

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, О. Н. Кухтина, И. А. Долин

УПРАВЛЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ

Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования, обучающихся
по специальности 1-74 03 01 Зоотехния

Горки
БГСХА
2022

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, О. Н. Кухтина, И. А. Долин

УПРАВЛЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений высшего образования, обучающихся
по специальности 1-74 03 01 Зоотехния*



**Горки
БГСХА
2022**

ВВЕДЕНИЕ

Репродукция животных является одним из основных технологических звеньев всех отраслей животноводства. Получение приплода в количестве и сроки, свойственные каждому виду животных – важнейшая задача животноводов. Несмотря на постоянно изменяющиеся условия кормления, содержания и ухода за животными ключевые показатели репродуктивной способности, обусловленные их генетическими свойствами, остаются неизменными. Это, прежде всего, связано с численностью приплода за один репродуктивный цикл и продолжительностью беременности, характером половой цикличности и степенью влияния на нее естественных условий (сезон года и продолжительность светового дня, температура внешней среды и др.). У многоплодных животных (главным образом, свиньи) возможности увеличения числа поросят за опорос имеются, но они не всегда могут быть реализованы. Сдерживают их ограничение увеличения репродуктивного тракта для развития плодов, а после рождения – стандартное число долей молочной железы для кормления поросят.

Поэтому для всех видов животных, и в особенности для крупного рогатого скота молочного и мясного направления, а также свиней определены стандартные (целевые) значения основных показателей их репродуктивной способности. Они могут иметь различия в зависимости от породы, но принципиально не изменяют целевых показателей для конкретной отрасли животноводства.

Обеспечение высокого уровня репродукции животных не простая задача для работников животноводства. Снижение показателей репродукции приводит к экономическим потерям. Особенно высоки потери в скотоводстве и свиноводстве. В 2020 г. из расчета на 100 коров получен 71 теленок; в свиноводстве на один опорос – 11,1 поросят. Причины, снижающих репродуктивную способность животных много. Наличие бактериальных и вирусных инфекций (нередко скрытых), поражающих репродуктивный тракт и плоды, может серьезным образом отразиться на воспроизводстве стада. Реальное предупреждение их в настоящее время возможно совместными усилиями ветеринарной и зоотехнической службы.

Однако быстрое и интенсивное повышение молочной продуктивности на генетическом уровне повлекло за собой заметное прогрессирующее снижение репродуктивной способности. Связано это в большей мере с трудностями поддержания нормального энергетического

баланса в начальный период лактации. Недостаток энергии и другие метаболические нарушения приводят к потере живой массы и существенно образом отражаются на эндокринном статусе животных. Более того, трудности в обеспечении животных полноценным кормлением в течение нескольких недель до и после отела, осложнения непосредственно связанные с отелом и, как следствие, возрастание частоты случаев послеродовых заболеваний репродуктивных органов также оказывает сильное негативное влияние на репродуктивную способность животных. Повсеместно проявляются у многих животных нарушения репродуктивной функции. Особенно заметно снизилась оплодотворяемость коров после первого осеменения.

В связи с этим, работа специалистов должна быть направлена на минимизацию влияния негативных факторов на процессы репродукции на всех ее этапах. Это требует глубоких знаний особенностей проявления репродуктивной функции, механизмов эндогенного контроля ее и возможностей устранения возникающих нарушений. Грамотное планирование воспроизводства животных с учетом условий в конкретном хозяйстве, своевременное корректирование действий при непредвиденных обстоятельствах позволят достигать намеченных в таких условиях целевых показателей плодовитости животных.

І. РЕПРОДУКТИВНАЯ ФУНКЦИЯ ЖИВОТНЫХ

1.1. Репродуктивная система и ее функции у самцов

Репродуктивная система. Половые органы самцов состоят: из двух половых желез – семенников с придатками; семенного мешка (*мошонки*), в котором находятся семенники; полового члена с наружным половым протоком – мочеполовым каналом (*уретрой*); придаточных половых желез: пузырьковидных, предстательной и куперовых (луковичных) (рис. 1.1). Головка полового члена различна у разных видов (рис. 1.2), размещается в препуциальном мешке (рис. 1.3).

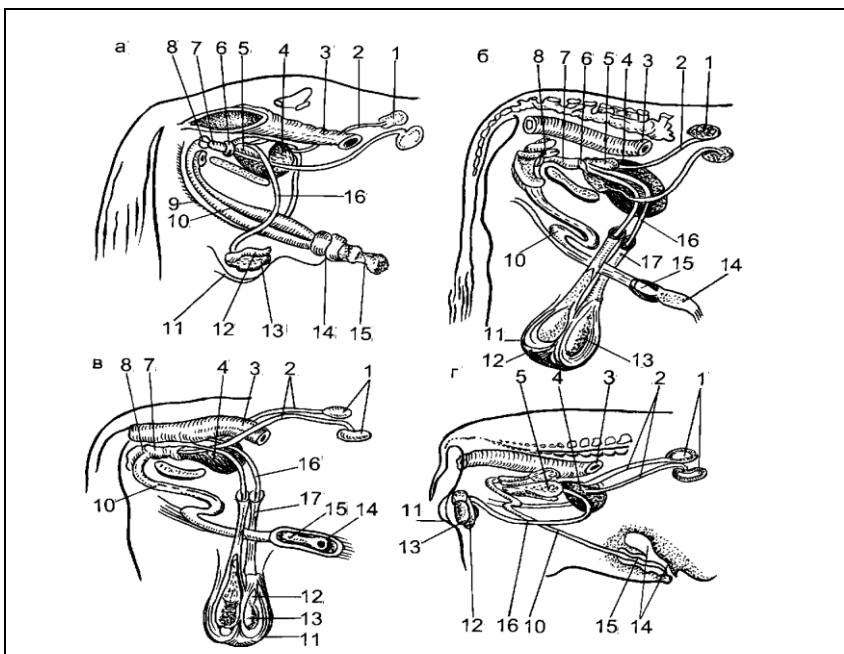


Рисунок 1.1 – Половые органы самцов сельскохозяйственных животных: а – жеребца; б – быка; в – барана; г – хряка; 1 – почка; 2 – мочеточники; 3 – прямая кишка; 4 – мочевого пузыря; 5 – пузырьковидные железы; 6 – предстательная железа; 7 – тазовая часть мочеполового канала; 8 – луковичные (куперовы) железы; 9 – пенисная часть мочеполового канала; 10 – половой член (пенис); 11 – мошонка; 12 – придаток семенника; 13 – семенник; 14 – препуциальный мешок пениса; 15 – головка или концевая часть пениса; 16 – спермиопровод; 17 – семенной канатик

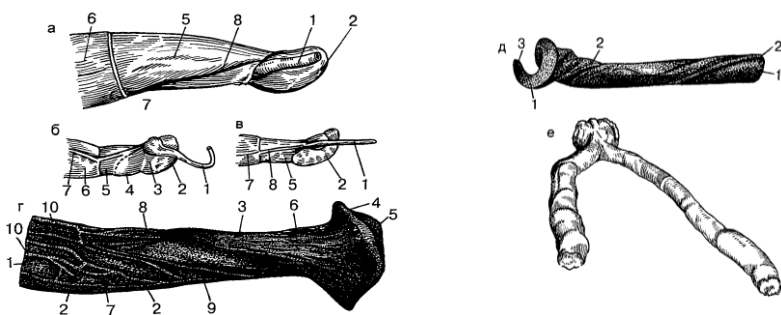


Рис. 1.2. Головка полового члена: а - быка; б - барана; в - козла; г - жеребца; д - хряка (1 - отросток мочепоолового канала с отверстием; 2 - колпачок головки; 3 - венчик головки; 4 - бугорок с левой стороны; 5 - шейка головки; 6 - препуций; 7 - шов препуция; 8 - шов головки); е - двойной пенис быка с препуциями.



Рис. 1.3. Расположение полового члена хряка в препуции: 1 – головка полового члена; 2 – дивертикул в разрезе в верхней части препуция; 3 – отверстие препуция (в разрезе); 4 – отверстие дивертикула (в разрезе)

У жвачных продольная ось семенников расположена вертикально, хвост придатка обращен книзу назад; у хряка расположение семенников косое, вблизи анального отверстия, хвост придатка находится спереди, вверху; у жеребца семенники расположены почти горизонтально, хвост придатка находится вверху сзади (рис. 1.4).

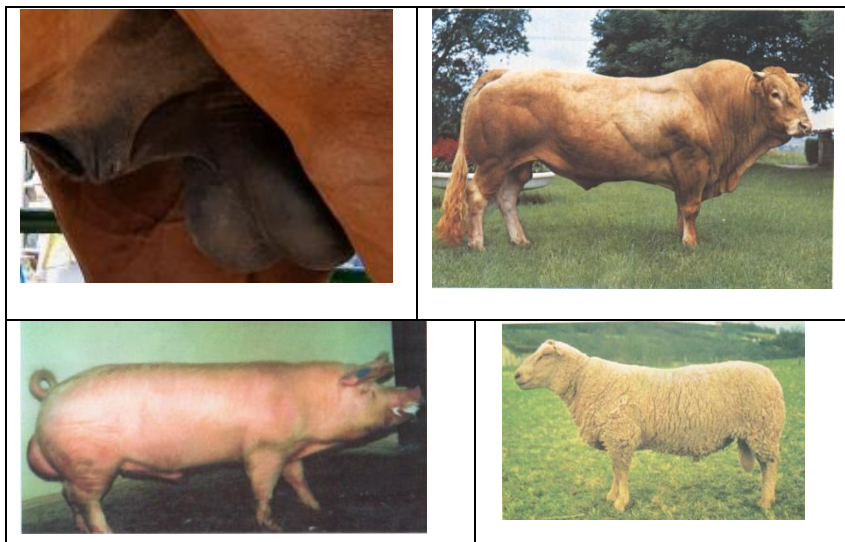


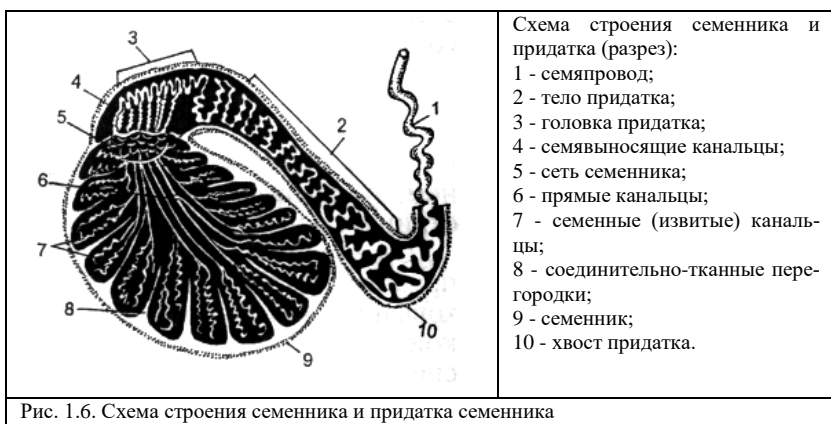
Рис. 1.4. Расположение семенников у производителей сельскохозяйственных животных: 1 – у жеребца (препуций и мошонка с семенниками); 2 – у быка; 3 – у хряка; 4 – у барана

Семенники вырабатывают мужские половые клетки (сперматозоиды, спермии) и половые гормоны; подвешены в мошонке на семенном канатике. У быка (рис. 1.5 а) длина семенников 10–13 см, ширина – 5–6,5 см, масса – 300–400 г; такой же величины семенники у хряка (рис. 1.5 б). Наружная оболочка семенника и придатка тесно сращена с белочной оболочкой. Белочная оболочка заходит внутрь семенника и образует средостение. От средостения отходят перегородки, которые делят семенник на дольки (рис. 1.6). В каждой дольке имеется один или несколько семенных (извитых) канальцев. Извитые канальцы направляются к средостению семенника и впадают в прямые канальцы, а последние образуют сеть семенника.

Диаметр семенных канальцев 0,1–0,2 мм, длина – до 70 см. Общая протяженность их у быка достигает 5 км. Снаружи канальцы покрыты базальной мембраной. На ней располагается зародышевый эпителий: *клетки Сертоли* и первичные половые клетки – *сперматогонии*. В семенных канальцах происходит образование сперматозоидов. Между канальцами располагаются клетки Лейдига, вырабатывающие половые гормоны – андрогены.



Рис. 1.5. Семенники с придатками семенников быка (а) и хряка (б)



- Схема строения семенника и придатка (разрез):
- 1 - семяпровод;
 - 2 - тело придатка;
 - 3 - головка придатка;
 - 4 - семявыносящие канальцы;
 - 5 - сеть семенника;
 - 6 - прямые канальцы;
 - 7 - семенные (извитые) канальцы;
 - 8 - соединительно-тканые перегородки;
 - 9 - семенник;
 - 10 - хвост придатка.

Рис. 1.6. Схема строения семенника и придатка семенника

Придаток семенника расположен по всей длине семенника в виде различной ширины трубки. *Головка придатка* образована семявыносящими канальцами и начальной частью канала придатка. Всего канальцев 12–15; длина их 10–20 см. Отходят они от сети семенника и сильно извиваясь, образуют сосудистый конус, который соединен с каналом придатка. Здесь канал придатка зигзагообразно извивается. Извилины окружены белочной оболочкой и вместе с ней придают головке придатка вид большой плоской трубки. В области *тела придат-*

ка амплитуда извилин канала уменьшается, суживается оболочка, и это придает телу вид более узкой и прямой трубки. По направлению к нижней части семенника канал расширяется, размах его извилин увеличивается и вместе с окружающей оболочкой он образует массивный *хвост*. Хвост придатка связан с семенником и фиксирован в нижней части мошонки направляющей связкой семенника. Канал придатка переходит семяпровод.

Придаточные половые железы: *пузырьковидные, предстательная и куперовы* – расположены по ходу тазовой части мочеполового канала (рис. 1.1, 1.7). Секрет этих желез формирует жидкую часть спермы.

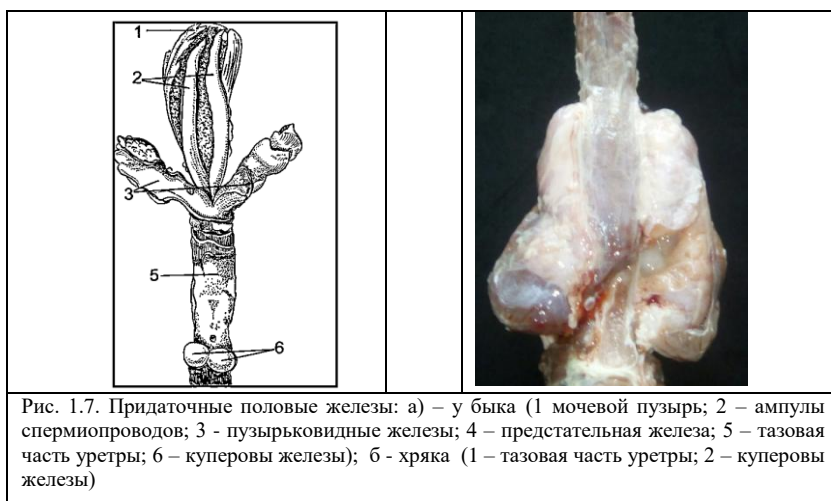


Рис. 1.7. Придаточные половые железы: а) – у быка (1 мочевого пузыря; 2 – ампулы спермиопроводов; 3 - пузырьковидные железы; 4 – предстательная железа; 5 – тазовая часть уретры; 6 – куперовы железы); б - хряка (1 – тазовая часть уретры; 2 – куперовы железы)

Пузырьковидные железы у быка имеют грушевидную форму и бугристую поверхность, расположены по одной с обеих сторон возле ампул семяпроводов и открываются общими с семяпроводами отверстиями в начальную часть мочеполового канала. Длина желез составляет 10 см или более, толщина – 2,5 см. Они разделены на дольки. Самые крупные пузырьковидные железы у хряка: длина до 12 см, ширина – 7 см и толщина – 3 см (рис. 1.7 б).

Предстательная железа состоит из тела и рассеянной части; расположена в месте соединения шейки мочевого пузыря с мочеполовым каналом. У быка тело железы состоит из двух слитых воедино частей, имеет вид узкой полоски длиной 4 см, лежащей поперек уретры. Рас-

сеянная часть железы окружает мочеполовой канал сверху и снизу и открывается в него несколькими отверстиями. Эта часть железы прикрыта мочеполовым мускулом и труднее обнаруживается.

Куперовы железы расположены по одной с каждой стороны мочеполового канала. У быков они находятся на расстоянии 10–12 см кзади от предстательной железы и частично прикрыты луковично-пещеристым мускулом. Снаружи они окружены толстым слоем волокнистой ткани, имеют вид небольших эллипсоидных тел беловатого цвета; длина их 2 – 3 см, толщина – 1 см. Протоки открываются одним отверстием в мочеполовой канал. Вырабатывают вязкое слизеподобное вещество. У хряка железы сильно развиты, имеют вид толстых (2 – 3 см) продолговатых (до 15 см) пластинок шириной 3–4 см (рис. 1.7 а).

Половое созревание, начало использование самцов. Образование половых клеток (сперматогенез) – происходит в семенных канальцах семенника. В сперматогенезе выделяют две фазы: сперматоцитогенез и спермиогенез. *Сперматоцитогенез* включает периоды размножения сперматогоний, превращения их в сперматоциты и завершается образованием сперматид, в которых остается гаплоидный набор хромосом. В течение второй фазы – *спермиогенеза* – сперматиды изменяют свою форму и преобразуются в сперматозоиды. Каждый из них содержит только одну половую хромосому – X- или Y-хромосому.

До наступления половой зрелости семенники подвергаются воздействию гонадотропных гормонов – фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеинизирующего (ЛГ). ЛГ стимулирует рост и функцию клеток Лейдига, повышает секрецию гормонов семенников – андрогенов. У быков интенсивность секреции и выделения андрогенов возрастает с 4–6-месячного возраста. Происходит завершающее развитие семенников, и затем начало осуществления второй фазы сперматогенеза. Выделяют 4 периода развития семенников и сперматогенеза [1].

1. Неонатальное развитие и образование просветов в канальцах, появление сперматоцитов.

2. Появление вторичных сперматоцитов и сперматид в препубертальный период (перед половым созреванием).

3. Появление сперматозоидов в семенниках и придатке семенника в начале половой зрелости.

4. Постпубертальная гиперплазия семенниковой ткани.

Устанавливается эндокринный контроль функции семенников и проявления половой потенции. Влияние ФСГ не ограничивается стимулированием роста и функции клеток Лейдига. Этот гормон воздей-

ствуется и на клетки Сертоли, стимулирует секрецию андроген-связывающего протеина (АСП) и превращение тестостерона в эстрогены. Секреция ФСГ регулируется половыми гормонами, а также ингибином и регуляторным протеином, которые секретируются клетками Сертоли.

Андрогены стимулируют рост и функционирование придаточных половых желез, влияют на состав спермы, обеспечивают оптимальные условия для сперматогенеза, продвижения и созревания спермиев в канале придатка семенника. После превращения в мозге в эстрогены, тестостерон регулирует выделение ЛГ и влияет на поведение самца. Тестостерон связывается с АСП в семенных канальцах и концентрация гормона в них и канале придатка семенника повышается, что важно для сперматогенеза.

Для поддержания сперматогенеза требуется совместное воздействие ФСГ и андрогенов, вырабатываемых под влиянием ЛГ. Уменьшение секреции ФСГ и ЛГ тормозит продукцию андрогенов и ослабляет сперматогенез. Понижение уровня андрогенов стимулирует дополнительное выделение гонадотропинов, которые снова повышают секрецию андрогенов и образование спермиев. У быков и хряков в течение года постоянный уровень секреции ФСГ и ЛГ. У баранов, козлов и жеребцов секреция гонадотропинов уменьшается после окончания случного сезона и остается низкой до следующего сезона. С наступлением его внешние факторы (продолжительность светового дня, температура) дают толчок к выделению гипоталамусом ГнРГ, который стимулирует секрецию и выделение ФСГ и ЛГ гипофизом.

У баранов важную роль играет и щитовидная железа. Введение им тироксина летом способствует снижению спермиев с различными аномалиями и повышению образования нормальных клеток.

У половозрелых животных выделение ЛГ происходит нерегулярно эпизодически, с промежутками в 2–4 ч (3–7 раз в течение дня). Секреция и выделение ЛГ контролируется гонадотропин-релизин-гормоном (ГнРГ). Примерно через 40 мин после каждого пика ЛГ следует пик тестостерона, а через 40–80 мин содержание его снижается до исходного уровня. Андрогены повышают чувствительность эпителия семенных канальцев к ФСГ. Этот гормон, вызывая размножение сперматогоний, дает начало сперматогенезу.

В извитых канальцах впервые спермиев обнаруживают у быков в возрасте 7,5 мес., у баранов и хряков – около 5 мес., у жеребцов – в 13 мес. Способность к воспроизведению появляется позднее, после нача-

ла образования *спермы* с достаточным для оплодотворения количеством спермиев. Факторы внешней среды (температура, продолжительность светового дня, кормление и содержание, болезни) оказывают большое влияние на сроки достижения половой зрелости.

У половозрелых быков в каждом придатке содержится до 4 мл сливочно-белого цвета, вязкой жидкости с концентрацией спермиев от 2,5 до 5 млрд./мл. Всего оба придатка могут вмещать до 20 и даже до 40 млрд. спермиев, у барана – до 40–60 млрд.

Врожденные аномалии половых органов

Застой спермиев. Соединение семенника и придатка семенника происходит за счет прорастания клеточных тяжей. Тяжи растут навстречу друг другу, становятся полыми и соединяются в единую систему, состоящую из извитых и прямых канальцев, сети семенника и семявыносящих канальцев. Если в тяжах образование каналов не происходит, то это может послужить причиной застоя спермиев. Причиной может явиться и обеднение кислородом тканей придатка семенника вследствие замедления тока крови, что приводит к повреждению эпителия семявыносящих канальцев, парализует движения спермиев и вызывает образование очагов застоя спермиев. В конечном итоге вся система канальцев становится непроходимой.

При отсутствии просвета в семявыносящих канальцах самец при достижении половой зрелости не способен оплодотворить самку. Спермии скапливаются в области головки придатка, образуются места уплотнения. Если застой развивается постепенно, то способность к оплодотворению может исчезнуть в течение одного или двух половых сезонов. При тщательном исследовании придатков семенников можно выявить очаги скопления спермиев в виде утолщений или бугорков в области головки придатка.

Анорхидизм – врожденное отсутствие одного или обоих семенников встречается крайне редко и обычно связано с крипторхидизмом.

Крипторхидизм. В процессе эмбриогенеза половые железы у собак находятся в брюшной полости и затем опускаются в мошонку: у собак через 5 дней после рождения, у хрячков к моменту рождения, иногда за 20–25 дней до него. У баранчиков этот процесс заканчивается к 80-му дню, а у бычков – в 3–3,5 мес. внутриутробного развития. Андрогены ускоряют опускание семенников в мошонку, эстрогены задерживают этот процесс. У кобыл на 5–6-м месяцах беременности отмечается повышенное содержание в крови эстрогенов и заметное

увеличение половых желез у плодов. Очевидно, поэтому у жеребчиков опускание семенников происходит только к моменту рождения.

Если семенники остаются в брюшной полости или паховом канале, то развитие их замедляется, сперматогенез не может осуществляться полностью вследствие нарушения терморегуляции и это приводит к уродству – крипторхидизму (рис. 1.8).

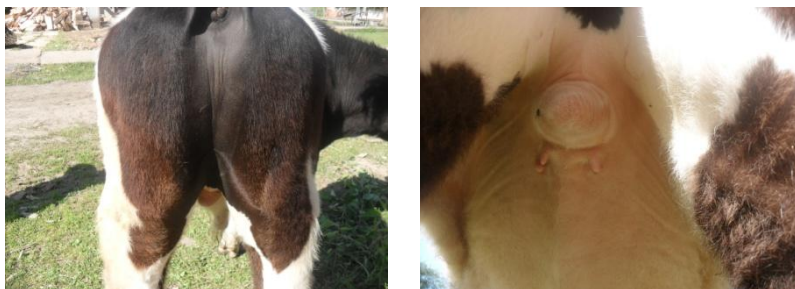


Рис.1.8. – Бычок крипторхид: а – вид сзади; б – мошонка без семенников (вид снизу)

В зависимости от месторасположения семенников различают абдоминальных и ингвинальных крипторхидов. Эта патология чаще встречается у жеребчиков и хрячков, а также у кобелей, реже – у жвачных. Возможно одностороннее или двустороннее проявление крипторхидизма. Иногда семенник остается в брюшной полости, а gubernaculum и/или только придаток семенника находится в паховом канале. Проявление половых рефлексов нормальное, но в эякуляте отсутствуют спермии (аспермия) или отмечается различной степени олигоспермия (ничтожное количество их). При одностороннем крипторхидизме нормальная железа нередко увеличена, плодовитость самца не нарушена.

