

## Глава 9

# РАЗМНОЖЕНИЕ

Размножение, или репродукция,— важный биологический процесс, обеспечивающий продолжение вида. У млекопитающих этот процесс очень сложен и происходит при помощи специальных органов размножения, развившихся в процессе эволюции и имеющих свои особенности у каждого вида животных.

Функционировать органы размножения начинают у крупного и мелкого рогатого скота с 6—10-го мес, у свиней — с 5—8-го, а у лошадей — с 16—18-го мес. В этом возрасте в яичниках самок начинают периодически развиваться фолликулы, созревают яйцеклетки и самки приходят в половую охоту, а у самцов в семенниках начинается образование спермиев. Этот период называют наступлением *половой зрелости*. При благоприятных условиях содержания и хорошем кормлении половая зрелость наступает быстрее, а в суровых условиях содержания и при недостаточном кормлении она задерживается.

Половая зрелость наступает значительно раньше, чем заканчивается физиологическое созревание всего организма, и раннее спаривание с последующей беременностью обычно задерживает общее созревание, а приплод получается слаборазвитый и малопродуктивный. Спаривание недоразвитых животных может привести к нарушению у них половой функции и в последующие годы. Физиологическая зрелость у телок наступает в возрасте 16—18 мес, у овец и коз — 12—15, у свиней — 9—11 мес, а у кобыл — 3 лет, и только по достижении такого возраста можно их спаривать. Самцов-производителей указанных видов животных начинают использовать примерно в том же возрасте. Животных позднеспелых пород спаривают в более поздние сроки, по достижении ими полного развития.

Длительность использования животных для воспроизводства различна и зависит как от племенной ценности, так и от их старения. Большинство лошадей сохраняют хорошую плодовитость до 18—20, а некоторые — до 25—30 лет. Коров с хорошим удоем обычно держат до 12—14, а овец — до 7—8 лет. Свиньи теряют способность к оплодотворению в возрасте 7—10 лет.

## ОРГАНЫ РАЗМНОЖЕНИЯ И ИХ ФУНКЦИИ У САМЦОВ

К органам размножения самцов относят: семенники с придатками, спермиопроводы, придаточные половые железы и совокупительный орган.

*Семенники* — это парные половые железы, в которых образуются половые клетки — *спермии* (*сперматозоиды*). Семенники имеют яйцевидную форму, но несколько уплощены с боков. Во время эмбрионального развития они образуются в поясничной части брюшной полости плода, а перед рождением или в первые месяцы после рождения опускаются через паховые кольца в мошонку. В случае задержания семенников в брюшной полости самцы теряют плодовитость (при двусторонней задержке) или же она несколько снижается (при односторонней задержке). Это явление называют *крипторхизмом*, а животных соответственно двусторонними или односторонними *крипторхами* или *нутрецами*.

Семенники покрыты собственной серозной оболочкой, а внутри разделены радиальными перегородками на камеры, в которых находится паренхима семенника, состоящая из семенных канальцев и соединительной ткани с интерстициальными клетками. Извитые семенные канальцы семенника представляют собой трубочки микроскопически малого размера, покрытые соединительноткан-

ной оболочкой. Под ней находятся питающие клетки — сертолиев синцитий и несколько рядов сперматогенного эпителия, из клеток которого образуются спермии. Зародышевые клетки и формирующиеся спермии расположены внутри извитого канальца в студнеобразном веществе сертолиева синцития, которое обеспечивает питание зародышевых клеток и формирующихся спермиев и не дает им распадаться. Сформировавшиеся спермии выделяют фермент гиалуронидазу, которая разжижает студенистое вещество, и спермии в просвете канальца под влиянием слабощелочной реакции среды приобретают подвижность. Затем они поступают в прямые канальцы, сеть семенника и наконец попадают в придаток семенника. У половозрелого самца образование спермиев (сперматогенез) происходит непрерывно, но неравномерно.

Сперматогенез начинается с того, что сперматогонии — первичные половые клетки, выстилающие стенки семенных канальцев, — превращаются в более крупные клетки, называемые сперматоцитами первого порядка. Последние, мейотически делясь, дают начало двум одинаковым по величине клеткам — сперматоцитам второго порядка. Происходит второе мейотическое деление, в результате которого образуются одинаковые сперматиды. Сперматίδα — круглая клетка, содержащая значительное количество цитоплазмы, имеет гаплоидное число хромосом. Для того чтобы превратиться в функционирующий сперматозоид, она должна приобрести обтекаемую форму. Это связано со сложными процессами роста и видоизменения, не сопровождающимися клеточным делением.

*Придаток* семенника условно делят на три части: головку — начало придатка, тело, расположенное вдоль семенника, и хвост — конечная часть придатка. Канал придатка представляет собой сильно извитую трубочку. Длина его у самцов разных видов

животных колеблется от 50 м (бараны) до 85 м (жеребцы). В начале (в головке) просвет канала очень узкий (0,1—0,2 мм), затем он постепенно расширяется и в хвосте имеет диаметр 1—2 мм. Внутри канал выстлан высоким цилиндрическим эпителием, выделяющим секрет слабокислой реакции.

Продвижение спермиев через канал придатка происходит главным образом за счет сокращения мускулатуры его стенок. Проходя по каналу, спермии приобретают электрический заряд и стойкость к некоторым воздействиям среды, образующейся в сперме после эякуляции и в органах размножения самки. В придатке семенника при созревании спермиев митохондрии, разбросанные в их цитоплазме, концентрируются вокруг осевой нити. Это способствует лучшему обеспечению энергией спермия при движении. Аминокислотный состав в созревающем спермии значительно изменяется.

Процесс сперматогенеза протекает длительное время. На завершение сперматогенеза и продвижение спермиев через придаток у быков и баранов при умеренном использовании их в случке требуется около 50 дн.; 6—8 дн. приходится на прохождение спермиев через придаток семенника и созревание их в нем, следовательно, остальное время тратится на собственно сперматогенез.

В хвосте придатка спермии могут сохранять оплодотворяющую способность длительное время — до 1—2 мес. Выживаемости спермиев благоприятствует строение придатка, оплетенного кровеносными сосудами и нервными разветвлениями. В этих условиях к спермиям поступает достаточное количество питательных веществ и своевременно удаляются продукты обмена.

Образование спермиев в семенниках, их созревание и длительное хранение в придатках семенников у млекопитающих происходят при температуре на 3—4 °С ниже температу-



ры тела. Это связано с тем, что семенники находятся вне брюшной полости, а функции регуляции температуры выполняются кожей и мускулатурой мошонки. В жаркую погоду мускулатура мошонки и семенного канатика расслабляется и семенники опускаются, а кожа через многочисленные потовые железы испаряет много жидкости, за счет чего температура в семенниках понижается. В холодную погоду мускулатура семенника и мошонки сокращается, поверхность кожи сморщивается, семенники подтягиваются к брюшной стенке, кровеносные сосуды кожи мошонки сужаются и теплоотдача уменьшается. Нарушение терморегулирующей функции мошонки может привести к нарушениям плодovitости и даже к бесплодию производителя.

Пониженная температура и слабoкислая реакция тормозят подвижность спермиев, снижают обмен веществ у них и этим сохраняют их энергию. При исключении хотя бы одного из этих условий спермии быстро погибают. Повышение температуры в семенниках до 38—40 °C ведет не только к гибели сформированных спермиев, но и к прекращению образования полноценных спермиев в семенных канальцах. У двусторонних криптохоров вследствие высокой температуры в семенниках нормального образования спермиев не происходит, и они не способны оплодотворять самок.

Спермии из хвоста придатка семенника выделяются через спермиопровод и мочеполювой канал.

*Спермиопроводы*, левый и правый, являются продолжением канала придатка семенников; находясь в семенных канатиках, они проникают через паховые кольца в брюшную полость, проходят над мочевым пузырем, сближаются и впадают в тазовую часть мочеполювого канала. Над мочевым пузырем, перед впадением в мочеполювой канал, спермиопроводы значительно утолщены. Эти утолще-

ния называют ампулами спермиопроводов. В их стенках имеются железы, выделения которых смешиваются со спермиями во время спаривания. У быка и барана ампулы служат еще и местом накопления спермиев во время полового возбуждения перед садкой.

В тазовую часть мочеполювого канала, кроме спермиопроводов, открываются протоки придаточных половых желез: пузырьковидных, предстательной, куперовых и многочисленных уретральных. У жеребца пузырьковидные железы выделяют тягучий секрет, у быка, барана и хряка — жидкий. Предстательная железа вырабатывает жидкий секрет и хорошо выражена у жеребцов и хряков. У быков и баранов она развита слабо. Куперовы, или луковичные, железы наибольшей величины достигают у хряка; они выделяют клейкий секрет.

**Половая функция у самцов.** Функция размножения у самцов представляет собой сложный комплекс рефлексов. Половое влечение возникает в результате восприятия анализаторами самца (слуховым, зрительным, обонятельным, тактильным) раздражений, исходящих от самки, при одновременном влиянии на его организм внутренних факторов, основным из которых служит половой гормон — тестостерон, обуславливающий половое влечение к самкам.

В проявлении половой функции участвуют различные отделы центральной и вегетативной нервной системы. Кора головного мозга, суммировав раздражения, полученные от анализаторов и внутренней среды, осуществляет свои импульсы через подкорковые половые центры — промежуточный мозг (гипоталамус). Эти центры, в свою очередь, передают импульсы в центры эрекции (подготовки полового члена к спариванию) и эякуляции (выделения спермы). Центры эрекции и эякуляции расположены в спинном мозге на

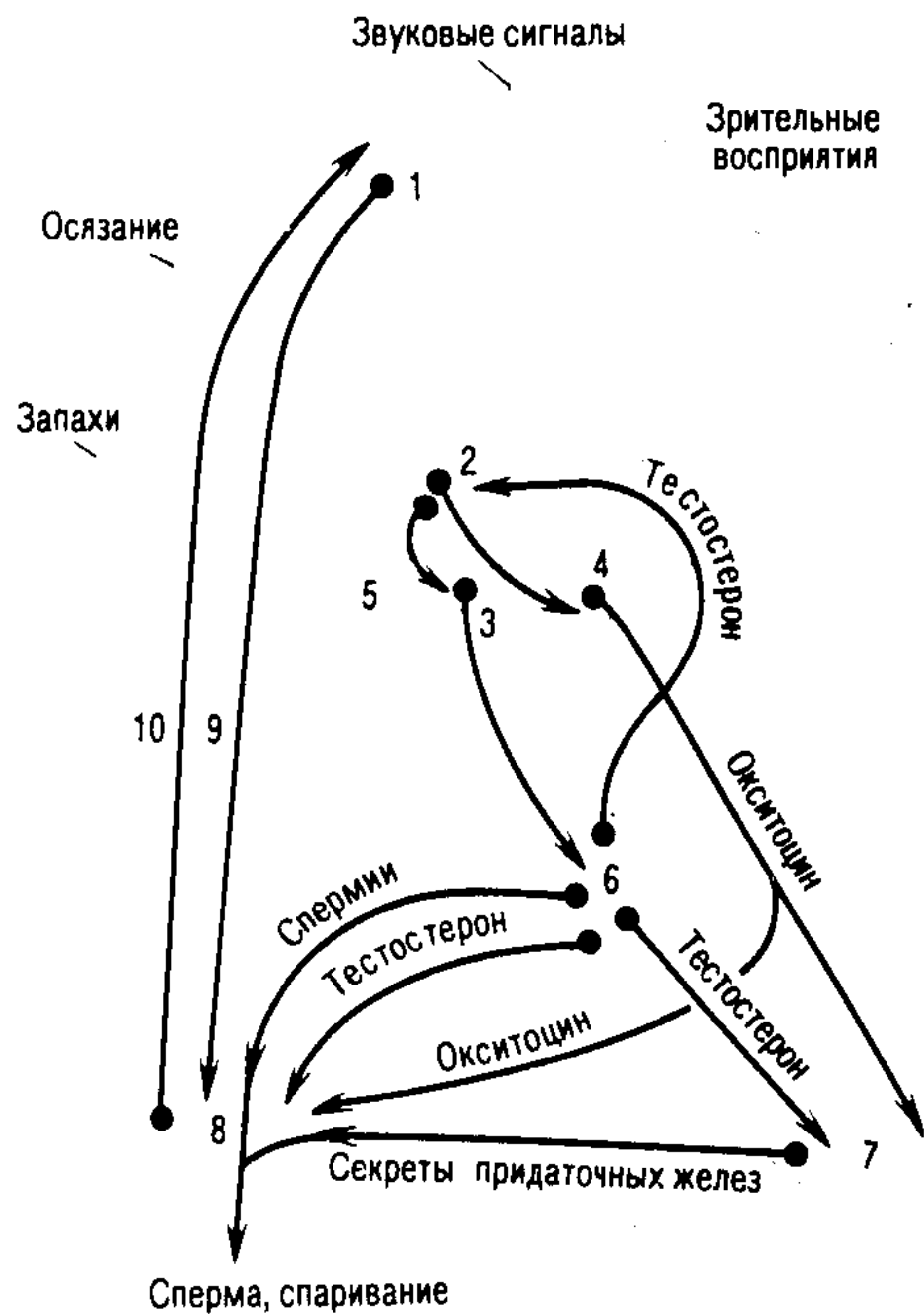
уровне нижних крестцовых и поясничных позвонков. Они связаны как с гипоталамусом и корой головного мозга, так и с рецепторами, находящимися в органах размножения. Кортиковые, подкорковые и спинальные половые центры находятся между собой во взаимодействии. Следовательно, половой центр представляет собой динамически функциональную систему, работающую как единый нервный механизм. Возбуждение передается не только от коркового и гипоталамического центров, но и в обратном направлении — от рецепторов органов размножения в эти высшие центры (рис. 46).

