

Половые клетки, особенности строения

Лекция № 5

Строение половых клеток

- Половые клетки имеют специальные приспособления:

сперматозоид имеет акросому (для проникновения через оболочки я/к) и мощный двигательный аппарат – хвостик;

яйцеклетка имеет желток (запас питательных веществ и строительных материалов) и оболочки (I, II, а у некоторых видов и III).

Строение половых клеток

- У половых клеток особое ядерно-цитоплазматическое отношение: у мужских - очень высокое (преобладает ядро над цитоплазмой), в женских - очень низкое (преобладает цитоплазма над ядром).
- Обмен веществ в зрелых половых клетках до оплодотворения находится на очень низком уровне (почти до анабиоза).
- Биологическое назначение: если из соматической клетки может образоваться лишь такая же дочерняя клетка, то из половых клеток формируется целый новый организм.

Для объяснения течения начальных этапов эмбриогенеза большое значение имеет знание

По количеству желтка различают следующие виды я/к:

- 1. *Алецитальные (безжелтковые) – у видов, развитие которых протекает с метаморфозами и эмбриональный период очень короткий или у некоторых паразитарных червей.*

- 2. *Олиголецитальный (маложелтковый) – у видов развивающихся вне организма матери в относительно благоприятной водной среде, эмбриональный период относительно короткий (пример: ланцетник). А также у видов развивающихся внутриутробно и питающихся за счет матери (пр.: млекопитающие).*

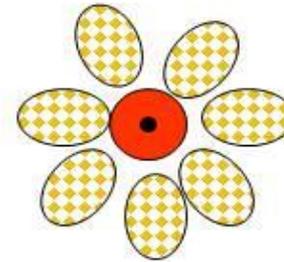
- 3. *Мезолецитальные (среднее количество желтка) – развитие вне организма матери в водной среде (пр.: лягушка).*

- 4. *Полилецитальные (многожелтковые) – развитие идет вне организма матери, причем на суше (пр.: птицы, пресмыкающиеся).*

количество желтка в я/к зависит от условий где развивается зародыш, а также в какой то степени от длительности эмбрионального развития.

Типы яйцеклеток

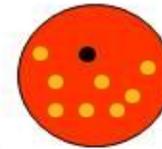
- **Алецитальная** – желтка нет – он в желточных клетках
- **Олиголецитальная** – желтка мало
- **Мезолецитальная** – желтка среднее количество
- **Полилецитальная** – очень много желтка



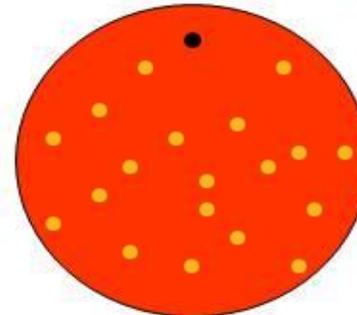
плоские черви



ланцетник, плацентарные млекопитающие



амфибии, некоторые рыбы



некоторые рыбы, рептилии, птицы, яйцекладущие млекопитающие

классификация по распределению желтка по цитоплазме:

1. Изолецитальная (равномерное распределение) – характерно для олиголецитальных я/к. Различают I изолецитальную (ланцетник) и II изолецитальную я/к (млекопитающие)
2. Телолецитальные я/к – желток распределяется по цитоплазме неравномерно, полярно – на одном полюсе (вегетативный) желток, а на другом полюсе (анимальный) ядро и органоиды. Характерно для мезо- и полилецитальных я/к; Среди телолецитальных различают 2 подгруппы
 - а) умеренно телолецитальные – полярность выражено умеренно, нерезко (пр.: мезолецитальная я/к лягушки)
 - б) резко телолецитальные – полярность ярко выражена (пр.: птицы).
3. Центролецитальные – желток в виде узкого пояса сосредоточен вокруг ядра. И так у ланцетника я/к олиголецитальная I изолецитальная, у лягушки – мезолецитальная умеренно телолецитальная, у птиц – полилецитальная резко телолецитальная, у млекопитающих – олиголецитальная II изолецитальная. Оболочки я/к: I оболочка – собственная оболочка (оолемма), II оболочка – продукт деятельности самой я/к и соседних вспомогательных клеток (например фолликулярных клеток); III оболочка имеется у видов развивающихся вне организма матери на суше, и является продуктом деятельности слизистой яйцевыводящих путей.

