ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

ЛЕКЦИЯ 2. ТЕМА 2. ОРГАНИЗМ. РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

Организм — единое целое

Организм — исторически сложившаяся, целостная, динамически устойчивая биологическая система, способная к самостоятельному существованию, обмену веществ, росту, размножению и адаптации к условиям среды. Целостность организма определяется взаимодействием его частей: у одноклеточных форм все функции обеспечивает единственная клетка, у многоклеточных форм — дифференцированные клетки, ткани, органы и системы органов, объединённые нервной, эндокринной и гуморальной регуляцией.

Принципы организации организма включают: иерархичность (клетка — ткань — орган — система органов — организм), целостность и взаимозависимость частей (изменение одной системы отражается на состоянии всех остальных), саморегуляцию (поддержание гомеостаза — относительного постоянства внутренней среды), взаимодействие с окружающей средой как с открытой системой. Для многоклеточного организма характерна взаимозависимость клеток, тканей и органов: организм как целое определяет функциональную специализацию своих частей, а части в совокупности обеспечивают существование целого.

Многообразие организмов

Организмы чрезвычайно разнообразны по строению, размерам, способам питания и среде обитания. По организации наследственного материала выделяют прокариот (бактерии, архебактерии — ДНК без ядерной оболочки) и эукариот (растения, грибы, животные). По типу питания различают автотрофов (фото- и хемосинтетики), гетеротрофов (консументы и редуценты) и миксотрофов. По числу клеток — одноклеточные, колониальные и многоклеточные формы.

Многообразие организмов — результат длительной эволюции, в ходе которой происходило возрастание сложности организации: от прокариотических клеток к эукариотическим, от одноклеточности к многоклеточности и тканевой дифференцировке, от простого полового процесса к дифференцированным гаметам и сложным жизненным циклам. Различия в строении организмов находят отражение в их размножении и индивидуальном развитии, которые рассматриваются далее.

Размножение — важнейшее свойство живых организмов

Размножение — способность организмов воспроизводить себе подобных, обеспечивающая непрерывность и преемственность жизни, сохранение вида и увеличение численности особей. Размножение относится к числу фундаментальных признаков живого и лежит в основе существования не только отдельных видов, но и всей биосферы.

Различают два основных типа размножения.

Бесполое размножение

Бесполое размножение осуществляется без участия половых клеток; потомство образуется из соматических клеток или специализированных клеток материнского организма и генетически тождественно родителю. Основные формы:

- **деление клетки** — митотическое деление одноклеточных организмов (амёба, инфузория, бактерии);
- **почкование** — образование выроста (почки) на материнском организме с последующим его отделением (гидра, дрожжи);
- **фрагментация** — разделение тела на части, каждая из которых восстанавливает недостающие структуры (плоские черви, спирогира, губки);
- **спорообразование** — образование специализированных клеток (спор), окружённых защитными оболочками (бактерии, грибы, мхи, папоротники);

• **вегетативное размножение** — размножение частями тела или органами растений (клубни, луковицы, корневища, усы, отводки, черенки); в сельском хозяйстве широко применяют искусственные приёмы — черенкование, прививку, размножение культурой тканей.

Преимущества бесполого размножения — быстрое увеличение численности и отсутствие необходимости в партнёре; его биологическое ограничение — отсутствие перекомбинации наследственного материала, что снижает эволюционную пластичность вида.

Половое размножение

Половое размножение связано с образованием специализированных половых клеток — гамет, слиянием которых (оплодотворением) образуется зигота — первая клетка нового организма. Биологическое значение полового размножения состоит в перекомбинации наследственного материала родителей, обеспечивающей генетическое разнообразие потомства — материал для естественного отбора и эволюции.

Различают **изогамию** (слияние морфологически сходных гамет — у ряда водорослей), **анизогамию** (гаметы различаются по размерам и подвижности) и **оогамию** (развитие крупной неподвижной яйцеклетки и мелких подвижных сперматозоидов; характерно для животных и человека).