Гипоплазия семенников заключается в недостатке зародышевого эпителия в семенных канальцах. Начинает проявляться в период раннего эмбриогенеза и при последующей дифференциации половых желез. Изначальным может оказаться ограниченное формирование зародышевых клеток в желточном мешке, происходящее под контролем специфического фактора роста, а в последующем недостаточная пассивная миграция их посредством инвагинации задней кишки в полость эмбриона, и затем слабая активная миграция в энтодерму, мезенхиму и в нейтральную гонаду.

Возможно также нарушение процесса размножения или дегенерация зародышевого эпителия. Сперматогенез совсем не происходит или чаще не завершается формированием зрелых сперматозоидов. Обнаруживается после начала полового созревания. При явно выраженной патологии отмечается отсутствие спермиев в эякуляте, в других случаях – малое количество их. Синдром Клинефельтера (кариотип XXУ) с признаками гипоплазии семенников иногда проявляется у быков, редко у баранов и хряков.

Возможно поражение одного или обоих семенников. При двусторонней полной гипоплазии сперматозоиды совсем не образуются, и животное отличается абсолютным бесплодием. При двусторонней частичной гипоплазии концентрация сперматозоидов низкая, а процент патологических сперматозоидов высокий. В результате этого самец бесплоден или проявляет всегда пониженную плодовитость. Односторонняя гипоплазия слабо влияет на плодовитость, так как нормально развитый семенник вырабатывает такое количество сперматозоидов, которое обеспечивает удовлетворительную оплодотворяемость.

У быков при гипоплазии чаще недоразвит левый семенник. Величина его обычно меньше, но может быть и нормальной. В отличие от самки двусторонняя гипоплазия семенников не влияет ни на половой инстинкт быка, ни на вторичные половые признаки. Недоразвитие касается только сперматогенного эпителия, а не интерстициальных клеток Лейдига, которые вырабатывают тестостерон.

Состав и свойства спермы. Сперма (семенная жидкость) состоит из: *спермиев* и жидкой части – *плазмы*. Спермиев и секрет, в котором содержится спермии и тестостерон, вырабатывают семенники. Плазма состоит из секретов придаточных половых желез, канала придатка семенника и ампул семяпроводов (у жвачных). В процессе эякуляции секрет придаточных половых желез смешивается с секретом придатка семенника, разбавляет его и активизирует движения спермиев.

Цвет и консистенция спермы зависят от концентрации спермиев. Чем выше их концентрация, тем более вязкая консистенция спермы, тем более белый цвет ее. Сперма быка и барана сливочно-белого (иногда желтоватого) цвета. Сперма птиц молочно-белого или слегка желтоватого цвета, сливкообразной консистенции. Сперма жеребца и хряка серовато-белого цвета, водянистой, иногда вязкой консистенции.

Запах сперма не имеет. Изменение цвета спермы или появление в ней запаха дает основание для выбраковки эякулята.

Соотношение спермиев и плазмы у различных видов животных различное.

У *барана* объем жидкости из придатков семенников составляет 0,86 мл с концентрацией спермиев > 5 млрд./мл (спермии 30 %, секрет придатков – 50–60 % объема); остальная часть спермы – это секреты придаточных половых желез.

Придатки семенников *быка* выделяют 0,6 мл жидкости с содержанием спермиев 4,9 млрд./мл (15 % объема зякулята), секрет пузырьково-видных желез до 40 %, предстательной железы – 5–6 % и куперовых – 35–40 %.

У *хряка* спермии с секретом придатков семенников составляют 3 % (2–5 %) объема зякулята; пузырьковидные железы выделяют до 26 % объема, куперовы – 19 % (10–25%), предстательная железа – более 50 %; желеобразная фракция составляет 18 % всего зякулята.

У жеребца зякулят формируется в основном за счет секрета придаточных половых желез, и в особенности предстательной.

В зависимости от вида животных сперма содержит 85–98 % воды и 2–15 % сухого вещества.

Секрет придатка семенника имеет кислую реакцию (рН 5,8–6,2 у быка, 5,6–6,6 – у хряка), высокое содержание CO_2 и осмотическое давление, содержит мало электролитов. Такой состав благоприятствует длительному сохранению спермиев, находящихся в состоянии относительного покоя. В секрете содержится глицерил-фосфорил-холин. Он является источником фосфорной кислоты, которая используется в процессе гликолиза. В секрете содержится общий белок и андроген связывающий протеин (АСП), андрогены, фосфолипиды, свободные аминокислоты и аминоксахара, инозитол, прегненолон (у барана), эрготионин (у хряка).

Секрет ампул семяпроводов слабокислой реакции; содержит немного фруктозы и лимонной кислоты, а у быков и липохром, который придает сперме желтоватый цвет. У хряка и кобеля семяпроводы не имеют ампул.

Секрет пузырьковидных желез слабокислой реакции; у жвачных водянистый и прозрачный, у хряка и жеребца – слизистый. У быка содержит лимонную кислоту и фруктозу, у хряка – серосодержащие основания эрготионин и инозитол. У барана в секрете содержится простагландин.

Секрет предстательной железы водянистый, слабокислой (рН 6,5) или нейтральной реакции. Содержит протеолитические ферменты и

аминокислоты; электролиты (Na, K, Cl, Ca, бикарбонат, цитрат, лимонную кислоту, простагландины и антаглютинин).

Куперовы железы выделяют щелочной секрет (рН 7,8–8), прозрачный и тягучий, белковой природы. У хряка он выделяется в конце семяизвержения и, смешиваясь с секретом пузырьковидных желез, образует крупные, быстро набухающие зерна, препятствующие вытеканию спермы из половых путей свиньи. У барана секрет этих желез жидкий, богат фруктозой.

В целом плазма спермы имеет слабокислую реакцию у барана и быка (рН 6,5–6,7) или слабощелочную (7,2–7,3) у хряка и жеребца.

Буферность спермы определяется карбонатами, цитратами и фосфатами; усиливают буферность спермы и белки. Осмотическое давление определяется количеством растворенных в ней веществ: минеральных и органических. Выражается миллиосмомолях. Высчитывается на основании точки замерзания, которая для спермы животных равна минус 0,6°C, и исходя из правила, что раствор, содержащий в 1 л грамм-молекулу неэлектролита замерзает при минус 1,86 °С. Это и есть осмомоля; миллиосмомоля – минус 0,00186° С.

Современное надежное исчисление – это определение точки замерзания и затем деление полученного числа на 0,00186 (0,6 / 0,00186 = 322 миллиосмомолей).

Для получения равных по осмотическому давлению сперме растворов (изотонических) необходимо брать 1/3 грамм-молекулы неэлектролита на 1 л дистиллированной воды. Если берется электролит, то количество вещества уменьшается во столько раз, на сколько ионов диссоциирует его молекула. Например, для приготовления изотонического раствора натрия хлорида необходимо взять не одну треть, а одну шестую грамм-молекулы, т.е. 58,5 / 6.

Спермии (сперматозоиды) – самая важная часть эякулята. От их качества зависит оплодотворяющая способность спермы, жизнеспособность и наследственные свойства потомства. Они содержат 75 % воды и 25 % белков и жиров.

Длина спермиев от 0,05 до 0,08 мм. Состоят они из головки, шейки, тела и хвоста. У быка длина спермия 70 мкм, в т. ч. головки 8–10 мкм, шейки – 1 мкм, тела – 8–10 мкм и хвоста – 50 мкм. Спермии барана длиной 69 мкм (66–72), жеребца – 59 мкм (58–60) и хряка – 56 мкм (55–57).

Головка – ядро клетки. Она плоская, ширина 4 мкм, толщина – 1 мкм. Передняя часть слегка вогнута и это обуславливает поворачи-

вание спермиев вокруг своей оси при движении вперед. Содержит дезоксирибонуклеопротейд, в составе его ДНК и протейд из 17 остатков аминокислот. Передняя часть головки на $\frac{2}{3}$ прикрыта акросомой. В ней содержатся гиалуронидаза и акрозин. Повреждение акросомы приводит к потере способности спермия к оплодотворению.

Этот слой состоит из отдельных митохондрий, соединенных между собой концами и закрученных по спирали. Число витков варьирует от 12 до 80. Внутри каждой митохондрии находятся 2–3 продольные перегородки – кристы, а пространство между ними заполнено липидами, ферментами. Здесь вырабатывается энергия для движения.

В хвостовой части тонкие фибриллы окружены нитью в форме полукруглых ребрышек. Кончик хвоста не обвит этой нитью и в стареющем сперматозоиде возможно образование кисточки из разделившихся фибрилл. Снаружи спермий покрыт полупроницаемой тонкой оболочкой (мембраной), имеющей липидный слой (рис. 1.9).

Морфологические особенности, химический состав и функция отдельных частей спермиев позволяют провести тщательную оценку способности их к оплодотворению до момента использования спермы. В крупных организациях по искусственному осеменению (госплемпредприятиях) используются системы автоматизированной оценки качества спермы.

Многопрофильная модульная компьютерная программа AndroVision позволяет определять в окрашенных образцах не только процент живых спермиев, но и их длину и ширину, ассиметричные средние части, большой ранг морфологических аномалий (*модуль морфологии и морфометрии*). *Модуль жизнеспособности* предназначен для определения процента спермиев с неповрежденной цитоплазматической мембраной, а *модуль целостности акросом* – процента спермиев с поврежденной акросомой. Очень важным является автоматический подсчет процента спермиев с активными митохондриями (*модуль активности митохондрий*). Эти четыре модули выполняются на основе двойного окрашивания флуоресцирующими красителями приготовляемых мазков. Автоматическое определение процента спермиев с дефектной ДНК основано на галотехнике в комбинации с флуоресцентным окрашиванием (*модуль целостности ДНК*).

Спермии обладают подвижностью. Она необходима для распределения их в половых путях самки и проникновения через оболочки яйцеклетки в процессе встречи с ней и оплодотворения. Это свойство спермиев, характер их движений также определяется автоматически

путем классического анализа CASA (компьютерный автоматизированный анализ спермы).

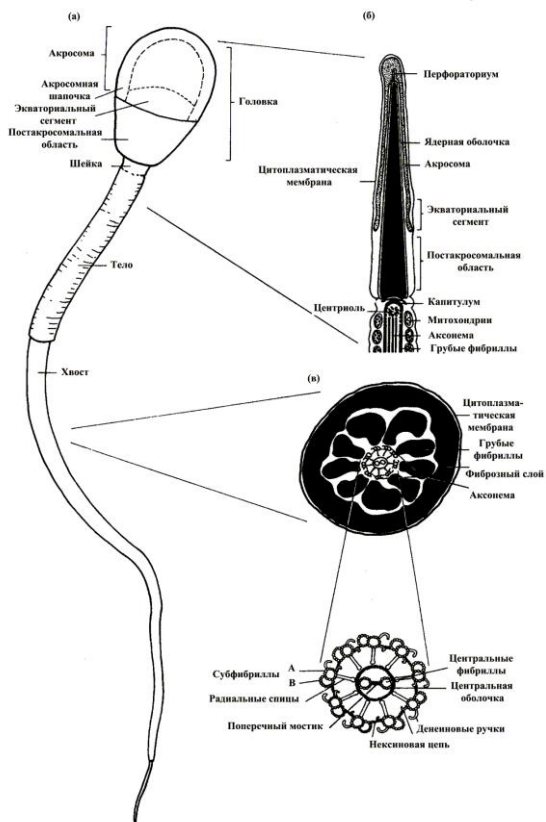


Рис. 1.9. Схема строения сперматозоида по *Bedford and Hoskins* [2].

Движение спермиев осуществляется за счет сокращений тела и хвоста. Начало сокращения возникает в шейке и захватывает последовательно парные фибриллы по кругу с последующим их расслаблением. Центральные фибриллы координируют сокращения и расслабления по всей длине каждой пары периферических фибрилл.

При движении вперед головка поворачивается вокруг продольной оси. Под микроскопом это проявляется вспышками света, отраженной головкой, когда она обращена то плоской поверхностью, то узкой стороной. Вследствие вращения головки хлыстобразные удары хвоста приходятся на разные стороны, и это обеспечивает прямолинейное поступательное движение.

В свежей сперме благодаря наличию отрицательного заряда спермии не склеиваются, располагаются параллельно и удары их хвостиков происходят ритмично и в такт. Это способствует одновременному передвижению их в одну сторону, что создает сильное вихревое движение жидкости. Это хорошо заметно в густых эякулятах барана.

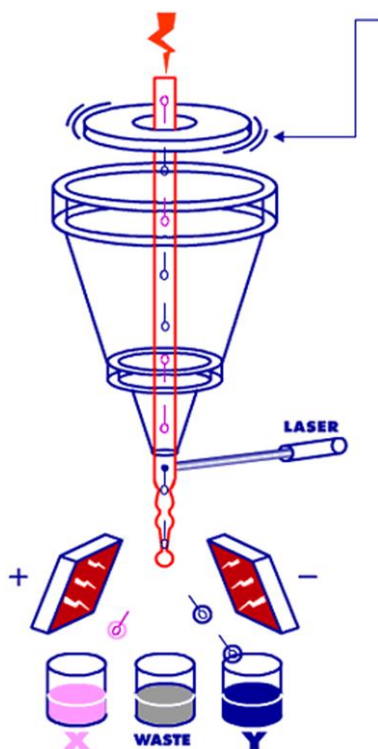
Скорость движения спермиев быка 6 мм/мин. (до 21 мм). Зависит от температуры, рН, вязкости среды и других факторов. Спермии способны к реотаксису, т.е. к движению против тока жидкости.

Разделение спермы по полу. Для успешного воспроизводства молочного стада необходимо получение ежегодно 44 телочек из расчета на 100 коров [3]. Если соотношение родившихся бычков и телочек будет одинаковым, то уровень репродукции (процент стельностей) должен составлять не менее 88. Однако наличие абортных и мертворожденных телят в стаде даже в допустимых величинах требует иметь более высокий уровень (около 95 %) репродукции. Такая величина является целевым показателем для молочных стад, хотя достичь ее по силам не каждому хозяйству. Поэтому для осуществления стабильно равномерного воспроизводства животных более реальным является смещение соотношения полов новорожденных телят в пользу телочек, а также создание идеальных условий для их роста и развития с целью как можно раннего осеменения.

Смещение соотношения полов может быть обеспечено использованием разделенной по полу спермы. Попытки разработать методы разделения сперматозоидов на две группы предпринимались многие годы. Однако лишь в последние два десятилетия это стало возможным после выявления признака, который позволяет определить в сперматозоиде наличие X- или Y-хромосомы.

Таким признаком, который положен в основу разделения или смещения соотношения двух типов сперматозоидов, является различие в содержании в них ДНК – в X-несущих сперматозоидах на 4 % больше ДНК. «Сексированной» принято называть сперму (семя), которая позволяет получать более 85 % потомства одного пола. В зависимости от использования двух принципиально разных технологий можно произ-

водить сперму, разделенную по полу (рис. 1.10), или сперму со смещенным соотношением полов (рис. 1.11).



Вибрирующий пьезоэлемент, делающий до 90000 движений в секунду, разбивает поток на капли, отделяя их точно по времени и месту. Расположение каждой последующей капельки в потоке строго контролируется.

Сперматозоиды распознаются в соответствии с Y или X хромосомами и после временной задержки размещаются в распределительный капилляр.

Заряд придается, когда сперматозоид достигает последней прикрепленной капельки.

Заряженные капельки отклоняются в сторону одного из двух магнитных полей: капельки со сперматозоидом с X хромосомой, имея отрицательный заряд, отклоняются к пластине с положительным зарядом, а со сперматозоидом с Y хромосомой и положительным зарядом – к пластине с отрицательным зарядом. Нераспознанные незаряженные капельки опускаются вниз (брак – waste)

Рис. 1.10. Разделение спермы по полу с использованием технологии *ST Sexed Ultra*

Обе технологии преследуют одну единственную цель – увеличить процент выхода телок и минимизировать влияние технологической обработки спермы на ее оплодотворяющую способность.

Сперма, разделенная по полу – официальное патентованное название спермы, произведенной по технологии *ST Sexed Ultra*. Эта технология позволяет разделить сперму на 3 фракции – сперматозоидов, несущих Y-хромосому, X-хромосому и нераспознанных (брак).

Заряд придается, когда сперматозоид достигает в последней прикреплённой капельке. Падающие заряженные капельки отклоняются в сторону одного из двух магнитных полей: капельки со сперматозоидом с X-хромосомой, имея отрицательный заряд, отклоняются к пластине с положительным зарядом, а со сперматозоидом с Y-хромосомой и положительным зарядом – к пластине с отрицательным зарядом. Нераспознанные незаряженные капельки опускаются вниз (брак). В соответствующих контейнерах накапливается 20 % сперматозоидов с Y-хромосомой и 20 % – с X-хромосомой.

Способ имеет коммерческое значение. Применяется во многих странах. Оплодотворяющая способность спермы 75–90 %. В РУП «Учхоз БГСХА» группа телок (140 голов) были осеменены импортной спермой (из Канады), разделенной по полу и обычной. От 59 телок, осеменённых разделенной спермой, получено 54 (91,5 %) телочки и 5 бычков. От 81 телки, осеменённой обычной спермой, получено 50 телочек (61,7 %) и 31 бычок (38,3 %). Осеменение разделенной спермой двух быков дало одинаковый результат – родилось 92,3 и 90,0 % телочек. Неразделённая сперма двух основных быков различалась – телочек было 53,5 и 75,9 %. Оплодотворяемость при 1-м осеменении составила в среднем 81 % (при использовании разделенной по полу спермы 69,4 %, обычной – 85,3 %) [4, 16].

Благодаря длительной эволюции технология *ST Sexed Ultra* достаточно отработана и позволяет достичь 90 % и более выхода телочек. Однако интенсивное воздействие физических факторов на сперматозоиды при разделении отрицательно сказывается на их оплодотворяющей способности. Возникает необходимость увеличивать количество клеток в дозе для достижения оптимальных показателей (4 млн. сперматозоидов до замораживания).

Технология ABS Sexsel. Сперма со смещённым соотношением полов – официальное патентованное название спермы, произведённой по технологии ABS Sexsel (Association of Animal Breeders). Компания ABS Global является ведущим мировым поставщиком генетики, репродуктивных услуг, технологий и средств ухода за выменем коров и в качестве подразделения входит в состав Genus plc (британской компании-лидера на рынке генетики в отрасли скотоводства и свиноводства). В 2011 г. холдинг Genus начал разработку технологии изменения соотношения полов в сперме. Цель разработки – снижение вредного воздействия процесса разделения клеток и повышение оплодотворяющей способности спермы при сопоставимом выходе телочек.

Принципиальное отличие этой технологии в том, что сперматозоиды не подвергаются разделению в электромагнитном поле, и не проходят через вибрирующие на высокой скорости пьезо элементы. По существу в процессе обработки половые клетки с X- и Y-хромосомами определяются по светимости в ультрафиолетовом спектре (облучение маломощным УФ лазером). Сперматозоиды с Y-хромосомой или нераспознанные (брак) подвергаются воздействию мощного лазера, прижигающего их хвостики, в результате чего они теряют способность двигаться, но остаются в сперме.

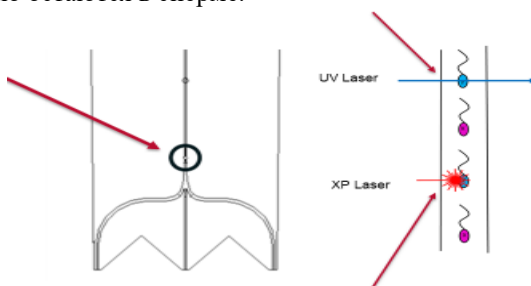


Рис. 1.11. Принципиальная схема технологического процесса *ABS Sexsel*

Отрицательного влияния их на результаты осеменения не выявлено. Благодаря отсутствию повреждающих факторов прежней технологии, оплодотворяющая способность спермы *ABS Sexsel* примерно на 2–3 % выше, и это позволяет достигать в среднем 90 % оплодотворяющей способности традиционной спермы при осеменении коров и телок. Всего проведено около 1,62 млн. осеменений спермой с минимальным числом подвижных сперматозоидов.

По сведениям Российского подразделения *ABS Sexsel* в 2020 г. оплодотворяемость телок после осеменения такой спермой составила в среднем 48,1–54,0 %, коров – 32,8–42 % при выходе телок 88,7 %. В дозе спермы для осеменения содержание подвижных сперматозоидов после оттаивания составляло 1,7 млн.

Другие компании обычно указывают концентрацию спермы до замораживания, но при оттаивании ее гибнет около половины сперматозоидов (2М – 2 млн. и 4М – 4 млн.) [5].

1.2. Репродуктивная система и ее функции у самок

1.2.1. Репродуктивная система

Наружные и внутренние половые органы. К *наружным* органам относят половые губы, преддверие влагалища и клитор; к *внутренним* – яичники, яйцеводы, матку и влагалище (рис. 1.12, 1.13).

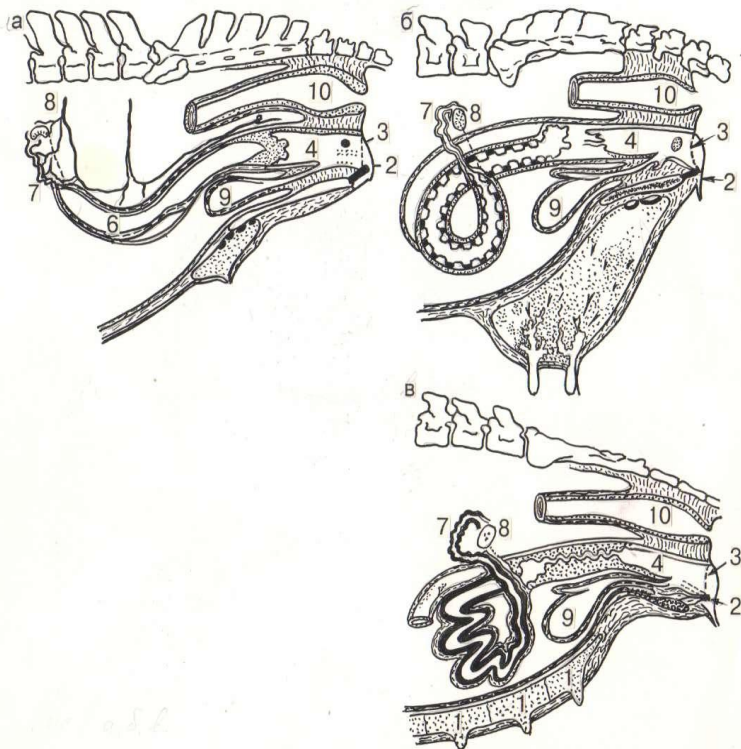


Рис. 1.12. Схема строения полового аппарата кобылы (а), коровы (б), свиньи (в). 1 – вымя; 2 – клитор; 3 – вульва; 4 – влагалище; 5 – шейка матки; 6 – рог матки; 7 – яйцевод; 8 – яичник; 9 – мочевой пузырь; 10 – прямая кишка. Левый яйцевод и рог, шейка матки и влагалище даны в разрезе; правый рог виден снаружи. Выделены: в яичнике кобылы овуляторная ямка, подвешивание рогов матки, влагалищная часть шейки с наружным отверстием, вульва с тупым нижним углом и округлым клитором; у коровы закрученные рога матки и карункулы; у свиньи извитость рогов матки и длинная шейка матки без выступающей влагалищной части [6].

В зависимости от вида животных и физиологического состояния внутренние половые органы расположены в тазовой или брюшной полости. Удерживаются они с помощью широких маточных связок. Связки представляют собой удвоение брюшины, идущее от поясничной области. В связках проходят сосуды и нервы.

Яичники, яйцеводы и матка снабжаются кровью трех парных артерий: семенной внутренней и маточной средней и задней. *Внутренняя семенная артерия* отходит от аорты в области 4-го поясничного позвонка, разделяется на *яичниковую ветвь* и *переднюю маточную*. Эта артерия сильно извивается в области верхушки рога матки и тесно прилегает к маточной вене, что обуславливает попадание ряда веществ (простагландины) из матки непосредственно в кровь артерии и затем в яичник. *Средняя маточная артерия* у кобыл отходит от *наружной тазовой*, а у коров от *пупочной*. Средняя маточная артерия хорошо развита и ее ветви образуют анастомозы между собой и с ветвями передней и задней маточных артерий. *Задняя маточная артерия* отходит от *геморроидальной* у кобыл и от *мочеполовой* у коров; снабжает кровью заднюю часть матки и влагалище.