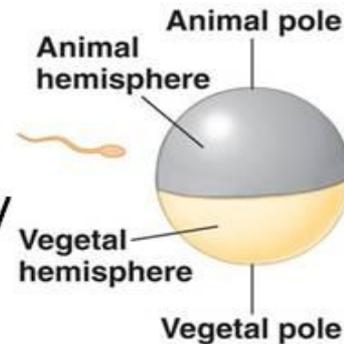
По расположению желтка яйцеклетки бывают

- **Изо- (гомо-) лецитальные** – желток распределен равномерно



ланцетник,
человек

- **Телолецитальные** – желток смещен к вегетативному полюсу

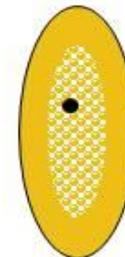


умеренно
телолецитальные
- лягушка

резко
телолецитальные
- птица

- **Центролецитальные** – желток в центре

насекомые



Оплодотворение

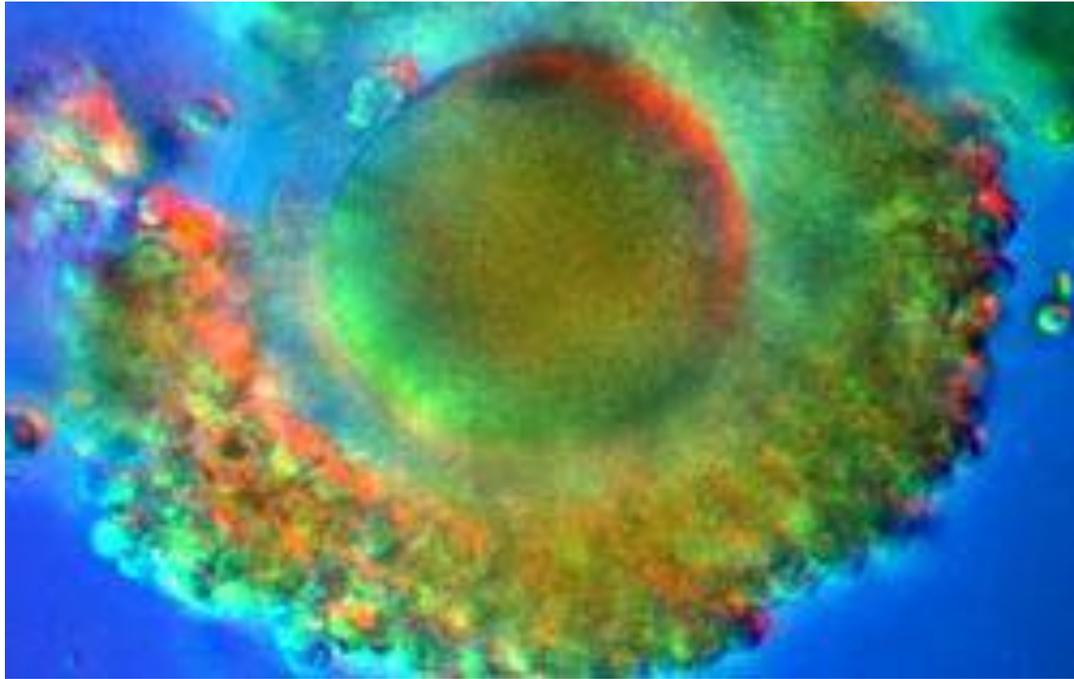
- - слияние мужской и женской половых клеток
- восстанавливается диплоидный набор хромосом
- возникает качественно новая клетка - *зигота*

три фазы оплодотворения

- 1) дистантное взаимодействие и сближение гамет
- 2) контактное взаимодействие и активизация яйцеклетки
- 3) вхождение сперматозоида в яйцо и последующее слияние - сингамия.