Осуществление половых рефлексов происходит при наличии условных рефлексов, образующихся на основе безусловных в течение индивидуальной жизни животного. Условные половые рефлексы вырабатываются очень быстро. Случка или получение спермы в искусственную вагину ведут к закреплению условных рефлексов с первого сочетания. Условными половыми раздражителями могут быть: вид случного манежа, подготовленной к случке самки и др. При изменении обстановки условные половые рефлекс перестраиваются.

Половой рефлекс у самцов — это сложный цепной рефлекс, состоящий из ряда взаимосвязанных реакций, причем завершение одной из них служит сигналом для возникновения следующей.

В цепном половом рефлекс различают следующие основные стадии.

**Эрекция** совокупительного органа (полового члена) заключается в том, что вследствие усиленного притока артериальной крови и наполнения ею пещеристых тел половой член увеличивается в размерах, делается упругим, что способствует введению его в органы размножения самки. При эрекции седалищно-пещеристая и луковично-пещеристая мышцы сокращаются и прижимают корень полового члена к седалищным костям,



**46** Схема нейро-гуморальной регуляции процессов воспроизведения у самцов:

1 — головной мозг; 2 — гипоталамус; 3 — передняя и 4 — задняя доли гипофиза; 5 — фоллиберины и люлиберины гипоталамуса; 6 — семенники; 7 — придаточные половые железы; 8 — совокупительные органы; 9 — импульсы по нервным путям к совокупительным органам; 10 — импульсы с совокупительных органов

чем задерживается отток крови из него.

**Совокупление** — введение во влагалище самки полового члена и ряд движений, подготавливающих выбрасывание спермы. Процесс совокупления у быков и баранов происходит очень быстро, у лошадей и свиней он более длительный.

**Эякуляция** — выделение продуктов половых желез — спермы и секретов через мочеполовой канал. Возбуждение рецепторов полового члена передается по нервным волокнам в центр эякуляции. В ответ на раздражения под влиянием гормона окситоцина сокращаются мышцы придатков семенников, спермиопроводов, придаточных половых желез и мочеполового канала. В результате сперма и выделения придаточных поло-



вых желез поступают в мочеполовой канал, из которого выбрасываются ритмическими волнообразными сокращениями мускулатуры. Сперму, выделенную при одном спаривании, называют *эякулятом*. У жеребцов и хряков по сравнению с баранами и быками придаточные половые железы значительно более развиты и их секреция во много раз больше. Характер эякулята у самцов разных видов животных различен.

Во время эякуляции жеребцы и хряки выделяют секреты в определенной последовательности, в три фазы. В первую фазу выделяется жидкий секрет мочеполового канала и луковичных желез, во вторую — масса спермиев, в последнюю фазу секреты придаточных желез, способствующие продвижению спермиев через матку, что особенно важно для свиней, рога матки которых имеют большую длину. У быков и баранов сперма выбрасывается одним толчкообразным сокращением ампул, придаточных половых желез и мочеиспускательного канала.

В ампулах спермиопроводов быков и баранов постоянно находятся спермии в количестве, достаточном для нескольких эякуляций. У неиспользуемых производителей значительная часть спермиев из ампул выделяется с мочой.

Секреты придаточных половых желез выполняют ряд функций: промывание и подготовка мочеполового канала к прохождению спермы; увеличение объема эякулята; проталкивание спермиев к вершине рогов матки (у свиней); активация движения спермиев, так как они в придатке семенника слабоподвижны или неподвижны.

Концентрация спермиев в хвосте придатка семенников составляет около 5 млрд в 1 мл, с колебаниями от 3 до 6 млрд. В сперме хряка и жеребца спермии разбавлены секретами придаточных желез в 30—50 раз, быка — в 3—4, в сперме барана — в 2 раза (табл. 20).

**20. Средние количественные показатели спермы, выделяемой различными видами животных**

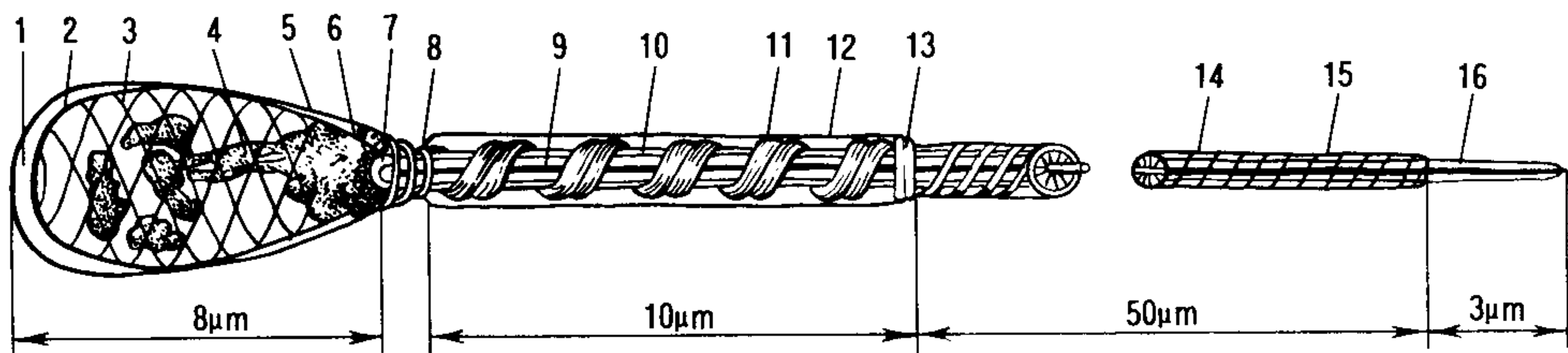
Животные	Объем эякулята, мл	Концентрация спермиев в 1 мл, млрд	Общее число спермиев во всем эякуляте, млрд
Бараны	1—2	2,0—4,0	2—10
Быки	4—5	1,0—1,5	4—10
Жеребцы	50—120	0,1—0,25	6—15
Хряки	150—300	0,1—0,2	20—80

**Физико-химические свойства спермы.** Сперма состоит из двух частей: спермиев и жидкости — плазмы, представляющей собой смесь секретов придаточных половых желез. Сперма быков и баранов содержит много белков: у быка — 5,8, у баранов — 10%. В сперме хряка белков 3,8, а у жеребца лишь 1,0—2,5%. В сперме быка и барана присутствуют липиды и фруктоза, а у хряков и жеребцов находят лишь их следы. Из минеральных веществ имеются калий, натрий, хлор, фосфор и ряд микроэлементов.

Спермии — основная часть спермы, так как без них невозможно оплодотворение. Плазма спермы содержит питательные вещества для спермиев, соли и другие вещества, влияющие на их жизнедеятельность. В ней есть также выделенные предстательной железой простагландин и вазогландин — активные вещества, вызывающие сокращение мускулатуры матки и кишечника, а также антиагглютинин, препятствующий склеиванию — агглютинации спермиев.

Спермий состоит из головки, шейки (соединительной части), тела и хвоста (жгутика). Длина спермиев сельскохозяйственных животных около 0,06—0,07 мм, или 60—70 мкм. Головка спермия составляет примерно  $\frac{1}{9}$  его длины. В ней сосредоточена наследственная информация, а шейка, тело и хвост служат двигательным аппаратом спермия.

Головка спермия представляет собой овальную пластинку, несколько вогнутую с одной стороны и



#### 47 Строение спермия:

1 — чехол головки; 2 — акросома; 3 — пересекающиеся фибриллы; 4 — хромосомы; 5 — бокаловидная оболочка; 6 — кольцевидный слой основы головки; 7 — клеточный центр (центросом); 8 — спираль шейки; 9 — осевые фибриллы; 10 — дорсальный и вентральный боковые канатики, каждый состоит из четырех фибрилл; 11 — двойная спираль соединяющей части; 12 — эктоплазма; 13 — последнее (замыкающее) кольцо по Иенсену; 14 — три спиральных фибриллы хвоста; 15 — оболочка хвоста; 16 — концевая часть

выпуклую с другой. В головке находится ядро. Передняя часть головки покрыта чехликом, под которым расположена акросома. Считают, что акросома спермия вырабатывает фермент гиалуронидазу. Короткой и тонкой шейкой головка прикреплена к телу, вдвое большему по длине, чем головка. Шейка очень хрупкая, при оплодотворении, когда спермий проникает в яйцо, она ломается и в яйце остается лишь головка. Внутри тела и хвоста спермия заключена осевая нить, состоящая из нескольких фибрилл, на всем протяжении (кроме кончика хвоста) обвитых тройной спиральной нитью. Кончик хвоста состоит из нескольких фибрилл, не покрытых спиральными нитями, и лишен оболочки (мембраны), покрывающей все остальные части спермия. При большом увеличении он выглядит похожим на кисточку (рис. 47).

Спермии содержат около 25% сухого вещества и 75% воды. Из сухого вещества 85% составляют белки, 13,2% — липиды и 1,8% — минеральные вещества. В спермиях имеется также значительное количество фосфора (около 2,7%), причем в головках содержание его доходит до 4%. В головках спермиев присутствует большое количество белков, связан-

ных с ДНК. В акросоме установлено некоторое наличие мукополисахаридов.

Остальные части спермиев (шейка, тело и хвост) состоят из белков, свободных липидов и солей. Спермии содержат ряд ферментов, принимающих активное участие в окислительных процессах, происходящих внутри их.

Нормальные спермии в жидкой среде способны поступательно и прямолинейно двигаться. Центр движения — тело и шейка. Головка не может самостоятельно двигаться, но спермии без головки могут сохранить способность к движению.

При движении спермия хвост его изгибается в одну сторону, а затем выпрямляется. Односторонние движения хвоста происходят одно за другим, волнообразно и очень быстро. Головка, имеющая ложкообразную форму, при односторонних ударах хвоста вращается вокруг своей оси, а вместе с ней вращаются и остальные части спермия. В результате удары хвоста приходятся на все стороны и спермий движется поступательно и прямолинейно.

Все спермии несут одноименный отрицательный электрический заряд, поэтому одноименно заряженные спермии отталкиваются друг от друга и в густой сперме не происходит столкновения и слипания их. Но иногда в сперме можно наблюдать агглютинацию спермиев — склеивание их головками. Это происходит в тех случаях, когда электрический заряд у них недостаточно высок и при встрече они не в состоянии оттолкнуться, а прилипают друг к другу головками и даже остальными своими частями.



Жизнеспособность спермиев вне организма зависит от температуры и состава жидкости, в которой они находятся. Наиболее подвижны спермии при температуре, близкой к температуре тела животных (37—39 °С). Более высокая температура убивает их. При понижении температуры движение спермиев замедляется, а при температуре, близкой к 0 °С, они переходят в состояние анабиоза.

При нарушении осмотического давления в окружающей среде спермии гибнут. В гипотонических растворах гибель спермиев наступает вследствие набухания их от проникающей внутрь воды, а в гипертонических растворах, наоборот, в результате обезвоживания цитоплазмы. Свежеполученная сперма быка и барана имеет нейтральную (рН 7,0) или слабокислую реакцию (рН 6,7—6,9), сперма хряка и жеребца — щелочную (рН 7,2—7,6). Небольшое увеличение кислотности в сперме ведет к замедлению движения спермиев, но они остаются живыми. Избыточная кислотность прекращает движение спермиев и убивает их. Чрезмерная щелочность, достигаемая, например, добавлением соды, сначала вызывает усиленное движение спермиев, но затем убивает их.

## **ОРГАНЫ РАЗМНОЖЕНИЯ И ИХ ФУНКЦИИ У САМОК**

К органам размножения самок относят: яичники — основные половые железы; яйцепроводы — проводящие пути; матку — место развития плода; влагалище с клитором и половыми губами — совокупительные органы.

*Яичники* — парные органы овальной формы, в которых образуются и проходят все стадии роста половые клетки самки — яйца. Размеры яичников меняются в зависимости от функционального состояния и вида животных. У коров и свиней размеры яичников по длине от 2 до 5 см, у

овец — от 0,8 до 2, а у кобыл — от 3 до 12 см.

*Яйцепроводы* — тонкие, сильно извитые трубочки; по ним вышедшие из яичников яйца поступают в матку. Длина яйцепроводов в вытянутом состоянии у коров достигает 25—30 см, у овец — 10—15, у кобыл и свиней — 20—30 см. В самом начале яйцепровод воронкообразно расширен, с бахромчатым краем. Около бахромки имеется небольшое углубление — сумка, способствующая попаданию яйцевых клеток в воронку яйцепровода, а не в брюшную полость. Далее яйцепровод постепенно суживается и заканчивается очень узким просветом, называемым истмусом. У коров, овец и свиней яйцепровод переходит в рог матки без резких границ. У кобыл этот переход более заметен.

*Матка* состоит из рогов, тела и шейки. У свиней рога матки имеют вид кишечных петель, очень длинные, достигают 150—200 см каждый, тело матки развито слабо, шейка матки не имеет резких границ, и ее отверстие незаметно переходит в просвет влагалища.

**Овогенез.** Процесс образования и созревания женских половых клеток — яиц (яйцеклеток) — называют овогенезом (ovum — яйцо). Яйца образуются из клеток генеративного (зачаткового) эпителия, которые группами отщепляются и образуют фолликулярную зону яичника. Одна из клеток каждой отщепившейся группы развивается в первичное яйцо, а остальные — в фолликулярные (гранулезные) клетки. Первичные яйца называют *ооцитами первого порядка*.

Первичных зародышевых яиц в яичнике очень много; у коров, например, количество их достигает 100 тыс., но лишь немногие из них проходят весь процесс развития и роста.

В начале развития фолликулярные клетки, окружающие яйцо, размножаются и постепенно образуют вокруг него несколько слоев (первич-

ный фолликул). Затем в одном месте слои клеток расходятся и между ними образуется полость с прозрачной жидкостью. В зрелом фолликуле полость с жидкостью составляет его большую часть. В одном месте слой фолликулярных клеток слегка выпячивается в полость в виде небольшого бугорка. В нем находится яйцо. Поэтому выступающую часть эпителия называли яйценосным бугорком.

