

**Министерство внутренних дел Республики Казахстан
Карагандинская академия им. Баримбека Бейсенова**

Юридический институт

Кафедра общеобразовательных дисциплин

ЛЕКЦИЯ

по дисциплине

«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ»

на тему

Экология особи-аутэкология. Экология популяций-демэкология

Подготовил:
Преподаватель кафедры
общеобразовательных дисциплин,
магистр экологии,
капитан полиции Асатаев С.А.

Обсуждено и одобрено на
заседании кафедры
22.05. 2018 г.
Протокол №19

Караганды 2018 г.

ВВЕДЕНИЕ

Законы экологии как любой другой науки является поиск законов функционирования и развития данной области реальности.

Закон минимума (сформулирован Либихом)

Стойкость организма определяется самым слабым звеном в цепи ее экологических потребностей. Если количество и качество экологических факторов близки к необходимому организму минимуму, он выживает, если меньшие за этот минимум, организм гибнет, экосистема разрушается.

Закон ограниченности естественных ресурсов.

Все естественные ресурсы в условиях Земли исчерпаемы. Планета является естественно ограниченным телом и на ней могут существовать бесконечные составные части.

Закон толерантности. (от лат.: терпение – способность организма переносить влияния факторов среды)

Он формируется следующим образом: отсутствие или невозможность развития экосистемы определяется не только недостатком, но и избытком любого из его факторов (тепла, света, воды). Следовательно, организмы характеризуются как экологическим минимумом, так и максимумом. Слишком много хорошего тоже плохо. Диапазон между двумя величинами составляет пределы толерантности, в которых организм нормально реагирует на влияние среды. Закон толерантности предложил Шелфорд в 1913 году.

Закон конкурентного исключения.

Данный закон формулируется следующим образом: два вида, занимающие одинаковую экологическую нишу не могут сосуществовать в одном месте неограниченно долго. То, какой вид побеждает, зависит от внешних условий. В сходных условиях победить может каждый. Важным для победы обстоятельством является скорость роста популяции.

Закон конкурентного исключения может работать в человеческом обществе. Особенность его действия в настоящее время заключается в том, что цивилизации не могут разойтись. Им некуда уйти со своей территории, потому что в биосфере нет свободного места для их расселения. Можно говорить об экологическом соперничестве между сторонами и даже экологических войнах.

Научной общественности широко известны также четыре закона экологии американского ученого Б. Коммонера.

1. Все связано со всем.
2. Все должно куда то деваться.
3. Природа знает лучше.
4. Ничто не проходит напрасно, за все нужно платить.

Этот закон снова затрагивает проблемы, которые обобщают закон внутреннего динамического равновесия. По этому закону Коммонера мы должны возвращать природе то, что берем у нее. Иначе катастрофа с течением времени неминуемая следует вспомнить важные экологические законы. Сформулированные в работах известного американского эколога Гираса. (В 1991-1993 г.г.) Он подчеркивал, что природа существует вечно (с точки зрения человека) и сопротивляется деградации благодаря действию четырех законов.

1. Рецикличности или повторного многократного использования важнейших веществ
2. Постоянного восстановления ресурсов.
3. Консервативного потребления (если живые существа потребляют лишь то, что им необходимо не больше и не меньше).
4. Популяционного контроля (природа не допускает взрывного роста популяции, регулируя количественный состав того или другого вида путем создания соответствующих для его существования и размножения).

Таким образом круг задач современной экологии очень широкий и охватывает почти

все вопросы, которые затрагивают человеческого общества и естественной среды, а также проблемы гармонизации этих отношений.

Познание законов гармонизации и рациональности природы поможет человечеству найти верные пути выхода из экологического кризиса.

Неживая и живая природа, окружающая растения, животных и человека, носит название среды обитания. Множество отдельных компонентов среды, влияющих на организмы, называются экологическими факторами.

По природе происхождения выделяют абиотические, биотические и антропогенные факторы. Абиотические факторы - это свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы.

Биотические факторы - это все формы воздействия живых организмов друг на друга.

Раньше к биотическим факторам относили и воздействие человека на живые организмы, однако в настоящее время выделяют особую категорию факторов, порождаемых человеком. Антропогенные факторы - это все формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания и других видов и непосредственно сказываются на их жизни.

Таким образом, каждый живой организм испытывает влияние неживой природы, организмов других видов, в том числе и человека, и, в свою очередь, оказывает воздействие на каждую из этих составляющих.

Тема лекции 2. Экология особи-аутэкология. Экология популяций-демэкология

Цель лекции – сформировать представление об общих закономерностях действия факторов среды на организмы.

Ключевые слова – экологические факторы, абиотические, биотические, антропогенные, лимитирующие факторы, толерантность, стенобионтные и эврибионтные организмы, среды жизни, законы минимума и толерантности.

Вопросы

1. Аутэкология-экология особи: организм и условия его обитания.
2. Демэкология-экология популяции: статические и динамические характеристики.

1. Аутэкология-экология особи: организм и условия его обитания.

Иерархичность организации живой материи позволяет условно подразделить ее на ряд уровней. Уровень организации живой материи — это функциональное место биологической структуры определенной степени сложности в общей иерархии живого. Выделяют следующие уровни:

1. Молекулярный. На этом уровне проявляются такие процессы жизнедеятельности, как обмен веществ и превращение энергии, передача наследственной информации.

2. Клеточный. Клетка является элементарной структурной и функциональной единицей живого.

3. Тканевой. Ткань — совокупность структурно сходных клеток, а также связанных с ними межклеточных веществ, объединенных выполнением определенных функций.

4. Органный. Орган — часть многоклеточного организма, выполняющая определенную функцию или функции.

5. Организменный. Организм — реальный носитель жизни, характеризующийся всеми ее признаками.