Первая фаза

- - дистантное взаимодействие - обеспечивается хемотаксисом
- *Важную роль в этом играют гамоны - химические вещества, вырабатываемые половыми клетками*





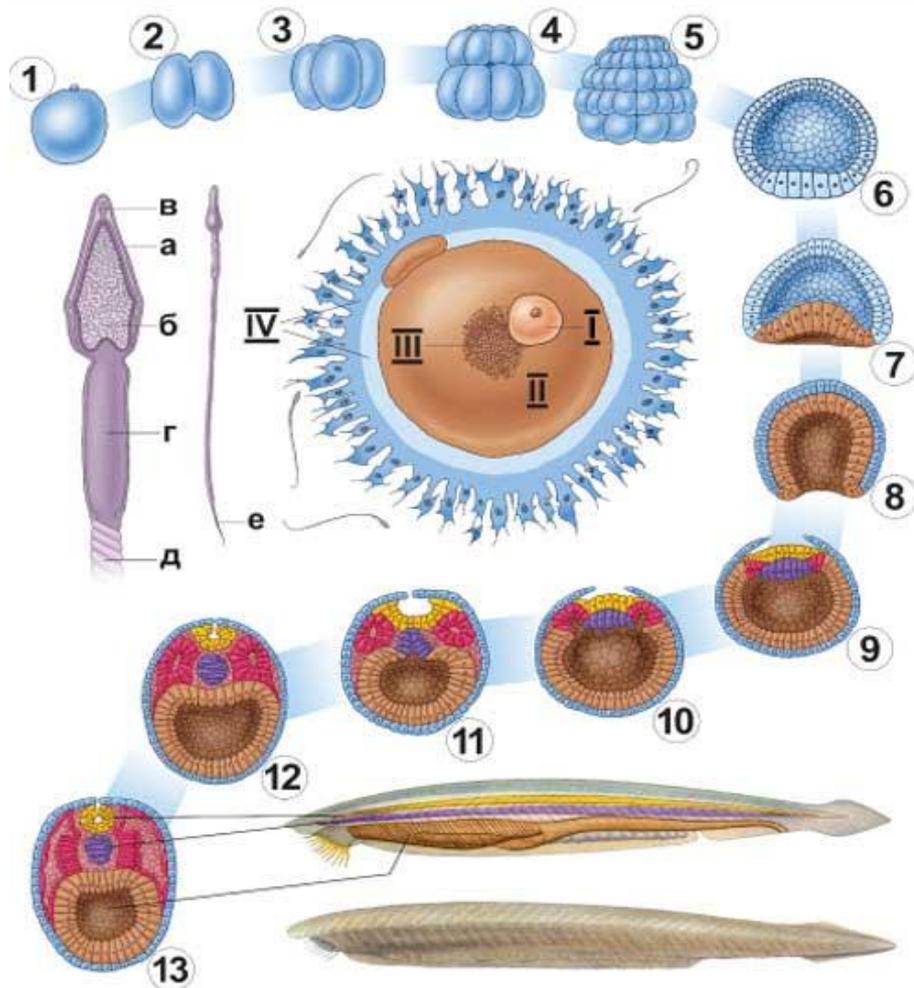
- *Сразу после эякуляции спермии неспособны к проникновению в яйцеклетки до тех пор, пока не произойдет капацитация - приобретение спермиями оплодотворяющей способности под действием секрета женских половых путей, которое длится 7 ч. В процессе капацитации с плазмолеммы спермия в области акросомы удаляются гликопротеины и протеины семенной плазмы, что способствует акросомальной реакции.*
- *В механизме капацитации большое значение принадлежит гормональным факторам, прежде всего прогестерону (гормон желтого тела), активизирующему секрецию железистых клеток яйцеводов. Во время капацитации происходят связывание холестерина цитолеммы спермия альбуминами женских половых путей и обнажение рецепторов половых клеток.*

