**Группа 21-22 Биология.**

1. Тема. Организм как единое целое. Жизнедеятельность организма. Ответить письменно на вопросы после параграфа.

Условия, в которых живут организмы, постоянно меняются. Часто эти изменения носят резко выраженный характер. Изменяется температура, освещенность, влажность, кормовая обеспеченность, количество хищников и паразитов и т. д. Для того чтобы выжить в таких условиях, любой организм должен противостоять вредному влиянию внешних факторов. Процессы приспособления организма происходят постоянно и не прекращаются вплоть до его гибели.

**Уровни приспособления организма к изменяющимся условиям.** Каким образом организмы приспосабливаются к условиям окружающей среды? Существует несколько уровней, на которых протекает этот процесс. Клеточный уровень — один из важнейших.

Рассмотрим в качестве примера, как приспосабливается к условиям среды одноклеточный организм — кишечная палочка. Известно, что она хорошо растет и размножается в среде, содержащей единственный сахар — глюкозу. При обитании в такой среде ее клеткам не нужны ферменты, необходимые для превращения другого сахара, например лактозы, в глюкозу. Но если бактерии выращивать в среде, содержащей лактозу, то в клетках сразу начинается интенсивный синтез ферментов, превращающих лактозу в глюкозу (вспомните § 17). Следовательно, кишечная палочка способна перестраивать свою жизнедеятельность так, чтобы приспособиться к новым условиям среды. Приведенный пример относится и ко всем другим клеткам, включая клетки высших организмов.

Другой уровень, на котором происходит приспособление организмов к условиям окружающей среды, — тканевый. Тренировка приводит к развитию тканей и органов: у тяжелоатлетов — мощная мускулатура; у людей, занимающихся подводным погружением, сильно развиты легкие; у отличных стрелков и охотников — особая острота зрения. Многие качества организма могут быть развиты в значительной мере тренировкой. При некоторых заболеваниях, когда особенно большая нагрузка приходится на печень, наблюдается резкое увеличение ее размеров. Таким образом, отдельные органы и ткани способны отвечать на изменение условий существования.

**Саморегуляция.** Организм представляет собой сложную систему, способную к саморегуляции. Саморегуляция позволяет организму эффективно приспосабливаться к изменениям окружающей среды. Способность к саморегуляции в сильной степени выражена у высших позвоночных, особенно у млекопитающих. Достигается это благодаря мощному развитию нервной, кровеносной, иммунной, эндокринной и пищеварительной систем.

Изменение условий с неизбежностью влечет за собой перестройку их работы. Например, нехватка кислорода в воздухе приводит к интенсификации работы кровеносной системы, учащается пульс, возрастает количество гемоглобина в крови. В результате организм приспосабливается к изменившимся условиям.

Постоянство внутренней среды при систематически меняющихся окружающих условиях создается совместной деятельностью всех систем организма. У высших животных это выражается в поддержании постоянной температуры тела, в постоянстве химического, ионного и газового состава, давления крови, частоты дыхания и сердечных сокращений, постоянном синтезе нужных веществ и разрушении вредных.

Поддержание относительного постоянства внутренней среды организма называют гомеостазом. Гомеостаз — важнейшее свойство целостного организма.

Обмен веществ — обязательное условие и способ поддержания стабильности организации живого. Без обмена веществ невозможно существование живого организма. Обмен веществ и энергии между организмом и внешней средой — неотъемлемое свойство живого.

Особую роль в поддержании постоянства внутренней среды играет иммунная (защитная) система. Русский ученый И. И. Мечников был одним из первых биологов, доказавших ее огромную важность. Клетки иммунной системы синтезируют специальные белки — антитела, которые обнаруживают и уничтожают все чужое для данного организма.

**Влияние внешних условий на раннее развитие организмов.** Способность к саморегуляции и к противостоянию вредным влияниям среды возникает у организмов не сразу. В течение эмбрионального и постэмбрионального развития, когда многие защитные системы еще не сформировались, организмы особенно уязвимы для действия повреждающих факторов. Поэтому и у животных и у растений зародыш защищен специальными оболочками или самим материнским организмом. Он либо снабжен специальной питающей тканью, либо получает питательные вещества непосредственно от материнского организма. Тем не менее изменение внешних условий может ускорить развитие эмбриона или затормозить его и даже вызвать возникновение различных нарушений.

