**Обобщающий урок по аутэкологии**

**(Закономерности системы "среда-организм")**

Звучит банально, но самая главная и важная закономерность в системе "среда-организм" - это неразрывная связь и взаимное влияние среды и организма. Как организм испытывает воздействие среды (действие комплекса экологических факторов), так и среда претерпевает изменения в результате воздействия живых организмов. Мы уже обсуждали, что облик Земли был бы совсем иным, если бы на планете не было жизни (в атмосфере не было бы кислорода, не было бы такого явления как почва и так далее). Подробнее эти вопросы мы будем рассматривать на уроках по глобальной (биосферной) экологии.

Указанная выше основная закономерность системы "среда-организм" была сформулирована еще В. И. Вернадским и получила название закона единства организма и среды его обитания:

жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов.

Не смотря на некоторую сложность языка Вернадского, смысл этой закономерности очевиден: в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов (в глобальном масштабе - в биосфере) происходит постоянный обмен веществом и информацией, что и делает возможным существование жизни.

Из этого следует простой эволюционно-экологический принцип: вид организмов может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его среда соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям и изменениям. Мы неоднократно говорили о проявлении этой закономерности, когда указывали на комплекс специфических адаптаций к тем или иным условиям среды (см. два предыдущих урока).

Воздействие вида на среду является важной экологической закономерностью. Вернадский отмечал, что такое воздействие эволюционно возрастает. Эта закономерность была сформулирована в виде закона максимума биогенной энергии (энтропии) Вернадского-Бауэра:

Любая биологическая система, находясь в подвижном равновесии с окружающей ее природной средой и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду. Давление на среду растет до тех пор, пока не будет строго ограничено внешними факторами: надсистемами или другими конкурентными системами.

В действии экологических факторов на организм мы отмечали как главную закономерность возможность выделения оптимальных и пессимальных (критических) доз действия фактора. Однако к такому понятию как "оптимум фактора" нельзя подходить с механистических позиций, в природе все намного сложнее. Это нашло выражение в законе неоднозначности действия фактора на организм: любой экологический фактор неодинаково влияет на функции организма; оптимум фактора для одних физиологических процессов может отличаться от такового для других процессов. Так, любой специалист по физиологии растений скажет, что температурный оптимум для фотосинтеза и дыхания во многих случаях различен.

То, что мы говорили на предыдущих урока о взаимодействии экологических факторов, необходимо дополнить представлением об относительной компенсации (взаимозаменяемости) факторов. Недостаток некоторых экологических факторов может быть компенсирован другим фактором. Например, некоторый недостаток света может быть компенсирован для растений обилием углекислого газа. Однако такая компенсация возможна лишь в определенных пределах. Сколько бы углекислого газа ни было, но в полной темноте фотосинтез все равно не пойдет.

Существование лимитирующих факторов, описанное Либихом, нашло свое отражение в законе ограничивающих факторов Блэкмана и законе толерантности Шелфорда. Факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальное значение, особенно затрудняют (ограничивают) возможность существования вида в данных условиях, вопреки и несмотря на оптимальное сочетание других отдельных факторов. Главное отличие законов Блэкмана и Шелфорда от Либиховских правил состоит в том, что этими учеными было показано: не только недостаток (минимум) фактора, но и его избыток (максимум) могут затруднять (ограничивать) развитие организма.

И в заключении хочется указать на еще одну закономерность действия экологических факторов на организм, имеющую важное прикладное значение. Как мы отмечали в одном из предыдущих уроков, теоретическим основанием для расчета ПДК является представление о лимитирующих факторах. Важной проблемой является не только необходимость учета взаимодействия факторов, их синергетического (взаимно усиливающего) действия. Необходимо определиться с понятием порога вредного действия, то есть начиная с каких доз фактора можно говорить о его вредном воздействии на здоровье.