Вторая фаза

- контактное взаимодействие
- сперматозоиды вращают яйцеклетку.
- *Многочисленные спермин приближаются к яйцеклетке и вступают в контакт с ее оболочкой. Яйцеклетка начинает совершать вращательные движения вокруг своей оси со скоростью 4 вращения в минуту. Эти движения обусловлены влиянием биения жгутиков сперматозоидов и продолжаются около 12 ч.*
- В процессе взаимодействия мужской и женской половых клеток в спермиях происходит акросомальная реакция
- ферменты акросомы выходят в окружающую среду

- Онтогенез делится на два периода:
- эмбриональный — от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек;
- постэмбриональный — от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЭМБРИОГЕНЕЗА ХОРДОВЫХ ЖИВОТНЫХ



Половые клетки рыб

Лекция 6

- У круглоротых специальных половых протоков нет. Из разрывающейся половой железы половые продукты выпадают в полость тела, из нее – через половые поры – в мочеполовой синус, а затем через мочеполовое отверстие выводятся наружу.
- У хрящевых рыб половая система связана с выделительной. У самок большинства видов яйца выводятся из яичников по мюллеровым каналам, выполняющим роль яйцеводов и открывающимся в клоаку; вольфов канал является мочеточником. У самцов вольфов канал служит семяпроводом и через мочеполовой сосочек также открывается в клоаку.

- У костистых рыб вольфовы каналы служат мочеточниками, мюллеровы каналы у большинства видов редуцируются, половые продукты выводятся наружу через самостоятельные половые протоки, открывающиеся в мочеполовое или половое отверстие.
- У самок (большинства видов) зрелые яйца выводятся из яичника наружу через короткий проток, образованный оболочкой яичника. У самцов канальцы семенника соединяются с семяпроводом (не связанным с почкой), который открывается наружу мочеполовым или половым отверстием.

Половые железы

- гонады – семенники у самцов и яичники у самок – лентовидные или мешковидные образования, висят на складках брюшины – брыжейке – в полости тела, над кишечником, под плавательным пузырем.
- Строение гонад, сходное в основе, у разных групп рыб имеет некоторые особенности, у круглоротых половая железа непарная, у настоящих рыб гонады большей частью парные.
- *Вариации в форме гонад у различных видов главным образом выражаются в частичном или полном слиянии парных желез в одну непарную (самки трески, окуня, бельдюги, самцы песчанки) или в ясно выраженной асимметрии развития: часто гонады бывают разные по объёму и массе (мойва, серебряный карась и др.), вплоть до полного исчезновения одной из них.*

- С внутренней стороны стенок яичника в щелевидную полость его отходят поперечные яйценесущие пластинки, на которых развиваются половые клетки.
- Основу пластинок составляют соединительнотканые тяжи с многочисленными ответвлениями. Вдоль тяжей проходят сильно разветвленные кровеносные сосуды.
- Зрелые половые клетки выпадают с яйценесущих пластинок в полость яичника, которая может быть расположена в центре его (например, окуневые) или сбоку (например, карповые).