Вредное влияние на развитие эмбриона человека оказывает употребление его родителями алкоголя, наркотиков, курение табака. Алкоголь и никотин угнетают клеточное дыхание. Недостаточное снабжение кислородом приводит к тому, что в формирующихся органах образуется меньшее количество клеток, органы оказываются недоразвитыми. Особенно чувствительна к недостатку кислорода нервная ткань. Употребление будущей матерью алкоголя, наркотиков, курение табака, злоупотребление лекарствами часто приводят к необратимому повреждению эмбриона и последующему рождению детей с умственной отсталостью или врожденными уродствами. Не меньшую опасность для развития зародыша представляет загрязнение среды обитания различными химическими веществами или облучение ионизирующей радиацией.

В течение постэмбрионального периода развивающиеся организмы также очень чувствительны к вредным воздействиям внешней среды. Это объясняется тем, что формирование систем поддержания гомеостаза продолжается и после рождения. Поэтому алкоголь, никотин, наркотики, являющиеся ядами и для взрослого организма, особенно опасны для детей. Эти вещества тормозят рост и развитие всего организма, а особенно головного мозга, что приводит к умственной отсталости, тяжелым заболеваниям и даже смерти.

**Биологические часы.** Далеко не всегда организмы жестко поддерживают характеристики внутренней среды на одном и том же уровне. Часто внешние изменения влекут за собой перестройку внутренней среды. Пример того — изменение физиологического состояния организмов в зависимости от изменений длины дня в течение года, или, как говорят, изменений фотопериодических условий.

У многих животных и растений, обитающих в умеренном климате, сезон размножения совпадает с увеличением длины светового дня. Изменение фотопериодических условий в данном случае — ведущий фактор. Сезонные ритмы наиболее ярко проявляются в смене покровов у деревьев лиственных лесов, смене оперения птиц и волосяного покрова млекопитающих, в периодических остановках и возобновлении роста растений и т. д.

Изучение явлений суточной, сезонной и лунной периодичности живых организмов показало, что все эукариоты (одноклеточные и многоклеточные) обладают так называемыми биологическими часами. Другими словами, организмы обладают способностью измерять суточные, лунные и сезонные циклы.

Известно, что приливно-отливные течения в океане вызываются влиянием Луны. В течение лунных суток вода поднимается (и отступает) либо дважды, либо один раз, в зависимости от района Земли. Морские животные, обитающие в таких периодически меняющихся условиях, способны измерять время приливов и отливов с помощью биологических часов. Двигательная активность, потребление кислорода и многие физиологические процессы у крабов, актиний, раков-отшельников и других обитателей прибрежных участков морей закономерно изменяются в течение лунных суток.

Ход биологических часов может перестраиваться в зависимости от изменившихся условий. Примером такого процесса является изменение ритмов многих физиологических функций: температуры тела, давления крови, фазы двигательной активности и покоя у человека, совершившего перелет из Москвы на Камчатку, где Солнце встает на 9 ч раньше. При быстром перелете на дальние расстояния перестройка биологических часов происходит не сразу, а в течение нескольких дней.

Суточные ритмы жизнедеятельности многих организмов определяются чередованием света и темноты: началом рассвета или сумерек. Скворцы за час до захода Солнца собираются в стаи в течение 10—30 мин и улетают в места ночевки за десятки километров. Они никогда не опаздывают благодаря своим биологическим часам, которые подстраиваются под Солнце. В целом суточная периодичность складывается в результате координации многих ритмов, как внутренних, так и внешних.

В ряде случаев причина периодических колебаний внутренней среды заключена в самом организме. Эксперименты над животными показали, что в условиях абсолютной темноты и звуковой изоляции периоды отдыха и бодрствования последовательно чередуются, укладываясь в промежуток времени, близкий к 24 ч.

Итак, колебания характеристик внутренней среды организма можно рассматривать как один из факторов, поддерживающих ее постоянство.

**Анабиоз.** Часто организмы попадают в такие условия среды, в которых продолжение нормальных жизненных процессов невозможно. В подобных случаях некоторые организмы могут впадать в анабиоз (от греч. «ана» — вновь, «биос» — жизнь), т. е. состояние, характеризующееся резким снижением или даже временным прекращением обмена веществ. Анабиоз является важным приспособлением многих видов живых существ к неблагоприятным условиям обитания. Споры микроорганизмов, семена растений, яйца животных — примеры анабиотического состояния. В отдельных случаях анабиоз может продолжаться сотни и даже тысячи лет, по прошествии которых семена не теряют всхожести. Глубокое замораживание спермы и яиц особо ценных сельскохозяйственных животных для их длительного хранения и последующего широкого употребления — пример использования анабиоза в практической деятельности людей.