В яичнике половозрелого животного обычно имеется несколько фолликулов, но только часть из них достигает полной зрелости, а остальные, достигнув той или иной стадии развития, подвергаются атрезии — уменьшению в размере — и постепенно рассасываются.

У разных видов животных размеры и число фолликулов неодинаковы. У кобыл и коров созревает и овулирует одновременно, как правило, только один, редко два фолликула, которые чаще находятся в разных яичниках. У овец в зависимости от породы созревает одновременно 1—2 фолликула или несколько. У многоплодных пород, в частности у овец романовской породы, одновременно может созреть и овулировать 3—4 и даже до восьми фолликулов. Созревшие фолликулы достигают величины 1 см. У свиней одновременно созревает в обоих яичниках 15—20 и даже 40 фолликулов размером до 0,8—1 см в диаметре.

У коров, овец и свиней зрелые фолликулы выступают на поверхности яичника в виде бугорка. Развившийся фолликул у коров достигает 1—1,5, редко 2 см в диаметре. В развитии фолликула различают три стадии: первая — фолликул величиной 0,5—0,75 см, имеет жесткую, толстую оболочку; вторая — фолликул достигает максимального развития, в среднем 1—1,5 см, хорошо прощупывается на поверхности яичника в форме пузырька с сильно напряженными тонкими стенками, флюктуация (зыбление) жидкости в фолликуле хорошо выражена; третья — проис-

ходит еще большее истончение стенок фолликула и размягчение окружающей стромы яичника. Такое состояние фолликула бывает перед *овуляцией* — разрывом стенки созревшего фолликула и выходом из него яйца. Овуляцию определяют по уменьшению размеров, спадению стенок фолликула и наличию на нем углубления.

У кобыл различают четыре стадии созревания фолликула. В связи со значительно большими размерами развивающегося фолликула у кобыл определять эти стадии еще легче.

Перед овуляцией фолликулы у кобыл достигают в диаметре 5—10 см и более, отчего яичник значительно увеличивается в объеме. Количество жидкости в фолликуле лошади достигает иногда 80—100 мл и более. Фолликулярная жидкость, продуцируемая оболочкой фолликула, прозрачная, янтарно-желтого или лимонного цвета, содержит эстрогенные гормоны. Ее консистенция и некоторые другие физико-химические свойства изменяются в зависимости от зрелости фолликула. По мере созревания фолликула жидкость делается более щелочной и рН ее доходит до 8,0. Фолликулярная жидкость обладает бактериостатичностью (задерживает рост бактерий) и некоторой бактерицидностью (убивает их).

**Овуляция.** Это сложная реакция на внутренние и внешние раздражители. Один из внутренних раздражителей — давление накапливающейся фолликулярной жидкости. Разрыв фолликула объясняют многими факторами, в том числе и действием протеолитических ферментов в фолликулярной жидкости. Ткани в наиболее истонченном месте в стенке зрелого фолликула раздвигаются, происходит разрыв мельчайших капилляров, и через образовавшееся отверстие — «кратер» — в воронку яйцепровода выходит яйцо вместе с окружающими его клетками яйценосного бугорка.

У коров, овец и свиней разрыв фолликулов может происходить в



любом месте поверхности яичника. Яичник лошади покрыт плотной оболочкой, и фолликулы разрываются только в направлении овуляционной ямки.

В период овуляции усиливается приток крови к яйцепроводам, их мышечные волокна напрягаются. В результате воронка с сумкой яйцепровода расширяется, охватывая яичник, что способствует попаданию яйца и фолликулярной жидкости в яйцепровод. Благодаря попеременным сокращениям мышечных волокон яйцепровода происходит всасывание в него жидкости фолликула вместе с яйцом и окружающими его клетками яйценосного бугорка. Яйцо постепенно передвигается в сторону матки.

У коров, овец, свиней и лошадей овуляция осуществляется независимо от того, было или нет спаривание самки с самцом. У некоторых млекопитающих животных, например у кроликов, овуляция происходит только после дополнительного нервного возбуждения, вызванного, например, естественным спариванием. У самок крупного и мелкого рогатого скота, свиней и лошадей спаривание с самцом и процедура искусственного осеменения, служащие дополнительными раздражителями нервной системы, могут в некоторых случаях ускорить наступление овуляции.

Во время роста и созревания фолликулов, в период овуляции и в дни, последующие за ней, существенно перестраиваются функции организма самок, и особенно органов размножения. В яичнике постоянно находятся фолликулы в везикулярной стадии, которые синтезируют половые гормоны — эстрогены, причем при росте и развитии фолликулов синтез гормонов значительно интенсивнее. Эстрогены с током крови разносятся по всему организму и при значительном их количестве вызывают у самки течку и половую охоту.

**Течка.** Эструс — комплекс сложных морфологических и функциональных изменений, происходящих в ор-

ганах размножения самки, направленных на обеспечение продвижения, сохранения и оплодотворения гамет и последующего развития зародыша. От действия гормонов расширяются кровеносные сосуды слизистых оболочек половых путей, которые приобретают красную окраску и становятся отечными. Клетки мускулатуры матки удлиняются, что ведет к временному увеличению ее объема; по окончании течки они укорачиваются. Во время течки наблюдают также попеременное сокращение и расслабление мышечных слоев рогов, тела и шейки матки. Напряжение мускулатуры шейки матки ослабевает, канал ее делается проходным.

Эстрогены стимулируют клетки слизистой матки, влагалища и особенно шейки матки к секреции прозрачной жидкой слизи. Вытекание обильного количества прозрачной слизи особенно ярко выражено у коров и телок. Во вторую половину охоты у коров слизь мутнеет и несколько густеет.

У лошадей явления течки выражены значительно слабее, чем у коров. Наличие во влагалище жидкой прозрачной слизи, вытекающей из шейки матки, у кобыл отмечают лишь незадолго до овуляции и во время ее. На протяжении остального периода охоты выявляют только расслабление мускулатуры шейки матки, покраснение влагалища и увлажнение слизистых половых путей. Течка у животных обычно наступает раньше появления признаков охоты. У коров она начинается за 24—36 ч до начала охоты и продолжается во время ее, а всего длится 2—3 сут. У свиней ярко выраженные признаки течки (сильное покраснение, припухание и отечность вульвы) регистрируют за сутки до начала яркого проявления охоты.

**Половая охота.** Под влиянием эстрогенных гормонов повышается возбудимость нервной системы, организм мобилизуется на выполнение функции размножения.

Коровы во время охоты беспоко-

ятся, мычат, плохо едят корм, сбавляют удои, иногда убегают из стада, собираются вместе и прыгают друг на друга. У овец подобные признаки охоты выражены слабо. У свиней начало охоты выражается беспокойным поведением, беспрестанным обнюхиванием, прыганием на других маток. В разгар охоты характерным признаком служит «рефлекс неподвижности», состоящий в том, что свинья сразу успокаивается и делается неподвижной, если ей на поясницу положить руку; если к свинье в этот период охоты подведут хрюка, то ее трудно отогнать от него. У кобыл тоже меняется поведение, понижается аппетит. Они сильнее реагируют на различные внешние раздражители (случайные шумы, звуки, появление посторонних лиц, животных).

Наиболее ярко половые рефлексy у самок всех видов животных проявляются в присутствии самца. Для выявления охоты часто используют самцов-пробников.

У кобыл охота продолжается в среднем 5—7 дн., с колебаниями от 3—4 до 10—12 дн. Считают, что большая продолжительность охоты у кобыл по сравнению с коровами, у которых она длится 10—20 ч, зависит от значительно большего времени, требуемого на созревание и разрыв фолликула. Это связано со структурой яичника кобылы, овуляция в котором может произойти только в овуляционной ямке.

Степень проявления признаков половой охоты у самок тесно связана с температурным фактором и временем дня. Половые рефлексy ярче выражены утром и вечером и в прохладные весенние и летние дни, тогда как в жаркое время дня признаки охоты слабее и иногда затухают совсем.

**Время овуляции.** У коров при полноценном кормлении и хорошей упитанности овуляция обычно происходит через 7—15 ч после окончания охоты. В случае ослабленного тонуса нервной системы, что бывает при истощении, недостаточном и неполно-

ценном кормлении, продолжительность развития фолликулов значительно увеличивается, овуляция задерживается, а в некоторых случаях совсем не наступает. Высокая молочная продуктивность при неправильном питании (с большим преобладанием зерновых) подавляет функции яичников.

У овец большинство фолликулов овулируют через 31—32 ч от начала охоты; у свиней овуляция происходит через 25—40 ч от начала охоты.

У многоплодных животных, в яичниках которых одновременно созревает несколько фолликулов, их овуляция наступает в сравнительно короткое время. Интервал между разрывом первого и последнего фолликулов у овец и коз обычно не более 4 ч. Этот срок лимитируется тем, что желтые тела, образующиеся после разрыва первых фолликулов, начинают продуцировать гормон прогестерон, препятствующий развитию и созреванию остальных фолликулов, находящихся в яичнике.

Овуляция у кобыл обычно происходит за 24—48 ч до окончания половой охоты, но, поскольку длительность охоты, быстрота роста и созревания фолликула подвержены значительным колебаниям, установить время, оптимальное для спаривания, труднее, чем у коров, овец и свиней.

После овуляции признаки охоты и течки, вызванные эстрогенными гормонами, исчезают, секреция слизистой шейки матки и влагалища прекращается. В шейке матки восстанавливается тонус мускулатуры. В слизистой влагалища частично отторгаются эпителиальные клетки.

**Желтое тело.** После овуляции на месте опорожнившегося фолликула образуется желтое тело, которое развивается в основном из фолликулярных клеток, выстилающих складчатые сжавшиеся стенки фолликула. Отростки из соединительнотканной оболочки образуют остов желтого тела, а разрастающиеся кровеносные сосуды пронизывают его.



Фолликулярные клетки делятся, растут и превращаются в железистые клетки желтого тела — *лютеальные клетки*, резко отличающиеся по своему строению и функции от фолликулярных. Они содержат жироподобные вещества — липиды — и пигмент (красящее вещество), окрашивающий желтое тело у овец, свиней и коров в желтый цвет, а у лошадей в оранжевый, переходящий затем в красноватый и коричнево-красный.

У овец желтое тело формируется очень быстро. Полость прорвавшегося фолликула заполняется кровяным сгустком в первые часы после овуляции. Через 10 ч кровяной сгусток рассасывается, через сутки полость фолликула заполняется клетками желтого тела, которое выступает над поверхностью яичника в виде чечевичного зернышка диаметром 2—3 мм. Затем желтое тело быстро увеличивается и уплотняется, достигая наибольшей величины через 8 дн. после овуляции.

У свиней стенки лопнувших фолликулов сильно сокращаются и места разрывов быстро зарастают. Кровоизлияний в полость фолликулов у них не бывает. Период формирования желтых тел у коров и свиней составляет 7—8 дн.

У лошади в начале роста желтого тела в полости фолликула имеются еще остатки фолликулярной жидкости с примесью крови. Постепенно полость заполняется тканью. Через два дня после овуляции желтое тело в яичнике лошади достигает 25—70 мм в диаметре, в последующие дни оно уплотняется, размеры его несколько уменьшаются.

Структура образовавшегося желтого тела непостоянна. Желтое тело служит временной железой, выделяющей в кровь гормон прогестерон. Под его воздействием в слизистой матки происходят процессы, направленные на подготовку к приему и питание эмбриона. Эпителий эндометрия разрастается и набухает, маточные железы также сильно разраста-

ются и начинают секретировать, выделяя вещества, обеспечивающие питание зародыша на первых стадиях его развития до имплантации.

Под влиянием прогестерона в яичниках задерживается развитие новых фолликулов, охота и течка прекращаются и сменяются половым покоем. Если не произошло оплодотворения яйца, вышедшего из яичника во время овуляции, желтое тело через несколько дней начинает рассасываться; лютеальные клетки уменьшаются в объеме, кровеносные сосуды заустывают, полость бывшего фолликула заполняется соединительной тканью. В последующие несколько недель ткань желтого тела постепенно исчезает и на ее месте образуется соединительнотканый рубец. У коров и овец этот процесс начинается на 10—12-й день после овуляции, у свиней — на 15—16-й, у лошади — на 8—12-й день. При рассасывании желтых тел уменьшается или прекращается выработка гормона прогестерона. В яичниках начинают развиваться новые фолликулы и снова увеличивается продукция эстрогенных гормонов. Комплекс физиологических и морфологических процессов, протекающих в организме самки в период от начала одной течки и охоты до другой, называют *половым циклом* или *половой периодичностью*. По поведению самки половой цикл у сельскохозяйственных животных делят на две основные стадии: первая — течка и половая охота, вторая — межтечковый, или половой покой. Продолжительность полового цикла и его отдельных стадий у разных видов животных неодинакова (табл. 21).

На проявление половых функций самок существенно влияют условия внешней среды, особенно климатические и сезонные факторы. У большинства пород коров, овец и свиней охота может повторяться в течение всего года. Но у отдельных видов и пород животных проявляется сезонность размножения, унаследованная ими от диких предков. Сезонность спарива-

**21. Средняя продолжительность полового цикла, течки и охоты; время овуляции**

Животные	Продолжительность			Время овуляции от начала охоты, ч
	полового цикла, дн.	течки, ч	охоты, ч	
Кобыла	20—22	96—168	96—168	72—140
Корова	19—21	24—36	10—20	22—36
Овца	17	30—40	24—40	20—40
Свинья	20—21	72—96	48—72	20—40

ния у диких животных и птиц связана с необходимостью рождения потомства в определенный период. В процессе отбора выжили те животные, которые приспособились к определенным климатическим и пищевым условиям и рождали детенышей в период, наиболее благоприятный для их воспитания и выращивания. Для большинства видов животных таким периодом является весна.