При ректальной пальпации коров стельных во второй и третий периоды беременности диаметр, состояние кровотока и характер пульса артерий может быть использованы как один из признаков для установления стельности.

Преддверие влагалища и частично влагалище снабжаются кровью *внутренней срамной* и *запирательной* артерий. Отток крови из половых органов осуществляется по одноименным венам. У овец средние маточные вены отсутствуют, а кровь оттекает по передним пузырным и задним маточным венам. Иннервируются половые органы симпатическими и парасимпатическими нервными стволами.

Половые органы коров и телок. *Половые губы* представляют собой два выпячивания в виде валиков, расположенных над седалищными буграми; соединяясь, образуют верхний и нижний углы половой щели. Верхний угол закругленный, нижний – острый, имеет пучок длинных волос. У нормальных животных пучок волос клиновидный, а у телок фримаргинов – веерообразный. Наружная поверхность половых губ покрыта кожей, внутренняя – плоским многослойным эпителием. В толще губ содержатся мышечные волокна и соединительная ткань. Они формируют сфинктер вульвы – первый физический барьер, предохраняющий половые пути от загрязнений и инфекции. В верхней части мышечные волокна переходят в промежность и сливаются со

сфинктером ануса, внизу окружают клитор (гомолог полового члена), а впереди переходят в стенку преддверия влагалища. Между анусом и половой щелью находится *промежность*, представленная в основном рыхлой соединительной тканью. Она простирается вглубь между прямой кишкой и половым каналом и сходит на клин.

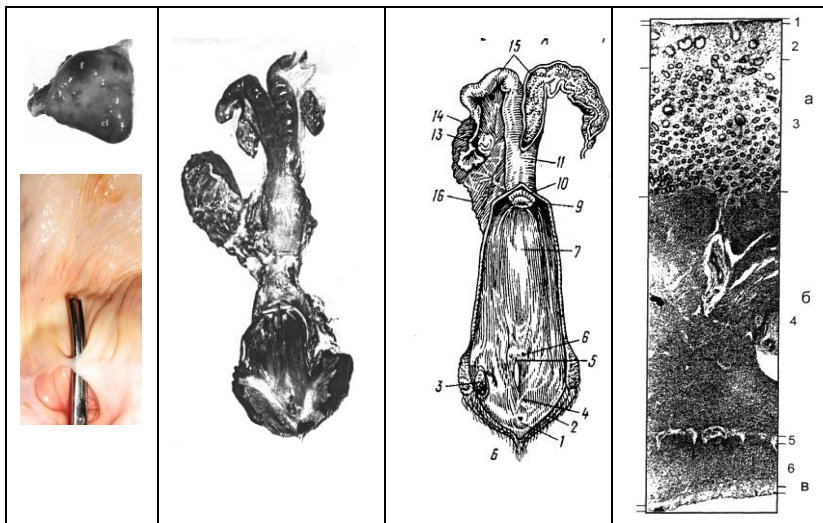


Рис.1.13. Половые органы : **а**¹ – яичник с желтым телом; **а**² – мочеполовой клапан интактной телки; **б** – половые органы телки; **в** – половые органы коровы: 1 – клитор; 2 – половые губы; 3 – отверстия вентральных и дорсальных желез; 4 – преддверие влагалища; 5 – отверстие мочеиспускательного канала; 6 – мочеполовой клапан; 7 – влагалище; 8 – мочевого пузырь; 9 – влагалищное отверстие шейки матки; 10 – шейка матки; 11 – тело матки; 12 – специальная связка яичника; 13 – яичник; 14 – яйцепровод; 15 – рога матки; 16 – широкая маточная связка; г – слои стенки матки: *а* – эндометрий (1 – покровный эпителий; 2 – компактный слой; 3 – спонгиозный слой); *б* – миометрий (4, 6 – слои кольцевых и продольных мышечных волокон; 5 – сосудистый слой); *в* – периметрий

Преддверие влагалища – узкий участок вагинальной трубки длиной 4–8 см. В норме оно сжато с боков и на разрезе представляет вертикальную щель.

От половой щели по направлению к влагалищу канал преддверия направлен снизу вверх и вперед. На границе с влагалищем открывается отверстие мочеиспускательного канала, нижняя стенка которого имеет

слепой мешок. По бокам от отверстия и сзади от него находятся выводные протоки Бартолиниевых желез.

Слизистая оболочка преддверия влагалища толстая, образует продольные складки; покрыта многослойным плоским эпителием. В течение цикла эпителиальные клетки этой оболочки, как и клетки влагалища, подвергаются изменениям. На нижней стенке расположены отверстия слабо развитых *малых* трубчатых желез. Выделяющаяся в период охоты и несколько дней спустя слизь образует рисунок в виде листка папоротника. В середине цикла в мазке в основном находятся малые эпителиальные клетки с крупным ядром, а также лейкоциты.

Мышечная оболочка содержит гладкие волокна, но в заднем участке ее имеется значительное количество пучков поперечнополосатых мышц. В боковой стенке преддверия, ближе к половой щели, расположено венозное сплетение, напоминающее пещеристое тело уретры самцов. *Наружная* оболочка преддверия состоит из рыхлой соединительной ткани, которая переходит в ткань промежности и прямой кишки.

Влагалище – представляет собой широкую трубку длиной более 20 см; является органом совокупления. Начинается от шейки матки и сзади переходит в более узкое преддверие влагалища. В норме влагалище сжато сверху вниз и на разрезе представляет собой горизонтальную щель. Передняя часть влагалища снаружи покрыта оболочкой. Внизу влагалище почти по всей длине прочно сращено с мочеиспускательным каналом. С боков между стенками влагалища и каналом таза находится соединительная ткань. Мышечная оболочка влагалища состоит из двух слоев гладких мышц: наружного слоя продольных и внутреннего – поперечных волокон. Слизистая оболочка покрыта плоским многослойным эпителием и не имеет желез. Она образует большое количество глубоких продольных и слабо выраженных поперечных складок. Возле шейки матки слизистая влагалища состоит из многослойных, вырабатывающих слизь клеток и тонких эпителиальных клеток. По направлению к преддверию влагалища число слизиобразующих клеток резко уменьшается.

У телок в месте перехода влагалища в преддверие влагалища отмечается сужение полового канала. Впереди отверстия мочеиспускательного канала находится перегородка – мочеполовой клапан в виде связки различной ширины и толщины (см. рис. 1.12 а²).

Впереди влагалище расширяется и обхватывает со всех сторон влагалищную часть шейки матки. Здесь между шейкой матки и

стенками влагалища образуются боковые, верхний и нижний карманы. Наиболее хорошо выражен верхний карман – свод влагалища. В стенке влагалища по бокам от отверстия мочеиспускательного канала в краниальном направлении идут два слепо заканчивающихся канала – остатки Вольфовых протоков (Гартнеровы ходы).

Матка служитместилищем для плода, обеспечивает рост и развитие его, а затем и выведение через родовые пути. У телок и небеременных молодых коров матка находится в тазовой полости, в ложбине лонного сращения. У многоорожавших коров в расслабленном состоянии она смещается в брюшную полость. *Шейка матки* длиной 5–10 см, толщиной 3–4,5 см расположена в тазу и лишь в середине беременности перемещается в брюшную полость. Она плотная, с толстыми стенками, четко ограничена и хорошо прощупывается рукой через прямую кишку. Задняя часть шейки матки на 2–3 см выдается во влагалище, образуя ясно выраженную влагалищную часть, в которой находится наружное устье. *Тело матки* сравнительно мягкое, длиной 2–5 см, впереди разделяется на два *рога*. На протяжении 10–15 см рога сращены между собой. В этом месте между ними снаружи хорошо заметна межроговая борозда (*желоб*). После раздвоения (*бифуркации*) рога расходятся в стороны, затем загибаются вниз и назад, а конечная часть их приподнимается вверх к яичникам и переходит в яйцеводы. В месте расхождения рога имеют диаметр 2–3,5 см, но по направлению к верхушке сильно истончаются.

Стенка матки толщиной 8–12 мм состоит из трех оболочек: серозной, мышечной и слизистой. *Серозная оболочка* (периметрий) покрывает матку снаружи. С боков тела и шейки и по малой кривизне рогов матки переходит в широкие маточные связки, на которых она и подвешена. *Мышечная оболочка* (миометрий) состоит из трех слоев гладких мышц. Слой наружных продольных волокон отделен сосудистым слоем от двух других слоев циркулярных и продольных волокон. В области шейки матки мышечные слои толще, особенно циркулярный слой. *Слизистая оболочка* (эндометрий) имеет трубчатые железы, которых насчитывается около 1 млн., изнутри покрыта призматическим мерцательным эпителием. В области тела и рогов матки в эндометрии имеются особые образования – *карункулы*. В каждом роге 4 ряда карункулов, по 10–14 в ряду, всего 80–112.

Слизистая оболочка шейки матки образует многочисленные мелкие продольные и толстые поперечные складки или кольца.

Противоположные складки заходят одна за другую, образуя извилистый *цервикальный канал*, который открывается внутренним отверстием в тело матки. В области влагалищной части шейки мощно развитые поперечные складки слизистой оболочки (верхняя и нижняя) образуют отчетливо выраженную розетку. Поверхностный эпителий слизистой оболочки шейки матки имеет многочисленные слизеобразующие (бокаловидные) клетки. Они постоянно выделяют слизь, закупоривающую цервикальный канал.

Яйцеводы – две извитые трубочки, служат местом оплодотворения яйцеклеток и обеспечивают проведение их в рога матки; располагаются в складках брюшины. Канал яйцевода начинается от верхушки соответствующего рога матки узким маточным отверстием. Наименьший диаметр (1–3 мм) яйцевода в области *перешейка*, который примыкает к рогу матки и составляет около половины всей длины. Средняя часть – *ампула*, имеет диаметр 3–5 мм, а конечная часть – *воронка* – 5–7 мм. Воронка открывается отверстием в брюшную полость. Свободный длинный край воронки называют *бахромкой*. Она тесно прилегает к поверхности яичника и это обеспечивает попадание яйцеклеток в отверстие яйцевода.

Стенка яйцевода состоит из трех оболочек: серозной, мышечной и слизистой. *Слизистая оболочка* покрыта мерцательным эпителием, который в узкой части яйцевода образует продольные складки. Движение ресничек эпителия направлено в сторону матки.

Яичники – половые железы, вырабатывают яйцеклетки и половые гормоны. Прикреплены к верхушкам рогов матки с помощью яичниковой связки, складки которой образуют открытый *яичниковый карман*. В нем располагается яичник.

Типичная форма яичников яйцевидная или округлая, но иногда они могут быть плоскими или иметь неправильную форму, что зависит от наличия в них фолликулов или желтых тел. Длина яичника 32–42 мм, ширина – 19–32 мм и толщина – 13–19 мм. Вся поверхность яичника покрыта *собственной белочной оболочкой*, под которой располагается поверхностный однослойный кубический эпителий. Вся остальная масса яичника состоит из двух слоев: периферического коркового и центрального мозгового. *Мозговой* слой содержит кровеносные сосуды, нервы и рыхлую соединительную ткань. *Корковый* (паренхиматозный) слой занимает большую часть яичника и состоит из клеток соединительной ткани, желтых тел и фолликулов на различных стадиях развития.

Половые органы овцы. Половой аппарат овцы аналогичен половому аппарату коров и отличается лишь размерами. *Яичники* имеют овальную или яйцевидную форму, в период диэструса величиной 1,3×1,1×0,8 см, массой от 0,6 до 3 г. Преддверие влагалища относительно короткое, 4–5 см. В стенке его две бартолиниевы железы и малые железы преддверия. Длина влагалища 8–12 см, возле отверстия мочеиспускательного канала возвышается небольшой валик, а у молодых ярочек в этом месте кольцевая складка. Матка двурогая двураздельная, массой около 100 г. Длина шейки матки 5–7 см, тела – 3–5 см и рогов матки – 10–20 см. В основании рога сращены между собой. Межроговый желоб хорошо выражен. Слизистая оболочка тела и рогов матки имеет 76–108 карункулов. Форма их округлая, на поверхности они имеют углубления. Слизистая оболочка шейки матки образует мелкие продольные и 7–8 крупных поперечных складок, высота которых в каудальной части цервикального канала достигает 1 см; вершины складок направлены в сторону влагалища. Задняя складка сильно выдается в полость влагалища, образуя устье шейки матки. Яйцеводы длиной 10–15 см. Яичники расположены в поясничной части брюшной полости, несколько позади и ниже почек. Они имеют овальную или яйцевидную форму, относительно крупные (в период диэструса 1,3×1,1×0,8 см) массой от 0,6 до 3 г. В период половой охоты яичники заметно увеличиваются.

Половой аппарат козы по строению и топографии аналогичен половому аппарату овцы.

Половые органы свињи. *Половые губы* выделяются в виде треугольника, нижний угол которого образован их заостренной спайкой. Влагалище с преддверием влагалища имеет длину 15–23 см, при соотношении их 2:1. Влагалище узкое, длиной 10–15 см. На границе с преддверием у intactных свинок заметно сужение полового канала. Впереди отверстия мочеиспускательного канала обнаруживается такая же перегородка, как и у телок, но толщина ее варьирует более сильно. Иногда она настолько тонка, что с трудом удается рассмотреть, не повредив ее, а в других случаях хорошо выражена. Иногда обнаруживаются две складочки, на расстоянии 1 см друг от друга.

Матка двурогая двураздельная. Шейка матки длиной 10–15 см без резких границ переходит сзади во влагалище, а впереди в короткое (2–3 см) тело матки. Рога матки в правой половине брюшной полости расходятся на обе стороны от тела матки и образуют большое число петель (рис.7.6), которые у молодых свинок располагаются недалеко

от тазовой полости, а у приносивших приплод – глубоко в брюшной полости. Длина рогов матки у половозрелых свинок составляет 50–75 см, у взрослых свиноматок достигает 90–200 см. Левый рог на 3–8 см длиннее правого (рис. 1.14а). Задние участки рогов срастаются своими стенками на протяжении 4–6 см. Диаметр рогов достигает 6 см, толщина стенок 2–4 см.



Рис. 1.14а. Половые органы взрослой свиноматки

Слизистая оболочка матки темно-красного цвета, сильноскладчатая. В области шейки складки в виде многочисленных (15–20) треугольных выступов расположены с боков. Верхушки их не совпадают, в результате чего канал шейки матки образует кривую штопорообразную линию (рис. 1. 14 б; 1.15 б).

Яйцеводы у свиньи выделяются отчетливо; длина их 15–28 см. Истмическая часть узкая, диаметром до 2–3 мм, составляет четвертую часть длины яйцевода, средняя часть – ампула, толщиной 3–5 мм и воронка – 5–6 мм. Конечная часть воронки очень расширена.



Рис. 1.14 б. Половые органы взрослой свиноматки в разрезе: 1 – преддверие влагалища; 2 – влагалище; 3 – шейка матки; 4 – тело матки; 5 – мочевого пузыря

Яичники у свинок вскоре после рождения овальной формы, гладкие, массой около 0,02 г; в них насчитывается до 60 тысяч первичных ооцитов. К пяти месяцам яичники приобретают форму и внешний вид боба, масса их увеличивается до 2–3 г.

У половозрелых животных они похожи на ягоду малины, имеют неправильную форму и размеры 4×3×3 см. У взрослых свиноматок яичники более или менее округлой формы, диаметры около 5 см. Поверхность их бугристая, что связано с наличием большого количества крупных фолликулов и желтых тел. Расположены они в брюшной полости на уровне 4–5-го поясничного позвонка; находятся в хорошо выраженных яичниковых карманах и тесно прилегают к мощно развитой бахромке яйцевода.

Половые органы кобылы (рис.1.15 а). *Половые губы* вверху образуют заостренный край, переходящий в шов промежности; нижний край их закругленный, прикрывает головку клитора полушаровидной формы. По бокам головки имеются хорошо выраженные складки слизистой оболочки. *Преддверие влагалища* длиной 8–16 см. По бокам его под слизистой оболочкой и отчасти под сфинктером вульвы имеются два пещеристых тела.

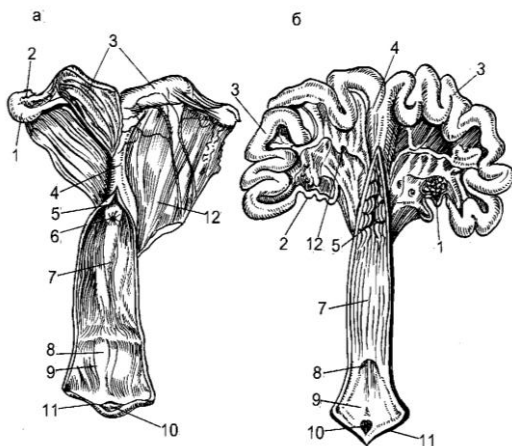


Рис. 1.15. Половые органы кобылы (а) и свињи (б): 1 - яичники; 2 - яйцеводы; 3 - рога матки; 4 - тело матки; 5 - шейка матки; 6 - отверстие шейки матки; 7 - влагалище; 8 - отверстие мочеиспускательного канала; 9 - преддверие влагалища; 10 - клитор; 11 - половые губы; 12 - широкая маточная связка.

В верхней части преддверия на 1,5–2,5 см впереди половой щели расположены выводные протоки Бартолиниевых желез, а по бокам его в толще слизистой оболочки расположены два ряда трубчатых желез, открывающихся в просвет преддверия несколькими выводными протоками.

Влагалище длиной 15–30 см. У молодых кобылок в задней части по всей окружности влагалища впереди отверстия мочеиспускательного канала имеется хорошо выраженная поперечная складка (мочеполовой клапан) с центральным отверстием.

Матка кобылы типично двурогая. Шейка матки длиной 4–8 см, диаметром 3–5 см, сзади выдается в полость влагалища. Эта часть ее имеет форму втулки; в центре ее расположено устье шейки матки. *Тело матки* представляет собой большой полый орган длиной 8–15 см и шириной 7–12 см. Впереди разделяется на два *рога*, длина их 8–15 см и ширина 4–7 см. Рога расходятся в стороны, несколько вперед и вверх.

Яйцеводы имеют вид сильно извитых трубочек, длиной 15–30 см. Расширенный брюшной конец яйцевода (воронка) имеет неровные края, тесно прилегает к яичнику в области *овуляционной ямки*, а *бахромка* яйцевода полностью прикрывает ее.

Яичники чаще бобовидной, иногда округлой или неправильной овальной формы, находятся в поясничной части брюшной полости вблизи верхушек рогов матки на уровне третьего или четвертого поясничного позвонка. Величина яичников различная в течение года, что в основном зависит от наличия развивающихся фолликулов. Снаружи они покрыты *серозной* оболочкой. Под ней расположена белочная оболочка, покрывающая почти весь яичник, за исключением *овуляционной ямки*, свободной от серозной оболочки и выстланной зародышевым эпителием. Расположена овуляционная ямка по малой кривизне над и имеет бархатистый вид. Яичника расположен по большой кривизне. В этом месте прикрепляется яичниковая связка и здесь начинается серозный покров яичника.

Врожденные аномалии половых органов

Врожденные аномалии половых органов встречаются у всех видов животных. Проявляются в виде атрезии вульвы, недоразвития яичников (гипоплазии), нарушения развития Мюллеровых протоков (аномалии влагалища, шейки и матки) и гермафродитизма. *Отсутствие яичников* крайне редкое явление. При отсутствии одного или обоих яичников половые органы недоразвиты (инфантильны), у животного отсутствует фолликулогенез и половая цикличность.

Недоразвитие (гипоплазия) яичников обусловлено генетическими причинами (аутосомным рецессивным геном), гипофункцией гипофиза или недоразвитием животного во внутриутробный период или в период акклиматизации, если он по времени совпал с началом полового созревания самки.

Среди популяций молочных и мясных пород современной селекции телки с этой патологией выявляются редко. Описанная ранее высокая частота (13,1 %) аномалий у шведского хайглендского скота в настоящее время также проявляется редко. Поражается чаще левый яичник (87,1 %), реже правый или оба яичника – 4,3 % и 8,6 %. Диагностировать недоразвитие яичников относительно просто. У особей с недоразвитыми яичниками (или недоразвитием одного яичника), несмотря на общее хорошее развитие, матка маленькая, захватывается в горсть, рога тоньше мизинца, дряблые. Сами яичники очень маленькие, узкие, веретенообразной формы, морщинистые, без фолликулов или желтых тел, пальпируются с трудом.

У телок с недоразвитыми обоими яичниками половая цикличность не проявляется вообще, а при недоразвитии одного яичника – позднее

обычного. При недокорме у телок половая цикличность также отсутствует, яичники атрофируются и становятся маленькими, но форма их округлая, матка лучше развита, и при улучшении кормления состояние анэструса устраняется.

Для профилактики инфантилизма необходимо выбраковывать животных с односторонним поражением гонад. Таким путем удалось снизить частоту аномалий яичников у шведского хайглендского скота. Важным является и полноценное кормление беременных животных и родившегося молодняка, правильный подбор пар и недопущение близкородственного разведения.

Нарушение развития Мюллеровых протоков ведет к аномалиям влагалища и матки. Чаще проявляется *гипертрофией мочеполового клапана*. В норме у телок во влагалище впереди отверстия мочеиспускательного канала имеется продольная перегородка, идущая сверху вниз в виде тонкой связки или нити. *Это мочеполовой клапан*. При гипертрофии его (см. рис. 1.13) влагалище сужено в задней части.

Возможно у телок и наличие сплошной перегородки между преддверием и влагалищем или перегородки с центральным отверстием. Яичники у таких животных развиты нормально, и после наступления половой зрелости отмечается половая цикличность. Во влагалище в период охоты накапливается секрет. Искусственное осеменение таких животных затруднено. После осеменения искусственно или естественно (*при перегородке с отверстием*), задержавшийся секрет может инфицироваться, развивается воспалительный процесс. Но если животное все-таки было оплодотворено, то в период родов отмечаются осложнения (узость влагалища). При своевременной постановке диагноза и перекрестном рассечении перегородки роды завершаются благополучно.

Сплошную перегородку во влагалище диагностируют во время покрытия, когда животное сильно напрягается, или при попытке искусственного осеменения, проведение которого невозможно.

При гипертрофии мочеполового клапана осеменение визцервикальным способом затруднено или невозможно. Осеменение ректо-цервикальным способом не представляет больших затруднений, и животное обычно оказывается стельным. Мочеполовой клапан остается целостным после осеменения и во время беременности, а иногда даже и после родов. Но обычно требуется акушерское вмешательство (рассечение клапана при задержке выведения плода).

Животных с этими аномалиями половых органов следует выбраковать.

Случаи *полного недоразвития (аплазии) Мюллеровых протоков* редки. У крупного рогатого скота при клиническом исследовании вместо матки находят два тяжа толщиной с вязальную спицу. При *частичной (сегментальной) аплазии протоков* отсутствует какой-либо участок половых путей. Эта патология обычно проявляется отсутствием одного из рогов матки. Обнаруживается чаще у животных шортгорнской породы. Мы обнаруживали однорогую матку у телок и первотелок черно-пестрой породы. У особей с однорогой маткой только один рог имеет полость, а второй узкий, в виде ленты с отложением жировой ткани. Другие органы нормальные, и животное может оплодотвориться в случае овуляции в яичнике на стороне нормального рога матки. Однако роды и послеродовой период протекают обычно с осложнениями.

Иногда рог матки с полостью очень короткий. В нем скапливается маточный секрет и образуется флюктуирующий мешок, который можно принять за беременную матку. Такие особи бесплодны.