6. Популяционно-видовой. Популяция — совокупность особей одного вида, образующих обособленную генетическую систему и населяющих пространство с относительно однородными условиями обитания. Вид — совокупность популяций, особи которых способны к скрещиванию с образованием плодovитого потомства и занимают определенную область географического пространства (ареал).

7. Биоценотический. Биоценоз — совокупность организмов разных видов различной сложности организации, обитающих на определенной территории. Если при этом учитываются и абиотические факторы среды обитания, то говорят о биогеоценозе.

8. Биосферный. Биосфера — оболочка Земли, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов. Необходимо отметить, что биосферный уровень организации живой материи часто не выделяют, поскольку биосфера представляет собой биокосную систему, включающую не только живое вещество, но и неживое. (Рисунок 1).

Уровни организации живой материи



Следует отметить, что предсказать свойства каждого следующего уровня на основе свойств предыдущих уровней невозможно, также как нельзя предсказать свойства воды, исходя из свойств кислорода и водорода. Такое явление носит название *эмерджентность*, т.е. наличие у системы особых, качественно новых свойств, не присущих сумме свойств ее отдельных элементов. С другой стороны, знание особенностей отдельных составляющих системы значительно облегчает ее изучение. Таким образом, в науке вообще, и в экологии в частности, целесообразно оптимальное сочетание двух подходов к познанию окружающего мира — анализа и синтеза. *Анализ* — расчленение объекта на отдельные составляющие его элементы и их последующее изучение. *Синтез* — исследование объекта в целом. Для упорядочения такого многообразия живых организмов служат систематика, классификация и таксономия. *Систематика* — раздел биологии, занимающийся описанием, обозначением и классификацией существующих и вымерших организмов по таксонам. *Классификация* — распределение всего множества живых организмов по определенной системе иерархически соподчиненных групп — таксонов. *Таксономия* — раздел систематики, разрабатывающий теоретические основы классификации. *Таксон* — искусственно выделенная человеком группа организмов, связанных той или иной степенью родства и, в то же время, достаточно обособленная, чтобы ей можно было присвоить определенную таксономическую категорию того или иного ранга. В современной классификации существует следующая иерархия таксонов: царство, отдел (тип в систематике животных), класс, порядок (отряд в систематике животных), семейство, род, вид. Кроме того, выделяют промежуточные таксоны: над- и подцарства, над- и подотделы, над- и подклассы и т.д.

1.2. Организм и условия его обитания.

Среда обитания — это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них определенное воздействие. На нашей планете живые организмы освоили 4 среды обитания: *водную, наземно-воздушную, почвенную и организменную* (табл. 4). Водная среда была первой. Затем живые организмы освоили наземно-воздушную среду, создали и заселили почву. Под почвенной средой обитания подразумевают не только собственно почву, но и горные породы поверхностной части литосферы. Организменную среду освоили паразиты и симбионты.

Водная среда обитания – гидросфера. Вода покрывает 71% площади земного шара и составляет 1/800 часть объема суши или 1370 м³. Основная масса воды сосредоточена в морях и океанах – 94-98%, в полярных льдах содержится около 1,2% воды и совсем малая доля – менее 0,5%, в пресных водах рек, озер и болот. Соотношения эти постоянны, хотя в природе, не переставая, идет круговорот воды. В водной среде обитает около 150000 видов животных и 10000 растений, что составляет соответственно всего 7 и 8 % от общего числа видов Земли. На основании этого был сделан вывод о том, что на суше эволюция шла намного интенсивнее, чем в воде. В морях-океанах, как в горах, выражена вертикальная зональность. Особенно сильно различаются по экологии пелагиаль – вся толща воды, и бенталь – дно.

Толща воды – пелагиаль, по вертикали делится на несколько зон: **эпипелигеаль, батипелигеаль, абиссопелигиаль и ультраабиссопелигиаль** (рисунок. 2).



Рис. 2. Вертикальная зональность моря (по Л. С. Константинову (1937))

Экологические группы гидробионтов. Наибольшим разнообразием жизни отличаются теплые моря и океаны (40000 видов животных) в области экватора и тропиках, к северу и югу происходит обеднение флоры и фауны морей в сотни раз. Основная масса гидробионтов сосредоточена в поверхностных слоях (эпипелагиаль) и в сублиторальной зоне. В зависимости от способа передвижения и пребывания в определенных слоях, морские обитатели подразделяются на три экологические группы: **нектон, планктон и бентос.**

Нектон (nektos – плавающий) - активно передвигающиеся крупные животные, способные преодолевать большие расстояния и сильные течения: рыбы, кальмары, ластоногие, киты. В пресных водоемах к нектону относятся и земноводные и множество насекомых.

Планктон (planktos – блуждающий, парящий) – совокупность растений (фитопланктон: диатомовые, зеленые и сине-зеленые (только пресные водоемы) водоросли, растительные жгутиконосцы, перидиней и др.) и мелких животных организмов (зоопланктон: мелкие ракообразные, из более крупных – крылоногие моллюски, медузы, гребневика, некоторые черви), обитающих на разной глубине, но не способных к активным передвижениям и к противостоянию течениям. В состав планктона входят и личинки животных, образуя особую группу – **нейстон**. Это пассивно плавающее «временное» население самого верхнего слоя воды, представленное разными животными (десятиногие, усоногие и веслоногие ракообразные, иглокожие, полихеты, рыбы, моллюски и др.) в личиночной стадии. Личинки, взрослея, переходят в нижние слои пелагели. Выше нейстона располагается плейстон – это организмы, у которых верхняя часть тела растет над водой, а нижняя – в воде (ряска – Lemna, сифонофоры и др.). Планктон играет важную роль в трофических связях биосферы, т.к. является пищей для многих водных обитателей, в том числе основным кормом для усатых китов (Myatcoceti).