1. Приведите примеры, подтверждающие приспособленность организмов к условиям среды на клеточном и тканевом уровнях.
2. Почему алкоголь, никотин, наркотики особенно вредны для эмбриона?
3. Как вы считаете, можно ли способность организмов измерять время и впадать в состояние анабиоза рассматривать как примеры саморегуляции? Ответ обоснуйте.
4. Как, по-вашему, можно использовать знания о биологических часах и анабиозе в практической деятельности?
5. Тема. Индивидуальное развитие организма (онтогенез). Ответить письменно на вопросы после параграфа.

**Глава VI. Индивидуальное развитие организмов**

Процесс индивидуального развития особи от момента образования зиготы до конца жизни организма носит название онтогенеза. Онтогенез — процесс, присущий любому живому существу, независимо от сложности его организации. Каким образом из оплодотворенной яйцеклетки развивается новый сложный организм с большим числом так непохожих друг на друга органов и тканей? Каковы механизмы реализации той генетической информации, которая заключена в оплодотворенной яйцеклетке?

§ 24. Зародышевое и постэмбрионалъное развитие организмов

**Дробление зиготы.** Через несколько часов после оплодотворения наступает первая стадия зародышевого развития, называемая дроблением, в результате которого зигота делится митозом на две клетки. Две образующиеся клетки (рис. 34) не разъединяются. Затем каждая клетка опять делится также на две и получается зародыш, состоящий из четырех, восьми клеток и т. д. В процессе дробления количество клеток быстро растет, они становятся все мельче и мельче. Клетки в процессе дробления образуют сферу, внутри которой возникает полость — бластоцель; с момента возникновения полости зародыш называется бластулой (рис. 34, ж, з). Бластула состоит уже из нескольких



Рис. 34. Дробление и начало развития оплодотворенного яйца ланцетника.
а — оплодотворенное яйцо; б — стадия 2 клеток; в — стадия 4 клеток; г — стадия 8 клеток; д — стадия 16 клеток; е — стадия 32 клеток; ж — бластула; з — бластула в разрезе; и — начало образования гаструлы; к — гаструла; л — ранняя нейрула; м — нейрула; 1 — бластоцель; 2 — эктодерма; 3 — энтодерма; 4 — полость первичной кишки; 5 — мезодерма; 6 — нервная пластинка; 7 — хорда

**Гаструла.** Образование трех зародышевых слоев. Вскоре после образования бластулы наступает следующая стадия развития зародыша — гаструла (рис. 34, и, к). В процессе образования гаструлы продолжаются митотические деления клеток и происходят существенные изменения в строении зародыша.

Наиболее широко распространенным способом образования гаструлы является впячивание внутрь участка стенки бластулы. При образовании гаструлы клетки делятся митозом очень быстро и число их резко увеличивается. В отличие от бластулы гаструла представляет собой двухслойный мешок, наружный слой клеток которого называют эктодермой. Внутренний слой гаструлы, выстилающий ее полость, называют энтодермой.

У зародышей многоклеточных животных, за исключением губок и кишечнополостных, закладывается еще и третий зародышевый слой — мезодерма. Мезодерма образуется между первым и вторым зародышевыми слоями — эктодермой и энтодермой.

**Образование органов.** Деление клеток и их перемещение продолжаются и на следующей стадии, называемой нейрулой (рис. 34, л, лг). Главная особенность этой стадии заключается в том, что в это время начинается закладка отдельных органов будущей личинки или взрослого организма. На стадии нейрулы из эктодермы начинается развитие нервной пластинки, а затем нервной трубки. Из нее впоследствии развивается головной и спинной мозг. Остальная эктодерма дает начало наружному слою кожного покрова, органам зрения и слуха. Одновременно энтодерма образует трубку — будущий кишечник, выросты которого впоследствии превращаются в легкие, печень, поджелудочную железу. Мезодерма дает начало хорде, мышцам, почкам, хрящевому и костному скелету, а также кровеносным сосудам будущего организма.

У цветковых растений развитие зародыша также происходит внутри материнского организма — в зародышевом мешке. После оплодотворения зигота делится митозом, образуются собственно зародыш и подвесок, который служит для прикрепления зародыша к стенке зародышевого мешка и для снабжения его питательными веществами из окружающих тканей. В зародыше закладываются ткани и органы растения. Для защиты зародыша от неблагоприятных условий формируется семя, покрытое специальными оболочками. Внутри семени находится также триплоидная ткань эндосперма.