Нарушение эмбрионального развития и сращения Мюллеровых протоков иногда приводит к удвоению шейки и тела матки. Такие аномалии встречаются у всех сельскохозяйственных животных. У крупного рогатого скота степень сращения каналов сильно различается и это приводит к развитию следующих аномалий:

двойная матка (*uterus didelphys*);

двойная шейка матки (*complete double cervix*); возможны затруднения во время родов вследствие внедрения конечностей плода в оба канала, но обычно в первую стадию родов происходит раскрытие одного канала шейки на стороне беременного рога матки;

неполная двойная шейка матки (*incomplete double cervix*) – один цервикальный канал в передней части и два канала в задней части шейки; один из каналов может слепо заканчиваться, но чаще спустя одну треть длины шейки сливается в общий канал;

двойное наружное отверстие (*double os uteri externum*) – одна шейка матки с вертикально расположенной полоской ткани у наружного отверстия;

встречаются случаи, когда в передней стенке влагалища, толщиной 2–3 мм, находятся на расстоянии 4–6 см друг от друга два отверстия, а за стенкой имеется сплошное пространство и шейка матки начинается без характерного для нее выступа; если животное было оплодотворено,

то во время родов требуется немедленное акушерское вмешательство, а именно, рассечение передней стенки влагалища между двумя отверстиями, которые не подвергаются значительному расширению в первую стадию родов.

Аномалии трубчатых половых органов обусловлены генетическими причинами, и поэтому животных с такой патологией необходимо выбраковывать. При наличии двойной матки или шейки матки плодовитость у животных нормальная, недоразвитие же половых путей может явиться причиной бесплодия.

Интерсексуализм (гермафродитизм) означает, что особь одного пола обладает одновременно признаками противоположного пола. Различают гермафродитизм истинный и ложный. При *истинном* гермафродитизме у особи имеются элементы и мужской и женской половых желез. Расположение и структура их могут быть различными. При одностороннем истинном гермафродитизме у особи с одной стороны имеются либо семенник и яичник, либо овотестис (т.е. смешанная железа), а с другой стороны – только яичник. У животных с двусторонним гермафродитизмом имеются два овотестиса, а с комбинированным с одной стороны семенник, а с другой – яичник.

У животных с *ложным гермафродитизмом* половые железы свойственны одному полу, а наружные и внутренние половые органы полностью или частично двуполы. Различают ложный гермафродитизм женский и мужской. В случае женского ложного гермафродитизма у особей с телосложением самца в брюшной полости находятся недоразвитая матка и яичники, и, наоборот, при мужском гермафродитизме у особей с телосложением самки имеются семенники и придаточные половые железы наряду с недоразвитой маткой.

У гермафродитов половые железы, как правило, уменьшены и недоразвиты. В овотестисе доли яичниковой и семенниковой части совершенно разные. Семенниковая часть имеет обычно гладкую поверхность и размер от ореха до голубинового яйца. Через слабо развитую белочную оболочку просвечивается паренхима семенника. Придаток семенника можно обнаружить не во всех случаях. Яичниковая часть овотестиса значительно меньше; она образует вместе с семенником единую структуру. Иногда яичниковую часть можно обнаружить лишь при гистологическом исследовании. В ней находятся фолликулы величиной от булавочной головки до горошины.

Истинный гермафродитизм наблюдали у всех видов домашних животных, но у крупного рогатого скота встречается чрезвычайно редко.

У свиней эта патология частая (до 1,5%) и имеет наследственный характер. Черкасова А.В. и Данилко Л.М. (1973) среди свиней с гинекологическими заболеваниями обнаружили 0,9 % особей с истинным и 1,9 % – с ложным гермафродитизмом. Но это зависит от многих факторов, и в большей мере от генетических качеств популяций животных. Указывалось и на большую частоту истинного гермафродитизма – соотношение истинного и ложного 4:1 [8].

У свиней при истинном гермафродитизме клитор переразвит, выступает из нижнего угла половой щели, длина его достигает 6 см. Половая щель маленькая, неправильной формы, влагалище сужено, шейка матки зарощена. Животные часто проявляют признаки самца, вспрыгивают на других животных. Во время эрекции клитор увеличивается в размере и выпячивается из половой щели. При вскрытии у животного обнаруживают один достаточно хорошо развитый яичник, а вместо другого – семенник (комбинированный гермафродитизм). Семяпровод от семенника идет по широкой маточной связке и впадает во влагалище. У особей с односторонним гермафродитизмом на месте левого яичника обнаруживается овотестис. Железа эта значительно больше правого яичника. От нее отходит яйцевод, который впадает в рог матки, и семяпровод, идущий по широкой маточной связке к влагалищу.

При ложном (как правило, мужском) гермафродитизме у свиней яичники отсутствуют, но имеются семенники с придатками. Эти железы имеют меньшую величину, а придатки увеличены; располагаются возле ануса или в брюшной полости. Вульва меньшей величины, но матка хорошо развита, хотя рога слепо заканчиваются и нередко наполнены соломенно-желтого или мутновато-белого цвета жидкостью. Обнаруживаются пузырьковидные железы, реже предстательная железа. Животных считают самками до тех пор, пока не достигнут возраста 5–8 мес. (полового созревания) и не начнут проявлять инстинкт самца. Хромосомный пол свиней-гермафродитов обычно женский – 36A + XX хромосомы, но в отдельных случаях обнаруживается мозаицизм – 36A + XX и 36A + XY.

Известным примером ложного гермафродитизма у крупного рогатого скота является *фримартинизм*. Фримартинами бывают телочки из разнополых двоен (в 92 % случаев). Морфологическую основу для развития фримартинизма создают сосудистые анастомозы между хорионами обоих плодов. В тех случаях, когда оба плода имеют совершенно разобщенное плацентарное кровообращение, особь женского

пола развивается в нормальную плодовитую телочку. Наличие анастомозов сосудов между плодами в двойне или тройне создает условия для взаимных гормональных влияний и обмена между близнецами клеточными элементами, содержащими различные половые хромосомы. Известно, что лейкоциты и клетки костного мозга таких близнецов имеют набор половых хромосом XX и XY; в клетках других тканей фримартинов кариотип соответствует женскому (XX), а бычков – мужскому (XY). Чужеродные клеточные элементы становятся составной частью кроветворной ткани особи, развиваются и приобретают в дальнейшем определенную функциональную роль. По-видимому, включение в кровь самки клеточных элементов с набором хромосом XY и последующее функционирование их блокирует превращение андрогенов в эстрогены, что способствует накоплению в организме телочки больших количеств тестостерона, а это приводит в период эмбрионального развития к частичной маскулинизации ее половых органов. Отмечено, что в одинаковом количестве ткани половой железы телочки-фримартина содержится тестостерона в 10 раз больше, чем в семеннике бычка.

У телок-фримартинов наружные половые органы недоразвиты, половая щель узкая, кожа половых губ морщинистая, в нижнем углу их густой пучок волос (веерообразный), клитор увеличен и похож на рудиментарный половой член. Влагалище узкое, короткое (до 5–6 см, в норме 13–15 см), слепо заканчивается. У взрослых телок-фримартинов влагалище увеличивается слабо (8–10 см), тогда как у нормальных животных оно достигает 28–30 см. Определить глубину влагалища можно с помощью полистероловой пипетки для внутриматочного введения лекарственных средств. Целесообразно это сделать сразу же после рождения разнополой двойни. При ректальном исследовании животного шейка и рога матки не пальпируются. Иногда на уровне шейки мочевого пузыря обнаруживаются пузырьковидные железы в виде бугристых образований. Яичников не находят или в паховой области находят такие образования, которые по своей форме значительно отличаются от яичников (недоразвитые семенники). При натяжении широких маточных связок иногда можно пальпировать недоразвитую или же асимметричную матку. Нередко вместо нее обнаруживают несколько плотных тяжей толщиной с вязальную спицу (Вольфовы и Мюллеровы протоки).

При хорошо выраженной степени фримартинизма особи в возрасте 8–10 месяцев имеют пышно развитый волосяной покров на затылке и

между рогами, габитус самца и в присутствии самок обнаруживают сильный половой инстинкт.

1.2.2. Половое созревание и начало циклической активности яичников

Способность к воспроизведению у самок возникает постепенно. Вначале происходит рост и созревание гипофиза. Вследствие влияния его гормонов, а также *лептина*, увеличиваются яичники и диаметр фолликулов в них. Крупные фолликулы вырабатывают *эстрогены*, которые обуславливают рост, развитие влагалища и матки. Половой аппарат самки приобретает способность выполнять свои функции. Внешним проявлением готовности является течка и половая охота; в яичниках происходит овуляция.

Половое созревание – прогрессирующий процесс, зависит от вида и породы животных (табл. 1.1), уровня кормления, условий содержания, сезона рождения других факторов. Повышение уровня кормления у телок и овец ускоряет половое созревание и увеличение живой массы. Рекомендуемый среднесуточный прирост живой массы в течение 15 мес. для черно-пестрого скота около 900 г.

Таблица 1.1. Возраст и живая масса самок при половом созревании

| Вид животных, порода | Возраст, мес. | Живая масса | |
|----------------------|---------------|-------------|-----------------------|
| | | кг | % взрослого животного |
| Кобылицы | 15 – 24 | 250 – 310 | 50 – 55 |
| Телки молочных пород | 8 – 13 | 240 – 260 | 35 – 45 |
| Телки мясных пород | 10 – 15 | 230 – 300 | 50 |
| Козочки | 5 – 7 | 10 – 30 | |
| Ярочки | 5 – 8 | 27 – 34 | |
| Свинки | 5 – 8 | 68 – 90 | 40 – 50 |

У свиней половое созревание стимулируют: кратковременное повышение уровня кормления и увеличение белка в рационе, оптимальный режим содержания, присутствие производителя, групповое содержание, смешивание гнезд и смена помещения. Задерживают наступление охоты и ослабляют признаки ее: продолжительный перекорм, отсутствие прогулок, холодное время года. Сезон рождения оказывает влияние на сроки наступления половой зрелости у кобыл, сук и особенно у овец.

Особенности фолликулогенеза у самок. У эмбрионов-самок в корковом слое яичников закладываются сотни тысяч фолликулов. *Примордиальный* (изначальный) фолликул содержит оогоний, слой фолликулярных клеток (гранулезу) и базальную мембрану. Большинство фолликулов остается в такой стадии до полового созревания. Затем они когортами включаются в процесс превращения в первичные фолликулы. Этот процесс инициируется стимулирующими факторами – кит лиганд (Kit ligand) и рапамициновый комплекс (mammalian target of rapamycin complex, mTORC1). Сдерживают процесс анти-мюллеровый гормон (Anti-Müllerian hormone, AMH), ферментный (phosphatase and tensin homologue, PTEN) и основной (forkhead box transcription) трансформирующий фактор. Протеиновый комплекс mTORC1 играет интегрирующую роль, так как активируется цепочкой условий – кормление, энергия, стресс, кислород [9].

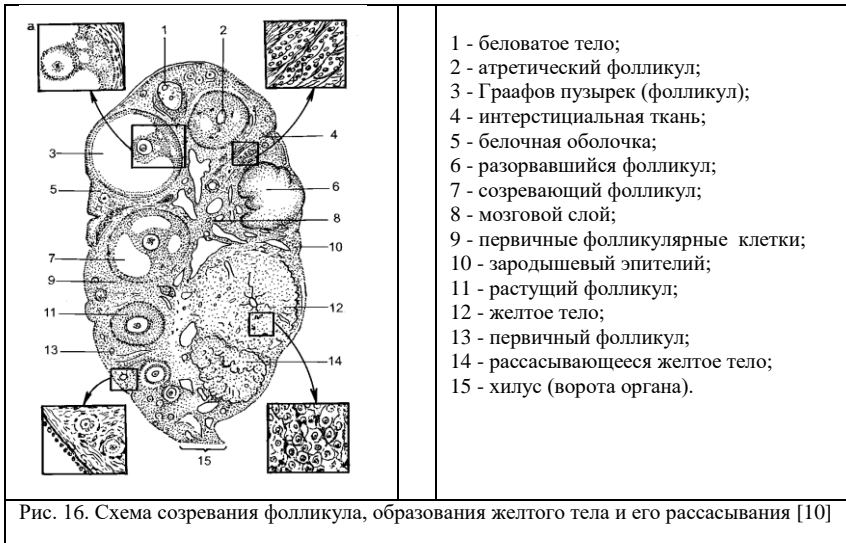
Одновременно с превращением фолликула увеличивается оогоний и превращается в первичный ооцит; вокруг него образуется прозрачная оболочка (*первичный фолликул*). Количество слоев фолликулярных клеток увеличивается до трех и более, а вокруг базальной мембраны образуется внутренний слой оболочки (*вторичный фолликул*). Между фолликулярными клетками появляются полости, и в них накапливается жидкость. Оболочка фолликула дифференцируется в два слоя: внутренний – тека интерна и наружный – тека экстерна (*ранний третичный фолликул*). Полости объединяются в одну. Ооцит остается в скоплении клеток, в *яйцевом бугорке* (рис. 1.16).

В полостном фолликуле (*Граафовом пузырьке*) выделяют: яйцевой бугорок с ооцитом; ободок клеток, выстилающих полость – *гранулезу*, окруженную мембраной; полость с фолликулярной жидкостью; двухслойную оболочку. Фолликулярная жидкость способствует увеличению фолликула.

Включение в когорту и быстрый рост малых полостных фолликулов (*волна роста*) инициируется периодическим повышением периферического уровня ФСГ. Фолликулы развиваются, пока находятся под влиянием ФСГ. По мере снижения зависимости от ФСГ происходит селекция отдельных (доминантных) фолликулов для продолжения развития, когда они становятся более чувствительными к действию ЛГ, что связано с наличием в гранулезе рецепторов к гормону.

Доминантный фолликул секретирует ингибин и эстрадиол, которые через гипоталамус способствуют снижению периферического уровня

ФСГ. Другие полостные фолликулы, еще зависящие от ФСГ прекращают развитие и подвергаются атрезии.



Доминантный фолликул продолжает развиваться и может оставаться доминантным в течение нескольких дней. Если концентрация прогестерона будет низкой, такой фолликул может овулировать. Но если содержание прогестерона поддерживается на высоком уровне, то это будет препятствовать пику ЛГ и способствовать повышению ФСГ. Доминантный фолликул подвергнется атрезии и начинается новая волна роста полостных фолликулов. Волны развития фолликулов без овуляции будут продолжаться до тех пор, пока не проявится высокий уровень ЛГ. Обычно длина полового цикла связана с числом волн развития фолликулов. Считается, что доминантными (кодоминантными) становятся фолликулы на стадии селекции с большим диаметром и сильным кровоснабжением, а также с лучшим развитием рецепторов в гранулезе к ЛГ.

В связи с накоплением жидкости (богатой эстрогенами), созревающий фолликул возвышается над поверхностью яичника. Внутренняя оболочка его приближается и соприкасается с оболочкой яичника. Обе они истончаются, появляется конусовидный выступ, на верхушке ко-

того образуется разрыв. Яйцевой бугорок (с ооцитом) теряет связь со стенкой фолликула и вместе с жидкостью выходит через разрыв: происходит *овуляция*.

Известны три ключевые факторы, способствующие овуляции:

а) увеличение местного кровоснабжения (гиперемия) и васкуляризация фолликула, вызываемая ПГ-Е₂ и VEGF (фактор роста эндотелия сосудов);

б) разрушение соединительнотканых волокон белочной оболочки яичника и базальной мембраны фолликула, обусловленное активацией протеолитических ферментов (коллагеназы и плазмина) вследствие локального увеличения прогестерона и ПГ-Е₂;

в) сокращение гладких мышечных волокон в наружном слое оболочки фолликула [9].

Стимулирует овуляцию ЛГ. Раздражение полового тракта способствует выделению гормона. У верблюдицы, крольчихи, кошки, хомяка овуляция происходит после полового акта. У других видов овуляция не зависит от коитуса. Перед овуляцией происходит редукционное деление первичного ооцита и образование первого полярного тельца.

После овуляции стенка фолликула становится складчатой. В центре складок формируется капиллярная сеть, которая обеспечивает кровоснабжение формирующегося желтого тела. Клетки его (*лютеальные*) развиваются из клеток гранулезы и внутренней оболочки. Процесс этот сопровождается интенсивной сосудистой реакцией. Увеличивается желтое тело максимально в течение 10–12 дней и имеет дольчатое строение (в результате увеличения массы 20 складок). В период интенсивного функционирования желтое тело не изменяется в величине, но клетки его быстро обновляются. Они подразделяются на большие стероид-секретирующие и малые лютеальные, фибробласты, гладкие мышечные волокна, перициты и эндотелиальные. Вырабатывает желтое тело гормон *прогестерон*. Поддерживает его функцию ЛГ, возможно пролактин; они действуют в связи друг с другом.

Если животное не было осеменено или же после осеменения не оплодотворилось, то желтое тело подвергается обратному развитию. Это *желтое тело полового цикла*. Регрессия желтого тела в конце полового цикла происходит вследствие выработки эндометрием эпсилатерального рога матки простагландина $\Phi_{2\alpha}$. При наступлении беременности желтое тело остается; его называют *желтым телом беременности*.

Развитие фолликулов в яичниках происходит постоянно. Но до наступления половой зрелости они не достигают зрелости и подвергаются обратному развитию (*атрезии*) без выхода яйцеклетки. У половозрелых животных многие фолликулы также подвергаются атрезии.

1.2.3. Половой цикл

С достижением половой зрелости у самок проявляется инстинкт спаривания. В их яичниках периодически созревают фолликулы, происходит овуляция, формируются желтые тела. Внешними проявлениями этих процессов являются *течка* и *половая охота*. Периодичность изменений в половых органах самок определяется термином *половой цикл*.

Половой цикл – это комплекс структурных и функциональных изменений, происходящих в половом аппарате, эндокринной и других системах самки от одной половой охоты до другой (или от одной овуляции до другой). Интервал между двумя половыми охотами (или овуляциями) составляет *продолжительность полового цикла*.

Дикие животные – *моноциклические*, имеют на протяжении года один половой цикл. Время года, когда у них проявляется половая активность, называют *половым сезоном*. Корова и свинья проявляют половую цикличность на протяжении всего года – это полициклические животные. Кобылы, овцы и козы – полициклические животные с выраженным половым сезоном. У них отмечается несколько половых циклов, после чего половая функция ослабевает.

В половом цикле выделяют четыре фазы: про-эструс, эструс, метэструс и диэструс.

Про-эструс – подготовительный период, характеризуется началом созревания крупных полостных фолликулов в яичниках и регрессией желтых тел предыдущего цикла. Созревающие фолликулы вырабатывают эстрогены. Под их влиянием усиливается кровоснабжение половых органов, половые губы набухают, увеличивается число слоев клеток слизистой оболочки влагалища, она становится толще и приобретает красный цвет. Секретция слизи клетками влагалища и шейки матки возрастает. Матка увеличивается, слизистая оболочка ее наполняется кровью и становится отечной.

Эструс – кульминационный момент полового цикла. Начало или конец этой фазы используется как точка отсчета для определения продолжительности полового цикла. Животное стремится к самцу, допускает на себя садку (половая охота). Половые губы опухают еще более

заметно, покраснение слизистых оболочек половых путей усиливается. Железы матки, клетки шейки матки и влагалища вырабатывают много слизи. Канал шейки матки расслабляется, слизь вытекает из половых органов (*течка*). Матка увеличивается, сократительная функция ее повышается. Завершается созревание фолликулов в яичниках, и у всех домашних животных, кроме коров, происходит овуляция.

Метэструс – проявляется после нормальной эстральной фазы. После разрыва фолликула клетки гранулезы и внутренней оболочки увеличиваются и превращаются в лютеальные; формируется желтое тело. В эндометрии разрастаются кровеносные сосуды, железы его вырабатывают маточное молоко. Секреция слизи ослабевает, канал шейки матки закрывается. Уменьшается приток крови к наружным половым органам, прекращается половая охота.

Диэструс – период между двумя циклами. Характеризуется доминированием желтых тел. Железы матки активны, мускулатура ее ослаблена, шейка закрыта. Консистенция слизи в шейке вязкая. Слизистая оболочка влагалища бледная.

У полициклических животных нередко упрощенно выделяют эстральную и меж-эстральную (метэструс, диэструс и про-эструс), или же фолликулярную и лютеиновую фазы.

Анэструс – длительный период полового покоя, в течение которого функция яичников ослаблена. Развитие фолликулов не происходит или слабо выражено. У полициклических животных после окончания послеродового периода анэструс считается состоянием патологическим.

Явления (феномены) полового цикла: течка, половая охота, половое возбуждение – проявляются в связи с созреванием в яичниках фолликулов. *Течка* – выделение слизи из половых органов. Характеризуется гиперемией половых органов, разрастанием эпителиальных и слизеобразующих клеток во влагалище и шейке матки, а также желез слизистых оболочек яйцеводов и матки. Число слоев эпителия во влагалище увеличивается с 3–4 до 18–20. Отторгаются поверхностные эпителиальные клетки.

Половое возбуждение – проявляется беспокойством, отказом от корма, увеличением двигательной активности. Самка проявляет "интерес" к самцу, может вспрыгивать на него или других самок, но садку самца на себя не допускает.

1.3. Контроль циклической активности яичников

1.3.1. Гормоны и биологически активные вещества

Регуляция репродуктивной функции самок является сложным многофакторным процессом. Основная роль в естественном контроле полового цикла принадлежит гипоталамусу, гипофизу и половым железам. Эти органы формируют гипоталамо-гипофизарно-яичниковую ось. Один конец оси находится под влиянием коры головного мозга, зрительного бугра и среднего мозга, которые воспринимают свет, обоняние и осязание. На другой конец оси накладывается влияние матки на яичники.

Гипоталамус регулирует деятельность всей эндокринной системы. В его клетках секретируется гонадотропин-релизинг-гормон (ГнРГ) и окситоцин, который скапливается в задней доле гипофиза, а также нейроподвижные (neurotransmitter) субстанции (норадреналин и серотонин) и опиоидные пептиды – β -эндорфин и мет-энкефалин. Секреция ГнРГ зависит от нейропептида – кисспептина, также секретируемого нейронами гипоталамуса. Кисспептин действует непосредственно на нейроны, секретирующие ГнРГ, влияет на сроки полового созревания и уровень ГнРГ у сезонно полициклических животных.

Гонадотропин-релизинг-гормон стимулирует выделение *гонадотропных гормонов* – ФСГ (фолликулостимулирующего) и ЛГ (лютеинизирующего). Секреция ФСГ и ЛГ контролируется двумя системами. Соответственно имеются два гипоталамических центра. Тоническая эпизодическая система обеспечивает продолжительную базальную секрецию гонадотропинов, стимулирует рост зародышевой и эндокринной ткани яичника. Обычно проявляется высокой амплитудой пульса ЛГ с низкой частотой (каждые 4–8 ч) в лютеальную фазу полового цикла. Пульсаторная система контролирует непродолжительные массивные выделения ФСГ и ЛГ, особенно ЛГ, необходимые для созревания и овуляции фолликулов. Большая частота (каждые 1–2 ч) пульса ЛГ высокой амплитуды в конце фолликулярной фазы цикла.

В регулировании выделения гонадотропинов участвуют и другие субстанции. *Норадреналин* стимулирует выделение ФСГ и ЛГ; при его отсутствии блокируется вызываемое эстрадиолом выделение ЛГ, которое необходимо для овуляции. *Серотонин* угнетает базальную секрецию ЛГ. Эти вещества обнаружены в высоких концентрациях в гипоталамусе и крови гипофизарной портальной системы. Контролируют деятельность гипофиза и эндогенные опиоидные пептиды, выде-

ляемые мозговой тканью (*β -эндорфин, мет-энкефалин*). Они предотвращают выделение ГнРГ из нервных окончаний в ножку гипофиза. ГнРГ не попадает в кровь и в переднюю долю гипофиза и выделение ФСГ и ЛГ не происходит. Инъекция опиоидных пептидов угнетает секрецию ФСГ и ЛГ, но стимулирует выделение пролактина. Введение налоксона (*naloxone*), специфического опиоидного ингибитора, вызывает повышение концентрации и частоты эпизодического выделения ФСГ и ЛГ.

Клетки гипоталамуса секретируют и окситоцин. Этот гормон скапливается в клетках задней доли гипофиза. Окситоцин стимулирует сокращение гладких мышц матки, инициирует роды, а при половом акте (осеменении), способствует передвижению спермиев в половых путях самки. Он вызывает также сокращение миоэпителиальных клеток вымени и обеспечивает выведение молока из альвеол в молочные протоки и цистерну (припускание молока).

Чувствительность матки к окситоцину определяется концентрацией в эндометрии рецепторов к этому гормону. Прогестерон уменьшает количество рецепторов, понижает чувствительность матки к гормону. Под влиянием эстрогенов содержание рецепторов возрастает; чувствительность матки к окситоцину повышается. Инъекция эстрадиола за 12–24 ч до введения окситоцина вызывает увеличение рецепторов.