Бентос (benthos – глубина) – гидробионты дна. Представлен в основном прикрепленными или медленно передвигающимися животными (зообентос: фораминиферы, рыбы, губки, кишечнорастворимые, черви, плеченогие моллюски, асцидии, и др. На глубине, где нет света, фитобентос отсутствует. У побережий встречаются цветковые растения zostera, рупия. Наиболее богаты фитобентосом каменистые участки дна.

В озерах зообентос менее обилен и разнообразен, чем в море. Его образуют простейшие (инфузории, дафнии), пиявки, моллюски, личинки насекомых и др. Фитобентос озер образован свободно плавающими диатомеями, зелеными и сине-зелеными водорослями; бурые и красные водоросли отсутствуют.

Наземно-воздушная среда обитания

В ходе эволюции эта среда была освоена позже, чем водная. Ее особенность заключается в том, что она газообразная, поэтому характеризуется низкими влажностью, плотностью и давлением, высоким содержанием кислорода. В ходе эволюции у живых организмов выработались необходимые анатомо-морфологические, физиологические, поведенческие и другие адаптации.

Животные в наземно-воздушной среде передвигаются по почве или по воздуху (птицы, насекомые), а растения укореняются в почве. В связи с этим, у животных появились легкие и трахеи, а у растений – устьичный аппарат, т.е. органы, которыми сухопутные обитатели планеты усваивают кислород прямо из воздуха. Сильное развитие получили скелетные органы, обеспечивающие автономность передвижения по суше и поддерживающие тела со всеми его органами в условиях незначительной плотности среды, в тысячи раз меньшей по сравнению с водой. (таблица 1).

**Таблица 3 Условия обитания организмов воздушной и водной среды
(по Д. Ф. Мордухай-Болтовскому, 1974)**

Условия обитания	(факторы) Значение условий для организмов	
	воздушной среды	водной среды
Влажность	Очень важное (часто в дефиците)	Не имеет (всегда в избытке)
Плотность	Незначительное(за исключением почвы)	Большое по сравнению с ее ролью для обитателей воздушной среды
Давление	Почти не имеет	Большое (может достигать 1000 атмосфер)
Температура	Существенное (колеблется в очень больших пределах – от -80 до +100°С и более)	Меньшее по сравнению со значением для обитателей воздушной среды (колеблется гораздо меньше, обычно от -2 до +40°С)
Кислород	Несущественное (большой частью в избытке)	Существенное (часто в дефиците)
Взвешенные вещества	Неважное; не используются в пищу (главным образом минеральные)	Важное (источник пищи, особенно органические вещества)
Растворенные вещества в окружающей среде	В некоторой степени (имеют значение только в почвенных растворах)	Важное (в определенном количестве необходимы)

У животных и растений суши выработались свои, не менее оригинальные адаптации на неблагоприятные факторы среды: сложное строение тела и его покровов, периодичность и ритмика жизненных циклов, механизмы терморегуляции и пр. Выработалась целенаправленная подвижность животных в поисках пищи, появились переносимые ветром споры, семена и пыльца растений, а также растения и животные, жизнь которых всецело связана с воздушной средой. Сформировалась исключительно тесная функциональная, ресурсная и механическая взаимосвязь с почвой.

Почва как среда обитания

Земля - единственная из планет имеет почву (эдафера, педосфера)– особенную, верхнюю оболочку суши. Эта оболочка сформировалась в исторически обозримое время – она ровесница сухопутной жизни на планете. Впервые на вопрос о происхождении почвы ответил М.В. Ломоносов ("О слоях земли"): "...почва произошла от согнития животных и растительных тел ... долгою времени...". А великий русский ученый В.В. Докучаев (1899) впервые назвал почву самостоятельным природным телом и доказал, что почва есть "...такое же самостоятельное естественноисторическое тело, как любое растение, любое животное, любой минерал ... оно есть результат, функция совокупной, взаимной деятельности климата данной местности, ее растительных и животных организмов, рельефа и возраста страны..., наконец, подпочвы, т.е. грунтовых материнских горных пород. ... Все эти агенты-почвообразователи, в сущности, совершенно равнозначные величины и принимают равноправное участие в образовании нормальной почвы...".

И уже современный известный ученый почвовед Н.А. Качинский ("Почва, ее свойства и жизнь", 1975) дает следующее определение почвы: "Под почвой надо понимать все поверхностные слои горных пород, переработанные и измененные совместным воздействием климата (свет, тепло, воздух, вода), растительных и животных организмов".

Основными структурными элементами почвы являются: минеральная основа, органическое вещество, воздух и вода.

Минеральная основа (скелет) (50-60% всей почвы) – это неорганическое вещество, образовавшееся в результате подстилающей горной (материнской, почвообразующей) породы в результате ее выветривания. Физико-химические свойства почв обусловлены в основном составом почвообразующих пород.

От соотношения в почве глины и песка, размеров фрагментов, зависят проницаемость и пористость почвы, обеспечивающие циркуляцию, как воды, так и воздуха. В умеренном климате идеально, если почва образована равными количествами глины и песка, т.е.

представляет суглинок. В этом случае почвам не грозит ни переувлажнение, не пересыхание. И то и другое одинаково губительно как для растений, так для и животных.

Органическое вещество – до 10% почвы, образуется из отмершей биомассы (растительная масса – опад листьев, ветвей и корней, валежные стволы, ветошь травы, организмы погибших животных), измельченной и переработанной в почвенный гумус микроорганизмами и определенными группами животных и растений. Более простые элементы, образовавшиеся в результате разложения органики, вновь усваиваются растениями и вовлекаются в биологический круговорот.