У разных видов животных сроки плодоношения различны. В связи с этим и сроки спаривания — *половой сезон* — приходятся на различное календарное время года. Факторы внешней среды: определенная интенсивность солнечного света, температура, влажность воздуха и прочее — служат сигналами и регуляторами, устанавливающими начало полового сезона. Свет играет особую роль в проявлении половых функций. Зависимость половых функций от изменений светового режима наиболее ярко выражена у птиц и диких животных.

Сезонность проявления половых функций может меняться у одних и тех же животных. Примером могут служить овцы, разводимые в южных районах нашей страны, у которых в жаркие летние месяцы (июнь, июль, август) охота не наступает. Однако и во время жаркого южного лета можно вызвать охоту у овец и оплодотворение, если создать соответствующие условия кормления и содержания. С этой целью маток следует пасти только ночью на пастбище с молодой сочной и питательной травой, а днем заго-

нять в увлажненные овчарни с открытыми окнами и дверями.

В высокогорных местностях с суровыми климатическими условиями и в полупустынях с высокой температурой воздуха, скудными кормами, недостатком воды и примитивными условиями содержания половой сезон у овец ограничен 2—3 осенними месяцами. У тех же овец, переведенных в благоприятные условия умеренного климата, культурного содержания, правильного ухода и кормления (с обилием зеленого корма), значительно расширяются границы полового сезона, и они могут приходить в охоту даже круглый год. Наоборот, у овец, переведенных в неблагоприятные условия сухого, жаркого климата со скудными кормами, половой сезон сокращается до 2—3 мес.

При одомашнивании сельскохозяйственных животных для устранения половой сезонности основное значение имели кормление, содержание и отбор животных. У современных пород свиней, находящихся в теплых помещениях при относительно равномерном кормлении во все сезоны года, половая сезонность исчезла. У коров и лошадей сезонность сохраняется лишь при суровых условиях содержания и неравномерном кормлении в различные сезоны года.

Сезон спаривания определяется хозяйственными соображениями. Молочных коров обычно спаривают в течение всего года, чтобы отелы происходили круглый год. Случку лошадей при конюшенном содержании, когда жеребята обеспечены помещениями, начинают с февраля. Спаривание овец и свиней производят в строго определенные сроки, в зависимости от породы животных и климатических условий.

**Нейро-гуморальная регуляция половых функций.** Размножение (репродукция) — сложный комплекс реакций на определенные раздражители, как возникающие внутри организма, так и исходящие из внешней среды. Ведущую роль в проявлении



функции размножения выполняет центральная нервная система, регулирующая секрецию гормонов и опосредующая их обратное действие. Центры этой регуляции расположены в гипоталамусе. Внешние раздражители поступают через анализаторы (зрительный, обонятельный, слуховой, вкусовой, осязательный), внутренние раздражители — гормоны — сигнализируют о внутренней готовности животного к размножению. Головной мозг суммирует получаемые раздражения. Нервные импульсы преобразуются в гипоталамусе в гуморальные факторы, способствующие выделению гормонов гипофиза. Такое преобразование обеспечивается нейросекреторным свойством гипоталамических клеток. Специфические нейросекреторные факторы, вырабатываемые в гипоталамусе и поступающие по воротной кровеносной системе в переднюю долю гипофиза, стимулируют ее к выделению гонадотропных гормонов. Фолликулостимулирующий гормон вызывает рост и развитие фолликулов. Лютеинизирующий гормон стимулирует разрыв фолликулов — овуляцию и способствует превращению их в желтые тела; в результате воздействия этого гормона желтые тела усиливают продукцию прогестерона.

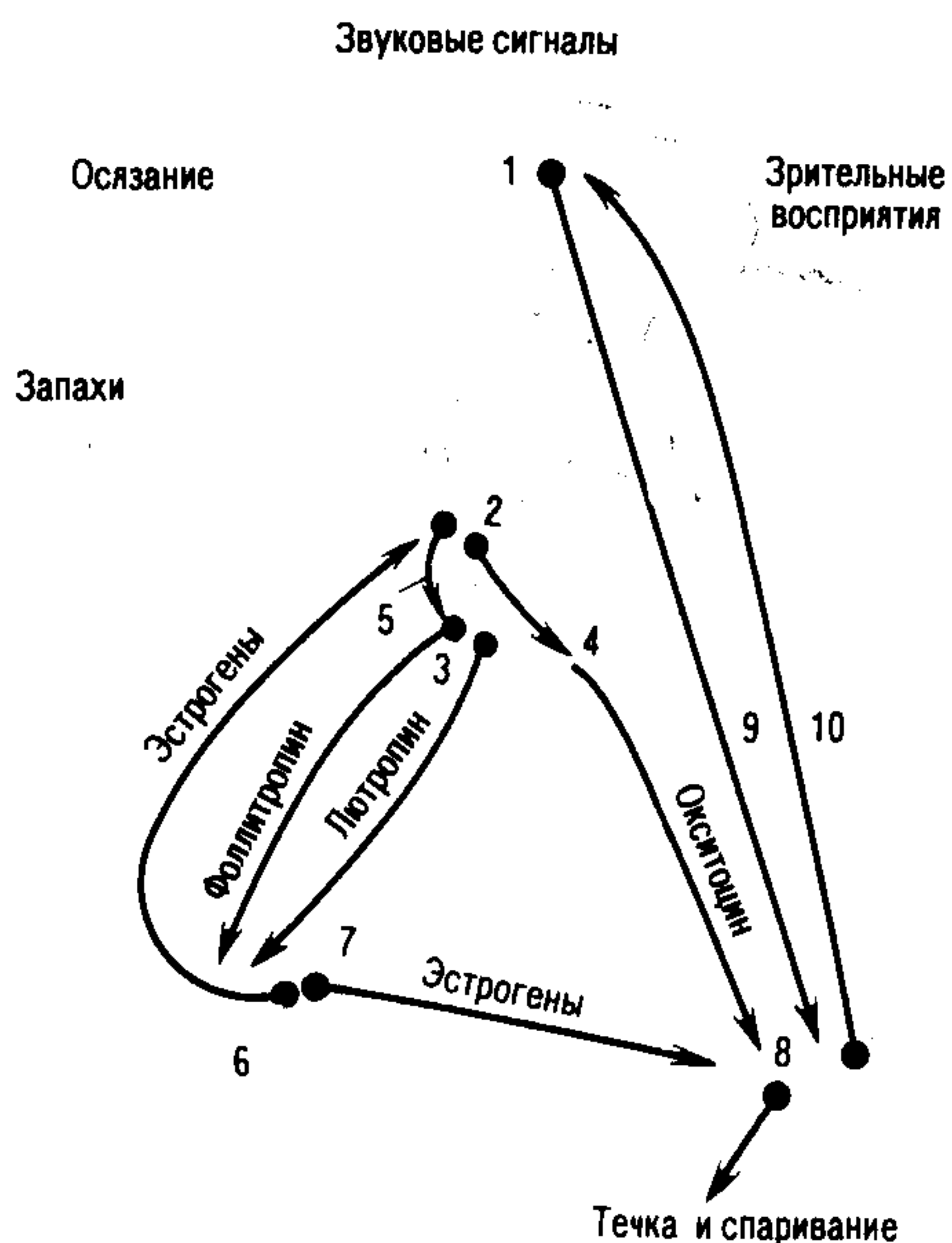
Перед наступлением течки и охоты в кровь выделяется больше фолликулостимулирующего гормона; затем, когда фолликул созрел, поступающие в кровь из яичника эстрогенные гормоны действуют через гипоталамус на гипофиз и из него усиленно выделяется лютеинизирующий гормон. Продуцируемые яичником эстрогены и прогестерон влияют не только на аппарат размножения, но и на центральную нервную систему организма. Наступает состояние течки и охоты.

Процесс спаривания или искусственного осеменения рефлекторно ведет к выделению из задней доли гипофиза окситоцина, который вызывает сокращение мышц матки и яйце-

проводов у самок, что способствует быстрому проникновению спермиев в яйцепровод, где и происходит оплодотворение яйца.

Во время течки и охоты под влиянием повышенного количества эстрогенов у самок резко повышается возбудимость гипоталамического полового центра. Большое значение имеют звуковые раздражители и запаховые вещества (феромоны), выделяемые как самками, так и самцами.

Возбужденный гипоталамус посредством ретикулярной формации индуцирует (настраивает) кору головного мозга, вызывая в ней сексуальную настроенность в поведении самки или самца, то есть *половую доминанту* — временный господствующий очаг возбуждения в центральной нервной системе. При этом многие функции организма мобилизуются на осуществление воспроизведения (рис. 48).



**48** Схема нейро-гуморальной регуляции процессов воспроизведения у самок при половой доминанте:

1 — головной мозг; 2 — гипоталамус; 3 — передняя и 4 — задняя доли гипофиза; 5 — фоллиберины и люлиберины гипоталамуса; 6 — яичник; 7 — фолликул; 8 — половые органы; 9 — импульсы, идущие по нервным путям к половым органам; 10 — импульсы с рецепторов половых органов

Во время половой доминанты, называемой также фолликулярной фазой, у самок быстро образуются условные рефлексы на обстановку, пробу на охоту самцом и пр. У многих кобыл устанавливается рефлекс на появление конюха, который выводит животных на пробу и случку.

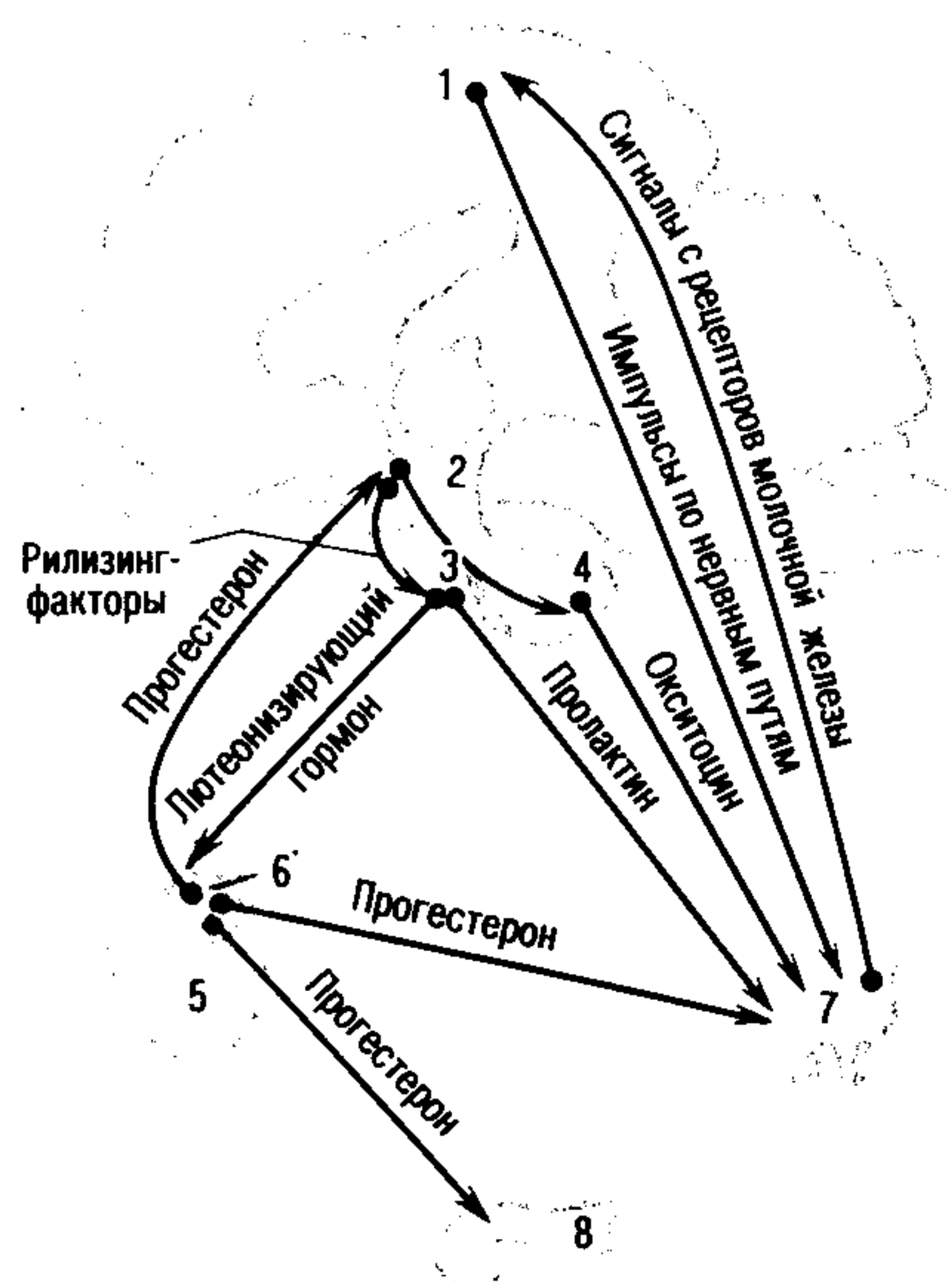
Образовавшиеся условные половые рефлексы очень стойки и у многих животных прочно сохраняются в период беременности.

На практике широко применяется рефлексологический способ, основанный на учете реакции самки на самца или реакции самки на самку. Феномен половой охоты проявляется у бесплодных коров во время стадии возбуждения, поэтому выявление охоты с помощью пробника считают истинным признаком бесплодия, и наоборот, отсутствие охоты в сроки, когда она должна была появиться, принимают за вероятный признак беременности. Этот метод позволяет диагностировать начальные стадии беременности у животных с точностью до 95—100% (В. С. Шпилов).