Передняя доля гипофиза сама секретирует ФСГ, ЛГ, гормон роста (соматотропин) и пролактин (ЛТГ). ФСГ и ЛГ не обладают половой или видовой специфичностью и проявляют свое действие в комплексе. У самок ФСГ стимулирует развитие фолликулов и выработку ими эстрогенов. ЛГ вызывает овуляцию зрелых фолликулов и синтез прогестерона желтым телом; он также поддерживает функцию желтого тела. Прولاктин стимулирует рост протоков и образование альвеол и долек в вымени. Вместе с соматотропином, кортикостероидами, этот гормон вызывает и поддерживает лактацию.

У жеребых кобыл в возвышениях эндометрия (чашах) образуется вещество – гонадотропин сыворотки жеребых кобыл (ГСЖК, eCG), обладающее действием, похожим на комбинированное действие ФСГ и ЛГ с преобладанием ФСГ; максимальная концентрация его в сыворотке крови на 3-м месяце. В плаценте человека и обезьян образуется вещество, обладающее действием, сходным с ЛГ – хорионический гонадотропин (ХГТ, hCG); выделяется с мочой. Очищенные препараты из СЖК (фоллигон, фостим и др.) и ХГТ (хорулон и др.) широко применяются в воспроизводстве животных.

В регуляции функции яичников участвует гормон роста (соматотропин) и лептин. *Гормон роста* действует на яичники через гипоталамус или посредством стимуляции синтеза и секреции в печени инсулин подобных факторов роста. *Лептин* (протеин из 140 аминокислотных остатков) синтезируется белыми клетками жировой ткани. Играет важную роль в регулировании потребления корма и репродуктивной функции, особенно в начале полового созревания, и на плодовитость. Действует непосредственно через гипоталамус и переднюю долю гипофиза (на уровень ЛГ), и репродуктивные органы, где также имеются рецепторы к этому гормону.

Поджелудочная железа секретирует *инсулин*, который взаимодействует с инсулин подобными факторами роста (ИФР), секретируемыми в печени, и играет большую роль в развитии доминантных фолликулов у коров. Инсулин – глюкорегуляторный гормон, секретируемый β -клетками поджелудочной железы. Первичными органами-мишенями его действия служат скелетные мышцы, печень и жировая ткань. Инсулин является фактором роста с многообразным влиянием на ткани. Его дефицит или избыток могут изменять функцию яичников. Действует инсулин на яичник не только через рецепторы инсулина, но также через рецепторы инсулин подобных факторов роста (ИФР). Выделено 2 типа факторов роста (ИФР-1 и ИФР-2) и два типа рецепторов к ним, а также 6 типов связывающих протеинов (ИФРСР).

Инсулин и ИФР, действуя синергично с ФСГ, стимулируют синтез эстрадиола гранулезой. Кроме того, они повышают концентрацию рецепторов ЛГ и стимулируют синтез андростендиона клетками оболочки фолликула и стромальными клетками. Возрастающая концентрация андрогенов в яичниках вызывает атрезию фолликулов, уменьшение клеток гранулезы, которые замещаются андроген-продуцирующей тканью.

Выяснено, что в развитии фолликулов большая роль принадлежит ооциту. Он секретирует два важных фактора: ростовой дифференцирующий фактор 9 (GDF9) и скелетный морфогенетический протеин (BMP15). Влияние на фолликулогенез проявляется путем взаимодействия ооцита с гранулезой и клетками оболочки фолликула.

Эпифиз играет важную роль в контроле репродукции у сезонно полициклических животных и в период полового созревания. Действует посредством секретируемого им мелатонина на выделение ФСГ, ЛГ и пролактина. Мелатонин продуцируется в период темноты (короткого светового дня) и может действовать не прямо на гипоталамус–

аденогипофиз, но через другие эпифизарные пептидные гормоны и ингибиторы гормонов.

У овец мелатонин проявляет действие в соответствии с фото-периодом. Введение мелатонина подобно эффекту увеличения часов темноты, вызывающему начало случного сезона у овец. Изменение содержания пролактина в их крови подобно изменениям при сокращении светового дня.

У лошадей удлинение светового дня активизирует гипоталамо-гипофизарно-яичниковую ось. У них снижение синтеза мелатонина действует стимулирующим образом на половую цикличность.

Гормон щитовидной железы – тироксин играет важную роль в контроле репродуктивной функции у мелкого рогатого скота.

В половых железах вырабатываются половые (гонадальные) стероидные гормоны – прогестины, андрогены и эстрогены.

Прогестерон секретруется желтым телом, в небольших количествах фолликулом перед овуляцией, надпочечниками и плацентой. Прогестерон действует на матку: увеличивает активность желез эндометрия и они выделяют *маточное молоко*, что способствует прикреплению и питанию зародыша; шейка матки выделяет густую слизь, которая закупоривает ее канал; сократительная функция матки и чувствительность ее к раздражителям понижаются, происходит растяжение матки растущим плодом. Через гипоталамус прогестерон тормозит развитие фолликулов и овуляцию. Стимулирует развитие альвеол и долек в вымени. У коров уровень прогестерона достигает максимума на 10–14-й день и быстро понижается с 18-го дня цикла. За 24–30 ч до следующей охоты желтое тело начинает быстро уменьшаться в величине. Во время охоты диаметр его около 1,5 см, а через 10–11 дней не превышает 0,5 см.

У овец прогестерон отрицательно ауторегулирует экспрессию гена рецептора прогестерона в просвете эндометрия и поверхностном железистом эпителии. У проявляющих половые циклы животных, потеря рецептора прогестерона сопровождается увеличением эпителиальных рецепторов эстрогена, а затем рецепторов окситоцина, что позволяет окситоцину индуцировать высвобождение в матке ПГ-Ф2α.

Прогестерон превращается в андрогены. В семенниках клетками Лейдига и Сертоли секретруется *тестостерон*. Совместно с ФСГ, этот гормон стимулирует размножение сперматогоний и образование сперматозоидов. Тестостерон влияет на развитие и функции придатка семенника, семяпроводов, уретры, придаточных половых желез. По-

средством влияния на обмен веществ андрогены стимулируют рост волос, характерное телосложение и развитие у самцов голосовых связок, обуславливающее более низкий голос (вторичные половые признаки). Половое влечение (libido) у самцов и самок, и агрессивность у самцов зависят от андрогенов.

Андрогены превращаются в *эстрогены*: эстрон, 17α - и 17β -эстрадиол, эстриол. Секретируются эти гормоны: фолликулами, плацентой, в небольших количествах надпочечниками и семенниками. Накапливаются эстрогены в фолликулярной жидкости и из нее попадают к половым органам.

Эстрогены усиливают кровообращение в половых органах, стимулируют рост слизистых оболочек матки и влагалища и секрецию слизи клетками шейки и влагалища. Способствуют разрастанию миометрия и усиливают сократительную функцию его; повышают устойчивость матки к инфекции; вызывают половую охоту. Играют важную роль в наступлении предродовых изменений в половых органах; стимулируют развитие молочных протоков вымени.

Огромная роль в контроле репродуктивной функции принадлежит и биологически активным веществам – простагландинам. *Простагландины* (ПГ) – биологически активные липиды. Содержатся в небольших количествах в каждой ткани тела. Высокое содержание их в пузырьковидных железах барана. ПГ- E_1 и ПГ- E_2 стимулируют сокращения матки и маточной части яйцеводов, но расслабляют другие участки их. Тем самым они облегчают продвижение спермиев к яйцеклетке и задерживают продвижение ее в полость матки до оплодотворения. ПГ- E_3 угнетает сокращения яйцеводов и матки.

В животноводстве широко используется ПГ- $\Phi_{2\alpha}$. У самок ПГ- $\Phi_{2\alpha}$ стимулирует сокращения яйцеводов и матки, регулирует передвижение сперматозоидов и зигот и играет первостепенную роль в родовом процессе, инициируя сокращения матки. ПГ- $\Phi_{2\alpha}$ выделяется эндометрием в конце полового цикла, вызывает рассасывание желтого тела (лютеолитическое действие) и обуславливает наступление охоты. У коров это действие проявляется с 6 по 16-й день цикла (наиболее сильно с 8 по 14-й день). У стельных коров с 6 по 180–200-й день, затем с 270-го дня (прерывание беременности или роды).

1.3.2. Эндогенный (естественный) контроль полового цикла

На ЦНС влияют внешние факторы (свет, температура, пища, самец и др.) и внутренние (гормоны яичника). Они стимулируют или тормо-

зят активность гипоталамуса (рис. 1.17). В клетках гипоталамуса секретируется ГнРГ. Под влиянием адекватных раздражителей ГнРГ выделяется из гипоталамуса, попадает в переднюю долю гипофиза и вызывает выделение ФСГ и ЛГ. Эти гормоны, воздействуя на яичник, стимулируют рост и созревание фолликулов, и секрецию эстрогенов доминантными фолликулами. На 16–19-й день цикла у коров, 12–14-й день у кобыл и 15-й день у овец и свиней отмечается резкое снижение содержания прогестерона в крови и увеличение эстрогенов. У коров и овец пик эстрогенов в начале эструса, затем идет снижение до базального уровня к моменту овуляции. У кобыл пик гормона в течение эструса, а у свиней – за 48 ч до начала эструса.

Эстрогены усиливают кровообращение и рост тканей вульвы и влагалища, стимулируют секрецию слизи клетками влагалища и шейки матки (*вызывают течку*). Под их влиянием повышается сократительная функция миометрия и происходят изменения в эндометрии, которые являются началом подготовки его к приему зародыша. У животного проявляется *половая охота*. Крупные (полостные) фолликулы вырабатывают ингибин и фолликулярный регулирующий протеин (ФРП). Ингибин (средней степени негативное действие) и эстрадиол понижают секрецию ФСГ и блокируют появление новых крупных фолликулов, а ФРП угнетает синтез эстрадиола второстепенными фолликулами, что приводит к атрезии их.

Другие пептидные гормоны яичников – активин активирует, а фоллистатин – угнетает секрецию ФСГ. В основном они проявляют действие на рост фолликулов и модулирование секрецию стероидов. Увеличение содержания эстрадиола повышает чувствительность крупных фолликулов к гонадотропинам и обеспечивает развитие их до овуляции. Эстрадиол через гипоталамус стимулирует выделение из гипофиза большого (*овуляторного*) количества ЛГ. В ответ на возрастание количества ЛГ усиливается рост клеток гранулезы фолликулов, начинается секреция прогестерона. Истончается стенка фолликула; это приводит к разрыву ее (*овуляции*).

Овуляция происходит спустя 12 ч после окончания охоты у коров, а у овец, свиней и кобыл до окончания охоты за 6, 10–15 и 24–36 ч.

На месте разорвавшегося фолликула образуется желтое тело, вырабатывающее прогестерон. Быстрое увеличение его содержания после охоты угнетает секрецию ГнРГ и препятствует дальнейшему высвобождению ЛГ. Овуляция новых фолликулов не происходит. Под

влиянием прогестерона эндометрий подготавливается к приему зиготы и обеспечивает нормальное протекание беременности.

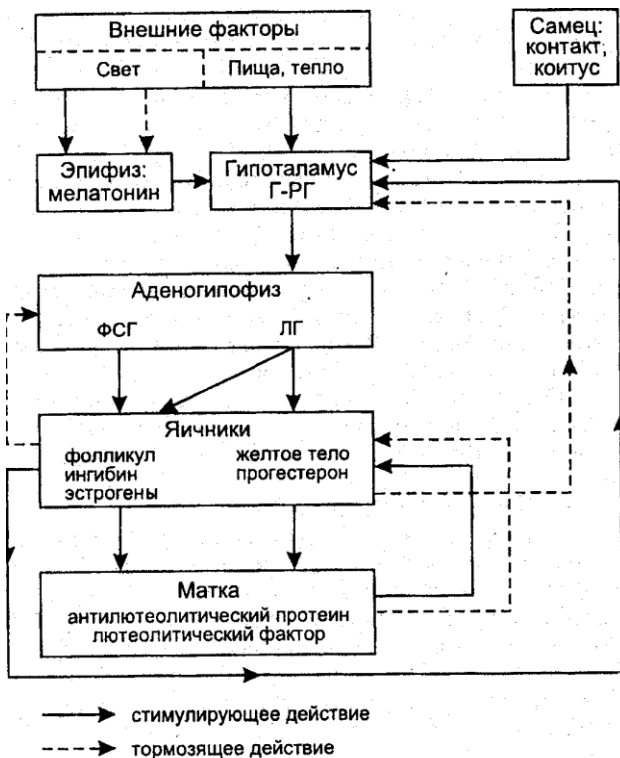


Рис. 1.17. Схема взаимодействия внешних и внутренних факторов в контроле репродуктивной функции самок

При отсутствии в матке зародыша, эндометрий выделяет ПГ-Ф2а, который вызывает регрессию желтого тела. Снижение прогестерона происходит на фоне наличия в яичниках растущих фолликулов. Рост их начинается сразу же после овуляции вследствие уменьшения уровня ингибина, ФРП и эстрадиола и последующего периодического увеличения ФСГ. Созревание фолликулов завершается овуляцией, заканчивается предыдущий и начинается новый половой цикл, а в случае оплодотворения развивается беременность.

1.3.3. Средства для искусственного контроля полового цикла

Синтетические аналоги ГнРГ: сурфагон, фертагил (оварелин), бусол (бусерилин ацетат) и др. При введении малых доз их происходит выделение ЛГ, уровень которого в крови повышается через 30 мин и достигает максимума через 2–3 ч. Выделение ЛГ стимулирует овуляцию. Введение больших доз ГнРГ вызывает выделение ФСГ и ЛГ, которые стимулируют рост и созревание фолликулов, их овуляцию.

Сурфагон применяют:

для своевременного проявления половых циклов после отела и повышения репродуктивной способности на 9–10-й день в дозе 50 мкг (10 мл) однократно или 5 инъекций по 10 мкг через 10–12 ч [11];

при гипофункции яичников, однократно 50 мкг, осеменение в выявленную охоту; при отсутствии охоты на 10-й день животное исследуют и при обнаружении в яичниках желтого тела инъецируют 2 мл простагландина и осеменяют в выявленную охоту или в фиксированное время (через 76–80 ч);

для лечения животных с кистами яичников, вводят 3 раза с интервалом 24 ч по 25 мкг;

для повышения функциональной активности желтого тела или стимулирования новой овуляции повторяющим половую охоту коровам (вводят на 4–6-й или 11–14-й день после осеменения);

перед осеменением (за 6–0,5 ч) для синхронизации овуляции и повышения оплодотворяемости.

Фертагил, оварелин (гонадорелин):

для нормализации полового цикла в послеродовый период: 1–2,5 мл на 20–30-й день после отела;

для лечения фолликулярных кист яичников: 5 мл при постановке диагноза (охота наступает через 18–23 дня);

для синхронизации овуляции, повышения оплодотворяемости, инъецируют 2,5–5 мл во время проведения искусственного осеменения;

для снижения эмбриональной смертности – на 11–14 день после осеменения.

Окситоцин – синтетический препарат, в 1 мл содержится 5 (10) ЕД. Окситоцин используется:

для стимуляции родов (у кобыл и свиней; свиньям следует вводить несколько раз малые дозы – 1–2 мл, дозы выше 10 ЕД вызывают спазм матки);

при задержании последа, эндометрите, атонии матки; для ускорения инволюции матки у коров после патологических родов;

при задержке молокоотдачи, а также при лечении животных с заболеваниями вымени, когда требуется полное освобождение его емкостей от секрета.

Гонадотропины. *Гормоны ФСГ и ЛГ* получают из передней доли гипофизов животных (свиньи, крупный рогатый скот). FSH-P – в картонной упаковке два флакона по 10 мл. В одном флаконе содержится FSH-P 50 мг, в другом растворитель (10 мл). ФСГ-СУПЕР – во флаконах по 5 мл. Один флакон содержит 50 единиц Арморовского стандарта (1000 ИЕ).

Применяют их для вызывания суперовуляции у коров – доноров эмбрионов в соответствии с инструкцией и выбранной схемой.

Гонадотропин СЖК (equine chorionic gonadotrophin, eCG) очищенные препараты: фоллигон, фостим, фоллимаг и др. Препарат фоллигон во флаконах по 1000 или 5000 ИЕ; в отдельных флаконах помещается растворитель. Применяется: для стимулирования половой цикличности при анэструсе (коровам 1000 ИЕ, овцам – 400–700 ИЕ); вызова суперовуляции у коров-доноров эмбрионов (от 1500 до 3000 ИЕ).

Гонадотропин хорионический (хориогонин, human chorionic gonadotrophin, hCG), получают из мочи беременных женщин. Препараты хорулон (Chorulon) и ЛН 1500, профази. Хорулон выпускается во флаконах по 500, 1000 и 1500 ЕД, в отдельных флаконах помещается растворитель. Применяются эти препараты:

для ускорения или синхронизации овуляции;

для лечения животных с фолликулярными кистами, вводят однократно коровам 3–5 тыс. ЕД внутримышечно;

для снижения эмбриональной смертности вследствие недостаточности желтого тела – на 11–14 день после осеменения;

для улучшения результатов осеменения у многократно осеменяемых коров – за 6–1 ч до осеменения.

ПГ-600 (Intervet) – препарат, содержащий 400 ИЕ eCG и 200 ИЕ hCG. Расфасован во флаконы по 5 доз + флакон растворителя 25 мл. Применяется молодым свинкам (живая масса 80–100 кг) для стимуляции половой охоты, а также всем свиноматкам после первого опороса в день отъема поросят или же на 8-й день только тем животным, которые не проявили охоту. Вводят препарат в дозе 5 мл. Охота наступает через 4–5 дней у 95 % животных при фронтальном применении и через 4–6 дней у 75% обработанных животных, у которых охота не проявилась в течение 7 дней после опороса. Применяют препарат и взрос-

лым свиноматкам на 8–й день после отъема поросят, если они не проявили охоту в это время.

Препараты прогестерона. При введении в организм экзогенного прогестерона в течение длительного периода (9–19 дней) задерживается наступление течки и охоты, но желтое тело регрессирует, половые центры сенсibiliзируются к эндогенным или введенным извне гонадотропинам. После прекращения введения гестагена следует периодическое выделение гипоталамусом ГнРГ, который вызывает выделение гонадотропинов и через 2–6 дней проявляется охота. Наступление ее можно ускорить введением ГСЖК.

Норгестамет (синтетический прогестерон) вводят крупному рогатому скоту (имплантируют) подкожно снаружи в области корня уха в дозе 6 мг на 8–12 дней с последующей инъекцией простагландина за 24 часа до извлечения имплантата. В начале обработки дополнительно делают инъекцию эстрадиола (5 мг). После удаления имплантата охота наступает через 24–120 ч (чаще через одни – двое суток) у 80 % или более животных. Осеменяют в фиксированное время через 48 и 72 часа. Нередко простагландин в такую схему обработки животных не включают.

Кресмап, Synchro-Mate B system – включает имплантат (длина 1,9 см, диаметр 3 мм; содержит 3 мг норгестамета) и 2 мл жидкости, содержащей 3 мг норгестамета и 5 мг эстрадиола. Имплантат вводят под кожу снаружи в области корня уха на 9 или 10 дней, а жидкую часть препарата – внутримышечно. Применяют коровам мясных пород и телкам. Дойным коровам, молоко которых используется в пищу людям, применять нельзя. Инъецированный прогестерон действует медленно и предотвращает овуляцию зрелых фолликулов, а имплантированный гормон тормозит созревание фолликулов в течение последующих 9–10 дней; эстрадиол способствует регрессии желтого тела, если оно имелось в яичниках в начале обработки. На 9-й день имплантат извлекают путем надреза кожи кончиком скальпеля. Осеменяют животных однократно через 54 ч, или двукратно через 48 и 72 или же через 48 и 60 ч после извлечения трансплантата.

Внутрь влагалища прогестинны вводят в виде металлической спирали, покрытой импрегнированной прогестероном силиконовой трубкой – PRID и EASI-BREED "CIDR" с помощью специального влагалищного зеркала (расширителя). Слизистая оболочка влагалища абсорбирует прогестерон из устройства и в организме поддерживается высокая

концентрация его (как во время диэструса) в течение всего периода обработки.

PRID (*progesterone-releasing intravaginal device*) – прогестерон-выделяющее внутривлагалищное устройство; содержит 1,55 г прогестерона и дополнительно в желатиновой капсуле 10 мг эфира эстрадиола, который обладает слабым лютеолитическим действием. Используется для синхронизации половой охоты у коров и телок и при гипофункции яичников. Вводится на 12 дней во влагалище; за 24 часа до извлечения устройства делается инъекция простагландина. Охота наблюдается через 2–5 дней после извлечения устройства.

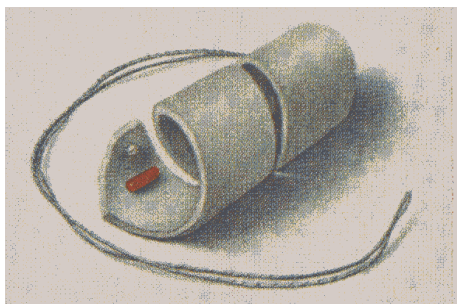


Рис. 1.18. PRID (*progesterone-releasing intravaginal device*) – прогестерон-выделяющее внутривлагалищное устройство

EASI-BREED "CIDR" содержит 1,9 г прогестерона; вводится во влагалище на 7–12 дней. После извлечения устройства охота наступает через 2–3 дня. Осеменяют животных в фиксированное время через 57 и 74 часа.

Более высокие результаты синхронизации и оплодотворяемость обеспечиваются при введении этих устройств на 13–14-й день цикла, по сравнению со вторым – третьим днями. Целесообразно за 24 ч до извлечения устройства сделать инъекцию простагландина. В таких случаях обеспечивается синхронизация охоты у 100 % животных.

Оллилтренболон (Allyl trenbolone, Regumate®) – жидкая субстанция, содержит 2,2 мг вещества в мл. Применяется кобылам для стимулирования половой цикличности, контроля сроков проявления или задержки охоты в случной сезон. Вводится с кормом в дозе 27,5–33 мг в течение 10 или 15 дней. Охота наступает в течение 8 дней после последней дачи, овуляция – через 7–13 дней.

Альтреногест (Regu-Mate Альтрезин®) – суспензия, содержит 4 мг вещества в мл. Оба этих препарата – оллитренболон и альтреногест применяют и для синхронизации половой охоты у свинок. Вводят с кормом или водой в момент кормления животных ежедневно в течение 18 дней в дозе 15–20 мг. Растворяют в чистом растительном масле из расчета одна доза в 5 мл раствора. Осеменяют свинок в фиксированное время (на 6 и 7-й день) после прекращения дачи препарата. Свиноматкам Альтрезин® применяют в день отъема поросят индивидуально перорально с кормом или принудительно непосредственно в ротовую полость в дозе 5 мл (альтеногест 20 мг) на животное один раз в сутки в течение 3 дней.

Простагландины естественные – Динолитик/Лутализ, Энзапрост-Ф, содержат в 1 мл раствора 5 мг динопроста. Коровам и телкам вводятся в дозе 25 мг (5 мл), свиноматкам 10 мг (2 мл), кобылам – 5 мг динопроста (1 мл).

Prosolvin – синтетический аналог простагландина F_{2a} нового поколения (лупростинол) – 7,5 мг/мл в растворе, с более выраженной лютеолизической активностью при меньшем воздействии на гладкую мускулатуру матки. Вызывает регрессию желтого тела с последующим ростом фолликулов, развитие течки и овуляцию. Дозы: крупному рогатому скоту 15 мг, лошадям 7,5 мг, овцам и козам, свиньям – 7,5 мг.

Tiaprost (Tiaprost, Piiren) применяют только свиньям в дозе 300–600 мг.

Синтетические препараты, содержащие клопростенол: эструмат, эстрофан, эстуфалан, клатрапростин, тимэстрофан (РБ) и др. выпускают в ампулах по 2 мл (в коробке 10 ампул) или флаконах по 10 мл с содержанием действующего вещества 250 мкг/мл. Применяют внутримышечно крупному по 500 мкг и мелкому рогатому скоту – 125–250 мкг, лошадям – 125–500 мкг, свиньям до 350 мкг.

В практике используется и чистый оптический изомер клопростенола – D-клопростенол. В молочном стаде (около 320 немецких фризских коров) в полевом опыте определено влияние D-клопростенола на лютеолизис у животных с тихой овуляцией. У 106 коров ультразвуковым исследованием в яичниках было выявлено желтое тело. Всем этим животным инъецировали внутримышечно 150 мкг D-клопростенола (2 мл Dalmazin®). Проявили половую охоту 81 корова в среднем через $3,8 \pm 1,8$ дня. У 20 оставшихся животных половая охота не была выявлена, но через 14 дней в их яичниках снова было обнаружено желтое тело, контролируемое УЗИ. После повторной обработки простаглан-

дином в той же дозе у 14 из этих животных в течение недели наступила охота. Таким образом, у 89,9 % коров, получавших лечение, половая охота могла быть вызвана двумя обработками простагландина. Оплодотворяемость после первого осеменения составила 30 % в обработанной группе и 39 % во всем стаде.