**Постэмбриональное развитие.** Стадия эмбрионального развития заканчивается рождением или вылуплением из яйца детеныша животных, прорастанием семени растений. Следующую стадию — развитие организма до наступления половой зрелости — называют постэмбриональным развитием. У различных видов организмов этот период протекает по-разному. У многих животных, включая человека, детеныши появляются на свет маленькими и беспомощными, неспособными к самостоятельной жизни. Например, у огромного кенгуру размер новорожденного детеныша не превышает размера грецкого ореха. В постэмбриональный период у таких животных происходит дозревание многих органов и систем — нервной, пищеварительной, половой, иммунной. В этом случае говорят о прямом постэмбрионалъном развитии.

У таких животных, как членистоногие, амфибии, постэмбриональный период отличается большой сложностью, у них вылупившиеся из яиц детеныши зачастую совсем не похожи на взрослые организмы. Например, гусеница — личинка бабочки — очень сильно отличается от взрослого насекомого и строением, и способом питания, и местом обитания. Головастик похож скорее на рыбу, чем на взрослую лягушку. Это — непрямое постэмбриональное развитие, или развитие с превращением. Постэмбриональное развитие таких животных включает в себя одно или несколько превращений, когда строение животного изменяется — исчезают одни органы, появляются другие. Например, у головастика исчезают жабры, хвост, образуются легкие, конечности. У многих насекомых постэмбриональное развитие включает еще одну стадию — куколку, во время которой практически полностью исчезают личиночные внутренние органы, заменяясь новыми, характерными для взрослого насекомого.

У растений между периодами эмбриогенеза и дальнейшим развитием организма может проходить немало времени. Семена, защищенные оболочками, могут сохранять жизнеспособность в течение многих лет. Для прорастания им нужны особые условия, прежде всего влажность и определенная температура. При прорастании в клетках зародыша активируются ферменты, начинается использование запасных питательных веществ, деление клеток, рост и развитие органов, появляется проросток, дальнейший рост и развитие которого приводят к образованию взрослого растения. У некоторых растений также наблюдается развитие с превращением. Обычно это связано с образованием запасающих органов — клубней, луковиц, корневищ, являющихся видоизмененными побегами или корнями.

**Дифференцировка клеток.** Все клетки зародыша, а затем и взрослого организма образуются из зиготы путем многократных митотических делений и имеют одинаковое количество ДНК, одинаковые хромосомы и одинаковые гены. Каким же образом клетки разных органов и тканей оказываются разными по своему строению и функциям, т. е. дифференцированными? Дело в том, что специфические свойства клеток определяются белками, которые синтезируются в этих клетках. В клетках многоклеточных организмов никогда не работают все имеющиеся в них гены, а работает только небольшая их часть. В ходе индивидуального развития именно эти работающие в определенном органе или ткани гены и создают специфичность строения и функционирования клеток разных органов (вспомните § 7 и рис. 10).

Специфичность работы клеток зачатков органов возникает не сразу, а лишь на определенной стадии развития зародыша. На ранних стадиях дробления отдельные клетки многоклеточного зародыша еще не дифференцированы и, если их пересадить на другое место, могут изменить ход своего развития. Клетки некоторых участков эмбриона дифференцируются раньше других и могут влиять на развитие соседних органов, «выключая» или «включая» транскрипцию определенных генов. Регуляторами активности генов служат синтезируемые этими клетками различные молекулы — белки и вещества небелковой природы (вспомните § 17). Данные о таком взаимовлиянии клеток были получены в опытах по пересадкам участка эктодермы, из которого формируется нервная система, на стадии гаструлы одной лягушки под брюшную эктодерму зародыша другой лягушки, находящегося на той же стадии гаструлы (рис. 35). В процессе нормального развития этот участок влияет на формирование нервной пластинки из расположенной около него спинной эктодермы. В условиях опыта, кроме нормально развивающейся собственной нервной системы эмбриона, вокруг участка, пересаженного от другой особи, также образовались нервная трубка, хорда, начиналось развитие второго головного и спинного мозга, так что получился двойной эмбрион. Следовательно, пересаженный участок является организатором, который влияет на окружающие его ткани, т. е. обладает способностью направлять развитие клеток, приходящих в соприкосновение с ним.



Рис. 35. Взаимодействие частей равивающегося зародыша(схема пересадки участка эктодермы)

Были обнаружены и другие организаторы, оказывающие влияние на развитие прилежащих участков. Постепенно включаясь, они обеспечивают последовательность протекания процесса развития зародыша. Подобные организаторы были найдены при изучении развития зародышей птиц, млекопитающих, беспозвоночных, растений.

1. Сформулируйте определения понятий бластула, гаструла и ней-рула, используя рисунок 34.
2. Приведите примеры постэмбрионального развития с превращением.
3. Какие этапы можно выделить в онтогенезе животных и растений?
4. Что такое дифференцировка клеток?