После овуляции при образовании в яичнике желтого тела и усилении продукции гормона прогестерона наступает *материнская доминанта*, называемая также лютеальной фазой полового цикла (рис. 49). Прогестерон активизирует первичные центры, связанные с материнством. В результате поведение самки меняется: течка и охота прекращаются, самка не подпускает самца для спаривания, в матке начинается подготовка к ношению и развитию плода.

Вышедшие из фолликула яйца не всегда оплодотворяются. Но образовавшееся желтое тело, выделяя прогестерон, все же вызывает материнскую доминанту, которая временно подавляет половую доминанту. Такое состояние, называемое *ложной беременностью*, снова сменяется половой доминантой.

На ритмическое проявление половой периодичности, особенно на своевременное проявление и длитель-



**49** Схема нейро-гуморальной регуляции процессов воспроизведения у самок при материнской доминанте:

1 — головной мозг; 2 — гипоталамус; 3 — передняя и 4 — задняя доли гипофиза; 5 — яичники; 6 — желтое тело; 7 — молочная железа; 8 — матка

ность охоты, течки и процесса овуляции, в значительной мере влияют условия внешней среды: температура, кормление, содержание. В зимнее холодное время фолликулы у многих кобыл и коров развиваются медленно и охота бывает более продолжительной, чем в теплое время при хорошем пастбищном кормлении. Разнообразное кормление самок ведет к ускорению созревания фолликулов. Ослабление организма какими-либо заболеваниями, недостаточным кормлением, чрезмерной работой и т. д. сопровождается замедлением развития фолликулов, а иногда и их атрезией.

**Продвижение и выживаемость спермиев в органах размножения самок.** При спаривании у коров, овец и коз сперма попадает во влагалище, а у кобыл и свиней в матку. У быков, баранов и козлов эякуляция происходит очень быстро, одним импульсом. Сперма рассеивается по стенкам влагалищной части шейки матки. Перемещение спермиев через шейку, тело



и рога матки происходит в результате сокращений мускулатуры этих органов. Состояние охоты у самок сопровождается резким увеличением возбудимости мускулатуры матки: повышается ее тонус и усиливаются ритмические сокращения мышц. Вследствие этого изменяется и форма матки, значительно утолщаются и укорачиваются ее тело и рога. Сильные сокращения продольных мышц тела и рогов матки одновременно сопровождаются расслаблением циркулярных мышц шейки матки и широким раскрытием ее канала. Все эти сократительные движения мускулатуры ведут к всасыванию спермиев из шейки матки и дальнейшему их перемещению к вершинам рогов и яйцепроводам. Сокращения мускулатуры матки усиливаются действием простагландинов.

Сокращения матки бывают как безусловнорефлекторного характера, при непосредственном влиянии на ее слизистую оболочку раздражителей, связанных с введением спермы, так и условнорефлекторного, через кору головного мозга, при виде самца и пр. Манипуляция искусственного осеменения так же ведет к реактивным сокращениям матки, как и естественное спаривание.

Моторика матки зависит от функционального состояния яичников: сильные сокращения продольных мышц наблюдали у всех овец, в яичниках которых имелись зрелые фолликулы. После овуляции сокращения продольных мышц ослабевают и заменяются сокращениями циркулярных мышц, имеющими в некоторых случаях характер перестальтики. Затем наступает полное расслабление мускулатуры матки, удлинение ее рогов, перемещение всего органа в полость большого таза и полное закрытие канала шейки, делающее его непроходимым для спермы.

Сокращения матки при искусственном осеменении и естественном спаривании стимулируются выделением из задней доли гипофиза гормо-

на окситоцина, который, действуя на гладкую мускулатуру, вызывает ее сокращения. При испуге животного, грубом и неумелом обращении с ним из надпочечников выделяется гормон адреналин, который подавляет действие окситоцина, уменьшает сокращения матки и вследствие этого снижает вероятность оплодотворения яйцеклетки.

Спермии могут достичь воронки яйцепровода коровы в течение 2—4 мин после искусственного осеменения или естественного спаривания, а у овец — через 6 мин.

У животных с маточным типом осеменения участие мускулатуры матки в продвижении спермиев более выражено. У кобыл во время охоты и созревания фолликула матка находится в расслабленном состоянии, шейка ее раскрыта и очень чувствительна. При естественном спаривании у кобыл при виде жеребца возбуждается нервная система, отчего рефлекторно сокращается круговая мускулатура матки. Напрягается мускулатура брюшного пресса, кобыла тужится и выдавливает слизь из матки и мочу. Это сокращение бывает кратковременным, не более минуты, после чего круговая мускулатура и мускулатура брюшного пресса расслабляются, а продольные мышцы матки напрягаются, и в ней образуется полость с пониженным давлением. Такое состояние продолжается 3—5 мин; в начале этого периода происходят совокупление и эякуляция спермы. В результате всасывающего действия матки в этот момент, а также вследствие того что эякулят жеребца выбрасывается из мочевого канала с большой силой, сперма непосредственно попадает в полость матки и достигает вершины рогов ее в первые же секунды. Через несколько минут продольная мускулатура матки расслабляется и начинает сокращаться круговая мускулатура, что ведет к еще лучшему проникновению спермы во все складки слизистой матки, в вершины рогов; часть спер-

мы струйкой выбрасывается через канал шейки матки во влагалище.

У свиньи канал шейки матки очень длинный и сужается в передней части. На внутренней поверхности его имеются выступы, за которые при совокуплении может удерживаться штопорообразный конец полового члена хряка. При эякуляции сперма быстро заполняет рога матки и в результате сокращений ее мускулатуры спермии уже через 10—15 мин достигают яйцепроводов.

Механизм передвижения спермиев из матки в яйцепроводы сельскохозяйственных животных менее изучен, чем перемещение их из влагалища в матку. Яйцепровод в вершине рога матки начинается очень узким отверстием. У лошади оно настолько мало, что в него с трудом проходит булавка. В связи с этим можно предполагать, что сперма перемещается в результате ее всасывания.

У овец поступление спермиев в яйцепроводы регулируется особым сфинктером, расположенным на месте впадения яйцепровода в рог матки. Расслабление этого сфинктера происходит за 10—15 ч до наступления овуляции.

В яйцепроводы попадает очень небольшое число спермиев, всего лишь десятые доли процента от общего количества, введенного при искусственном осеменении или естественном спаривании. В яйцепроводах спермии не накапливаются. Они могут присутствовать в большом числе только в шейке или рогах матки, где в течение некоторого времени сохраняются в жизнеспособном состоянии, и оттуда в период, близкий к овуляции, небольшими порциями поступают в яйцепроводы. Спермии перемещаются через яйцепроводы не сплошным потоком, а довольно разрозненно и, если не встретят яйцеклетку, попадают в брюшную полость, где и рассасываются.

Скорость продвижения спермиев зависит от состояния органов размножения самок. Чем ближе к момен-

ту овуляции, тем выше тонус половых путей и их мышечная сократительная способность, тем быстрее спермии перемещаются через матку и яйцепроводы. Собственное, активное, направленное движение спермии проявляют только вблизи яйца.

В половых путях самок есть участки, в которых спермии могут некоторое время сохранять свою оплодотворяющую способность. У животных с маточным типом осеменения (свиньи и кобылы) — это тело и вершины рогов матки, а у животных с влагалищным типом естественного осеменения (коровы и овцы) таким участком служит шейка матки. Слизь, продуцируемая клетками эпителия матки, подавляет активность спермиев; фолликулярная жидкость способна активизировать их. Во время овуляции эта жидкость попадает в ампулу яйцепровода, а оттуда в матку и побуждает спермиев к активному движению.

В половых органах коров и овец продолжительность жизни спермиев в среднем равняется 36—48, свиней и кобыл — 24—48 ч.

Среда влагалища самок неблагоприятна для выживаемости спермиев, и они быстро гибнут, если не проникают далее, в глубь половых путей.

Для выживаемости спермиев большое значение имеет общее состояние организма самок. Например, у кобыл плохой упитанности, изнуренных работой, уже через 12—24 ч после осеменения в матке находили лишь неподвижных, погибших спермиев. Такие кобылы оставались холостыми, несмотря на повторные покрытия. У кобыл нормальной упитанности при хорошем содержании и кормлении в слизи матки выявляли подвижные спермии даже через 48 ч после осеменения.

Для длительности сохранения оплодотворяющей способности спермиев существенное значение имеет качество спермы производителей, о котором можно судить по выживаемости спермиев вне организма: чем



дольше выживаемость, тем выше их оплодотворяющая способность.

## ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Оплодотворением называют проникновение спермиев в цитоплазму яйца, слияние ядер спермия и яйца и образование зиготы — оплодотворенного яйца, способного расти и развиваться и дающего начало новому организму.

Яйца самок млекопитающих животных по сравнению с яйцами птиц очень малых размеров. Яйца птиц и других животных, эмбрионы которых развиваются вне организма, сохраняют запасы питательных веществ, необходимых для питания эмбриона.

Яйцо млекопитающих имеет довольно правильную шарообразную форму и называется ооцитом первого порядка; диаметр его всего 0,1—0,2 мм. Ооцит состоит из цитоплазмы с включением желточных зерен и шаровидного ядра. Он покрыт тонкой бесструктурной желточной оболочкой, над которой находится прозрачная оболочка в виде ободка. Между этими оболочками имеется околожелточное, или перивителлиновое, пространство. Прозрачную оболочку облегает лучистый венец, состоящий из нескольких слоев удлиненных мелких фолликулярных клеток. Лучистый венец обычно окружен скоплениями округлых фолликулярных клеток, оторвавшихся вместе с ооцитом от яйценосного бугорка фолликула. Фолликулярные клетки склеены между собой вязким студенистым веществом, относящимся к мукополисахаридам и содержащим гиалуроновую кислоту.

Ооциты первого порядка остаются на стадии профазы первого мейотического деления до наступления половой зрелости. При созревании того или иного фолликула прерванный процесс первого мейотического деления возобновляется, завершаясь примерно ко времени овуляции. В ядре происходит конъюгация хромосом, образование тетрад и расхождение гомологичных хромосом, а цитоплазма делится на две неравные части: образуется одна крупная клетка — ооцит второго порядка, — содер-

жащая желток и почти всю цитоплазму, и маленькая клеточка — первый полоцит, или полярное тельце, состоящее почти исключительно из ядерного материала. При втором мейотическом делении (когда яйцо уже в яйцепроводе) ооцит снова делится на две неравные части, образуя крупную оотицу и маленький вторичный полоцит, причем обе эти клетки содержат гаплоидное число хромосом. Каждая особь получает ровно половину хромосом и генов от матери, а другую половину — от отца.

У самок сельскохозяйственных животных ооциты живут очень недолго. Если контакт со спермиями не произойдет в течение 6—10 ч после выхода их из фолликула, структура ооцитов меняется, цитоплазма сморщивается и они гибнут.

Эффективность спаривания сельскохозяйственных животных в значительной мере зависит от своевременности их покрытия. Поскольку яйцо по выходе из яичника способно к оплодотворению всего лишь несколько часов, то спаривание животных следует проводить перед овуляцией, как можно ближе к ее началу.

Яйца млекопитающих не имеют аппарата движения и самостоятельно не перемещаются. Вышедший из фолликула ооцит вместе с окружающими его фолликулярными клетками попадает в яйцепровод. Продвижение его происходит благодаря сокращению мускулатуры стенок яйцепровода. Яйцо перемещается очень медленно, так как перистальтические сокращения мускулатуры стенок яйцепровода чередуются антиперистальтическими.

Проникшие в яйцепровод спермии окружают яйцо и внедряются в лучистый венец. Они выделяют ряд ферментов, один из которых — гиалуронидаза — вызывает распад межклеточного вещества лучистого венца, и клетки его отпадают. Спермии проникают в прозрачную оболочку и околожелточное пространство, после чего происходит второе мейотическое деление. После выделения второго полярного тела один из спермиев, внедрившихся в околожелточное пространство, проникает сквозь желточ-

ную оболочку в цитоплазму яйца. Хвост у него отпадает, а головка быстро набухает, достигая размеров ядра. Затем головка спермия и ядро яйца сливаются и дают начало новому организму — *зиготе*. Последняя дробится на два бластомера (дочерние клетки), каждый из которых одновременно или последовательно снова делится на два бластомера.

Оплодотворение происходит в ближайшей к яичнику трети яйцепровода. Образовавшаяся после оплодотворения зигота постепенно продвигается по направлению к матке. Она выходит в матку у свиней на 3—4-е сут, у коров и овец на 4—5-е, а у лошадей — на 5—7-е сут после овуляции. Зигота достигает рога матки, находясь в стадии морулы, и представляет собой скопление бластомеров без обособленной полости. По внешнему виду она похожа на ягоду малины, а по объему почти не превышает зиготы в ее первоначальном виде, так как дробящиеся бластомеры уменьшаются в размерах.

В результате спаривания или искусственного осеменения в одном половом цикле не все самки становятся беременными. Часто беременность достигается путем многократных повторных покрытий в последующие половые циклы. Несоответствие между количеством осеменений самок и числом рожденного молодняка может быть как вследствие отсутствия оплодотворения, так и гибели зародышей. Развитие эмбриона может быть нарушено на разных этапах и в зависимости от ряда причин. Чаще всего его гибель (*эмбриональная смертность*) происходит в первые недели беременности, когда эмбрионы и их оболочка очень малы и могут рассосаться в матке, так что аборта (выкидыша) не возникает.