Воздух (15-25%) в почве содержится в полостях – порах, между органическими и минеральными частицами. При отсутствии (тяжелые глинистые почвы) или заполнении пор водой (во время подтоплений, таяния мерзлоты) в почве ухудшается аэрация и складываются анаэробные условия. В таких условиях тормозятся физиологические процессы организмов, потребляющих кислород – аэробов, разложение органики идет медленно. Постепенно накапливаясь, они образуют торф. Большие запасы торфа характерны для болот, заболоченных лесов, тундровых сообществ. Торфонакопление особенно выражено в северных регионах, где холодность и переувлажнение почв взаимообуславливают и дополняют друг друга.

Вода (25-30%) в почве представлена 4 типами: гравитационной, гигроскопической (связанной), капиллярной и парообразной.

Гравитационная – подвижная вода, занимают широкие промежутки между частицами почвы, просачивается вниз под собственной тяжестью до уровня грунтовых вод. Легко усваивается растениями.

Гигроскопическая, или связанная – адсорбируется вокруг коллоидных частиц (глина, кварц) почвы и удерживается в виде тонкой пленки за счет водородных связей. Освобождается от них при высокой температуре (102-105°C). Растениям она недоступна, не испаряется. В глинистых почвах такой воды до 15%, в песчаных – 5%.

Капиллярная – удерживается вокруг почвенных частиц силой поверхностного натяжения. По узким порам и каналам – капиллярам, поднимается от уровня грунтовых вод или расходится от полостей с гравитационной водой. Лучше удерживается глинистыми почвами, легко испаряется. Растения легко поглощают ее.

Парообразная – занимает все свободные от воды поры. Испаряется в первую очередь.

Осуществляется постоянный обмен поверхностных почвенных и грунтовых вод, как звено общего круговорота воды в природе, меняющий скорость и направление в зависимости от сезона года и погодных условий.

Строение почвенного профиля

Строение почв неоднородно как по горизонтали, так и по вертикали. Горизонтальная неоднородность почв отражает неоднородность размещения почвообразующих пород, положения в рельефе, особенности климата и согласуется с распределением по территории растительного покрова. Для каждой такой неоднородности (типа почв) характерна своя вертикальная неоднородность, или почвенный профиль, формирующийся в результате вертикальной миграции воды, органических и минеральных веществ. Этот профиль представляет собой совокупность слоев, или горизонтов. Все процессы почвообразования протекают в профиле с обязательным учетом его расчленения на горизонты.

Независимо от типа почвы в ее профиле выделяют три основных горизонта, различающиеся по морфологическим и химическим свойствам между собой и между аналогичными горизонтами в других почвах:

1. Перегнойно-аккумулятивный горизонт А. В нем накапливается и преобразуется органическое вещество. После преобразования часть элементов из этого горизонта выносится с водой в нижележащие.

Этот горизонт наиболее сложный и важный из всего почвенного профиля по своей биологической роли. Он состоит из лесной подстилки – А₀, образованной наземным опадом (отмершая органика слабой степени разложенности на поверхности почвы). По составу и

мощности подстилки можно судить об экологических функциях растительного сообщества, его происхождении, стадии развития. Ниже подстилки располагается темноокрашенный гумусовый горизонт – А1, образованный измельченными, разной степени разложения остатками растительной массы и массы животных. В деструкции остатков участвуют позвоночные животные (фитофаги, сапрофаги, копрофаги, хищники, некрофаги). По мере измельчения органические частицы поступают в следующий нижний горизонт – элювиальный (А2). В нем происходит химическое разложение гумуса на простые элементы.

2. Иллювиальный, или горизонт вымывания В. В нем оседают и преобразуются в почвенные растворы соединения, вынесенные из горизонта А. Это гуминовые кислоты и их соли, вступающие в реакцию с корой выветривания и усваиваемые корнями растений.

3. Материнская (подстилаящая) порода (кора выветривания), или горизонт С. Из этого горизонта – тоже после преобразования – минеральные вещества переходят в почву.

Организм как среда обитания

Между организмами существуют не только трофические, но и топические связи. Результатом их является создание одним организмом определенных экологических условий для другого, или по выражению В.К. Беклемишева "кондиционирование" среды. Под пологом леса формируется свой микроклимат, благоприятный для жизни многих животных и микроорганизмов. Здесь меньше амплитуда температурных колебаний, более высокая влажность, ослаблена сила ветра по сравнению с открытым пространством. На деревьях находится среда обитания для лиан (в лесах Южного Приморья) и эпифитных лишайников (высокогорные и северные районы Дальнего Востока), в дуплах и расщелинах стволов устраивают жилища птицы и змеи.

Для животных и растений, которые поселяются на или внутри другого организма, последний является средой обитания или жизни. Взаимоотношения между ними называются **симбиозом** (symbiosis –совместная жизнь). Различают несколько форм симбиотических отношений, основные: **комменсализм, паразитизм и мутуализм.**

1.3. Взаимодействия организма и среды обитания, экологические факторы и их классификации.

Экологические факторы — это отдельные элементы среды обитания, которые воздействуют на организмы. Каждая из сред обитания отличается особенностями воздействия экологических факторов. Экологические факторы делят на абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы — компоненты неживой природы. К ним относят: **климатические** (свет, температура, влажность, ветер, давление и др.), **геологические** (землетрясения, извержения вулканов, движение ледников, радиоактивное излучение и др.), **орографические** (рельеф местности), **эдафические**, или почвенно-грунтовые (плотность, структура, рН, гранулометрический состав, химический состав и др.), **гидрологические** (вода, течение, соленость, давление и др.). Иначе абиотические факторы делят на физические, химические и эдафические.