Эти результаты, а также не высокий уровень оплодотворяемости после максимум пяти осеменений, составляющий 60 % в обработанной группе по сравнению с 74 % во всем стаде, автор объясняет наличием серьезных недостатков в организации кормления и слабым проявлением половой функции у предварительно отобранных коров с признаками тихой овуляции. Но D-клопростенол достаточно эффективен для вызывания половой охоты. Но для повышения репродуктивной функции необходимо серьезное улучшение кормления и совершенствование выявления животных в охоте (Tierärztliche Umschau 57(9):508 · September 2002).

1.3.4. Видовые особенности полового цикла животных

Половой цикл коров. У телок и коров половые циклы проявляются во все сезоны года. Продолжительность их у телок 20 дней, у коров – 21 день. Длительность про-эструса 3 дня, эструса 16 ч (2–30 ч), метэструса 3–4 дня и диэструса 10–14 дней.

В течение цикла у телок и коров наблюдается две или три волны роста фолликулов в яичниках (рис. 1.18). Сокращение или увеличение продолжительности половых циклов (в норме до 18 или 24 дней) связано с числом волн развития фолликулов и сроками регрессии желтого тела. При двух волнах первая волна начинается в 1-й, а вторая – 9–10-й день полового цикла.

Соответственно крупный (доминантный) фолликул диаметром 9–14 мм присутствует в яичнике в течение 5–11-го дня, после которого начинается его атрезия (рассасывание); второй доминантный фолликул 9–16 мм присутствует в яичниках с 15-го по 20-й день. Начинает он выделяться среди других фолликулов за три дня до овуляции; диаметр его перед овуляцией 17,2 мм, у телок – 15 мм.

В циклы с тремя волнами начало волн в 1, 8 и 16-й день. Максимальный диаметр доминантных фолликулов или такой же, или может быть несколько меньше, чем при двух волнах развития. Это в большей мере зависит от индивидуальных особенностей животных. У низкоплодовых коров независимо от числа волн диаметр доминантных и овуляторных фолликулов меньше.

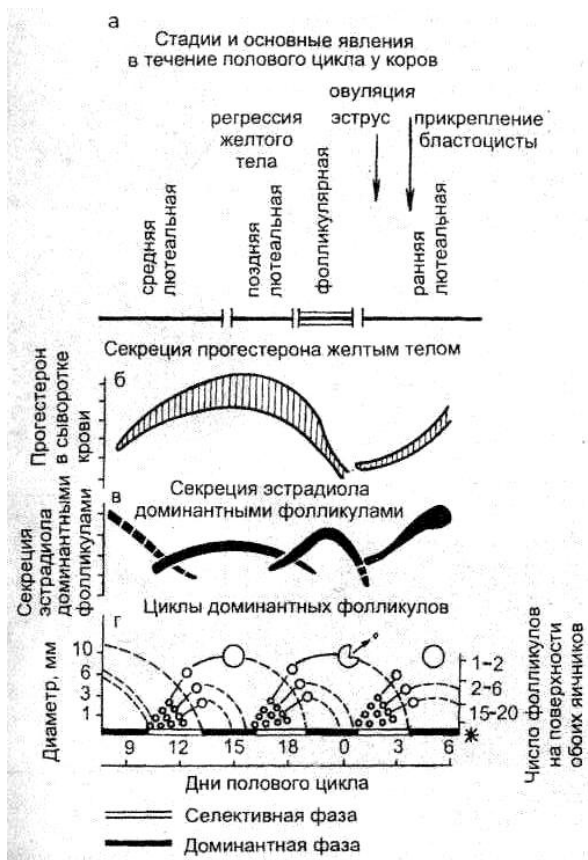


Рисунок 1.19. – Основные явления в течение полового цикла с тремя волнами развития фолликулов

После отела быстро увеличивается концентрация ФСГ и с 7–10-го дня отмечается рост фолликулов в яичниках, а в конце второй недели может произойти овуляция. Эти сроки повышения чувствительности яичников к гонадотропинам послужили основанием для применения ГнРГ на 9–10-й день после отела (Г.Ф. Медведев, Д.С. Долина, 1995).

В среднем интервал от отела до первой овуляции составляет 20–38 дней (от 17 до 42 дней). Погрешности в кормлении и содержании и потери живой массы (более 10 % за 60 дней после отела), частое дое-

ние и подсос (у мясных пород), стрессовые факторы, а также различные заболевания в послеродовой период задерживают наступление охоты и овуляции.

Начало волны роста фолликулов инициируется слабым увеличением ФСГ. Если увеличение ФСГ задерживается или не происходит, тогда задерживается или не начинается рост фолликулов. В начале волны один из фолликулов вследствие большей величины и лучшего кровоснабжения сильнее реагирует на действие ФСГ и больше продуцирует эстрадиола, что является необходимым для превращения его в доминантный фолликул. Решающее значение в селекции доминантного фолликула имеет система инсулин подобных факторов роста – ИФР (IGF-1 и IGF-2), 2 типа рецепторов и 6 типов связывающих протеинов. Действуя синергично с ФСГ, инсулин и эта система стимулирует размножение клеток гранулезы фолликула и его рост, и синтез ингибина и эстрадиола гранулезой. Кроме того, они повышают концентрацию рецепторов ЛГ, а также стимулируют синтез андростендиона клетками оболочки фолликула и стромальными клетками.

Снижение уровня ФСГ и возрастающая концентрация андрогенов в яичниках вызывает атрезию более мелких полостных фолликулов, уменьшение клеток гранулезы, которые замещаются андроген-продуцирующей тканью. С 5-го по 18-й день цикла в яичниках можно обнаружить фолликулы диаметром 0,7–1,0 см или более. Во время охоты доминантный фолликул увеличивается до 1,5 см; завершается созревание его после охоты.

Следует отметить, что повышение ФСГ зависит от уровня и полноценности кормления. В такой же мере от кормления зависит и содержание инсулина и системы ИФР. Ярко выражена зависимость повышения ФСГ и ИФР от кормления у скота голштинской селекции.

После начала волны роста прогрессирующее развитие фолликулов зависит от частоты выделения ЛГ (пульса ЛГ), необходимой для достижения преовуляторного состояния доминантного фолликула, и высоты пика, т. е. наивысшей его концентрации, необходимой для овуляции фолликула. Содержание ЛГ также зависит от кормления, а механизм восстановления уровня его более длительный, чем ФСГ. При низком уровне ЛГ доминантный фолликул не секретирует необходимое количество эстрадиола, полное развитие его и овуляция не происходят. Поэтому у многих коров первая послеродовая волна роста фолликулов не завершается овуляцией (неполноценный цикл). Но она

приводит к кратковременному повышению в крови (молоке) содержания прогестерона (рис. 1.19).

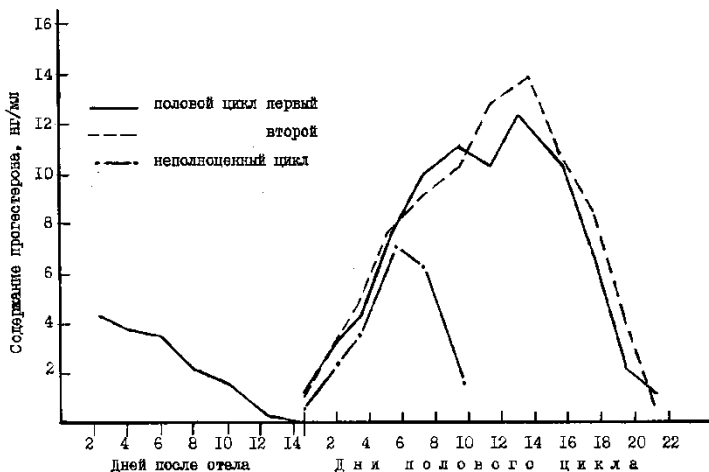


Рис. 20. Динамика содержания прогестерона в молоке коров после отела и в течение половых циклов

Нередко отмечается два или даже три таких подъема прогестерона, соответствующих последующим второй или третьей волнам развития фолликулов. Успешное развитие доминантного фолликула зависит и от гормона роста. Основное действие ГР у молочных коров на потребление молочной железой глюкозы и жирных кислот осуществляется через рецепторы (специфические белки, связывающиеся с гормоном и обуславливающие его биологическое действие) в печени и жировой ткани, а также посредством выработки в печени инсулиноподобного *стимулирующего рост фактора (IGF-1)*. Этот фактор имеет обратную связь с гипоталамическим гормон-роста-рилизинг-гормоном (ГРРГ), который обуславливает секрецию ГР гипофизом.

Непосредственно перед отелом количество рецепторов ГР в печени резко уменьшается, уменьшается и секреция *IGF-1*. Срабатывает механизм обратной связи, стимулируется выделение гипоталамусом ГРРГ, и содержание гормона роста повышается. Это приводит к повышению глюконеогенеза в печени и липолизиса в жировой ткани.

После отела потребление большого количества трудноперевариваемых углеводов (волокон) может послужить источником пищи для

бактерий, присутствующих в толстой кишке. Бактерии разрушают волокно до короткоцепочечных жирных кислот, таких как бутират ($\beta\text{ОНВ}$ – β -гидрокси-бутират, β -hydroxy-butyrate). Снижается уровень глюкозы, происходит увеличение показателей дисфункции печени, связанное с жировой инфильтрацией.

Стимулирующий рост фактор *IGF-1* и инсулин важны для роста и развития фолликулов. Действие *IGF-1* проявляется посредством стимулирования пролиферации клеток гранулезы и повышения их чувствительности к гонадотропинам, а инсулин стимулирует выработку эстрогенов. Низкая концентрация *IGF-1* связана с ослаблением развития фолликулов у недокармливаемых коров. Коровы с коротким интервалом отсутствия половых циклов после отела и нормальной овариальной функцией имеют более высокую концентрацию *IGF-1*, чем коровы с задержкой или нарушением активности яичников.

Проявляющийся отрицательный энергетический баланс оказывает разрушительное действие на ооциты, главным образом через повышенное содержание короткоцепочечных (неэстерофицированных, *NEFA*) жирных кислот. Синтез прогестерона желтым телом при низком содержании инсулина или *IGF-1* ухудшается. Но так как клетки желтого тела имеют рецепторы ГР, формируется специфическая взаимосвязь между высокими удоями, отрицательным энергетическим балансом и синтезом прогестерона.

Вследствие увеличения метаболизма в печени содержание прогестерона у высокомоленных коров уменьшается. У них или животных с негативным энергетическим балансом в результате уменьшения синтеза или повышения метаболизма наблюдается более низкое содержание прогестерона в крови в течение лютеальной фазы цикла или в начале беременности. Низкая концентрация прогестерона связана с понижением оплодотворяемости, задержкой эмбрионального развития и последующим уменьшением секреции интерферона (*IFN-t*), который предотвращает рассасывание желтого тела.

Изменения в яичниках обуславливают и внешние проявления течки и половой охоты. В норме половая охота у коров и телок продолжается в среднем 16 ч (от 10 до 23 ч), чаще она длится 13–17 ч (В.С. Шипилов, 1994). Возможны колебания от 2 до 30 ч. У многих животных охота хорошо проявляется рано утром или в вечернее время. Продолжительность ее зависит от породы (у голштинов короче – до 8 ч), сезона года, условий кормления и содержания, молочной продуктивности, заболеваний конечностей, числа коров одновременно в охоте.

В течение охоты доминантный фолликул увеличивается до 1,5–1,7 см и свободно пальпируется через прямую кишку. Завершается созревание фолликула после охоты. В момент овуляции величина его 16–19 мм, иногда меньше.

По ранее установленным общепризнанным данным овуляция происходит через 12,5 ч после окончания охоты, или через 29 ч после ее начала [12]. Колебания сроков овуляции велики. У коров она может наступить за 2 ч до окончания охоты – через 26 ч после окончания, у телок – от 2,2 до 22 ч после окончания [13]. Используя современные методы контроля состояния половых желез (трансректальное УЗИ исследование) время овуляции определяли после начала течки, или начала садок на других животных, или проявления рефлекса неподвижности [14]. После начала течки овуляция регистрировалась через $30,0 \pm 5,1$ ч (от 18,5 до 48,5 ч), а после окончания ее через $18,8 \pm 4,4$ ч (от 9,5 до 33,5 ч). Для животных, у которых наблюдался рефлекс неподвижности, начало проявления его было хорошим прогностическим фактором времени овуляции – за $26,4 \pm 5,2$ ч до овуляции. Но регистрировался он не у всех животных, особенно когда была в охоте только одна корова. Начало делания садки на других животных было лучшим прогностическим фактором времени овуляции (за $28,7 \pm 5,3$ ч до нее), так как проявление садок регистрировали в 90 % половых циклов. В 85 % случаях овуляция происходит в вечерне-ночное время; наличие самца и акта спаривания ускоряет ее.

Через 4 дня после овуляции формирующееся желтое тело можно пальпировать через прямую кишку. С этого времени секреция прогестерона резко возрастает. К 7–8-му дню желтое тело достигает максимальной величины – 20–25 мм, окончательно сформировано, становится светло-оранжевым или желтым. В период с 11-го по 17-й день цикла, а у оплодотворенных животных на протяжении всей беременности цвет его сохраняется (рис. 1.20).

Почти у половины желтых тел имеется небольшая полость (до 4 мм), и очень редко величина ее достигает 10 мм или более. В таких случаях пытаются классифицировать желтое тело как патологическое (кистозное). Но присутствие полости в желтом теле (рис. 1.21) явление нормальное. Нередко у телок первая овуляция происходит без внешних признаков охоты ("тихая овуляция"). У коров в первый послеродовой цикл частота "тихой овуляции" достигает 60–70 % и более.

У животных с "тихой овуляцией" можно выявить течку, но характерные для половой охоты признаки не проявляются. В яичниках в обычные сроки сформируется желтое тело.



Рис. 21. – Желтое тело беременности в разрезе

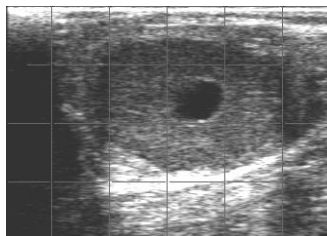


Рис. 1.22. Желтое тело с полостью

Как правило, яичник с желтым телом больше по величине, чем другой. Хорошо заметна эта разница у телок. У них желтое тело обычно сильно выступает из яичника. У коров оно полностью погружено в яичник, и его можно обнаружить по месту (точке) овуляции. Эта точка в виде углубления находится в возвышении диаметром около 1 см. Иногда желтые тела возвышаются в виде сосочка или же место возвышения их диффузно разлито.

Уровень секреции прогестерона желтым телом достигает максимума на 10–14-й день и быстро понижается с 18-го дня. За 24–30 ч до следующей охоты желтое тело начинает быстро уменьшаться в величине. Во время охоты диаметр его около 1,5 см, а через 10–12 дней не превышает 0,5 см; в это время выступающая часть его немного больше булавочной головки.

Изменения во влагалище. В середине полового цикла эпителиальные клетки влагалища уплощенные или низкие цилиндрические. В про-эструс происходит размножение и рост высоких цилиндрических слизеобразующих клеток. В эструс этот процесс усиливается, что приводит к утолщению эпителиального слоя слизистой оболочки передней части влагалища. За 12–24 ч до появления признаков охоты начинается обильная секреция слизи клетками влагалища и железами шейки матки. В течение охоты количество слизи увеличивается. В начале она клейкая, прозрачная, а к концу охоты становится более вязкой. В последующие 3–4 дня после охоты секреция слизи резко уменьшается; в это время она содержит хлопья из лейкоцитов. В мазке-отпечатке со

слизистой оболочки преддверия влагалища наряду с эпителиальными клетками базальными, малыми и средними клетками, большими ядерными и с исчезающим ядром или ороговевшими безъядерными клетками содержится много лейкоцитов (рис. 1. 23).

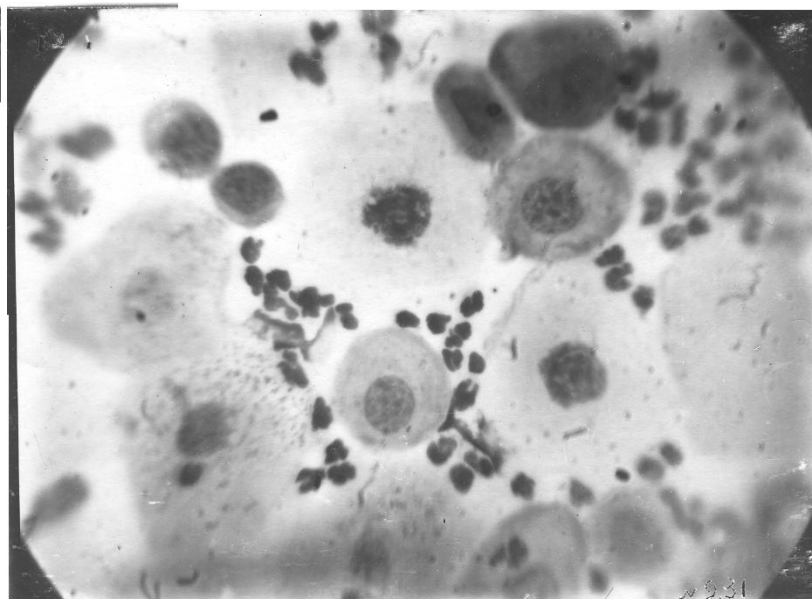


Рис. 1.23. Мазок отпечаток со слизистой оболочки преддверия влагалища коровы

В день охоты и следующие несколько дней проявляется явление кристаллизации слизи, связанное с периферическим высоким содержанием эстрогенов. В высушенном мазке под микроскопом хорошо проявляется феномен кристаллизации (*арборизации*, расположение в виде листа папоротника).

Спустя 3–5 дней после окончания охоты уменьшается кровообращение в половых органах, слизистая оболочка влагалища и матки становится бледной, канал шейки закрыт, слизи немного, она вязкая, светло-желтая или коричневая. Нередко у коров и телок наблюдаются примеси крови в вагинальной слизи. Это рассматривается как маточное кровотечение. Возможны две формы кровотечений.

Эстральные кровотечения в виде слизисто-кровянистых истечений наблюдаются через 4–6 ч после начала охоты и прекращаются вскоре после овуляции. *Пост-эстральные кровотечения* в виде ярко-красной слизи наблюдается у многих животных через 40–48 ч после начала охоты (на 3-й день). Обнаруживается слизь в нижнем углу половой щели, на корне хвоста или на полу, где находится животное.

После овуляции в связи с резким уменьшением содержания эстрогенов разрываются переполненные кровью капилляры эндометрия, небольшое количество крови выходит в матку. Кровь смешивается со слизью и выделяется из половых органов. После осеменения в такие циклы оплодотворяется меньше животных, чем в циклы без кровотечений.

Изменения в матке. С началом созревания фолликулов мышечные волокна матки растут в длину. Матка становится большей по величине. Происходят изменения в характере ее сокращений. В фазу эструса сокращения с большей амплитудой, не частые. В ответ на пальпацию через прямую кишку матка реагирует сильным сокращением. Способность к сокращениям (*ригидность*) повышена за день до охоты, во время охоты и на следующий день после охоты.

Половая охота – строго специфическая реакция самки на самца. Выявить точно ее можно используя самца-пробника. Однако у коров и телок при контакте их с другими самками проявляются такие характерные для охоты признаки, которые позволяют безошибочно распознать ее.

Еще *до начала охоты* корова обнюхивает и облизывает соседних коров, особенно их половые органы, а также подошедших близко людей; при этом спина выгибается, а затем сильно прогибается, хвост поднимается и опускается. Такое движение можно вызвать поглаживанием поясницы или прикосанием к вульве. Корова постоянно переступает с ноги на ногу, пытается приблизиться к другим животным и вспрыгнуть на них, иногда даже на человека. Слизистая оболочка преддверия влагалища припухшая и гиперемирована, влажная и покрыта прозрачной слизью, которая вытекает из половой щели; поэтому пучок волос в нижнем углу вульвы всегда бывает влажным.

Корова в охоте проявляет признаки общего возбуждения, обычно стоит; глаза более живые, нередко неподвижные и блестящие, зрачки расширены. Некоторые коровы громко мычат. Возможно снижение удоя (на 25 %, очень редко на 50–75 %), связанное с ограничением потребления корма, или затрудненное доение вследствие задержки

молока. В стаде коровы в охоте в 2–3 раза больше движутся, следуют за другими животными и вспрыгивают на них. Но этот признак не является определяющим. Он может наблюдаться и у животных, не проявляющих охоту. Если замечено, что корова повторяет прыжки, то следует продолжить наблюдение за ней, так как возможно наступление охоты.

Наиболее важный для выявления охоты признак: корова стоит спокойно или слегка уклоняется, когда на нее вспрыгивает другое животное. В пик охоты проявляется этот типичный признак – *рефлекс неподвижности* (продолжительность 5–7 с), и лишь изредка – садка на других животных, но без совокупительных движений. Число садок на корову в охоте сильно варьирует – от 1 до 50 (Roelofs et al., 2005).

У животных в охоте хорошо выражены изменения в наружных половых органах. Слизь вытекает в виде длинной вязкой нити, приклеивается к ягодицам и хвосту. Сзади лежащего животного можно увидеть скопление голубоватого цвета слизи. У телок наблюдается четкий подъем температуры во влагалище. Вследствие садок других животных у коровы в охоте стирается волос, и появляются ссадины на коже крестца и седалищных буграх. В день охоты ссадины влажные, а кожа при пальпации болезненна и имеет повышенную температуру. Эти признаки сохраняются 4 – 6 дней.

Для выявления охоты у коров и оптимального времени осеменения (4–12 ч от ее начала) целесообразно трехкратное в день наблюдение по 20–30 мин во время движения животных. В таких случаях выявленных в охоте коров может достигать от 45 до 90 %. При беспривязном содержании животные должны быть помечены бирками или ошейниками с хорошо заметными номерами. С целью более полного и своевременного выявления охоты у коров и определения оптимального времени их осеменения используют быков-пробников, а также специально подготовленных коров, детекторы охоты различных конструкций, электрометрические приборы или системы и т.д.

Стрессовые факторы: ухудшение кондиции тела, неадекватная температура внешней среды, грубые ошибки в содержании животных могут посредством снижения секреции ГнРГ и затем ФСГ и ЛГ изменять нормальное проявление половой цикличности. Это нередко сопровождается повышением активности надпочечников и содержания кортизола.

Половой цикл овцы. Овцы – полициклические животные с выраженным половым сезоном. Начинается половая активность с умень-

шением светового дня и продолжается в течение всего короткого дня (с сентября – октября до февраля). Уменьшение света стимулирующим образом действует на гипофиз. Это действие осуществляется посредством мелатонина. Длится половой цикл 17 дней (от 8–10 до 20–25 дней). Про-эструс 2–3 дня, эструс – 30–48 ч, метэструс – 2–3 дня и диэструс – 10–12 дней. В течение полового сезона возможно 8–10 половых циклов.

После родов охота может наступить в первый месяц, но это зависит от сезона ягнения: весной охота наступает позднее, чем осенью. Продолжительность охоты около 30 ч у взрослых маток и 10 ч у молодых, у мериносов до 48 ч; максимальные колебания от 12 до 72 ч. Сопровождается охота выделением специфических, пахучих веществ – феромонов, которые легко воспринимаются самцами.

В период анэструса яичники небольшие 1,3×1,1×0,8 см; полостные фолликулы в них диаметром от 0,2 до 0,6 мм. В течение цикла от 2 до 4 волн развития фолликулов. В циклы с тремя волнами две волны наблюдаются в лютеальную фазу, затем следует конечная овуляторная волна в фолликулярную фазу. После наступления охоты один или несколько фолликулов достигает 5–7 мм в диаметре и внешне становится пурпурного цвета. К моменту овуляции на поверхности фолликула появляется небольшой сосочек, который и разрывается. У многих животных овуляция происходит через 36 ч после начала охоты, но возможна и в более ранние сроки – ранее 30 ч. При множественной овуляции все фолликулы разрываются в течение 3–4 ч. Желтое тело формируется в течение нескольких дней. На 5-й день после овуляции диаметр его 0,6–0,8 см, а максимальной величины (11–14 мм) оно достигает к 12 дню. Цвет изменяется от красного до бледно-розового; внутри имеется центральная полость. Величина остается постоянной до следующей охоты, затем быстро регрессирует.