В результате у одноплодных животных отмечают лишь запаздывание повторной течки: самка приходит в охоту не через 3 нед, а спустя 30—40 дн. и более. У многоплодных животных (свиней, овец) может погибнуть

лишь часть эмбрионов, а остальные нормально развиваются. В таких случаях плодовитость этих животных уменьшается. Эмбриональная смертность может быть вызвана не только специфическими заболеваниями, она встречается и у здоровых самок вследствие ряда причин. К ним относят несвоевременное покрытие (спаривание после овуляции) в период течки, которое может привести к развитию нежизнеспособного приплода; спаривание в чрезмерно ранние сроки после родов. Последнее относится к коровам, у которых во время первой течки отмечают незавершенность послеотельных процессов. Первая течка может наступить через 2—3 нед после отела, но у отдельных коров слизистая матки к этому времени еще не приходит в нормальное состояние. При осеменении таких коров восстановительные процессы затрудняются, а в некоторых случаях возникают заболевания органов размножения и бесплодие. Оплодотворение яйцеклетки может наступить при раннем послеотельном осеменении, так, как это происходит в яйцепроводе, но *имплантации* (прикрепления) зародыша в матке не наступает, что ведет к его гибели.

В ответ на введение спермы в матку с незаконченным процессом обновления эндометрия организм вырабатывает антитела против спермиев: спермиоагглютинины, спермиотоксины и др. Они вызывают гибель зародыша не только при первом осеменении, но, сохраняясь в крови длительное время, препятствуют оплодотворению яйцеклетки и нормальному развитию эмбриона при последующих покрытиях. Обновление структур эндометрия у большинства коров заканчивается к 40—50-му дн. после отела.

Частые осеменения неоплодотворяющихся коров повышают титр антител в их крови против спермиев. В процессе воспроизведения в системах самка — спермий и самка — эмбрион образуются иммунные свя-



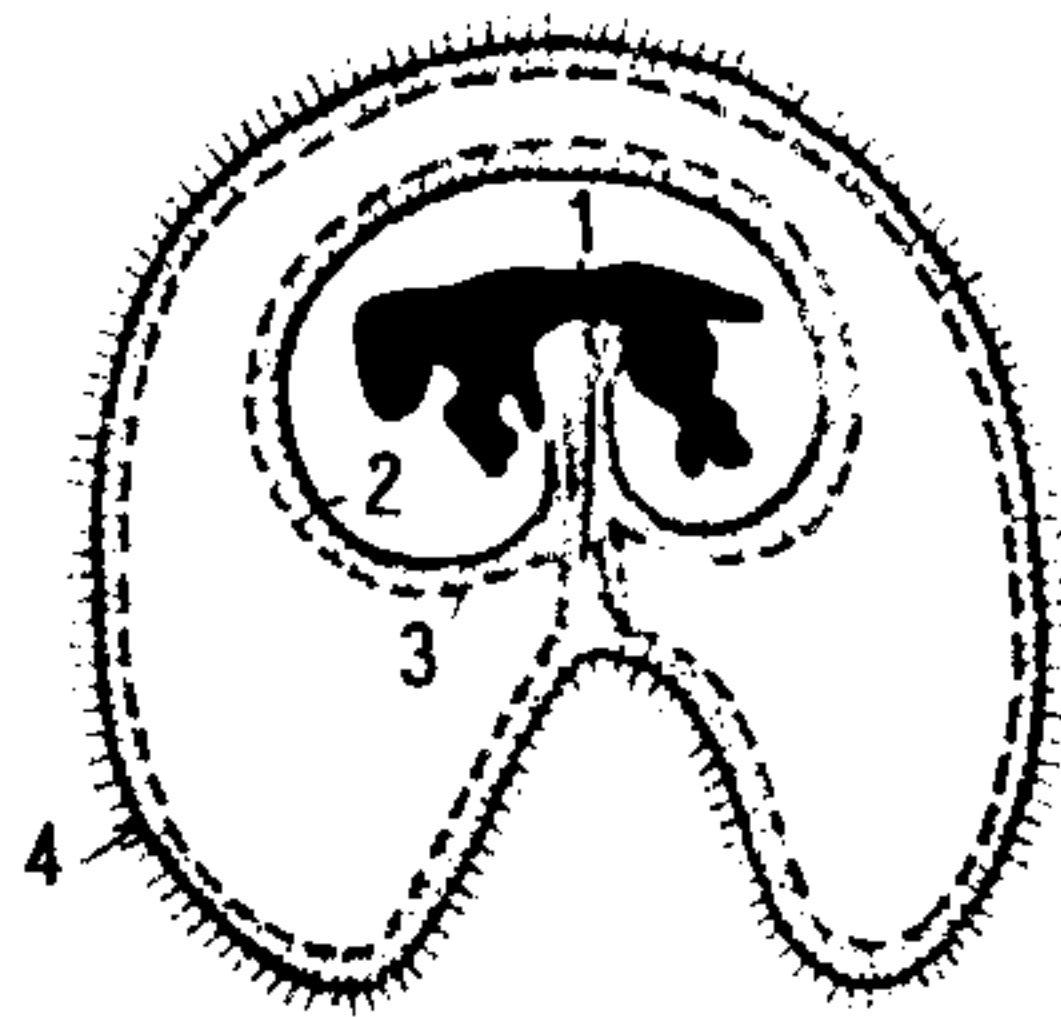
зи, которые в благоприятных условиях заканчиваются нормальным оплодотворением и эмбриогенезом, а при нарастании иммунных противоречий — пренатальной гибелью эмбриона.

На эмбриогенез отрицательно влияют слишком низкий и слишком высокий энергетические уровни питания. При голодании в крови резко снижается уровень глюкозы, что нарушает гонадотропную функцию гипофиза, вследствие этого ухудшается процесс имплантации и зародыш гибнет. У ожиревших животных оплодотворение может не произойти из-за биологической неполноценности яйцеклеток или гибели зародыша на ранних стадиях эмбриогенеза. Отрицательно влияет и белковый дефицит, а избыток концентрированных кормов в рационе при недостатке грубых и сочных резко снижает оплодотворяемость самок и жизнеспособность новорожденных. Для физиологически полноценной беременности большое значение имеет достаточное содержание микроэлементов и витаминов (особенно витамина А) в кормах.

## БЕРЕМЕННОСТЬ

Беременность — это период от оплодотворения до рождения плода. У кобыл это состояние называют жеребостью, у коров — стельностью, у овец — суягностью, у свиней — супоросностью.

В зиготе млекопитающих, находящихся в стадии морулы, различают два слоя клеток: светлые и темные. Более светлые клетки образуют наружный слой, под ними располагаются массы темных клеток. Светлые клетки играют большую роль в питании зародыша, поэтому этот слой называют *трофобластом* (питательным слоем). Сам зародыш развивается из темных центральных клеток (эмбриобластов). Образующуюся полость в моруле именуют *бластоцистой* — *зародышевым пузырьком*.



## 50 Схема околоплодных оболочек у лошади: •

1 — плод; 2 — амнион; 3 — аллантоис; 4 — хорион

У сельскохозяйственных животных бластоциста в первые четыре дня пребывания в матке сохраняет прозрачную оболочку; питательная функция клеток трофобласта, прилежащего изнутри к прозрачной оболочке, проявляется уже и в это время. Постепенно бластоциста увеличивается в размере, прозрачная оболочка истончается и разрывается. После этого начинает быстро расти и плодное яйцо, в котором образуется желточный пузырь, наполненный прозрачной белковой жидкостью, ассимилированной трофобластом из секрета слизистой матки.

Одновременно с образованием желточного пузыря формируются зародыш и зародышевые (околоплодные) оболочки: водная — амнион, мочева — аллантоис и сосудистая — хорион (рис. 50). Образование этих оболочек у лошадей и коров в основном заканчивается через 2 мес после оплодотворения яйца, а у овец и свиней — через месяц. Амнион образует околоплодный пузырь; аллантоис — пузырь, облегающий амнион; к наружной поверхности аллантоиса прилегает третья оболочка — хорион, вместе с аллантоисом формируя аллантохорион. В последнем возникает кровеносная сеть — разветвления почечных сосудов, по которым питательные вещества поступают к органам плода и удаляются продукты обмена.

Наружная оболочка — *хорион* у большинства млекопитающих вместе

со слизистой оболочкой матки образует *плаценту*, или *детское место*. Плацента — это сложный орган, состоящий из измененной слизистой оболочки матки и хориона. При формировании плаценты поверхность хориона становится неровной на всем своем протяжении или на отдельных участках. На хорионе образуются выступы — *ворсинки*, которые входят в соответствующие углубления слизистой матки — *крипты*. У лошадей и свиней ворсинки в этих углублениях только прикасаются к эпителию слизистой матки, который выделяет питательную жидкость — *эмбриотроф*, или *маточное молоко*. Эмбриотроф состоит из секрета эпителия, смешанного с лимфой, транссудирующей из отечной слизистой оболочки матки. В его состав входят также остатки лейкоцитов, эритроцитов и продукты распада клеточных элементов.

Плаценту, ворсинки которой лишь прикасаются к эпителию слизистой матки, называют *эмбриотрофной* или *эпителиохориальной*. В связи с таким строением плаценты у кобыл и свиней при родах и абортах ворсинки хориона вытягиваются из углублений слизистой матки, не разрушая ее.

У жвачных плацента более сложная. Наружная поверхность хориона в большей части гладкая, и лишь в определенных местах расположены участки детской плаценты — *котиледоны*, где сгруппированы сильноветвящиеся ворсинки. У плода крупного рогатого скота бывает 80—100 котиледонов. На слизистой матки жвачных соответственно котиледонам развиваются материнские части плаценты — *карункулы*, имеющие вид грибовидных, сидящих на ножках образований с множеством углублений. В них слизистая матки утрачивает свой эпителий, ворсинки хориона проникают прямо в соединительную ткань и, следовательно, более приближены к кровеносным сосудам матери. Такую плаценту называют *десмохориальной*. У хищников и грызунов, кроме эпителия, исчезают со-

единительнотканые клетки и мускульная оболочка сосудов, так что эпителий хориона непосредственно прилегает к эндотелию кровеносных сосудов матки (*эндотелиохориальная плацента*).

В эмбриональном развитии животного выделяют три периода: *зародышевый*, когда формируется бластоциста, образуется трофобласт, начинается закладка зародышевых листков, плодных оболочек; *предплодный* — переходный период от зародышевого к плодному, заканчивающийся в конце первой трети беременности, в данный период происходит закладка всех органов; *плодный* — от конца предплодного до рождения животного, в это время продолжают расти и развиваться все органы и плод формируется в особь, сходную с родительскими организмами.

Продолжительность беременности у животных разных видов указаны в таблице 22.

На продолжительность беременности влияют в некоторой степени климатические факторы и условия питания. При плохом кормлении срок вынашивания плода удлиняется. Плоды мужского пола развиваются несколько длительнее, чем женского. Например, жеребчики вынашиваются в среднем на 1—2 дн. дольше, чем кобылицы, а бычки — на 3—5 дн. дольше, чем телочки.

**Питание плода.** Пока оплодотворенное яйцо продвигается по яйце-

**22. Продолжительность беременности, дн.**

Животные	В среднем	Колебания
Лошади	340	307—412
Ослы	380	360—390
Коровы	285	240—310
Верблюды	365	335—395
Северные олени	225	195—243
Свиньи	114	110—140
Овцы и козы	150	140—160
Собаки	62	59—65
Лисицы	51	51—54
Кошки	58	55—60
Норки	42	37—80
Соболя	—	250—300
Кролики	30	28—33



проводу, в матке не происходит изменений. Но как только оно попадает в матку, ее слизистая оболочка начинает изменяться: кровеносные сосуды расширяются, лимфатические узлы увеличиваются, с поверхности эпителия исчезают реснички.

У лошади и свиньи эпителий хориона не вплотную соприкасается с эпителием слизистой матки, между ними остается пространство, заполненное эмбриотрофом, который всасывается и перерабатывается хорионом. Плод в течение всей беременности питается эмбриотрофом, поэтому достаточное отделение последнего имеет большое значение для нормального развития плода.

У животных с более сложной плацентой питание зародыша вначале, до ее образования, эмбриотрофное, но по мере развития плаценты и тесного соединения хориона с тканями матки (имплантация) питательные вещества начинают поступать из крови матери.

Через ворсинки хориона эмбрион получает питательные вещества, кислород и освобождается от двуокиси углерода и ненужных продуктов обмена. Процесс питания плода через хорион состоит из ряда сложнейших биохимических реакций и ферментативных процессов. Переход различных веществ из крови матери в кровь плода осуществляется строго избирательно. Уровень различных веществ в крови плода, в частности минеральных веществ, таких, как Са, К, Na и Fe, отличается от их содержания в крови матери.

Высокомолекулярные белки крови матери при помощи ферментов расщепляются в хорионе до альбумоз, а затем вновь синтезируются в теле плода. Жиры и сложные углеводы также сначала распадаются в плаценте, а затем снова синтезируются.