Биотические факторы — воздействие живых организмов друг на друга (взаимодействие между особями в популяциях и между популяциями в сообществах). При этом взаимоотношения могут быть **внутривидовыми** (взаимодействия между особями одного вида) и **межвидовыми** (между особями разных видов). По типу взаимодействия различают протокооперацию (симбиоз), мутуализм, комменсализм, внутривидовую и межвидовую конкуренции, паразитизм, хищничество, аменсализм, нейтрализм. В зависимости от воздействующего организма биотические факторы делят на **фитогенные** (влияние растений), **зоогенные** (животных) и **микробогенные** (микроорганизмов).

Антропогенные факторы — деятельность человека, приводящая либо к прямому воздействию на живые организмы, либо к изменению среды их обитания (охота, промысел, сведение лесов, загрязнение, эрозия почв и др.). При этом различается воздействие человека как биологического организма и его хозяйственная деятельность (**техногенные факторы**)

Экологические факторы могут оказывать на организм **прямое** действие и **косвенное**.

Косвенное воздействие осуществляется через другие экологические факторы. Например, высокая температура может вызвать ожог (прямое действие), а может привести к обезвоживанию организма (косвенное воздействие).

Разные экологические факторы обладают различной изменчивостью в пространстве и во времени. Одни из них *относительно постоянны* (например, сила тяготения, солнечная радиация, соленость океана), другие *очень изменчивы* (например, температура и влажность воздуха, сила ветра).

Изменения факторов среды могут быть периодическими и непериодическими. **Периодические факторы** регулярно повторяются во времени (например, изменение температуры воздуха и освещенности в течение суток или года). **Непериодические факторы** не имеют периодичности (например, извержение вулкана, нападение хищника). Периодические факторы делят на первичные и вторичные. **Первичные периодические факторы** связаны с космическими причинами (освещенность, приливы, отливы и др.). **Вторичные периодические факторы** возникают как следствие действия первичных факторов (температура, количество осадков, биомасса, продуктивность и др.).

Экологические факторы оказывают на живые организмы различные воздействия: ограничивающее, раздражающее, модифицирующее, сигнальное. **Ограничивающее** воздействие делает невозможным существование в данных условиях. **Раздражительное** воздействие вызывает биохимические и физиологические адаптации. **Модификационное** воздействие вызывает морфологические и анатомические изменения организмов. **Сигнальное** воздействие информирует об изменениях других факторов среды.

В природе экологические факторы действуют совместно, т.е. комплексно. Комплекс факторов, под действием которых осуществляются все основные жизненные процессы организмов, включая нормальное развитие и размножение, называются **условиями жизни**. Условия, в которых размножения не происходит, называются **условиями существования**.

1.4. Закон минимума Либиха и закон толерантности Шелфорда. Диапазон толерантности.

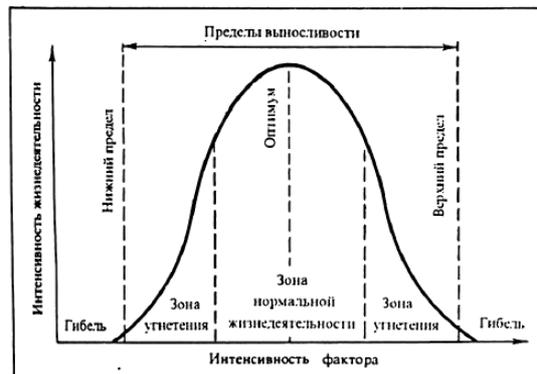
Закономерности воздействия экологических факторов на организмы определяются законами минимума Ю. Либиха и законом толерантности В. Шелфорда.

Закон минимума был сформулирован в 1940 году немецким агрохимиком Ю. Либихом. Согласно этому закону выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей. Лимитировать, или ограничивать рост организмов может не только недостаток, но и избыток того или иного фактора. Поэтому требования организма к среде обитания можно характеризовать по каждому фактору двумя величинами - экологическим минимумом и экологическим максимумом (Схема 3). Лимитирующее влияние максимума установил В. Шелфорд в 1913г., и его называют законом толерантности Шелфорда. Диапазон между этими двумя величинами называют диапазоном толерантности (ДТ).

Благодаря опытам по «экологии толерантности» стали известны пределы существования для многих растений и животных. На законе лимитирующего фактора основывается теоретическое обоснование величины предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей. В качестве ПДК принимаются те пороговые значения того или иного фактора, при которых в организме еще не может произойти никаких необратимых патологических изменений. Эти значения устанавливаются экспериментально.



Схема 1. Классификация экологических факторов по Г.В.Стадницкому (1996)



2. Демэкология-экология популяции: статические и динамические характеристики.

Биологический вид — это совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, способных к скрещиванию с образованием плодovитого потомства, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенную область (ареал). Виды часто занимают большой ареал, в пределах которого особи распределены неравномерно, группами — популяциями. Целостность вида поддерживается связями между популяциями.

Популяция — совокупность особей одного вида, способных к самовоспроизводству, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида. Контакты между особями одной популяции чаще, чем между особями разных популяций. Например, уровень *панмиксии* (свободного скрещивания) внутри популяции выше, чем между особями разных популяций. Популяция является структурной единицей вида и единицей эволюции.

Любая популяция обладает следующими особенностями: 1) существование ее на протяжении большого числа поколений; 2) наличие определенной степени панмиксии, т.е. свободного скрещивания особей; 3) определенная степень изоляции популяции.

Ареал. Пространство, на котором популяция или вид в целом встречается в течение всей своей жизнедеятельности, называется **ареалом** — областью распространения. Ареал может быть *сплошным* или *разорванным (дизъюнктивным)*, если между его частями возникают различные преграды (водные, орографические и др.), пространства, не заселенные представителями данного вида. Выделяют различные центры ареалов: геометрический центр; центр возникновения вида в пределах ареала; центр обилия — часть ареала, на которой сосредоточено наибольшее количество особей.