До начала охоты повышается содержание ФСГ и затем следует увеличение ЛГ, пик которого наблюдается примерно за 14 ч до овуляции. Параллельно с пиком ЛГ происходит увеличение и ФСГ. Второй пик ФСГ через 21 день после овуляции. По мере формирования желтого тела увеличивается содержание прогестерона и достигает максимума 2,5–4 нг/мл. Число овулирующих фолликулов зависит от породы и условий кормления, а также возраста животных; увеличение их наблюдается до 5–6 лет. Овуляция без признаков охоты возможна в конце периода анэструса и начале полового сезона.

Течка у овец непродолжительна; проявляется гиперемией слизистой оболочки, иногда точечными кровоизлияниями, усилением секреции слизи железами шейки матки. Слизь в начале охоты прозрачная, затем становится мутной и в конце охоты приобретает консистенцию, похожую на топленое сало.

В отаре овцы, находящиеся в охоте, становятся подвижнее, стучат копытами, помахивают хвостом, стремятся приблизиться к производителю, иногда группой ходят за ним и вместе с ним формируют гарем. Производитель является основой гарема, скребет передними конечностями, трет головой зад овцы, пощипывает ее шерсть. Овца считается в охоте, если спокойно допускает садку барана.

У коз много общего с овцами в проявлении половой функции. Половая цикличность с августа по февраль, максимальная активность с октября по декабрь. Продолжительность цикла у них больше – 21 день, но в начале полового сезона возможно большие колебания. Охота длится 24–48 часов, чаще 36 ч. Зависит от породы, возраста, присутствия самца. Нередко цикл разделяют на две фазы. Первая выражается в отыскивании самца и стимулировании его, вторая – максимальное проявления сближения с самцом и допуск садки самца. Время начала повышения ЛГ обычно через 12 ч после начала охоты, а овуляция через 20–26 ч после пика ЛГ. Относительно половой охоты овуляция наблюдается в последние часы ее, с возможными колебаниями от 2 до 36 ч после ее начала.

Половой цикл свиный. У свинок в первый половой цикл созревает небольшое число фолликулов, а их трубчатые половые органы недостаточно подготовлены к зачатию. Через 2–3 половых цикла (с 8,5-месячного возраста) свинок можно осеменять.

У свиноматок в период лактации охота обычно не наступает; проявляется через 4–7 дней после отъема поросят. Иногда охота наступает через 2–6 дней после опороса, но овуляция до 9-го дня не происходит. Повышение уровня кормления животных после отъема поросят ускоряет наступление охоты, увеличивается оплодотворяемость после осеменения и численность помета.

Домашние свиные – полициклические животные. Продолжительность полового цикла 20–21 день (от 11 до 42 дней); про-эструс 2–3 дня, эструс – 2–3 дня, метэструс – 7 дней и диэструс – 8 дней. Половая охота (время допуска хрюка) длится 40–60 ч (от 12 до 120 ч). У старых маток охота продолжительнее, чем у молодых. Наблюдается индивидуальная повторяемость длительности охоты.

В яичниках свиней созревает 10–20 фолликулов (до 30–40). Рост их начинается в про-эструс. К моменту овуляции они достигают 8–10 мм в диаметре (рис. 1.23). Овуляция начинается через 30–36 ч и длится 4–7 ч.



Рис. 1.24. Яичники свиньи в различные фазы полового цикла: эструс: зрелый фолликул (1) и овуляция (2); метэструс (3, 4); диэструс (лютеиновая фаза) – 5, 6, 7, 8

В период созревания фолликулов вульва (петля) набухает и приобретает красный цвет, слизистая оболочка влагалища становится отечной, розового или ярко-красного цвета. Из половой щели выделяется слизь; в начале охоты она светлая, а затем становится беловатой. Характерные изменения вульвы наблюдаются только у 75 % самок и редко сохраняются до конца охоты. За 3–12 ч до наступления эструса свинья становится беспокойной, часто мочится, издает характерное хрюканье, мало ест, обнюхивает половые органы других животных, вспрыгивает на них и позволяет делать садку на себя другим свиньям. Нередко она пытается выбраться из станка. Некоторые самки активно преследуют хряков за день до наступления охоты.

В фазу эструса явления течки и охоты усиливаются. *Характерным признаком готовности свиньи к спариванию является неподвижность.* В присутствии самца она настораживает уши, выгибает дугой спину и застывает в такой позе. Многие животные продолжают стоять спокойно и в отсутствие хряка, если в это время положить им на крестец руку или сесть верхом. Сильными раздражителями рефлекса неподвижности являются обонятельные и слуховые. Записанное на магнитофон хрюканье хряка вызывает рефлекс более чем у половины свинок, которые не проявляли его без хряка. Очень сильны и обонятельные раздражители. Свыше 60 % свинок в охоте, которые не реа-

гируют на надавливание рукой, проявляют неподвижность при переводе их в станок хрюка. Реакция вызывается веществом, вырабатываемым в препуции; оно придает характерный запах свинине. Это вещество синтезировано и используется при выявлении охоты (препараты суидор, феромаксин и др.). Спустя 1–2 мин. после распыления вещества в виде аэрозоли в свинарнике, более половины животных, которые не проявляли рефлекса неподвижности без хрюка, давали положительную реакцию в виде рефлекса стояния. Немецкая фирма "Шипперс" предлагает механическое подвижное чучело, с дистанционным управлением. Его можно катать по проходу; оно имеет цвет, запах и форму живого хрюка. В нем имеется устройство для воспроизведения звуковых раздражителей.

Точный способ выявления охоты у свиней – это использование хрюка-пробника. Целесообразнее помещать в контрольный станок первым хрюка, а затем вводить маток. Если хрюк обладает хорошей половой активностью, то бывает достаточно 5-минутного контакта с каждой самкой. При выявлении охоты у свиней необходимо учитывать повышенную возбудимость, потерю аппетита, характерное хрюканье, припухание и покраснение вульвы и др. Отдельно взятый признак не является надежным показателем охоты, но по их совокупности опытный работник, знающий животных индивидуально, может определить охоту у самок. Прогон хрюка по проходу свинарника, где содержатся матки, существенно облегчает эту задачу.

Половой цикл кобылы. Кобылы – полициклические животные. При полноценном кормлении и содержании в теплых светлых помещениях половая охота у них может наступить в любое время года. Однако чаще половые циклы проявляются с февраля по июль – август. Затем следует длительный период анэструса, в течение которого функция яичников понижена. Они небольшие (примерно $6 \times 4 \times 3$ см), бобовидной формы, иногда могут содержать фолликулы диаметром до 1 – 1,5 см.

Конец зимы – переходный период к регулярной половой цикличности. В это время созревают фолликулы медленно, охота длится до 1–2 мес., признаки ее нетипичны и с трудом могут быть замечены. Такая длительная охота бывает в холодные весны, у слабо упитанных кобыл и не заканчивается овуляцией. После первой овуляции половая цикличность становится регулярной.

У кобыл волны развития фолликулов классифицируют на главные (*major*), в течение которых появляются фолликулы доминантные и

субординарные (вторичные), и второстепенные (*minor*) волны, в течение которых не происходит таких изменений.

Главные волны подразделяются на *первичные*, которые инициируют к середине диэструса появление доминантного фолликула, способного овулировать, и *вторичные*, инициирующие появление в конце эструса доминантного фолликула ановуляторного, или овулирующего с задержкой после окончания эструса. Волны минорные и вторичные обычно характерны для транзитной фазы случного периода. Диаметр фолликулов не более 28 мм.

После родов охота наступает на 8–10-й день (5–14-й день). Продолжительность первой охоты 2–4 дня, а последующие длятся 6–7 дней. Продолжительность полового цикла 20–22 дня (7–37 дней). Проэструс длится 3 дня, эструс – 2–3 дня, метэструс – до 10 дней и диэструс – 8 дней.

Овуляция происходит за 1–2 дня до окончания охоты. У кобыл двухфазное пульсирующее выделение ФСГ с промежутком в 10–12 дней. Один пик гормона наблюдается после овуляции, а второй за 10 дней до следующей овуляции. ФСГ стимулирует развитие новой генерации фолликулов. В про-эструс диаметр их увеличивается до 1–3 см. Усиливается кровоснабжение половых органов, слизистая оболочка влагалища становится слегка покрасневшей, блестящей. Слизь мало, она соломенно-желтого цвета. В первый день эструса один из фолликулов увеличивается до 2,5–3,5 см в диаметре. В последующие дни увеличение еще более заметное. К моменту овуляции в яичниках кобылы может находиться 2–3 фолликула диаметром до 4–5,5 см. У них не наблюдается пика ЛГ перед овуляцией: содержание гормона постепенно повышается и поддерживается на высоком уровне в течение 5–6 дней (до и после нее). Непосредственно перед овуляцией напряжение в фолликулах падает, и через прямую кишку они пальпируются в виде флюктуирующих образований. Вскрываются в области овуляционной ямки. Овуляция двух фолликулов редкое явление, особенно у чистопородных кобыл и тяжеловозов. Однако двоен рождается немного – в 0,8–3 % случаев. Не все яйцеклетки оплодотворяются, один или оба зародыша погибают до или после фиксации в матке (16–18 день), иногда погибает один плод и более часто происходит аборт обоих плодов.

На месте разорвавшегося фолликула отмечается кровоизлияние, и в течение 24 ч образуется сгусток; формируется желтое тело. Максимальной величины оно достигает на 4–5-й день. Цвет вначале коричневый, затем желтый; форма коническая или треугольная, вершина

направлена к овуляционной ямке. В центре желтого тела находится темно-коричневый фибрин. Функционирует желтое тело до 12–14-го дня, после чего начинается функциональная и морфологическая регрессия.

В фазу эструс усиливается кровоснабжение половых органов, канал шейки приоткрывается, шейка матки укорачивается по длине и принимает по отношению к влагалищу центральное положение. Количество слизи увеличивается, она становится водянистой и прозрачной. К концу охоты слизь приобретает мутноватый цвет и вязкую консистенцию. Кобыла поднимает хвост, открывает и закрывает половую щель, выпячивает клитор и испускает небольшое количество мочи и слизи.



Рис. 1.24. Мигание половой щели (а); реакция кобылы, содержащейся в одном помещении с быком, в начале половой охоты на попытку садки быка

1.4. Методы регуляции репродуктивной функции самок

1.4.1. Негормональные методы

Из негормональных факторов контроля ключевыми являются кормление, продолжительность освещения (для сезонно полициклических животных), присутствие самца, стресс факторы и др.

У свиней присутствие производителя стимулирует половое созревание и более раннее проявление половой охоты после отъема поросят. Кормление в большей мере влияет на созревание фолликулов и число овуляций, качество яйцеклеток и оплодотворяемость, а также выживаемость эмбрионов. Групповое содержание, смешивание гнезд и смена помещения действуют также благоприятно на становление половой функции свинок.

У коров половой акт или присутствие быка ускоряет овуляцию, способствует более яркому проявлению половой охоты, стимулирует начало проявления половой цикличности после отела.

Кормление. Недокорм и избыточное кормление снижают плодовитость животных. Когда в организм поступает недостаточно питательных веществ, то начинается использование собственных запасов. Кратковременный недостаток не отражается на функциях организма.

При длительном голодании запасы питательных веществ истощаются, начинается их извлечение из жировой ткани, лимфатической системы, печени, мышц. Нарушается обмен веществ. Изменяется гормональный статус: повышается активность коры надпочечников, деятельность половых желез ослабевает; увеличивается распад белков; нарушается половая цикличность, отмечается гибель яйцевых клеток, происходит рассасывание зародышей; наблюдаются аборт; после родов понижаются живая масса и упитанность. В половых органах начинаются атрофические изменения: величина яичников уменьшается, созревание фолликулов в них не происходит. Свиноматки не проявляют половой охоты в течение 7 дней после отъема поросят, коровы – на протяжении 42 дней и более после отела (анэструс); понижается оплодотворяемость при наличии охоты и осеменения.

Влияние недостаточного кормления коров в течение 6–8 недель до родов особенно сильно. После отела у таких животных отмечается дефицит энергии и наблюдается потеря живой массы. Если кормление после отела повышается, то потеря в течение первых 2 месяцев не превышает 5 % и это в меньшей мере сказывается отрицательно на восстановлении половой цикличности. При потере массы более 10 % циклы у животных в течение длительного времени не восстанавливаются или же понижается оплодотворяемость, наблюдается повторение охоты. При недокорме коров нередки случаи абортов, повышение частоты трудных родов, задержания последа, воспалительных процессов матки.

Кратковременное повышение уровня кормления (особенно увеличение содержания белка), оптимальный режим содержания стимулирует половое созревание свинок; продолжительный перекорм и отсутствие прогулок и моциона в период выращивания, напротив, задерживают наступление охоты и приводят к ослаблению ее признаков.

Последствия недостаточного кормления обратимы: плодовитость восстанавливается после улучшения кормления и увеличения живой массы. У первотелок это может происходить очень медленно. У высо-

копродуктивных коров с отрицательным энергетическим балансом оплодотворение наступает нередко только после снижения удоя.

Лечение и предупреждение алиментарных нарушений репродукции возможно только предоставлением животным сбалансированного кормления. В последнюю треть беременности в связи с быстрым ростом плода организму матери требуются дополнительно питательные вещества для приобретения к моменту отела оптимальной кондиции тела. У высокопродуктивных коров не следует допускать резкой смены кормов после отела, чтобы предупредить понижение их усвояемости и создание отрицательного энергетического баланса. Интенсивным кормлением нельзя превысить генетически обусловленный, присущий каждому организму уровень плодовитости.

Полноценность рациона. Качество рациона в значительной степени определяется наличием в нем белка, витаминов, минеральных веществ. Из белка построены все ферменты и многие гормоны, а в состав ряда витаминов он входит в виде коллоидной среды. Недостаток белка или незаменимых аминокислот приводит к ослаблению функции ферментов, гормональным расстройствам и явлениям недостаточности витаминов. Ослабевают многие функции организма, в том числе и функция воспроизведения. В частности, нарушается функция чувствительных к недостатку белка яичников, половая цикличность становится нерегулярной, понижается оплодотворяемость, происходит рассасывание зародышей или рождается слабый приплод.

Особенно неблагоприятно сказывается на плодовитости отсутствие жизненно важных аминокислот. У коров с синдромом повторения половой охоты (СПО) ниже содержание в крови общих липидов и общего белка, особенно глобулинов. В связи с этим особое внимание должно уделяться не только количеству белка в рационе, но и его качественному составу. Причем не так важно происхождение, сколько количество и качества белка и его правильное соотношение с энергетической ценностью рациона.

Витамины необходимы для осуществления жизненно важных биохимических и физиологических процессов в организме животных. Они обладают исключительно высокой биологической активностью. Участвуют в биохимических процессах как предшественники коферментов (витамин В₁), либо как собственно коферменты (липоамид). Организм животных не способен синтезировать витамины или синтезирует отдельные из них в ограниченном количестве. Поэтому соот-

ветствующие потребностям количества их (от нескольких *мкг* до нескольких *мг* в день) должны содержаться в рационе.

Из всех известных витаминов наибольшее влияние на репродуктивную функцию животных оказывают витамины А, Д и Е.

В и т а м и н А может синтезироваться в слизистой кишечника и печени из провитаминов – α -, β - и γ -каротинов под действием фермента каротиноксигеназы. Наибольшей активностью обладает *β -каротин*.

Функции витамина А разнообразны. Он контролирует синтез белков цитоскелета, распад и синтез гликопротеинов, который осуществляется в аппарате Гольджи. Недостаток витамина А приводит к нарушению реакции гликозилирования, то есть присоединения углеводного компонента к белку и образования гликопротеина, теряются защитные свойства слизистых оболочек.

Витамин А регулирует рост и дифференцировку клеток эмбриона и молодого организма, а также деление и дифференцировку быстро пролиферирующих тканей, в первую очередь, эпителиальных, хряща и костной ткани. Недостаток его вызывает нарушение образования скелета; ухудшается усвоение питательных веществ, замедляется рост молодых животных, происходит потеря живой массы.

Важен витамин А и в процессе зрения: альдегид витамина – ретинол входит в состав зрительного пурпура, который позволяет адаптироваться глазу к темноте; при недостатке витамина А нарушается регенерация зрительного пурпура, развивается куриная слепота.

Витамин А является антиканцерогеном и важнейшим компонентом антиоксидантной защиты организма, а в комплексе с ретиноидами стимулирует реакции клеточного иммунитета, в частности, увеличивает активность Т-киллеров [15].

Особая роль витамина А в функционировании репродуктивных органов. Он необходим для регенерации и защиты эпителиальной ткани (кожи, слизистых оболочек). Недостаток витамина приводит к высыханию этих тканей, к ороговению, десквамации и изменению цвета; снижается защитная функция их, это предрасполагает к возникновению воспалительных процессов.

У животных при недостатке этого витамина: понижается аппетит, происходит исхудание; волос, шерсть и рог теряют блеск и эластичность; кожа становится сухой и шелушиться; развивается конъюнктивит и кератит.

У самцов отмечается развитие импотенции (слабое половое влечение, неспособность к совокуплению или не координированное теч-

ние коитуса); происходит дегенерация зародышевого эпителия, нарушение сперматогенеза; наблюдается атрофия семенников и придаточных половых желез, образование кист в гипофизе и некробиотические процессы в коре надпочечников.

У самок при недостатке витамина А нарушается функция эпителиальной ткани. У коров и телок: отмечается ороговение слизистой оболочки шейки матки и других участков половых путей; повышается чувствительность ее к инфекции, что способствует возникновению эндометрита и цервицита, препятствует прикреплению зиготы или вызывает гибель плода и его изгнание в первые недели или месяцы внутриутробного развития. Нередко рождается слабое или нежизнеспособное потомство или плоды с врожденными аномалиями. Учащаются случаи задержания последа, происходит атрофия яичников, нарушается половая цикличность, снижается оплодотворяемость и увеличивается эмбриональная смертность. Ослабление репродуктивной функции при недостатке витамина А связано с нарушением деятельности гипофиза и надпочечников, а также с уменьшением синтеза и выделения прогестерона и других стероидных гормонов.

Систематическое недостаточное потребление каротина животными приводит уже во втором или третьем поколении к развитию типичных признаков авитаминоза. Для устранения требуются большие дозы каротина, чем обычно.

Показана связь репродуктивной способности коров с уровнем потребления каротина. Увеличение дефицита каротина на каждые 100 мг в день на животное удлиняло интервал от первого до плодотворного осеменения более чем на 10 дней.

Недостаточность витамина А выявляют на основании характерных симптомов, а также исследования корма, крови, печени, слизистых оболочек, волоса (уменьшение содержания цистина). При этом отмечается снижение содержания витамина А и каротина в крови и молочном жире, увеличение концентрации мочевины в плазме крови, перерождение эндометрия.

Концентрация каротина в сыворотке крови меньше 0,300 мг % сигнализирует об истощении запасов витамина А в организме. Содержание витамина А в плазме крови должно быть не менее 18 мкг/100 мл.

В и т а м и н Д (кальциферол). Кальциферолы – группа химических соединений, относящихся к производным стероидов. Биологически наиболее активными являются витамины – D₂ и D₃. Витамин D₂ (эргокальциферол) является производным эргостерина – растительного сте-

роида, встречающегося в некоторых грибах, дрожжах и растительных маслах. При ультрафиолетовом облучении пищевых продуктов из эргостерина образуется витамин D₂, используемый в лечебных целях. Витамин D₃ – холекальциферол образуется в коже животных и человека из 7-дегидрохолестерина под действием ультрафиолетовых лучей. Витамин D необходим для гомеостаза кальция, метаболизма костной ткани и как фактор транскрипции.

В организме человека и животных витамин D₃ гидроксилируется в положениях 25 и 1 и превращается в биологически активное соединение 1,25-дигидроксиголекальциферол (кальцитриол), который выполняет гормональную функцию, участвуя в регуляции обмена Ca²⁺ и фосфатов, стимулируя всасывание Ca²⁺ в кишечнике и кальцификацию костной ткани, реабсорбцию Ca²⁺ и фосфатов в почках. При низкой концентрации Ca²⁺ или высокой концентрации D₃ он стимулирует мобилизацию Ca²⁺ из костей. Кальцитриол принимает участие в регуляции роста и дифференцировке клеток костного мозга, обладает антиоксидантным и антиканцерогенным действием.

Недостаток его обнаруживается часто у коров в стойловый период при недостаточном поступлении эргостеринов с кормом, содержании их в темных помещениях и отсутствии регулярных прогулок на свету. При этом нарушается обмен кальция, ухудшается общее состояние животного, прекращается половая цикличность (анэструс). Телята, родившиеся от испытывавших недостаток витамина D коров, слабые, рахитичные.

Обеспеченность животных витамином D оценивают по содержанию кальция, неорганического и общего фосфора, рентгенологическому исследованию костяка, содержанию витамина D в организме. Недостаток этого витамина устраняется предоставлением животным прогулок на свету, скормливанием доброкачественного сена или других кормов, богатых этим витамином. Рекомендуются также инъекции витамина D в дозах 50–100 тыс. ИЕ в сутки.

В и т а м и н Е является протектором клеточных мембран. Он занимает такое положение в мембране, которое препятствует контакту кислорода с ненасыщенными липидами мембран; это защищает мембраны от их перекисного повреждения. Стабилизирующее действие витамина на мембраны проявляется и в его свойстве предохранять от окисления SH-группы мембранных белков. Витамин E (совместно с аскорбатом) способствует включению селена в состав активного центра фермента глутатионпероксидазы, активизирует ферментативную

антиоксидантную защиту (глутатионпероксидаза обезвреживает гидропероксиды липидов) и защищает от распада витамин А. Важен витамин Е для поддержания функции воспроизведения у животных, стимулирует выработку гонадотропинов, АКТГ и ТТГ передней доли гипофиза.

Особенно чувствительны к недостатку витамина Е свиньи. Крупный рогатый скот обычно не испытывает недостатка в нем, так как он содержится в зеленых растениях. Но при хранении корма потери его также велики, как и каротина, и это может привести к развитию недостаточности его в организме.

Показано положительное влияние инъекций витамина Е коровам с гипофункцией яичников. Препарат, инъецированный в дозе 1000 мг трижды с интервалом 5 дней, улучшал усвояемость каротина и обеспечивал более полное превращение его в витамин А, активизировал функцию эндометрия и способствовал повышению оплодотворяемости животных. Оптимальная суточная потребность в витамине Е для молочных коров 1000 МЕ.

Макро- и микроэлементы. Из наиболее изученных макро- и микроэлементов на функцию воспроизведения существенное влияние оказывают фосфор и кальций, магний, марганец, цинк, медь, кобальт, селен, йод и др. Проявление бесплодия зависит от степени недостаточности их, видовых особенностей животных и других факторов.

К а л ь ц и й – необходим для формирования костей и зубов (98 %), свертывания крови, сокращения мышц, передачи нервных импульсов, поддержания нормального выделения молока. При дефиците кальция отмечается медленный рост, рахит, послеродовой парез (гипокальцемия), низкие надой молока. Эти признаки проявляются при наличии менее 45 % его от нормы, а также кормлении коров рационом с высоким содержанием жира, связывающего кальций. Для жвачных более характерен дефицит фосфора, чем кальция. Допускается широкий диапазон соотношения кальция с фосфором от 1:1 до <1:7.

Ф о с ф о р также необходим для формирования костей и зубов (80 %), метаболических функций, активации ферментов, обмена энергии и аминокислот; является компонентом нуклеиновых кислот и участвует в синтезе мышц. Если в рационе нарушено нормальное соотношение кальция и фосфора, или же отмечается недостаточное потребление фосфора с кормом, то может проявиться дефицит его, гипофосфатемия (ниже 4,0 мг / %) и это приведет к понижению аппетита, темпов роста и продуктивности и плодовитости животных. Проявляется

бесплодие в форме анэструса (или субэструса – слабого проявления охоты, «тихой овуляции»), нерегулярных половых циклов, увеличением частоты постэстральных метроррагий и низкой оплодотворяемости (СПО). Для нормального развития беременности коровам необходимо ежедневно 13 г фосфора + 1,55 г на 1 л молока. При избытке фосфора более выраженный эструс. При гипофосфатемии дают животному ежедневно дикальцийфосфат по 150–200 г или костную муку.