У ряда организмов половое размножение встречается с **конъюгацией** (обмен ядерным материалом без образования гамет — у инфузорий, спирогиры) и **партеногенезом** (развитие организма из неоплодотворённой яйцеклетки — у пчёл, тлей, дафний; в некоторых случаях и у позвоночных).

Мейоз

Мейоз — особый способ деления клеток, при котором число хромосом в дочерних клетках уменьшается вдвое (редукция: 2n → n) и происходит перекомбинация наследственного материала. Мейоз лежит в основе образования половых клеток и обеспечивает постоянство числа хромосом в поколениях при половом размножении.

Мейоз состоит из двух последовательных делений, разделённых интерфазой II (без репликации ДНК).

Мейоз I (редукционное деление):

1. **Профаза I** — наиболее сложная и длительная фаза, подразделяется на стадии: лептотена (спирализация хромосом), зиготена (конъюгация гомологичных хромосом с образованием бивалентов), пахитена (кроссинговер — обмен участками гомологичных хромосом, что является важнейшим источником комбинативной изменчивости), диплотена, диагинеза;
2. **Метафаза I** — биваленты выстраиваются в экваториальной плоскости;
3. **Анафаза I** — к полюсам расходятся не хроматиды, а целые гомологичные хромосомы; происходит независимое распределение материнских и отцовских хромосом между полюсами (второй источник комбинативной изменчивости);
4. **Телофаза I** — образуются две клетки с гаплоидным набором удвоенных хромосом.

Мейоз II (эквационное деление) протекает аналогично митозу: к полюсам расходятся сестринские хроматиды. Итогом мейоза являются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом (n), генетически отличающиеся друг от друга и от материнской клетки.

Биологическое значение мейоза: создание гаплоидных клеток, постоянство числа хромосом в поколениях и генетическое разнообразие потомства за счёт кроссинговера и независимого расхождения хромосом.

Образование половых клеток и оплодотворение

Гаметогенез — процесс образования половых клеток. В половых железах (гонадах) различают четыре зоны (стадии): размножения (митотическое деление первичных половых клеток — сперматогоний и оогоний), роста (увеличение размеров клеток — сперматоциты

и ооциты I порядка), созревания (два последовательных мейотических деления) и формирования (характерна только для сперматогенеза — образование головки, шейки, жгутика).

При сперматогенезе из одной первичной половой клетки образуются четыре сперматозоида; при оогенезе — одна яйцеклетка и три направительных (редукционных) тельца, обеспечивающих сохранение питательных веществ в цитоплазме яйцеклетки. Яйцеклетка содержит запас питательных веществ (желток) и защитные оболочки; по количеству желтка различают алецитальные, олиголецитальные, мезолецитальные, полилецитальные (центролецитальные и телолецитальные) яйцеклетки.

Оплодотворение — слияние гамет с образованием зиготы (у человека — диплоидная клетка 2n, 46 хромосом), объединяющей гаплоидные наборы обоих родителей. Значение оплодотворения: восстановление диплоидного набора, объединение родительских геномов (перекомбинация признаков), определение пола (в случае гетерогаметности одного из полов), активация зиготы к развитию. У млекопитающих и человека оплодотворение внутреннее; развивается ряд механизмов, обеспечивающих видоспецифичность оплодотворения и полиспермии (проникновению более одного сперматозоида), а также образование оплодотворённого яйцевого пузырька (кортикальная реакция).

Индивидуальное развитие организма (онтогенез)

Онтогенез — совокупность всех процессов развития организма от момента образования зиготы (при половом размножении) до смерти. Онтогенез подразделяется на эмбриональный и постэмбриональный периоды.