В зависимости от величины ареала и характера распространения различают космополитов, убиквистов, эндемиков. **Космополиты** — виды растений и животных, представители которых встречаются на большей части обитаемых областей Земли

(например, комнатная муха, серая крыса). **Убиквисты** — виды растений и животных с широкой экологической валентностью, способны существовать в разнообразных условиях среды, имеют обширные ареалы (например, тростник обыкновенный, волк). **Эндемики** — виды растений и животных, которые имеют небольшие ограниченные ареалы (часто встречаются на островах океанического происхождения, в горных районах и изолированных водоемах).

Для животных также различают **трофический и репродуктивный** ареалы, между которыми существует связь в виде *путей пролета* для птиц или *путей миграции* для некоторых млекопитающих и рыб.

Классификация популяций. Популяции различаются по размерам и степени генетической самостоятельности, длительности существования, способу размножения особей и т.д.

По размерам занимаемой популяцией территории и степени связи между особями различают элементарные (локальные), экологические и географические популяции. **Элементарная (локальная) популяция** — элементарная группировка особей, характеризующаяся практически полной панмиксией.

Экологическая популяция — совокупность пространственно смежных элементарных популяций.

Географическая популяция — совокупность групп пространственно смежных экологических популяций.

По способности к самовоспроизведению и самостоятельной эволюции популяции бывают перманентные (постоянные) и темпоральные (временные).

Перманентные (постоянные) — популяции, относительно устойчивые в пространстве и во времени, способные к неограниченно длительному самовоспроизведению, являются элементарными единицами эволюции.

Темпоральные (временные) — популяции, неустойчивые в пространстве и во времени, неспособные к длительному самовоспроизведению, с течением времени либо преобразуются в перманентные, либо исчезают.

По способу размножения популяции делят на панмиктические, клональные и клонально-панмиктические.

Панмиктические популяции состоят из особей, размножающихся половым путем, для которых характерно перекрестное оплодотворение.

Клональные популяции состоят из особей, для которых характерно только бесполое размножение. *Клонально-панмиктические популяции* образованы особями с чередованием полового и бесполого размножения.

2.1. Статистические характеристики популяций: численность (плотность) и биомасса популяций, возрастной и половой состав.

Популяции, будучи групповыми объединениями, обладают рядом специфических свойств, которые не присущи каждой отдельной особи:

численность, плотность, рождаемость, смертность, скорость роста и др. Кроме того, популяции свойственна определенная организация:

генетическое единство популяции, фенотипическая общность особей, половая, возрастная, генетическая, пространственно-экологическая и другие структуры.

Количественные показатели (характеристики) популяции можно разделить на статические и динамические. *Статические показатели* характеризуют состояние популяции на данный момент времени. Основные из них: численность, плотность, а также показатели структуры (половая, возрастная, генетическая, пространственно-экологическая).

Численность — число особей в популяции. Численность популяции может значительно изменяться во времени. Она зависит от биотического потенциала вида и внешних условий.

Плотность — число особей или биомасса популяции, приходящаяся на единицу

площади или объема.

Половая структура (половой состав) — соотношение особей мужского и женского пола в популяции. Половая структура свойственна только популяциям раздельнополых организмов. Теоретически соотношение полов должно быть одинаковым: 50 % от общей численности должны составлять мужские особи, а 50 % — женские особи. Фактическое соотношение полов зависят от действия различных факторов среды, генетических и физиологических особенностей вида.

Динамические характеристики популяции. Численность популяций в природе редко остается постоянной. Даже в случае, когда она не меняется, популяция находится в состоянии динамического равновесия - естественная убыль особей равна их возобновлению.

В целом, динамика численности популяций складывается при взаимодействии четырех основных популяционно-динамических процессов: 1) рождаемости; 2) смертности; 3) иммиграции новых особей из других популяций; 4) эмиграции некоторых особей за пределы ареала данной популяции. Рассмотрим подробнее первые два фактора.

Рождаемость - число особей, рождающихся в популяции за 1 шпигу времени. В человеческом обществе рождаемость вы- | «кается числом рождений на 1000 человек за 1 год. Выделяют *максимальную и экологическую рождаемость*. Максимальная рождаемость - это теоретически максимально возможное мшичество особей, образующихся в идеальных условиях при теутствии лимитирующих факторов, то есть размножение ограничивается лишь физиологическими факторами. Под экологической (реализуемой) рождаемостью понимают количество поих особей, появляющихся при фактических условиях среды.

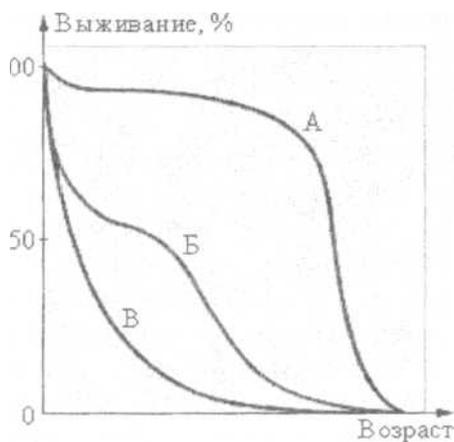
Смертность - гибель особей за единицу времени. Различию! теоретическую (минимальную) и экологическую (реализо- иинную) смертность. *Теоретическая минимальная смертность*- величина, постоянная для популяции; она представляет собой гибель особей в идеальных условиях, при которых популяция не подвергается лимитирующим воздействиям. Даже и самых лучших условиях особи будут умирать от старости. *Экологическая, или реализуемая смертность* - гибель особей за единицу времени при фактических условиях среды.

