достигший половой зрелости.	беременности и предотвращает возобновление цикла течки, подавляя секрецию ФСГ и ЛГ гипофизом.
ПОПУЛЯЦИЯ: Группа животных, рассматриваемая как одна единица при оценке частоты гена, измерении влияния селекции и генетического прогресса.	ПРОГРАММА СКРЕЩИВАНИЯ: Программа, определяющая, какой бык будет скрещен с конкретной коровой в стаде.
ПОРОДА: Тип животных (коров) с определенными наследуемыми характеристиками; особенно, если такой тип специально выведен и поддерживается (напр. голштинская и бурая швицкая породы).	ПРОИЗВОДИТЕЛЬ: Родитель мужского пола (используется в родословных коров и быков).
ПОСЛЕД: Плацента и плодная оболочка, вышедшие из матки после отела.	ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ КЛЕТКИ: Клетки, выделяющие андроген и расположенные между канальцами, содержащими сперматозоиды в семеннике быка. (син. клетки Лейдига)
ПОСТОЯННЫЕ ВНЕШНИЕ УСЛОВИЯ: Негенетические факторы, оказывающие постоянное влияние на продуктивность животного, как например потеря четверти вымени в результате мастита или пневмонии, случившейся в молодости.	ПРОСТАГЛАНДИН: Гормон, вырабатываемый маткой, стимулирующий рассасывание желтого тела в конце цикла течки или беременности.
ПОТОМСТВО: Потомок коровы (матери) и быка (отца). (син. приплод).	ПРОТОПЛАЗМА: Сложное, желеобразное коллоидное вещество, являющееся живым содержимым растительных и животных клеток, в котором протекают основные биохимические реакции, обеспечивающие поддержание жизнедеятельности.
ППС: (см. Предполагаемая Передаточная Способность).	ПУПОВИНА: Васкулярный канатик, связывающий плод с матерью. Пуповина является частью плаценты и обеспечивает обмен питательными веществами и продуктами жизнедеятельности между плодом и коровой.
ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ПЕРЕДАТОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ (ППС): Средняя величина генетической ценности по конкретному признаку, которую животное передает своему потомству (ППС по признаку равняется половине племенной ценности). ППС - это отклонение от генетического базиса.	P
ПРИЗНАК: Передающаяся генетическим путем характеристика животного, которая может быть зарегистрирована, измерена или подсчитана.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ: Разделение по категориям, классификация.
ПРИПЛОД: Новое поколение, потомок (син. потомство).	РЕКТАЛЬНАЯ ПАЛЬПАЦИЯ: Прощупывание различных участков воспроизводительных органов рукой, введенной в прямую кишку коровы, обычно с целью определения
ПРОГЕСТЕРОН: Стероидный гормон, вырабатываемый желтым телом, который подготовливает матку к	

присутствия растущего плода или образования (желтого тела) на поверхности яичников.

РИБОЗА: Пятиуглеродный сахар, входящий в состав РНК.

РНК: Нуклеиновая кислота схожая с ДНК, но имеющая в своем составе рибозу вместо дезоксирибозы и урацил (У) вместо тимина (Т) в качестве азотного основания.

РОДОВОЙ КАНАЛ: Шейка матки и влагалище, через которые плод проходит при родах.

РОДОСЛОВНАЯ: Схема "семейного дерева", дающая полную информацию об именах, продуктивности и генетических достоинствах предков.

РОДЫ: Акт рождения потомства (син. отел).

C

СЕМЕННЫЕ КАНАЛЬЦЫ: Небольшие канальцы, находящиеся в семенниках быка, в которых происходит производство сперматозоидов.

СЕМЯ: Смесь сперматозоидов и жидкости, выделяемых мужскими половыми органами, извергаемая во время спаривания (син. Сперма). Сперма также может быть собрана, обработана и сохранена в контейнере с жидким азотом для дальнейшего использования при искусственном осеменении.

СЕРВИС-ПЕРИОД: Интервал между последним отелом и зачатием.

СИНДРОМ ЖИРНОЙ КОРОВЫ: Метаболическое расстройство, происходящее в результате излишнего потребления энергии животным во время позднего периода лактации или сухого периода. В ранний период лактации коровы теряют аппетит и

мобилизуют излишние резервы организма.

СИНУС: Полость, образованная при изгибе или искривлении кости; расширенный проток.

СЛИЗИСТАЯ ПРОБКА: Желеобразная слизь, закрывающая шейку матки и изолирующая матку во время беременности.