Эмбриональный этап онтогенеза

Эмбриональный период — развитие организма от образования зиготы до рождения (вылупления из яйца или выхода из семени). Основные стадии:

1. **Дробление** — серия митотических делений зиготы без роста; образуются клетки — бластомеры; завершается образованием бластулы — однослойного пузырька с полостью (бластоцель). Характер дробления зависит от количества и распределения желтка: полное равномерное (ланцетник, млекопитающие), полное неравномерное (амфибии), частичное (птицы, рептилии);
2. **Гаструляция** — образование двух- (у ряда организмов) или трёхслойного зародыша — гаструлы. Образующиеся листки — **эктодерма** (наружный), **энтодерма** (внутренний), **мезодерма** (средний, у трёхслойных) — являются источниками формирования всех тканей и органов. Способы гаструляции: инвагинация, иммиграция, эпиболия, деламинация;
3. **Гисто- и органогенез** — дифференцировка зародышевых листков и формирование органов. Из эктодермы развиваются нервная система, эпидермис и его производные, из энтодермы — эпителий пищеварительной и дыхательной систем, печень, поджелудочная железа, из мезодермы — мышцы, скелет, кровеносная и лимфатическая системы, половые железы, почки. Ключевую роль в индукции развития играют взаимодействия частей зародыша (организаторы, например хордомезодерма как организатор нервной пластинки).

У наземных позвоночных развитию зародыша способствуют зародышевые оболочки: амнион, хорион (сероза), аллантоис, желточный мешок. У плацентарных млекопитающих формируется плацента — орган, обеспечивающий питание, дыхание и выделение зародыша и выполняющий гормональную функцию.

Постэмбриональное развитие

Постэмбриональный период начинается с рождения (вылупления, прорастания семени) и завершается смертью организма. Различают:

• **прямое развитие** — организм рождается похожим на взрослую особь и отличается лишь размерами и пропорциями (млекопитающие, птицы, рептилии, человек);

• **развитие с превращением (метаморфозом)** — личинка отличается от взрослой особи строением, образом жизни и питанием. Неполный метаморфоз проходит стадии яйцо — личинка — взрослая особь (тараканы, кузнечики), полный — яйцо — личинка — куколка — взрослая особь (бабочки, жуки, мухи).

Постэмбриональное развитие включает рост (увеличение массы и размеров), пубертатный (полового созревания) период, репродуктивный период и период старения, завершающийся смертью организма.

Сходство зародышей разных групп позвоночных как свидетельство эволюционного родства

На ранних стадиях эмбрионального развития зародыши позвоночных разных классов обнаруживают значительное сходство: наличие хорды, нервной трубки, жаберных щелей (зачатков жаберного аппарата), хвостового отдела, сходное строение сердца и кровеносной системы. Особенно показательны ранняя стадия и зародыши рыб, рептилий, птиц и млекопитающих, которые на определённых этапах практически неразличимы.

Данное явление объясняется тем, что признаки раннего онтогенеза в филогенезе формировались раньше и потому характеризуются меньшей изменчивостью, чем поздние признаки; в ходе эволюции онтогенез каждого таксона достраивается за счёт поздних стадий, тогда как ранние сохраняются (принцип, сформулированный в виде биогенетического закона Э. Геккеля — Ф. Мюллера: онтогенез есть краткое повторение филогенеза, с современными уточнениями о его неполноте и эволюционно приобретённых отклонениях — ценогенезах, палингенезах и др.). Сходство зародышей подтверждает общее происхождение позвоночных и единство их плана строения.

Причины нарушений в развитии организмов

Нарушения эмбрионального развития могут быть обусловлены:

• **генетическими факторами** — мутациями (генными, хромосомными, геномными), приводящими к врождённым порокам и наследственным заболеваниям;

• **средовыми (экзогенными) факторами** — физическими (ионизирующее излучение, гипотермия, механические воздействия), химическими (тератогены: некоторые лекарственные препараты, алкоголь, никотин, наркотические вещества, тяжёлые металлы, пестициды), биологическими (вирусы краснухи, цитомегаловирус, возбудители токсоплазмоза и др.);

• **комбинированными факторами** — взаимодействием генетических и средовых причин.