Разность между рождаемостью и смертностью есть некий результирующий параметр, который определяет реальную динамику численности у данной популяции. По мере роста популяции происходит снижение доступных каждой особи ресурсов среды. При истощении ресурсов рост популяции тормозится и в конце концов прекращается. Причиной истощения нужных популяции ресурсов часто является человек и антропогенный фактор (сокращение кормовой базы, снижение кислорода в воде при эвтрофикации и т.д.). Смертность, как и рождаемость, сильно варьируют с возрастом. Поэтому определяют экологическую смертность для различных экологических групп и вычерчивают кривые выживания, которые подразделяются на 3 основных типа (рис. 1).

Рис. 1. Три типа кривы выживания (по Э. Макфедьену, 1965)

А - сильно выпуклая,

Б - промежуточного типа, В - сильно вогнутая



Первый тип характерен для многих млекопитающих и для человека, отражает низкую смертность во всех возрастных группах. Второй тип отражает высокую смертность на ранних стадиях онтогенеза (моллюски, бабочки и др.). Третий тип характеризует относительно постоянную смертность во всех возрастных группах (птицы, мыши, кролики и др.). Форма кривой выживания зависит от степени родительской заботы.

Рост численности популяции. Различают два типа роста численности популяции: *экспоненциальный* (логарифмический) и *логистический*. У каждой популяции существует характерный для нее *продуктивный потенциал*, который характеризуется скоростью роста ее численности при наличии неограниченного пространства, обилия пищи и других ресурсов и полном отсутствии лимитирующих факторов.

В таких идеальных условиях число особей будет увеличиваться экспоненциально, то есть в геометрической прогрессии. Чем выше репродуктивный потенциал данного вида, тем быстрее будет происходить рост его популяций при наличии соответствующих условий. Скорость изменения численности популяции можно определить, разделив величину изменения на период времени, за которое произошло это изменение. Например, скорость роста популяции это число организмов, на которое она увеличивается за некоторое время. Ее получают путем деления величины прироста популяции на протекший промежуток времени. Средние скорости изменения популяции принято выражать отношением $\Delta N/\Delta t$, где N - размер популяции или другой показатель, t - время, за которое произошло изменение, Δ (дельта) обозначает изменение.

Средняя величина рождаемости выступает как приспособление, поэтому у видов, менее приспособленных к неблагоприятным условиям, высокая смертность в молодом возрасте компенсируется высокой рождаемостью. Однако из большого числа особей, производимых на свет различными организмами, поживают до половой зрелости и оставляют потомков немногие. Например, одна сельдь может отложить до 1 млн икринок, комнатная муха или бабочка - несколько сот яиц. Но большая часть вылупляющихся особей не достигает половой зрелости. Личные факторы вызывают гибель организмов, прежде чем они достигнут половой зрелости. Однако как было отмечено выше, при благоприятных условиях имеет место экспоненциальный рост численности популяции. Примером такого роста накопилось быстрое распространение средиземноморской плодовой мухи в Калифорнии в 1981 г., взрыв численности популяции кроликов, завезенных в конце XIX столетия из Европы в Австралию и т.д. Аналогичные взрывы популяции происходят при заселении редуцентами погибшего животного или растения. Вклад отдельной особи в увеличение численности¹ популяции может быть обусловлен одним из следующих трех способов или одновременно время: 1) большое число потомков при каждом размножении; 2) увеличение продолжительности репродуктивного периода; 3) сдвиг размножения на более ранний период жизни. Как не удивительно, но наиболее важное значение имеет третий способ. Например, бактерия размножается только один раз в своей жизни и дает только 2-х потомков. Ее размножение состоит в простом делении клеш надвое. Но бактериальная популяция может увеличиваться

гораздо быстрее, чем, например, популяция дуба, так как бактерия может начать размножаться уже через 1 час после появления, а дуб только через много лет. Бабочка-капустница поедающая белокочанную капусту (бич огородника), была завезена из Европы в Квебек в 1865 г. и очень быстро распространилась по Северной Америке. Причиной этого оказался очень высокий ее репродуктивный потенциал. Эти бабочки могут размножаться уже в возрасте всего лишь несколько недель и за лето дать несколько поколений. Следовательно, чем выше репродуктивный потенциал данного вида, тем быстрее будет происходить рост его популяций при наличии соответствующих условий. Но идеальные условия возникают редко, поэтому взрывы численности популяции - это, скорее, исключение, а не правило.

Регуляция численности популяции. Ни одна популяция в природе не способна к экспоненциальному росту в течение длительного времени. Пища или какой-либо другой ресурс окажутся использованными, и число гибнущих особей превысит число рождающихся. Например, когда в Австралию завезли кроликов из Европы, то произошел невиданный взрыв их численности. Но вскоре многие из них не могли найти пищи, местные хищники стали ими питаться, а также человек стал вести отстрел. В результате действия всех этих факторов популяция кроликов резко сократилась. Такие случаи наблюдаются, когда в новую благоприятную среду интродуцируется какая-либо небольшая популяция, которая вначале растет очень быстро, пока не истощится какой-либо ресурс (пища или пространство). Затем популяция резко сокращается - гибель особей превышает рождаемость. В конце концов, наступает равновесие между рождаемостью и гибелью, и популяция стабилизируется.

Число особей какого-либо вида, которое данная среда может обеспечить всем необходимым в течение неопределенно долгого времени, называется *емкостью среды* для этой популяции. Величина популяции может превысить емкость среды, но она не может удерживаться на таком высоком уровне в течение длительного времени. Величина популяции варьирует во времени иногда очень резко, но средняя величина из года в год для большинства крупных популяций колеблется относительно мало.

Экологическая ниша. Под экологической нишей подразумевают совокупность всех **требований** популяции к условиям среды (составу и режимам экологических факторов) и места, где эти требования выполняются. Экологическая ниша включает физические, химические и биотические факторы, необходимые организму для жизни, и определяется его морфологической приспособленностью, физиологическими реакциями и поведением. Для характеристики экологической ниши организма необходимо знать, чем он питается, кто им питается, как он воздействует на другие компоненты экосистемы.