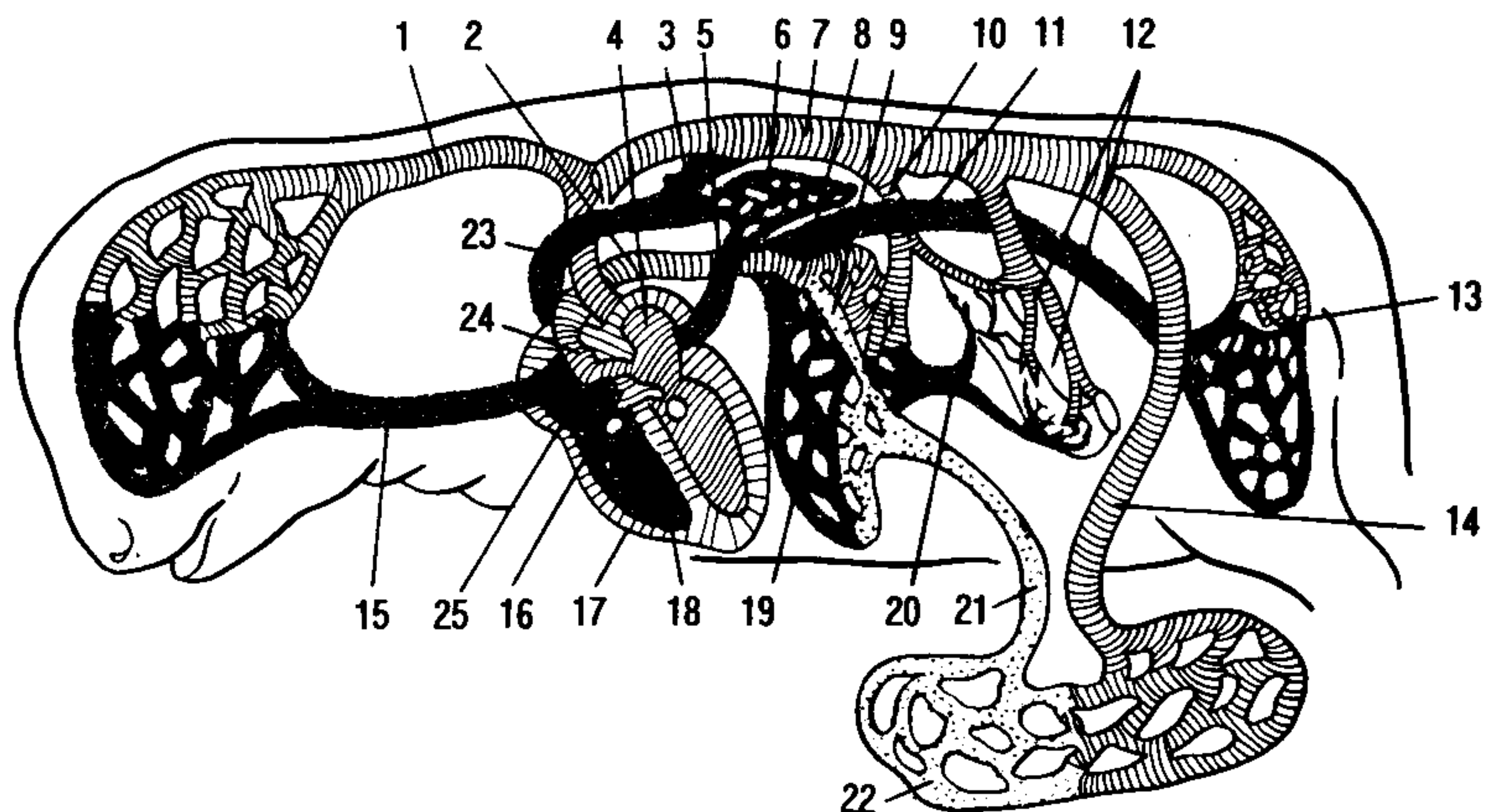
Плацента способна не только усваивать и перерабатывать вещества, поступающие из крови матери, но и накапливать их, например витамины.

Через плаценту легко проходят гормоны, некоторые антитела, вырабатываемые организмом матери, но она не пропускает многие виды микроорганизмов и паразитов, предохраняя развивающийся эмбрион. Избирательная способность эпителия хориона пропускать одни вещества из крови матери в кровь плода и задерживать или подвергать биохимической обработке другие получила название *плацентарного барьера*.

Передача нервных импульсов от матери плоду происходит через плаценту посредством особых веществ — *медиаторов*. Однако не только материнский организм оказывает влияние на плод, но имеются и обратные отношения.

**Кровообращение плода.** В эмбриональный период легкие не функционируют, поэтому кровообращение у эмбриона существенно отличается от кровообращения у взрослых животных; оно связано с плацентой и называется плацентарным.

От подвздошной артерии ответвляются две пупочные артерии, которые выходят из плода через пупочное отверстие, затем разветвляются в аллантохорионе и образуют густую сеть кровеносных сосудов и капилляров, входящих в ворсинки хориона (рис. 51). Мелкие кровеносные сосуды соединяются в пупочные вены, которые через пупочное отверстие входят в тело плода. По этим венам кровь, идущая от хориона, направляется к печени, оттуда в воротную вену и далее в правое предсердие. В перегородке между правым и левым предсердиями расположено овальное отверстие с клапаном. Легочная артерия, идущая от правого желудочка, соединена с аортой временно образующимся сосудом — боталловым протоком. Из правого предсердия часть крови попадает в левое, где смешивается с венозной кровью из легочной вены, остальная поступает в правый желудочек и из него через боталлов проток примешивается к крови аорты. Систе-



## 51 Схема плацентарного кровообращения:

1 - плечеголовной ствол; 2 - каудальная полая вена; 3 - артериальный проток; 4 - левое предсердие; 5 - легочная вена; 6 - капилляры в легких; 7 - аорта; 8 - печеночная вена; 9 - венозный проток; 10 - чревная артерия; 11 - брыжеечная артерия; 12 - капиллярная сеть желудочно-кишечного тракта; 13 - капилляры тела; 14 - пупочная артерия; 15 - крапильная полая вена; 16 - овальное отверстие; 17 - правый желудочек; 18 - левый желудочек; 19 - капиллярная сеть в печени; 20 - воротная вена; 21 - пупочная вена; 22 - капиллярная сеть в плаценте; 23 - легочная артерия; 24 - межвенозный бугорок; 25 - правое предсердие

ма кровоснабжения плода замкнутая, и кровь матери нигде не попадает в кровеносные сосуды плода и наоборот. Все органы и ткани тела эмбриона снабжаются смешанной кровью с небольшим содержанием кислорода и с повышенным содержанием двуокси углерода.

Гемоглобин эритроцитов плода называют утробным гемоглобином. В отличие от гемоглобина крови взрослых животных утробный гемоглобин легче соединяется с кислородом, более резистентен к кислотам и щелочам. К концу утробного периода эти свойства теряются.

С момента рождения у животного начинают функционировать легкие. Боталлов проток запусеваеа, и кровь из правого желудочка поступает в легочную артерию. Отверстие между правым и левым предсердиями зарастает, и кровь в левое предсердие по-

ступает только из легочных вен. Пупочные вены и артерии запусеваеа, и из них образуются связки.

**Обмен веществ у плода.** Процессы ассимиляции у плода значительно преобладают над процессами диссимиляции, что обеспечивает его быстрый рост. Плоду не нужно тратить много энергии, так как внутренние органы его, за исключением сердца, почти не работают, потери тепла нет, а двигательные реакции его органов не требуют больших затрат энергии.

Кишечник у плода начинает слабо функционировать лишь во второй половине эмбрионального развития. В нем выделяются ферменты и скапливается первородный кал (меконий), состоящий из желчи, эпидермиса и пр. Желчь вырабатывается печенью, которая начинает функционировать на довольно ранних стадиях развития. Чешуйки эпидермиса заглатываются плодом. Первородный кал отделяется в околоплодную жидкость еще до рождения и может снова заглатываться. Почки плода выделяют зародышевую мочу.

Сокращения мускулатуры плода, движение его членов можно проследить начиная с середины беременности. Движение плода усиливается как от действия механических факторов (давления), так и при повышении температуры в его тканях и чрезмерного накопления двуокси углерода. Плод обладает кожной чувствитель-



ностью, и у него функционирует центр, регулирующий деятельность сердца. Усиление движения плода отмечают и при изменении состава крови матери. Таким образом, основная реакция плода в утробе матери на меняющиеся условия состоит в сокращении мускулатуры (в основном мускулатуры конечностей). Следовательно, безусловная рефлекторная деятельность у плода довольно выражена. Однако головной мозг эмбриона находится в состоянии покоя, как бы в глубоком сне, поэтому условно-рефлекторной деятельности у него нет. У плода функционируют внутри-секреторные железы, то есть вырабатываются некоторые гормоны: инсулин, гормон роста и др.

**Влияние беременности на организм самки.** С наступлением беременности у самок изменяются функции многих органов, и в частности внутренней секреции. Механизм взаимоотношений эндокринных желез в этот период очень сложен и не вполне ясен.

Эстрогенный гормон, вырабатывающийся в яичниках во время роста фолликулов, обуславливает рост (гиперплазию) мускулатуры матки и разрастание (пролиферацию) ее слизистой. Прогестерон, вырабатываемый желтым телом, способствует скреплению (нидации) плода с маткой и понижает чувствительность матки к окситоцину. В яичниках самок, как правило, прекращается рост фолликулов и овуляция. Однако у кобыл в первые месяцы жеребости в яичниках может происходить созревание фолликулов и даже отмечается овуляция. В период беременности у всех животных плацента вырабатывает большое количество эстрогенов и прогестерона. У однокопытных имеются видовые особенности нейрогуморальной регуляции функции воспроизведения. У кобыл в первый месяц жеребости отмечают высокую гонадотропную активность гипофиза и недостаточную активность желтого тела. В яичниках жеребых кобыл

в данный период созревают новые фолликулы, в крови увеличивается содержание производимых ими эстрогенов, и в то же время матка подвергается специфическому влиянию находящейся в ней бластоцисты. В таких сложных условиях в слизистой матке образуются специфические структуры — эндометральные чаши, выполняющие функции временных эндокринных желез: клетки их синтезируют и выделяют в кровь гонадотропины, вызывающие рост и развитие дополнительных крупных фолликулов. После овуляции на их месте формируются желтые тела, которые выделяют значительное количество прогестерона, что способствует прикреплению зародыша. Под действием прогестерона начинается дегенерация эндометральных чашевидных структур, прекращается выработка маточных гонадотропинов. К 3—3½ мес жеребости регулирование соотношения прогестеронов и эстрогенов осуществляется в плаценте, где эти гормоны начинают синтезироваться.

В первый период беременности самки лучше усваивают корм, становятся более упитанными, но к концу беременности некоторые из них худеют.

Во время беременности в печени накапливается гликоген, в крови повышается количество нейтральных жиров, липидов и холестерина. Увеличивается общий объем крови, но морфологический состав ее мало меняется. Количество гемоглобина остается в норме, повышается свертываемость, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) увеличивается. Количество кальция и фосфора в крови во вторую половину беременности уменьшается, что, по-видимому, связано с большой тратой этих веществ на формирование плода. Количество калия повышается.

Нарушение минерального обмена у беременных животных ведет к неравномерному росту рога и быстрому стиранию зубов. Увеличивающаяся

потребность в крови в связи с ее большим притоком к матке ведет к некоторой гипертрофии сердечной мышцы. Учащается дыхание, которое становится грудным в результате повышения внутрибрюшного давления в связи с ростом плода. Усиливается деятельность почек, выделяется больше мочи, мочеиспускание и выделение кала становятся более частыми.

**Латентная стадия беременности.** У некоторых видов животных (соболя, норки, горностаи, косули и др.) зародыш длительное время находится в матке, не прикрепляясь к ее стенке. Такое состояние характерно для соболей, у которых спаривание происходит в июле, а шенение — в апреле — начале мая. Но еще в феврале у них в матке присутствуют свободные, неприкрепившиеся бластоцисты. Этот период, когда неприкрепившийся зародыш задерживается в своем развитии, называют латентным периодом беременности. Его появление связывают с гормональной неактивностью желтых тел в этот период. Биологический смысл латентного периода беременности — рождение приплода в наиболее благоприятное для воспитания и кормления время — весной.

## РОДЫ

Рождение живого плода — сложный физиологический процесс. Нормальные роды, являющиеся результатом законченного эмбрионального развития плода, не бывают внезапными. Организм самки подготавливается к этому акту, а также к дальнейшему постэмбриональному воспитанию новорожденного. Ткани, окружающие шейку матки, вагину и вульву, набухают. За 3—4 нед у коров и кобыл образуется отек вымени, который затем все более увеличивается. Непосредственно перед родами в вымени начинается секреция молозива. Связочный аппарат родовых путей в последние дни

расслабляется, по обе стороны хвоста формируются глубокие впадины, что особенно заметно у коров. Расслабление связок наступает под влиянием гормона релаксина, продуцируемого желтым телом в конце беременности.

Желтое тело, а затем и плацента вырабатывают гормон прогестерон, который понижает возбудимость мускулатуры матки, делает ее способной растягиваться под влиянием давления увеличивающегося плодного пузыря до очень больших размеров. Но к концу беременности продукция этого гормона значительно уменьшается, а возможно, и прекращается.

Взамен прекращающейся эндокринной деятельности плаценты начинает активно действовать яичник, продуцируя эстрогенные гормоны и тем самым способствуя повышению чувствительности мускулатуры матки к ацетилхолину, образуемому в окончаниях парасимпатических нервных волокон и служащему раздражителем гладкой мускулатуры. Возрастает чувствительность и к окситоцину, который вызывает сокращения мускулатуры матки.

Таким образом, благодаря снятию блокирующего действия прогестерона и наличию возбуждающих веществ — ацетилхолина и окситоцина — матка подготавливается к родам. Для раздражения ее интерорецепторов необходимы импульсы. Они исходят от созревшего плода, который начинает усиленно двигаться. В ответ на это мускулатура матки ритмически сокращается — возникают родовые схватки.

Процесс родов делят на три фазы: раскрытия родовых путей; выведения плода; послеродовая фаза.

В первой фазе начинаются родовые схватки, или потуги, длящиеся несколько часов и приводящие к раскрытию шейки матки. Наполненные водами плодные оболочки оттесняются к заду и способствуют расширению вагины и вульвы. Плодные пузыри разрываются, плодные воды вы-



текают, отчего поверхность родовых путей становится гладкой и скользкой.

Первая фаза родов переходит во вторую фазу — выведения плода. Эта фаза у коров продолжается от 20 мин до 1—2 ч, у кобыл — 5—20 мин, у овец — до 2 ч, у свиней — 4—5 ч и более.

Во время третьей фазы выходят плодные оболочки — послед. У крупного рогатого скота отделение последа происходит через 8—10 ч, у овец и коз — несколько ранее, а у кобыл — через полчаса-час после рождения плода. У свиней послед отделяется обычно после рождения каждого плода.