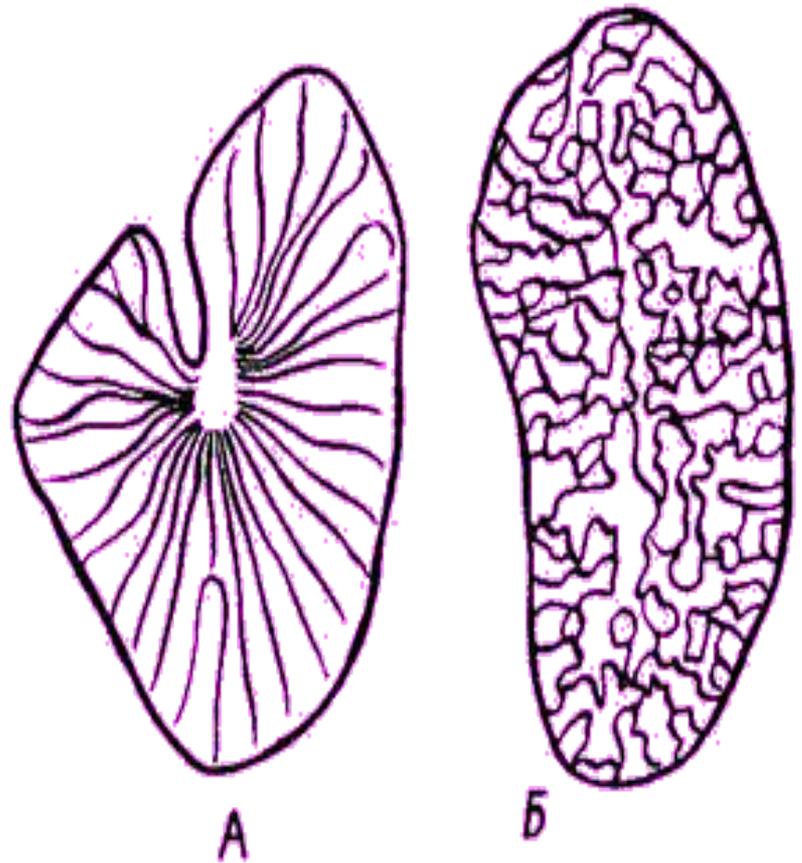
- Яичник непосредственно сливается с яйцеводом, выводящим яйца наружу.
- *У некоторых форм (лососевые, корюшковые, угревые) яичники не замкнуты и зрелые яйца выпадают в полость тела, а уже из неё через специальные протоки выводятся из организма.*

Семенники

- **большинства рыб – парные мешковидные образования. Зрелые половые клетки по выводным протокам – семяпроводам – выводятся во внешнюю среду**
 - **через специальное половое отверстие (у самцов лососей, сельдей, щуки и некоторых других)**
 - **или через мочеполовое отверстие, расположенное позади ануса (у самцов большинства костистых рыб).**

Типы строения семенников костистых рыб.

- А – перкоидный;
- Б – циприноидный



- В семенниках циприноидного типа семенные канальцы извиваются в различных плоскостях и без определённой системы. Вследствие этого на поперечных гистологических срезах видны их отдельные участки неправильной формы (так называемые ампулы). Выводной проток помещается в верхней части семенника. Края семенника округлы.
- В семенниках перкоидного типа семенные канальцы тянутся от стенок семенника радиально. Они прямые, выводной проток расположен в центре семенника. Семенник на поперечном срезе имеет треугольную форму.
- По стенкам канальцев (ампул) лежат крупные клетки – исходные семенные клетки, первичные сперматогонии, будущие сперматозоиды.

Половые клетки

- **появляются на ранних этапах развития у эмбрионов в генитальных складках, которые тянутся вдоль полости тела.**
- ***У молоди лососей (горбуша, кета, нерка, сима, кижуч и атлантический лосось) первичные половые клетки обнаруживаются на стадии формирования первично-почечных протоков.***
- ***У зародыша атлантического лосося первичные половые клетки были выявлены в возрасте 26 сут. У мальков рыб уже можно найти половые железы в виде волосовидных тяжей.***

ОВОГОНИИ

- – образуются в результате деления зачатковых клеток зародышевого эпителия, это округлые, очень мелкие, не видимые простым глазом клетки. После овогониальных делений овогония превращается в овоцит.
- В дальнейшем в ходе овогенеза различают три периода:
 - период синаптенного пути,
 - период роста (малого – протоплазматического и большого – трофоплазматического)
 - период созревания.
-

Развитие яйцеклетки

- **Период синаптенного пути характеризуется главным образом преобразованием ядра клетки (овоцита).**
- **Период малого –протоплазматического – роста, когда увеличение размеров овоцита происходит за счет накопления цитоплазмы. Выделяют**
 - ювенильную фазу
 - фазу однослойного фолликула.