Н а т р и й – поддерживает кислотно-щелочной баланс и рН крови, необходим для нервной передачи и сокращения мышц. При недостатке плохой аппетит и аномальное поведение при кормлении, частое мочеиспускание, понижение молочной продуктивности. Повышенное потребление может привести к отеку вымени и вызвать тяжелую анорексию, потерю живой массы и упадок сил. При хорошей снабжении водой токсикоз отсутствует.

Х л о р – компонент усваиваемых кислот, поддерживает осмотическое давление и кислотно-щелочной баланс. При недостатке слабость, потеря аппетита и низкие надои молока.

К а л и й – поддерживает осмотическое давление, кислотно-щелочной баланс, необходим для нервной передачи и сокращения мышц, переноса кислорода, углекислоты, синтеза белка, ферментативных реакций и усвоения углеводов. При недостатке калия отмечается снижение потребления корма и воды, потеря живой массы, уменьшение надоя молока. При повышенном его содержании в крови свиноматок ($4,9 \pm 0,3$ ммоль/л) половая охота после отъема поросят наступала позднее.

М а г н и й – играет роль в ферментных реакциях, нервной передаче, мышечной функции и формировании костей. При недостатке возникает пастбищная тетания, отмечается гиперчувствительность мышц, слюнотечение. Растворимость солей магния быстро снижается при рН рубца $> 6,5$.

М е д ь. Входит в состав или является активатором ферментов, участвует в регулировании иммунной системы, обмена железа и созревании эритроцитов. Дефицит меди может быть вызван недостаточным потреблением этого элемента или избыточным потреблением молибдена и железа, а также серы, кальция и цинка. В результате недостатка меди у животных задерживается половое созревание, отмечается анэструс или субэструс, СПО и понижается выход телят. Эти проявления чаще регистрируются при наличии других характерных для дефицита меди признаков: анемии, замедлении роста, диареи. Уровень меди в

крови (в сыворотке или плазме) не является достоверным признаком гипокупремии. Тем не менее, называются такие оптимальные величины: 4–9,4 $\mu\text{моль/л}$.

Нет единого мнения о положительном влиянии добавок меди в рацион животных при дефиците элемента на плодовитость их. Более того, работы Phillipro et al. (1982) [2] показывают, что нет взаимосвязи плодовитости животных с уровнем меди в плазме крови. В ряде стран (Великобритания) описано понижение плодовитости крупного рогатого скота в связи с дефицитом меди, вызванным избыточным потреблением молибдена с пастбищным кормом (более 5 мг/кг). Однако предполагают, что понижение плодовитости может быть обусловлено и прямым действием молибдена. Это заключение основано на том, что недостаток меди, вызванный повышением содержания железа, не влиял на рост, сроки проявления первой охоты, оплодотворяемость животных в течение четырех циклов и процент стельности. В то же время, такой же недостаток меди, вызванный повышенным содержанием молибдена (+5 мг Мо/кг сухого вещества) увеличивал срок наступления охоты и понижал процент стельности за 4 цикла. Частота подъемов ЛГ в плазме крови была уменьшена, что указывает на прямое влияние молибдена на гипоталамо-гипофизарную систему. Молибден также мог взаимодействовать с рецепторами стероидных гормонов.

К о б а л ь т – компонент витамина B_{12} , необходим для обмена пропиеоната. Дефицит этого элемента может встречаться в связи с недостаточностью меди. На усвоение кобальта влияют марганец, цинк, йод. При недостатке грубеет шерсть, повышается чувствительность животных к жаре. При наличии признаков анемии и истощения, низком уровне витамина B_{12} в печени отмечается и низкий уровень плодовитости животных. Увеличивается частота «тихой овуляции», снижается оплодотворяемость, нарушается ритм половых циклов. Добавки кобальта улучшают плодовитость животных.

М а р г а н е ц важен для ферментных систем, функции мозга и воспроизведения, образования коллагена, роста костей, синтеза жирных кислот. Влияют на его уровень в организме избыток кальция и калия. Могут влиять железо, магний, фосфор и кобальт. Содержится в значительных количествах в гипофизе и яичниках. С дефицитом его в организме связывают: проявление анэструса и «тихой овуляции», задержку роста, развития фолликулов и овуляции, понижение оплодотворяемости (СПО). Чаще проявляется при ограничении пастбищного содержания.

Йод – компонент тиреоидного гормона. Недостаток йода отражается на функции щитовидной железы матери, эмбриона и плода и может вызвать эмбриональную смертность, аборт, рождение мертвых или слабых недоразвитых (weak goitrous) телят. Высокий уровень смертворождаемости связан с задержкой второй стадии родов и чаще встречается при потреблении травянистых кормов, полученных при внесении азотистых удобрений.

Железо – компонент гемоглобина, миоглобина, важен в обмене энергии и функции иммунной системы. При недостатке анемия, плохой аппетит, вялость, снижение иммунитета. Чаще у телят при выпойке заменителей молока.

Селен является частью глутатион пероксидазы и обеспеченность организма элементом оценивается по содержанию в крови этого фермента. Предотвращает повреждение клеток от окисления, поддерживает иммунную функцию. Всасывается в начальной части тонкого кишечника слабо, особенно в присутствии кальция, кобальта, мышьяка и серы. Накапливается в печени и почках. Недостаток чаще встречается в районах с кислыми почвами; дефицит селена могут вызвать кадмий, медь, ртуть, свинец, цинк и сера. У коров отмечаются частые случаи задержания последа и метриты, тихая овуляция, снижение оплодотворяемости, повышение частоты маститов и других заболеваний вследствие снижения иммунитета. Жвачным необходимо 0,1–0,3 части селена на 1 млн., максимально допустимый уровень – 2 части на 1 млн. Превышение этих норм может привести к отравлению и гибели. Признаки: вялость, учащенный пульс и затрудненное дыхание, понос, летаргия и смерть из-за дыхательной недостаточности. В хронических случаях хромота, воспаление конечностей, деформация, трещины и наросты на копытах, потеря волос из хвоста. Токсичность селена может вызвать аборт и мертворождаемость.

Вместе с витамином Е селен предотвращает от повреждения клеточные мембраны и многие биологические системы от окислительной деградации. Кроме того, каждый из них выполняет свои определенные функции. В ряде работ отмечалось положительное влияние инъекций витамина Е и селена на снижение частоты случаев задержания последа, эндометритов и кист яичников. В то же время, другими авторами не подтверждался положительный эффект таких введений. А. Mohammed et al. (1991) показали, что риск развития кист яичников у коров с содержанием в крови селена 169 нг/мл вдвое был выше, чем у коров с содержанием в крови селена менее 108 нг/мл.

Ц и н к является активатором гормонов репродукции и многих ферментов, участвующих в метаболизме генетического материала, белков и углеводов и необходим для поддержания иммунитета. Накапливается в эпидермисе. Медь, кадмий, кальций и железо снижают усвоение цинка. Недостаток чаще встречается у молодых животных. Признаки: паракератоз (поражение кожи и потеря волос) в области шеи, на голове и вокруг ноздревых отверстий, длительное заживление ран, нарушение развития копыт, чаще вследствие межпальцевого дерматита и копытной гнили, слабое развитие семенников у самцов, ослабление сперматогенеза. У коров – снижение оплодотворяемости (СПО – синдром «повторение осеменения»).

С е р а – содержится в аминокислотах цистеине и метионине. Составляющая витамина В, поддерживает кислотно-щелочной баланс, синтез микробного белка. При недостатке отмечается слабый рост микробов в рубце, плохой аппетит. Избыток серы может ослабить усвоение меди и селена.

1.4.2. Гормональные методы

Для искусственного контроля репродуктивной функции чаще используются препараты, стимулирующие выделение гонадотропинов или замещающие гонадотропины, а также препараты прогестерона и простагландины.

Синтетические аналоги ГнРГ : сурфагон, фертагил (оварелин), бусол (бусерилин ацетат) и др. При ведении малых доз их происходит выделение ЛГ, уровень которого в крови достигает максимума через 2–3 ч. Выделение ЛГ стимулирует овуляцию. Введение больших доз ГнРГ вызывает выделение ФСГ и ЛГ, которые стимулируют рост и созревание фолликулов, их овуляцию.

Применяют: *сурфагон* для своевременного проявления половых циклов после отела и повышения плодовитости коров (на 9–10-й день в дозе 50 мкг (10 мл) однократно или в виде пяти инъекций по 10 мкг через 10–12 ч); при гипофункции яичников, вводят однократно 50 мкг, осеменяют в выявленную охоту; при отсутствии охоты на 10-й день исследуют и при обнаружении в яичниках желтого тела инъецируют 2 мл тимэстрофана и осеменяют в выявленную охоту или в фиксированное время (через 76 – 80 ч); для лечения животных с кистами яичников, вводят 3 раза с интервалом 24 ч по 25 мкг; для повышения функциональной активности желтого тела или стимулирования новой овуляции (вводят на 4–6-й или 11–13-й день после осеменения).

Фертагил (гонадорелин): для нормализации полового цикла в ранний послеродовой период: 1–2,5 мл на 20–30-й день после отела. Для лечения фолликулярных кист яичников: 5 мл при постановке диагноза (охота наступает через 18–23 дня). Для синхронизации овуляции, повышения оплодотворяемости: 2,5–5 мл фертагила во время проведения искусственного осеменения (ИО). Для снижения эмбриональной смертности: на 11–13 день после осеменения.

Окситоцин – синтетический препарат, в 1 мл содержится 5 (10) ЕД. Окситоцин используются: для стимуляции родов (у кобыл и свиней; свиньям следует вводить несколько раз малые дозы – 1–2 мл; дозы выше 10 ЕД вызывают спазм матки); при задержании последа, эндометрите, атонии матки; для ускорения инволюции матки после патологических родов; при задержке молокоотдачи, а также при лечении животных с заболеваниями молочной железы, когда требуется полное освобождение полости от секрета.

Гормоны ФСГ и ЛГ – получают из передней доли гипофизов животных (свиньи, круп. рог. скот). FSH-P – В картонной упаковке два флакона по 10 мл. В одном флаконе содержится FSH-P 50 мг, в другом растворитель (10 мл). ФСГ-СУПЕР – во флаконах по 5 мл. Один флакон содержит 50 единиц Арморовского стандарта (1000 ИЕ). Применяют их для вызывания суперовуляции у коров – доноров эмбрионов. Вводят внутримышечно.

Гонадотропин хорионический (*хориогонин, human chorionic gonadotrophin, hCG*), получают из мочи беременных женщин. Выпускается во флаконах по 500, 1000 и 1500 ЕД, в отдельных флаконах помещается растворитель. В Англии аналогичный препарат хорулон ("Chogulon") и "LN 1500", в Италии – профази. Применяются эти препараты животным: для ускорения или синхронизации овуляции; для лечения животных с фолликулярными кистами, вводят однократно коровам 3–4 тыс. ЕД внутримышечно; при недостаточности желтого тела и улучшения результатов осеменения у многократно осеменяемых коров (на 5 или 11–13 день после осеменения).

Гонадотропин СЖК (*equine chorionic gonadotrophin, eCG*) применяется в виде очищенных препаратов: *фоллигона, фостима ("Fostim", Англия), фоллимаг (гонадотропин) и др.*

Фоллигон (фоллимаг) – выпускается во флаконах по 1000 или 500 ИЕ; в отдельных флаконах помещается растворитель. Применяется для стимулирования половой цикличности при анэструсе, вызова суперовуляции у коров-доноров эмбрионов. Доза коровам-донорам (внут-

римышечно) от 1500 до 3000 ИЕ, для стимулирования половой функции – 500–1000 ИЕ, овцам – 400–700 ИЕ.

ПГ-600 (Intervet) – препарат, содержащий 400 ИЕ *eCG* и 200 ИЕ *hCG*. Расфасован во флаконы по 5 доз + флакон растворителя 25 мл. Доза 5 мл. Применяется молодым свинкам (живая масса 80–100 кг) для стимуляции половой охоты. Всем свиноматкам после первого опороса в день отъема поросят или же на 8-й день только тем животным, которые не проявили охоту, вводят препарат. Охота наступает соответственно через 4–5 дней у 95 % и через 4–6 дней у 75% животных. Применяют препарат и взрослым свиноматкам на 8-й день после отъема поросят, если они не проявили охоту в это время.

Прогестины. При введении в организм экзогенного прогестерона в течение длительного периода (16–19 дней) задерживается наступление течки и охоты, но желтое тело регрессирует, половые центры сенсибилизируются к эндогенным или введенным извне гонадотропинам. После прекращения введения гестагена следует периодическое выделение ГнРГ, который вызывает выделение гонадотропинов и через 2–6 дней проявляется охота. Наступление ее можно ускорить введением ГСЖК.

Норгестамет вводят (имплантируют) подкожно снаружи в области корня уха в дозе 6 мг на 8–12 дней с последующей инъекцией простагландина за 24 часа до извлечения имплантата. В начале обработки дополнительно делают инъекцию эстрадиола валерата (5 мг). После удаления имплантата охота наступает через 24–120 часов (чаще через одни–двое суток) у 80% или более животных. Осеменяют в фиксированное время через 48 и 72 часа. Нередко простагландин в такую схему обработки животных не включают.

"Крестар", Synchro-Mate B system – включает имплантат (длина 1,9 см, диаметр 3 мм; содержит 3 мг синтетического прогестерона норгестамета) и 2 мл жидкости, содержащей 3 мг норгестамета и 5 мг эстрадиола бензоата. Имплантат вводят под кожу снаружи в области корня уха на 10 или 9 дней, а жидкую часть препарата – внутримышечно. Этот препарат применяют коровам мясных пород и телкам. Лактирующим коровам, молоко которых используется в пищу людям, применять нельзя. Инъекцированный прогестерон действует немедленно и предотвращает овуляцию зрелых фолликулов, а имплантированный гормон тормозит созревание фолликулов в течение последующих 9 дней; эстрадиол способствует регрессии желтого тела, если оно имелось в яичниках в начале обработки. На 9-й день имплантат из-

влекают путем надреза кожи кончиком скальпеля. Осеменяют животных через 48 и 72 ч после извлечения транспланта.

По данным Wishart and Drew (1977) процент стельности составил 66,2 при осеменении через 48 и 60 часов, 62,1 – через 48 и 72 часа и 65,7 – при однократном осеменении через 54 часа.

Внутривагинально прогестины вводят в виде металлической спирали, покрытой импрегнированной прогестероном силиконовой трубкой (внутривагинальные прогестерон-выделяющие устройства – PRID, EASI-BREED "CIDR"), или специальных пессариев, пропитанных 3 г прогестерона или 200 мг флюорогестона ацетата (кродолон) с помощью специального вагинального зеркала (расширителя). Слизистая оболочка влагалища абсорбирует прогестерон из устройства и в организме поддерживается высокая концентрация его (как во время диэструса) в течение всего периода обработки.

PRID (*progesterone-releasing intravaginal device*) – прогестерон-выделяющее внутривагинальное устройство в виде спирали; содержит 1,55 г прогестерона и дополнительно 10 мг эфира эстрадиола, который обладает слабым лютеолитическим действием. Используется PRID для синхронизации половой охоты у коров и телок в комплексе с простагландином, а также при гипофункции яичников. Вводится на 12 дней во влагалище; за 24 часа до извлечения устройства делается инъекция простагландина. Охота наблюдается через 2–5 дней после извлечения устройства.

Внутривагинальное прогестерон-выделяющее устройство EASI-BREED "CIDR" содержит 1,9 г прогестерона; вводится во влагалище на 7–12 дней. После извлечения устройства охота наступает через 2–3 дня. Осеменяют животных в фиксированное время через 57 и 74 часа. Более высокие результаты синхронизации и оплодотворяемость обеспечиваются при введении спирали на 13–14-й день цикла, по сравнению с 2–3-м днями. Целесообразно за 24 часа до извлечения устройства сделать инъекцию простагландина. В таких случаях обеспечивается синхронизация охоты у 100 % животных. Пессарии вводятся во влагалище на 9–10 дней. Одновременно с использованием пессариев инъецируют прогестерон и эстрогены.

Оллитренболон – жидкая субстанция, содержит 2,2 мг вещества в мл. Применяется кобылам для стимулирования половой цикличности, контроля сроков проявления или задержки охоты в случной сезон. Вводится с кормом в дозе 27,5–33 мг в течение 10 или 15 дней. Охота

наступает в течение 8 дней после последней дачи, овуляция – через 7–13 дней.

Альтреногест – суспензия, содержит 4 мг вещества в мл. Применяется для синхронизации половой охоты у свинок. Помещается на корм непосредственно в момент кормления животных. Скармливается в дозе 20 мг (5 мл) в течение 18 дней. Охота наступает через 2–3 дня.

Простагландины. Более распространенным средством для регулирования полового цикла у крупного рогатого скота являются простагландины. Они вызывают быстро регрессию желтого тела, т.е. устраняют источник прогестерона также эффективно, как и механическое удаление его из яичника рукой через прямую кишку (энуклеация) или хирургическим путем.

При отсутствии прогестерона начинается рост и созревание фолликулов и наступает охота. Энуклеация желтого тела рекомендуется в тех случаях, когда у коровы или телки после отела или очередной охоты желтое тело функционирует дольше, чем обычно, несмотря на отсутствие беременности. Операция требует высокой квалификации специалиста. И хотя она относительно безопасна, однако при грубом проведении ее возможны спайки яичника с яичниковым карманом и другие осложнения, которые в последующем приводят к понижению репродуктивной функции животного. Энуклеация может быть заменена введением ПГ-Ф2α или его синтетического аналога – клопростенола. После внутримышечной инъекции 25 мг ПГ-Ф2α или 500 мкг клопростенола (2 мл суперфана, клатрапростина, эстрофана, тимэстрофана, ремофана, эстуфалана, анипроста или др.) коровам и телкам на 5 – 16-й день полового цикла происходит регрессия желтого тела, а через 2 – 3 дня у животных проявляются признаки течки и охоты. Овуляция наступает через 70 – 96 часов. Процент плодотворных осеменений в стимулированную охоту такой же, как и в естественную охоту.

До 5-го дня желтое тело не чувствительно к простагландину, а с 17 – 18-го дня начинается естественная регрессия его. Наиболее стабильные результаты достигаются при введении простагландина с 8-го по 15-й день.

По данным Watts T.L. (1983) после инъекции ПГ-Ф2α на 5 – 7-й день (содержание прогестерона в плазме крови 2,78 нг/мл) охоту проявили 43,0 % телок, из них оплодотворилось 56,8 % (от всех 25,4%); на 8 – 11-й день (прогестерона 5,18 нг/мл) – реагировало 83,7 % животных, оплодотворилось 62,1 % (от всех 51,9 %); на 12 – 15-й день (уро-

вень гормона 5,22 нг/мл) – реагировали все телки, оплодотворилось 78,3 %.

ПГ-600 (Intervet) – препарат, содержащий 400 ИЕ *eCG* и 200 ИЕ *hCG*. Расфасован во флаконы по 5 доз + флакон растворителя 25 мл. Доза 5 мл. Применяется молодым свинкам (живая масса 80–100 кг) и свиноматкам для стимуляции половой охоты, лечения гипофункции яичников и профилактики послеродового анэструса у свиней, а также для диагностики беременности. Всем свиноматкам после первого опроса в день отъема поросят или же на 8-й день только тем животным, которые не проявили охоту, вводят препарат. Охота наступает соответственно через 4–5 дней у 95 % и через 4–6 дней у 75% животных. Применяют препарат и взрослым свиноматкам на 8-й день после отъема поросят, если они не проявили охоту в это время.

Простагландины – энзапрост-Ф (Венгрия). Выпускается в ампулах по 1 или 5 мл, действующего вещества по 5 или 20 мг, упакован в открываемых коробках по 1 или 5 ампул. Вводится внутримышечно в дозах: крупному рогатому скоту и свиньям по 20 мг, лошадям и собакам – по 5 мг.

Аналогичный препарат динолитик/лутализ содержит в 1 мл раствора 5 мг динопроста. Коровам и телкам вводится в дозе 25 мг (5 мл), свиноматкам 10 мг (2 мл), кобылам – 5 мг динопроста (1 мл).

Лупростиол ("*Prosolin*", Англия), простагландин нового поколения, содержит синтетический аналог простагландина F_{2a} лупростинол – 7,5 мг/мл в растворе, состоящем из 70 % пропиленгликоля и 30 % воды, с более выраженной лютеолитической активностью при меньшем воздействии на гладкую мускулатуру матки. Индуцирует регрессию желтого тела с последующим ростом фолликулов, развитие течки и овуляцию. Применяют животным в дозах: крупному рогатому скоту 15 мг, лошадям 7,5 мг, овцам и козам, свиньям – 7,5 мг.

Тиaproст (*Tiaprost*, "*Iliren*") применяют только свиньям в дозе 300–600 мг.

Синтетические препараты, содержащие клопростенол: эструмат, планат ("*Estrumate*", "*Planate*"); эстрофан, ремофан (Чехия, Лечива); эстуфалан, анипрост, клатрапростин (РФ); тимэстрофан (РБ) и др. выпускают в ампулах по 2 мл (упакованы в коробки по 10 ампул) или флаконах по 10 мл с содержанием действующего вещества 250 мкг/мл. Применяют внутримышечно коровам и телкам 500 мкг, овцам и козам 125–250 мкг, лошадям 125–500 мкг и свиньям до 350 мкг. D-клопростенол – более активный метаболит.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ball, P. J. H. Reproduction in cattle. Third edition / P. J. H. Ball, A. R. Peters. – Blackwell publishing, 2004. – 242 p.
2. Veterinary Reproduction and Obstetrics. Ninth Edition / Edited by David E. Noakes, Timothy J. Parkinson, Gary C. W. England. 2009. – W. B. Saunders Elsevier. Ltd. – 950 p.
3. Ваттио, М. А. Воспроизводство и генетическая селекция: техн. руководство по производству молока / М. А. Ваттио; пер. с англ. В. Н. Макеева; Междунар. ин-т по исследованию и развитию молочного животноводства им. Бабкока, США. – Москва, 1996. – С. 83.
4. Рост, развитие и воспроизводительная функция первотелок голштинской селекции / Г. Ф. Медведев [и др.] // Ученые записки. – Витебск, 2011. – Т. 47, вып. 2, ч. 2. – С. 44–47.
5. Эххорумтвен, О. Т. Эффективность использования сексированной спермы / О. Т. Эххорумтвен, Г. Ф. Медведев // Животноводство и ветеринарная медицина, 2021. – № 4 (43). – С. 8–12.
6. Руководство по разведению животных. Том 1. Биологические основы продуктивности животных. Составители и редакторы Дж. Хэммонд, И. Иоганссон, Ф. Харинг. Москва, 1963. 504 с.
7. Черкасова А.В. Аномалии половых органов у свиней / А.В. Черкасова, Л. М. Данилко // Ветеринария, 1973, № 11, с. 78–81.
8. Визнер, Э. Ветеринарная патогенетика / Э. Визнер, З. Виллер. – М.: Колос, 1979. – 424 с.
9. Veterinary Reproduction and Obstetrics. Tenth Edition. Edited by David E. Noakes, Timothy J. Parkinson, Gary C.W. England. 2019. Elsevier. Ltd. 837 p.
- 10.
11. Патент 2045179 Российская федерация. (19) RU (11) 2045179 (13) C1. (51) 6 A01K67/02 Способ регуляции воспроизводительной функции коров / Г.Ф. Медведев, Д.С. Долина. Бюллетень № 28, 1995, 10.10.
12. Шипилов, В. С. Основы повышения плодовитости животных / В. С. Шипилов. – Смоленск: Ред.-издат. агенство “DELO”, 1994. – 160 с.
13. Солсбери, Г. У. Теория и практика искусственного осеменения коров в США / Г. У. Солсбери, Н. Л. ВанДемарк; пер. с англ. под ред. и с предисл. В. К. Милованова. – Москва: Изд-во «Колос», 1966. – 527 с.
14. Roelofs, J.B. Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle / J. B. Roelofs, F J C M van Eerdenburg, N. M. Soede, B. Kemp // Theriogenology. 2005 Mar 15;63(5):1366–77. doi: 10.1016/i.theriogenology.2004.07.009.
15. Докучаева, Е. А. Общая биохимия: Витамины : практикум под ред. С. Б. Бокутя / Е. А. Докучаева, В. Э. Сяхович, Н. В. Богданова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 52 с.
16. Медведев, Г. Ф. Эффективность осеменения телок голштинской породы сексированной спермой и причины снижения их воспроизводительной способности после первого отела / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, С. К. Сорокина // Животноводство и ветеринарная медицина, 2012. – № 2 (5). – С. 36–40.