Роды у животных происходят чаще ночью, то есть в период наиболее тихой и спокойной обстановки. Вероятно, в ночное время понижается тормозящее влияние коры больших полушарий на подкорковые центры, что благоприятствует процессу родов. Внезапный шум, яркое освещение могут затормозить или даже прервать процесс родов.

**Трансплантация зигот.** В последние годы в ряде стран ведутся интенсивные исследования по трансплантации зигот у самок крупного рогатого скота. Вначале пересаживали неоплодотворенную яйцеклетку, извлекаемую из фолликулов перед овуляцией. В настоящее время проводят в основном трансплантацию оплодотворенных яиц. Этот метод позволяет ускорить размножение животных ценных линий. При обработке доноров гормонами можно получить от них одновременно несколько зрелых яиц и пересаживать их реципиентам, менее ценным в племенном отношении. Известно два основных метода трансплантации зигот: хирургический и нехирургический. При использовании хирургического метода делают лапаротомию в подвздошной области и специальной пипеткой (можно глазной или пастеровской) зиготу в небольшом количестве физиологического раст-

вора вводят в яйцевод или рог матки. Зародыши на стадии двух—четырех бластомеров переносят в яйцевод, а на более поздних стадиях развития — в рог матки. Нехирургический метод состоит в том, что зиготу вводят глубоко в матку при помощи прибора, напоминающего шприц для искусственного осеменения. Методика трансплантации зигот открывает большие перспективы как для молочного, так и для мясного скотоводства.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ПТИЦ

Взрослые самки птиц в норме имеют только левые развитые и функционирующие яичник и яйцевод. Правые яичник и яйцевод тоже закладываются в эмбриональном периоде, но остаются недоразвитыми.

Продуктивность домашней птицы, особенно курицы-несушки, в основном связана с деятельностью органов размножения. В период яйцекладки органы размножения у кур сильно увеличиваются: яйцевод достигает 65—70 см длины при массе 75—80 г, а яичники весят почти 40 г.

В период паузы в яйцекладке, во время линьки яйцевод сокращается до 17—20 см при массе 4 г, а яичник весит всего лишь около 3 г.

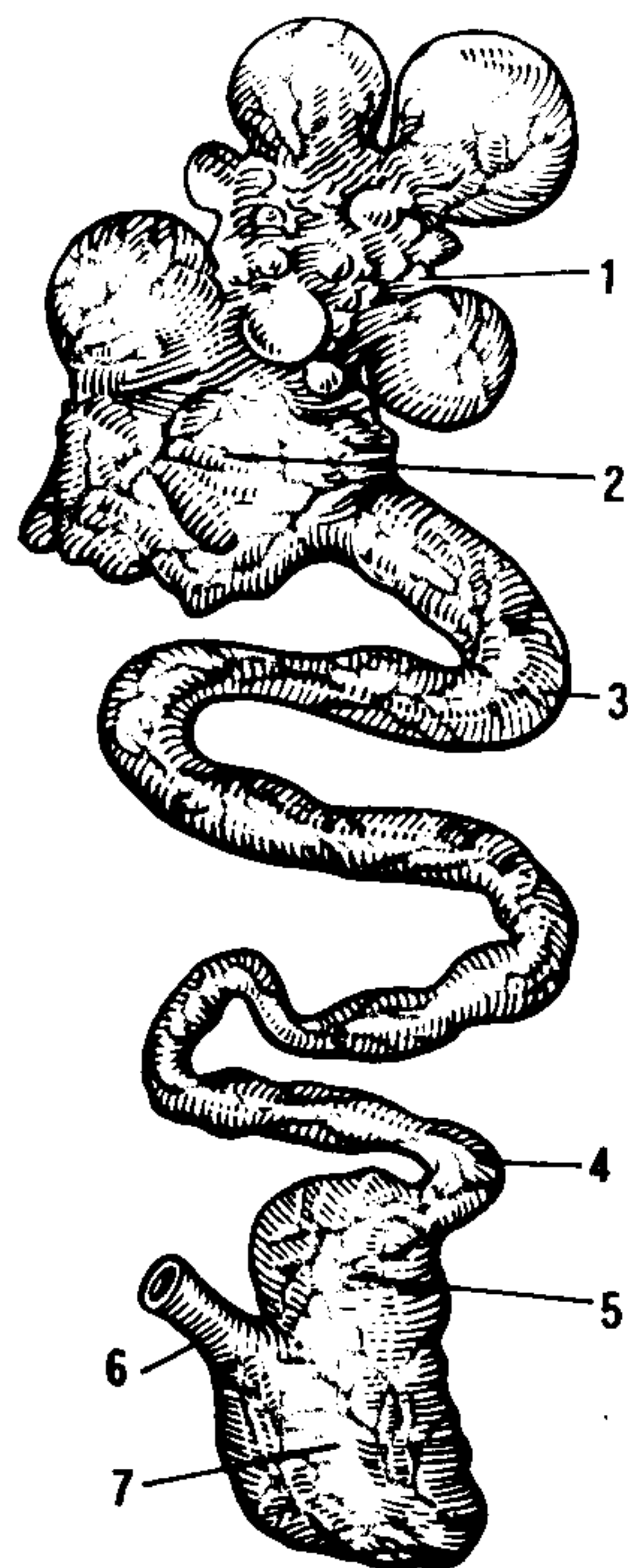
Яичник представляет собой гроздь фолликулов разной величины и зрелости. Всего в яичнике курицы-несушки насчитывают от 500 до 3500 яйцеклеток, находящихся на разных стадиях развития. В самых ранних стадиях яйцеклетки очень малы — около 40 мкм. Более зрелые яйцеклетки окружены фолликулярным эпителием, от которого отделены нежной желточной оболочкой. Развиваясь и накапливая желток, яйцеклетки превращаются в большие шары — яичные желтки, достигающие 35—40 мм в диаметре.

На ранних стадиях развития яйцеклетка серо-белого цвета, более зрелая — желтоватого, а созревшая —

желтого, что зависит от содержания каротиноидов. В точке, где образуется латекс (колбообразный тяж), сначала формируется светлый желток, затем концентрическими слоями в течение нескольких дней откладываются слои белого и желтого желтка. Желтый слой образуется в течение дня до полуночи, а светлый — в продолжение остальной части ночи.

На поверхности желтка расположен зародышевый диск (собственно яйцеклетка) — белое пятнышко величиной 1—2 мм в диаметре.

**Процесс овуляции, формирование яйца и яйцекладка.** К признакам скорой овуляции относят увеличение полостной жидкости в области яичника и яйцевода и активную перистальтику воронки яйцевода. Овуляция происходит быстро, в течение 1—2 мин; разрыв фолликула начинается с одного конца стигмы и продолжается по всей ее длине, яйцеклетка выходит из фолликула и попадает в брюшную полость или в воронку яйцевода. Воронка яйцевода своими широкими краями охватывает и поглощает овулированную яйцеклетку, вращая ее до тех пор, пока верхние стенки воронки не сомкнутся. Процесс поглощения яйца воронкой продолжается 5—7 мин, а прохождение его по верхней части яйцевода до белковой — около 15—18 мин. Белковая часть яйцевода представляет собой трубку длиной 30—40 см; в ней формируемое яйцо в течение 3—3,5 ч обволакивается белком и затем переходит в перешеек — узкий участок длиной 8—10 см, способный расширяться. Здесь яйцо находится 1—1,5 ч. Продолжением перешейка является матка — расширенная мускулистая, богатая железами часть яйцевода (рис. 52). В матке яйцо находится довольно долго — около 20 ч, и здесь заканчивается его формирование. В белковой части яйцевода образуется лишь 40—50 % белка. Остальной белок откладывается на яйцо в перешейке и матке, пока яйцо не покроется подскорлупными оболочками. Формирование



## 52 Органы размножения курицы:

1 — яичник; 2 — воронка яйцевода; 3 — белковая часть яйцевода; 4 — перешеек; 5 — матка; 6 — прямая кишка; 7 — клоака

подскорлупных оболочек начинается в перешейке, но, когда яйцо попадает в матку, оно еще очень пористое, и здесь в первые 8 ч вода и соли проникают через поры в яйцо. В матке образуется известковая оболочка яйца — скорлупа.

Откладывание яиц происходит через влагалище. Влагалище — это мускулистое широкое образование, длина его соответствует длине яйца. При снесении яйца матка опускается, влагалище и клоака выворачиваются, и яйцо выскальзывает через верхний край влагалища наружу, почти не соприкасаясь с влагалищем и клоакой.

В скорлупе имеется много пор, через которые при развитии эмбриона осуществляются газообмен и испарение воды. Если яйца хранятся долго, часть влаги из них испаряется и увеличивается пуга — воздушная камера на тупом конце яйца.



**Закономерности овуляции у кур.** Яйцекладка у кур проходит циклично. Цикл снесения — это число дней, когда яйцекладка идет ежедневно, без перерыва. Длительность цикла зависит от продолжительности формирования яйца в яйцеводе (23—30 ч). У большинства кур-несушек овуляция происходит через 10—30 мин после снесения предыдущего яйца. Куры несутся обычно при дневном свете, и, если яйцо не снесено до темноты, оно задерживается до следующего дня. Поэтому интервалы между циклами определяются задержкой снесения яйца и последующей овуляции в связи с наступлением темноты.

**Нейро-гуморальная регуляция яйцекладки.** Передняя доля гипофиза птиц выделяет в кровь гонадотропный гормон, стимулирующий созревание фолликулов в яичнике. Гипофиз синтезирует также лютеинизирующий гормон, под влиянием которого происходит овуляция. В яичнике образуются фолликулярный гормон и гормон желтого тела. Фолликулярный гормон, или эстрин, по-видимому, синтезируется клетками стенок фолликулов. Под влиянием этого гормона яйцевод сильно увеличивается и железы его начинают выделять секреты. Кроме того, эстрин способствует повышению обмена веществ и направляет его так, чтобы обеспечить запас веществ, необходимых для образования яйца. Гормон желтого тела, или прогестерон, вероятно, образуется в овулировавшем фолликуле яичника. Предполагают, что этот гормон влияет на время откладывания яйца.

Яйценоскость зависит от условий окружающей среды. Свет — наиболее важный фактор. Изменяя продолжительность светового дня, можно влиять на яйцекладку, усиливая функции гипоталамо-гипофизарной системы. Если кур освещать дополнительно искусственным светом, то можно добиться яйцекладки в любое время суток. Вероятно, тут действуют не только гормональные факторы, но

и то, что при более длинном световом дне птица поедает больше корма, в ее организм поступает больше питательных веществ.

На яйцекладку влияет и воздействие на нервную систему. Так, если спугнуть несущуюся курицу с гнезда, то она снесет яйцо значительно позднее. Испуг несушек не только снижает количество яиц, но и ухудшает их качество, так как появляется много яиц с кровяными точками.

У кур овуляция и оплодотворение происходят с незначительным перерывом, не превышающим 20 мин. Если в течение этого времени оплодотворение не произошло, то яйцо остается неоплодотворенным, несмотря на присутствие спермиев в яйцеводе.

Продолжительность эмбрионального развития птиц при искусственной инкубации следующая: куры — 20—21 сут, утки и индейки — 27—28, гуси — 29—30 сут. Процесс дробления оплодотворенной яйцеклетки начинается в перешейке, через 4—5 ч после овуляции; при попадании зиготы в матку количество бластомеров достигает 4—8, а через 24 ч после начала оплодотворения уже 256. В таком виде яйцо откладывается. При отсутствии необходимых внешних условий развитие зародыша приостанавливается, жизнеспособность его постепенно снижается и через 25—30 дн. после откладки яйца зародыш погибает. Чем раньше после снесения яйцо поступает в инкубатор, тем лучше протекает развитие эмбриона.

**Органы размножения самцов.** У самцов кур слабо развиты придатки, половой член редуцирован; у селезня и гусака он образован из складок ventральной стенки клоаки, у петуха его нет. Семенники бобовидной формы лежат у дорсальной стенки полости тела; левый крупнее правого. Весной семенники сильно увеличиваются. Спермии образуются в извитых канальцах семенников, оттуда продвигаются в спермиовыносящий канал и спермиопровод, кото-

рый открывается на небольшом сосочке, расположенном на латеральной стенке клоаки. Придаточных половых желез у птиц нет. Объем эякулята петуха 0,5—0,8 мл, концентрация спермиев (количество их в 1 мл) достигает 7 млрд. Спермии длительное время могут сохранять оплодотворяющую способность в яйцеводке самок. После отсадки самцов куры несут оплодотворенные яйца до 20 дн., а индейки и гуси значительно больший срок.

При подсадке петухов к курам, которые ранее не спаривались с петухами, первые оплодотворенные яйца появляются лишь на третий день. Спермии не сразу после спаривания или искусственного осеменения достигают воронки яйцевода, где происходит оплодотворение. После введения спермы спермии вначале находятся во влагалище и лишь через 5 ч появляются в значительном количестве и в матке. Через сутки спермии обнаруживают в перешейке и приле-

гающем к нему конце белковой части, а затем и в воронке яйцевода. У кур, постоянно находящихся с петухами, все отделы яйцевода наполнены спермиями. После отсадки петухов количество спермиев в яйцеводах кур постепенно уменьшается и одновременно снижается и оплодотворенность яиц. Однако отдельные спермии находили во всех частях яйцевода даже через 75 дн. после прекращения спаривания, причем они не были деформированы, хотя и не обладали оплодотворяющей способностью.

## Контрольные вопросы

1. Строение и функции половой системы самцов.
2. Физико-химические свойства спермы и условия ее хранения.
3. Строение и функции половой системы самок.
4. Нейро-гуморальная регуляция половых функций.
5. Оплодотворение и беременность.
6. Роды.
7. Особенности размножения птиц.