В ювенильной фазе

- овоциты ещё относительно небольшие, чаще всего округлой формы, с тонкой, бесструктурной, так называемой первичной (вырабатываемой самой яйцеклеткой) оболочкой, к которой прилегают отдельные фолликулярные клетки, а снаружи – клетки соединительной ткани.
- Ядро овоцита имеет хорошо заметную тонкую оболочку; округлое большое, оно почти всегда лежит в центре. По периферии ядра располагаются многочисленные ядрышки, в большинстве прилегающие к оболочке.

В фазе однослойного фолликула

- **собственная оболочка становится толще, над ней формируется фолликулярная оболочка с прилегающими отдельными соединительнотканными клетками.**
- ***в овоците часто можно обнаружить вителлогенную зону. Эта зона имеет ячеистую, как бы пенистую структуру и возникает в цитоплазме вокруг ядра, на некотором расстоянии от него (циркумнуклеарная зона). К концу фазы (и периода) овоциты увеличиваются настолько, что их можно различить с помощью лупы или даже невооруженным глазом.***

Период большого (трофоплазматического) роста овоцита

- образуются и накапливаются питательные вещества, концентрирующиеся в желтке (белки и липиды) и чисто липидных включениях**
- на периферии появляются вакуоли, содержащие углеводы.**

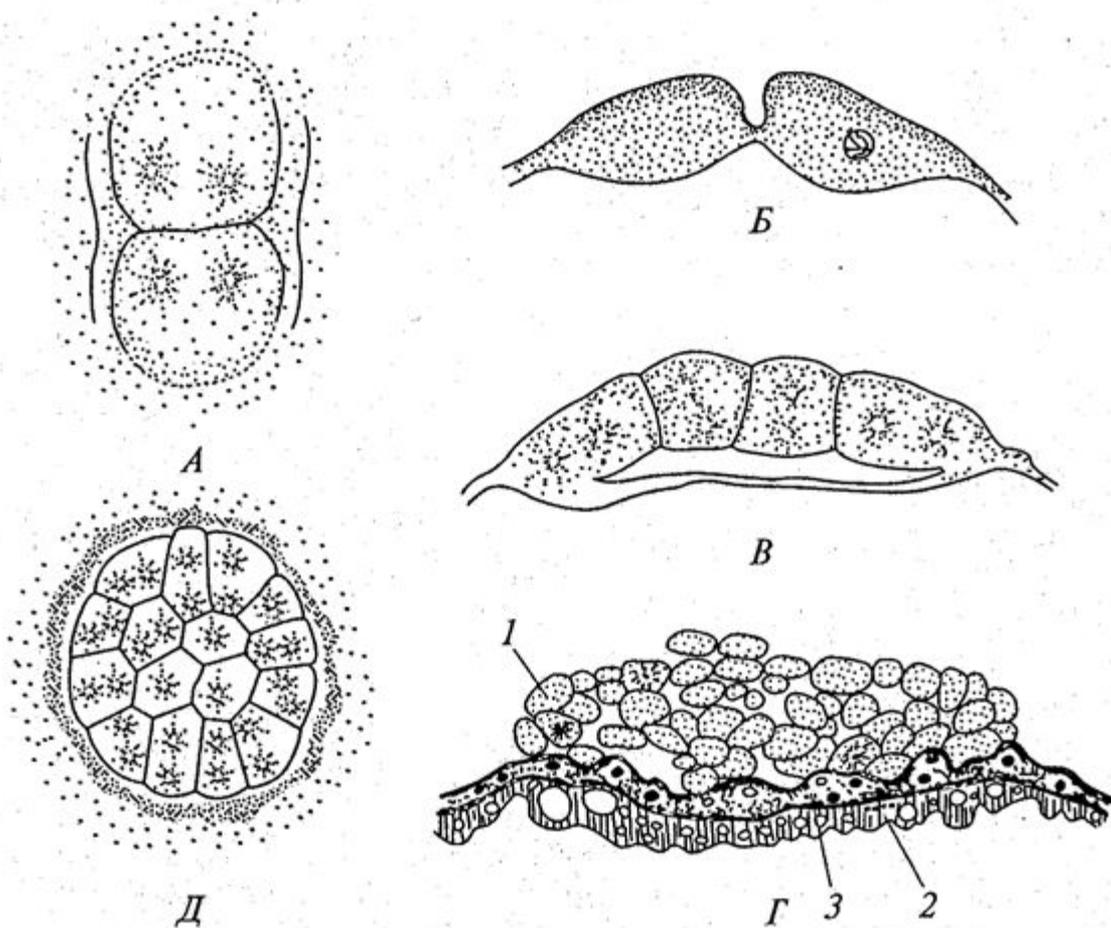
Период большого роста состоит из нескольких фаз