СЛОЖЕНИЕ: (см. Тип).

СЛУЧАЙНЫЙ: Определяемый случаем.

СМЕЩЕННЫЙ СЫЧУГ: Состояние, в котором сычуг смещен влево или вправо от своего нормального положения. Типичной причиной смещения сычуза является излишек концентратов (недостаток клетчатки) в рационе коров в период ранней лактации.

СОМАТИЧЕСКИЕ КЛЕТКИ: Все клетки, составляющие тело животного, кроме гамет.

СОСТОЯНИЕ ТЕЛА: Резервы организма (главным образом в форме жировой ткани), оцененные путем внешнего осмотра или прощупывания руками (син. Резервы организма).

СПАРИВАТЬ: (см. Скрещивать).

СПЕРМА: (см. Семя).

СПЕРМАТОЗОИД: Мужская гамета (воспроизводительная клетка), содержащая половину генетического материала нормальной клетки. Сперматозоид обладает длинным и тонким подвижным "хвостом", который используется для движения.

СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ: Средняя точка между двумя крайними.

СТАНДАРТНАЯ ПЕРЕДАТОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ (СПС):

Предполагаемая передаточная способность для признаков типа, как ее определяет Ассоциация Голштинской породы. Величина

СПС стандартизирована и обычно меняется между -3 и +3 (СПС равная 0 указывает, что характеристика животного в точности равняется среднему значению).

СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ: 1) Мера изменчивости, т.е. разброса вокруг среднего значения. 2) Интервал с центром в среднем значении, в который попадает приблизительно 68% наблюдений.

СТЕРИЛЬНЫЙ: Неспособный к воспроизведству; бесплодный (противоположный Фертильному).

СТЕРОИД: Одно из нескольких жирорастворимых натуральных веществ, имеющих в основе кольцо из 17 атомов углерода. В стероиды входят такие вещества, как желчные кислоты, многие гормоны (напр. эстроген, тестостерон) и некоторые провитамины.

СУХОСТОЙНАЯ КОРОВА: Корова, обычно на последней стадии беременности, у которой закончилась лактация и которая подготавливается к следующей лактации.

СФИНКТЕР: Кольцеобразная мышца, обеспечивающая сужение прохода или отверстия в теле и открывающая его при расслаблении.

СЫВОРОТКА: Прозрачная желтоватая жидкость, получаемая при разделении жидкого и твердого (красные кровяные тельца) компонентов крови.

Т

ТАЗ: Костяное образование, соединяющее задние ноги и позвоночник животного и поддерживающее брюшную полость. Таз частично ограничен лобковой костью спереди и крестцовой костью сзади. Лобковая кость может

ограничивать прохождение плода во время родов.

ТЕСТОСТЕРОН: Мужской стероидный гормон, вырабатываемый яичниками и контролирующий образование спермы и развитие вторичных половых признаков.

ТЕЧКА: Период продолжительностью от 6 до 30 часов, который каждая корова или первотелка регулярно испытывает с интервалом в 21 день и на протяжении которого она выказывает признаки полового возбуждения. Типичные признаки включают в себя попытки сделать садку на других коров или неподвижность при произведении таких попыток другими коровами или быком. Такое поведение менее ярко выражено у коров *Bos indicus* (зебу) по сравнению с коровами *Bos taurus* (европейские коровы наподобие джерсийских). Выход яйцеклетки из яичника происходит через 10-14 часов после прекращения проявления признаков течки (син. Половая охота).

ТИП: Физическое сложение животного; может относиться как к отдельным признакам (вымя, ноги и т.д.), так и к сложению в целом.

ТИХАЯ ТЕЧКА: Овуляция яйцеклетки происходящая без обычных изменений в поведении.

ТРИХОМОНОЗ: Распространенное венерическое заболевание, вызываемое простейшими и передаваемое при естественном спаривании; может приводить к аборту.

ТУЧНЫЙ: Очень толстый.

Φ

F1: Обозначает первое поколение потомства.

F2: Обозначает второе поколение потомства.

ФАЛЛОПИЕВА ТРУБА: (см. яйцевод).

ФЕНОТИП: Значение признака. Фенотипы качественных признаков обычно принадлежат дискретным группам (напр. цвет шкуры может быть черным, красным, белым и т.д.), тогда как значением количественного признака может быть число (напр. продуктивность за одну лактацию = 5345 кг).