В этой связи необходимо иметь в виду следующие закономерности. Правило фазовых реакций ("польза-вред") гласит, что малые концентрации токсиканта действуют на организм в направлении усиления его функций (стимулирования). Это дало основание для утверждений о полезности некоторых факторов в малых дозах (например, радиации). Однако это довольно спорное утверждение. Так, Николай Федорович Реймерс указывает, что вывод биологических систем из состояния равновесия с помощью слабых доз токсикантов не может идти им на пользу. Например, этологи знают, что увеличение плодовитости может быть сигналом биологического неблагополучия. У физиологов есть понятие о "цене адаптации"; если рассматривать стимулирование функций организма малыми дозами токсикантов как адаптацию к токсическому воздействию, то необходимо учитывать и цену такой адаптации: изнашивание адаптационных механизмов, ускорение старения и так далее.

В то же время правило фазовых реакций находит свое применение в медицине, собственно, на стимулирующем действии различных веществ и агентов основаны многие медикаментозные методы лечения. Поэтому закон фазовых реакций следует учитывать и применять для лечения, когда иного более оптимального выхода нет.

Необходимо также иметь в виду, что правило фазовых реакций справедливо для многих, но не для всех ядовитых веществ. Например, в действии цианида, блокирующего дыхательные цепи и приводящего к практически мгновенной смерти, вряд ли такие фазы можно выделить. Особенно спорно благоприятное действие малых доз радиации, а соответственно, и вытекающие из его признания/непризнания пороговая и беспороговая концепции. Радиобиологи до сих пор бьются на смерть, отстаивая ту или иную концепцию.

Так, одни ученые утверждают о благоприятности воздействия малых доз радиации на те или иные функции (например, наблюдалось увеличение плодовитости мышей при облучении 0,1-1,5 Гр). Соответственно, эти ученые являются сторонниками пороговой концепции: можно выявить порог вредного действия радиации. Другие ученые занимают противоположную точку зрения и указывают на то, что любое, даже незначительное, дполнительное к фону облучение приводит к дополнительным мутациям и канцерогенезам. Из этого ими выводится беспороговая концепция: нельзя установить какой-то порог и любое дополнительное (к фону) облучение следует признавать вредным. Определенную сложность представляет и тот факт, что люди генетически разнокачественны, и те дозы, которые для подавляющего большинства могут оказаться допороговыми, для отдельных индивидуумов могут вызвать различные эффекты.

Реймерс пишет, что споры сторонников концепции пороговости и беспороговости бессмысленны, так как все зависит от начальных условий и индивидуальных реакций. Успокоительная статистика для пораженного болезнью и его близких мало утешительна. С этим трудно не согласиться, хотя трудно и отрицать наличие определенного (в том числе, политического) смысла в споре пороговой и беспороговой концепций. Подробнее мы поговорим об этой сложной социальной и биологической проблеме в одной из спецвыпусков по социальной экологии.

**Глоссарий**

Дыхательная цепь

последовательность ферментативных реакций, в ходе которых происходит окисление органических веществ с высвобождением энергии.

Грей (Гр)

единица поглощенной дозы, то есть дозы, поглощенной тем или иным объектом.

1 Гр = 100 рад.

1 рад. = 0,1 Дж/кг

Этология

наука о поведении животных

Порог воздействия

наименьшее воздействие, ощущаемое организмом

**Толерантность**

способность организмов относительно безболезненно выносить отклонения факторов среды от оптимальных для них

Вопросы для самоконтроля по теме "аутэкология".

Что такое экология? Что является предметом этой науки?

В чем отличие экологии и охраны природы?

Какова связь экологии и охраны природы?

Что изучает аутэкология?

Что называется экологическим факторам?

Какова главная закономерность действия экологических факторов?

Какие виды экологических факторов вам известны?

Что такое сигнальное действие экологического фактора?

В чем выражается взаимодействие экологических факторов? Почему его важно учитывать при расчете ПДК?

Что такое лимитирующий фактор?

Кто такие стенобионты и эврибионты?

Какие пути адаптации вам известны?

Что такое сумма активных (эффективных) температур?

Какие экологические группы организмов и биологические особенности их представителей вам известны?

Назовите четыре среды жизни. Почему не принято выделять отдельно воздушную среду жизни?

Назовите главные особенности почвы как среды жизни.

Что такое жизненная форма?