Особое значение имеют **критические периоды** эмбриогенеза — этапы, на которых зародыш наиболее чувствителен к повреждающим воздействиям (период имплантации, начало гаструляции, закладка органов — в частности, у человека закладка нервной системы на 3–6-й неделе эмбрионального развития). Классическим примером тератогенного действия химического вещества является талидомид — препарат, применение которого в 1950–1960-е годы приводило к порокам развития конечностей у плода.

Индивидуальное развитие человека. Репродуктивное здоровье

Онтогенез человека включает эмбриональный (внутриутробный) и постэмбриональный (внеутробный) периоды. Внутриутробный период продолжается в среднем около 40 недель (около 280 дней) и подразделяется на зародышевый (эмбриональный) этап (до 8 недель, в течение которого происходят закладка и формирование основных органов) и плодный (фетальный) этап (с 9-й недели до рождения, характеризующийся ростом и функциональным созреванием систем).

Постэмбриональное развитие человека включает: неонатальный период (первые недели жизни), грудной возраст, детство, подростковый (пубертатный) период (половое созревание, у девочек 12–16 лет, у юношей 13–17 лет), юношеский период, зрелый возраст (репродуктивный), климактерический период и старость.

Репродуктивное здоровье — состояние репродуктивной системы, обеспечивающее способность к воспроизведению здорового потомства. Оно включает физическое и психическое здоровье, нормальное функционирование половой системы, здоровый образ жизни, профилактику инфекций, передающихся половым путём, и планирование беременности. Поддержание репродуктивного здоровья является основой сохранения здоровья нации и демографического благополучия.

Последствия влияния алкоголя, никотина, наркотических веществ и загрязнения среды на развитие человека

Вредные привычки и неблагоприятные факторы среды оказывают существенное негативное влияние на все этапы онтогенеза, особенно на эмбриональное развитие.

Алкоголь проникает через плаценту и оказывает прямое токсическое действие на зародыш. Систематическое употребление алкоголя матерью приводит к развитию фетального (плодного) алкогольного синдрома: задержке роста, умственной отсталости, характерным аномалиям лица и черепа, порокам сердца и других органов. Не существует безопасной дозы алкоголя при беременности: даже небольшие его количества способны повредить развивающийся нервную систему и другие системы органов плода.

Никотин и продукты курения вызывают спазм сосудов плаценты, гипоксию плода, задержку внутриутробного развития, повышенный риск самопроизвольного аборта, преждевременных родов, низкой массы тела новорождённого, нарушений формирования лёгких и повышенной предрасположенности ребёнка к заболеваниям дыхательной системы.

Наркотические вещества (опиоиды, каннабиноиды, стимуляторы и др.) оказывают мутагенное, тератогенное и эмбриотоксическое действие: вызывают пороки развития, задержку психомоторного развития, синдром отмены (абстиненции) у новорождённого, нарушения формирования половых клеток и хромосомные аномалии.

Загрязнение среды (химическое — тяжёлые металлы, пестициды, промышленные выбросы; физическое — ионизирующее излучение; биологическое — патогенные микроорганизмы) является мутагенным и тератогенным фактором. Загрязняющие вещества способны нарушать работу эндокринной системы (эндокринные дизрапторы), накапливаться в организме и в молоке кормящей матери, снижать качество сперматозоидов и яйцеклеток, повышать частоту врождённых пороков развития и онкологических заболеваний.

Профилактика нарушений развития включает планирование беременности, здоровый образ жизни обоих родителей, отказ от вредных привычек, исключение контакта с тератогенами, медико-генетическое консультирование, своевременную вакцинацию, мониторинг состояния окружающей среды и рациональное питание.

Таким образом, размножение и индивидуальное развитие представляют собой фундаментальные проявления жизни, обеспечивающие непрерывность существования видов и генетическое разнообразие живого мира. Половое размножение с участием мейоза и оплодотворения создаёт комбинативную изменчивость — основу эволюции, а онтогенез реализует наследственную программу развития организма под контролем генома и условий среды. Понимание закономерностей размножения и развития имеет первостепенное значение для медицины, сельского хозяйства, охраны здоровья человека и сохранения биологического разнообразия планеты.