ФЕРТИЛЬНЫЙ: Способный к производству гамет (спермы или яйцеклеток), что может привести к зачатию (в противоположность Стерильному).

ФОЛЛИКУЛ: Пузырчатое образование внутри яичника, которое содержит яйцеклетку и растет по мере ее взросления. Взрослый фолликул образует структуру, напоминающую волдырь, на поверхности яичника.

ФОЛЛИКУЛОСТИМУЛИРУЮЩИЙ ГОРМОН (ФСГ): Гликопротеиновый гормон, выделяемый

аденогипофизом, который стимулирует рост фолликулов в яичнике и выработку фолликулами эстрогена в организме женской особи; в организме самца он стимулирует производство сперматозоидов.

ФРИМАРТИН: Бесплодная самка - член пары разнополых близнецов; ненормальное развитие половых путей происходит в результате связи между зародышами близнецов в матке. Приблизительно 90% самок-членов близнецовых пар являются фримартинами.

X

ХРОМОСОМА: Маленький элемент клетки, находящийся в ядре и содержащий генетическую

информацию (дезоксирибонуклеиновую кислоту, ДНК), необходимую для передачи характеристик от одного поколения к другому. Коровы имеют 30 пар хромосом.

Ц

ЦИКЛ ТЕЧКИ: Периодический цикл, продолжающийся в среднем 21 день, во время которого яичник коровы выделяет фолликул и матка подготавливается к возможной беременности. Цикл течки контролируется гормонами.

ЦИТОПЛАЗМА: Внутренняя среда клетки (за исключением ядра), в которой микроорганизмы осуществляют свои функции.

Ч

ЧАСТОТА: 1) Число измерений в интервале (как например в гистограмме); 2) отношение количества произошедших событий к полному числу рассматриваемых попыток.

ЧАСТОТА ГЕНА: Число между 0 и 1, характеризующее процент наличия аллели в популяции (число животных, у которых аллель присутствует, деленное на полное число животных в популяции).

ЧАСТОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ: Графическое представление частоты данного события (напр. дочерей с данным ППС); обычно имеет колоколообразную форму.

ЧИЛО СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК (ЧСК): Число соматических клеток в одном миллилитре молока. Число соматических клеток возрастает, когда вымя подвержено инфекции (мастит). Число соматических клеток, выраженное по логарифмической шкале, может

быть использовано для предсказания потерь надоев молока в стаде из-за мастита.

ЧИСЛО ОСЕМЕНЕНИЙ НА ОДНО ЗАЧАТИЕ: Число осеменений, необходимых для того, чтобы корова забеременела. Число осеменений на одно зачатие равно единице, деленной на показатель оплодотворения.

Ш

ШЕЙКА МАТКИ: Мускульный канал, соединяющий влагалище с маткой.

Э

ЭКЗОКРИННАЯ ЖЕЛЕЗА: Железа, выделения которой, проходя через проток или систему протоков, выводятся, как правило, наружу тела.

ЭНДОКРИННАЯ ЖЕЛЕЗА: Относится к не имеющим выводного протока железам, таким как аденогипофиз, щитовидная и надпочечная железы, выделения которых попадают напрямую из клеток желез в кровоток.

ЭПИТЕЛИЙ: Мембранный видная поверхность ткань, обычно состоящая из одного слоя тесно упакованных клеток, разделенных небольшим количеством межклеточного вещества. Эпителий

выстилает поверхность дыхательного, кишечного, мочевого и репродуктивного трактов, а также внешнюю поверхность тела.

ЭСТРОГЕН: Стероидный гормон, вырабатываемый главным образом яичниками. Эстроген вызывает течку, а также способствует развитию и поддержанию женских вторичных половых признаков.

ЭЯКУЛЯЦИЯ: Извержение семени из пениса быка.

Я

ЯДРО: Сложное протоплазменное образование внутри живой клетки, которое содержит наследуемый материал клетки и контролирует ее метаболизм, рост и деление.

ЯИЧНИК: Один из пары женских половых желез, производящих яйцеклетки.

ЯЙЦЕВОД: Один из пары узких протоков, по которым яйцеклетка попадает из яичника в матку (син. фаллопиева труба).

ЯЙЦЕКЛЕТКА: Женская зародышевая клетка, содержащая половину генетического материала нормальной клетки (син. яйцо, женская гамета).

ЯЙЦО: (см. Яйцеклетка)