- ***фаза вакуолизации цитоплазмы:* на периферии овоцита образуются единичные мелкие вакуоли, которые, увеличиваясь в числе, создают более или менее густой слой. Это будущие кортикальные альвеолы, или гранулы. Содержимое вакуолей составляют углеводы (полисахариды), которые после оплодотворения яйца способствуют всасыванию под оболочку воды и образованию перивителлинового пространства.**
- **У некоторых видов (лосось, карп) раньше вакуолей в цитоплазме появляются жировые включения. В ядре ядрышки отходят от оболочки вглубь.**

фаза первоначального накопления желтка

- на периферии овоцита между вакуолями появляются отдельные мелкие шарики желтка, количество которых быстро растет, так что к концу фазы они занимают почти всю плазму овоцита.**

- В собственной оболочке появляются тонкие канальцы, придающие ей радиальную исчерченность (*Zona radiata*); по ним в овоцит проникают питательные вещества.
- Над собственной оболочкой у некоторых рыб образуется ещё одна вторичная – оболочка (производная фолликулярных клеток, окружающих овоцит). Эта оболочка, разнообразная по структуре (студенистая, сотовая или ворсинчатая), после выхода овоцита из фолликула служит для прикрепления икринки к субстрату. Фолликулярная оболочка становится двуслойной. Границы ядра отчетливы, но стали извилистыми, 'лапчатыми'.



Дробление костистых рыб (П.П. Иванов, 1937):

A — вид зародыша на стадии 2 бластомеров с анимального полюса; *Б* — поперечный срез зародыша на стадии 2 бластомеров; *В* — поперечный срез зародыша на стадии 16 бластомеров; *Г* — ранняя дискобластула форели; *Д* — стадия 16 бластомеров, вид с поверхности; *1* — бластомеры; *2* — желток; *3* — перибласт

фаза наполнения овоцита желтком

- характеризуется очень сильным увеличением объёма желтка, частицы которого приобретают вместо шаровидной многогранную, глыбковидную форму. Вакуоли отжимаются к поверхности овоцита.
- *Из-за преобладания в это время количественных изменений (без существенных морфологических сдвигов) некоторые исследователи считают нецелесообразным выделять эту фазу как самостоятельную.*
- К концу фазы овоцит достигает дефинитивных размеров. Заметны изменения желтка и ядра: ядро начинает смещаться (к анимальному полюсу), его контуры становятся менее ясными; частицы желтка начинают сливаться. Заканчивается формирование вторичной оболочки.

- **Последняя фаза развития – фаза зрелого овоцита. Частицы желтка у большинства рыб (за исключением вьюна, макропода, некоторых карповых) сливаются в гомогенную массу, овоцит становится прозрачным, цитоплазма сосредоточивается на периферии овоцита, ядро теряет контуры. Преобразования ядра вступают в завершающую стадию.**
- **Одно за другим следуют два деления созревания. В результате образуются ядро зрелого овоцита с гаплоидным числом хромосом и три редукционных тельца, которые не участвуют в дальнейшем развитии, отделяются от яйца и дегенерируют. После второго деления созревания митотическое развитие ядра доходит до метафазы и в этом состоянии остается до оплодотворения.**
- **Дальнейшее развитие (формирование женского пронуклеуса и отделение полярного тельца) происходит уже после оплодотворения.**

- Сквозь собственную (*Z. radiata*) и студенистую оболочку проходит канал (микропиле), через который сперматозоид проникает в яйцеклетку при оплодотворении.
- *У костистых рыб одно микропиле, у осетровых – несколько: у севрюги – до 13, белуги – до 33, черноморско-азовского осетра – до 52. Поэтому полиспермия возможна только у осетровых рыб, но не у костистых.*
- При овуляции фолликулярная и соединительнотканная оболочки лопаются и остаются на яйценесущих пластинках, а освобожденный из них овоцит, окруженный собственной и студенистой оболочками, выпадает в полость яичника или полость тела.
- Здесь овулировавшие яйца находятся в полостной (овариальной) жидкости, сохраняя относительно длительное время способность к оплодотворению. В воде или вне полостной жидкости они эту способность быстро теряют.

- У акул и скатов, которым свойственно внутреннее оплодотворение, оплодотворенное яйцо, продвигаясь по половым путям, окружается ещё одной – третичной – оболочкой. Рогоподобное вещество этой оболочки образует твердую капсулу, надежно защищающую зародыш во внешней среде.
- В процессе развития овоцитов наряду с другими изменениями происходит колоссальное увеличение его размеров: так, по сравнению с овогониями, образованными при последнем овогониальном делении, объём зрелого овоцита возрастает у окуня в 1 049 440, у воблы – в 1 271 400 раз.

Сперматогенез

- Отличительная особенность является многократное уменьшение клеток.
- Каждый исходный сперматогоний делится несколько раз, в результате чего возникает скопление сперматогониев под одной оболочкой, называемое цистой (стадия размножения).
- Образовавшийся при последнем делении сперматогоний несколько увеличивается, в его ядре происходят мейотические преобразования и сперматогоний превращается в сперматоцит I порядка (стадия роста).

- Затем наступают два последовательных деления (стадия созревания): сперматоцит I порядка делится на два сперматоцита II порядка, вследствие деления которых образуются две сперматиды.
- В следующей – завершающей – стадии формирования сперматиды превращаются в сперматозоиды. Таким образом, из каждого сперматоцита образуются четыре сперматиды с половинным (гаплоидным) набором хромосом.
- Оболочка цисты лопается, и сперматозоиды наполняют семенной каналец. Через семяпроводы созревшие сперматозоиды выходят из семенника, а затем по протоку – наружу.

сперматозоид

- представляет собой клетку с малым количеством плазмы. В нем различают головку, среднюю часть и хвост.
- **Характерными особенностями развития семенников является сильная неравномерность (асинхронность) развития органа в целом. Особенно сильно эта неравномерность проявляется у впервые созревающих рыб, но вполне отчетливо выражена и у нерестующих повторно половозрелых особей. В результате практически все самцы нерестуют порционно и в течение длительного периода от них можно получать сперму.**
- Форма головки различна: в виде шара, яйца, желудя (у большинства костистых рыб), палочки (у осетровых и некоторых костистых), копья (у двоякодышащих), цилиндра (у акулловых, кистепёрых). В головке помещается ядро.