В разных частях света встречаются виды, неодинаковые в систематическом отношении, но занимающие одни и те же экологические ниши. Например, сумчатый волк в Тасмании и обыкновенный волк в Европе ведут одинаковый образ жизни, имеют сходный тип питания, то есть занимают одинаковые экологические ниши. Но бывает и наоборот - один и тот же вид в разных биоценозах занимает разные экологические ниши. Часто бывает и так, что близкие в систематическом отношении виды поселяются рядом, но занимают разные экологические ниши. Например, водяные клопы гладыши (*Notonecta*) ведут хищнический образ жизни, а гребляки (*Corixa*) питаются мертвым* разлагающимися организмами. Один и тот же вид в разные периоды развития может занимать разные экологические ниши.

Выделяют следующие экологические ниши в зависимости от рассматриваемых факторов: 1) *пространственная* (ниша обитания); 2) *трофическая* (характеризует особенности питания); 3) *многомерная*, или гиперпространственная (область в гиперпространстве, измерениями которого служат различные экологические факторы).

Различают *фундаментальную* и *реализованную* нишу. Первую организм мог бы занимать в отсутствие конкурентов, хищников, и в ней физические условия оптимальны. Второй тип представляет фактический диапазон условий существования организма. Реализованная ниша, как правило, меньше или равна фундаментальной нише.

2.2. Экологическая структура популяции.

В природе каждый существующий вид представляет собой сложный комплекс или даже систему внутривидовых групп, которые охватывают особей со специфическими чертами строения, физиологии и поведения. Таким внутривидовым объединением особей и является **популяция**.

Слово «популяция» происходит от латинского «популюс» — народ, население. Следовательно, **популяция** — совокупность живущих на определенной территории особей одного вида, т.е. таких, которые скрещиваются только друге другом. Термин «популяция» в настоящее время используют в узком смысле слова, когда говорят о конкретной внутривидовой группировке, населяющей определенный биогеоценоз, и широком, общем смысле — для обозначения обособленных групп вида независимо оттого, какую территорию она занимает и какую генетическую информацию несет.

Члены одной популяции оказывают друг на друга не меньшее воздействие, чем физические факторы среды или другие обитающие совместно виды организмов. В популяциях проявляются в той или иной степени все формы связей, характерные для межвидовых отношений, но наиболее ярко выражены **мутуалистические** (взаимно выгодные) **иконкурентные**. Популяции могут быть монолитными или состоять из группировок субпопуляционного уровня - **семей, кланов, стад, стай** и т.п. Объединение организмов одного вида в популяцию создает качественно новые свойства. По сравнению со временем жизни отдельного организма популяция может существовать очень долго.

Вместе с тем популяция обладает сходством с организмом как биосистемой, так как имеет определенную структуру, целостность, генетическую программу самовоспроизведения, способность к авторегуляции и адаптации. Взаимодействие людей с видами организмов, находящихся в среде, в природном окружении или под хозяйственным контролем человека, опосредуется обычно через популяции. Важно, что многие закономерности популяционной экологии относятся и к популяциям человека.

Популяция является генетической единицей вида, изменения которой осуществляет эволюция вида. Как группа совместно обитающих особей одного вида, популяция выступает первой надорганизменной биологической макросистемой. У популяции приспособительные возможности значительно выше, чем у составляющих ее индивидов. Популяция как биологическая единица обладает определенными структурой и функциями.

Структура популяции характеризуется составляющими ее особями и их распределением в пространстве.

Функции популяции аналогичны функциям других биологических систем. Им свойствен рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях, т.е. популяции обладают конкретными генетическими и экологическими характеристиками.

В популяциях действуют законы, позволяющие таким образом использовать ограниченные ресурсы среды, чтобы обеспечить оставление потомства. Популяции многих видов обладают свойствами, позволяющими им регулировать свою численность. Поддержание оптимальной в данных условиях численности называют **гомеостазом популяции**.

Таким образом, популяции, как групповые объединения, обладают рядом специфических свойств, которые не присущи каждой отдельно взятой особи. Основные характеристики популяций: численность, плотность, рождаемость, смертность, темп роста.

Популяции свойственна определенная организация. Распределение особей по территории, соотношения групп по полу, возрасту, морфологическим, физиологическим, поведенческим и генетическим особенностям отражают **структуру популяции**. Она формируется, с одной стороны, на основе общих биологических свойств вида, а с другой — под влиянием абиотических факторов среды и популяций других видов. Структура популяций имеет, следовательно, приспособительный характер.

Адаптивные возможности вида в целом как системы популяций значительно шире приспособительных особенностей каждой конкретной особи.

Пространство или ареал, занимаемое популяцией, может быть различным как для разных видов, так и в пределах одного вида. Величина ареала популяции определяется в значительной мере подвижностью особей или радиусом индивидуальной активности. Если радиус индивидуальной активности невелик, величина популяционного ареала обычно также невелика. В зависимости от размеров занимаемой территории можно выделить **три типа популяций**: элементарные, экологические и географические (рис. 4).

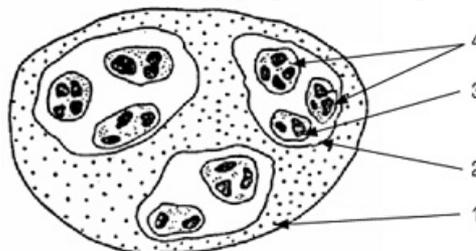


Рис. 4. Пространственное подразделение популяций: 1 — ареал вида; 2-4 — соответственно географическая, экологическая и элементарная популяции

Различают половую, возрастную, генетическую, пространственную и экологическую структуру популяций.

Половая структура популяции представляет собой соотношение в ней особей разного пола.

Возрастная структура популяции — соотношение в составе популяции особей разного возраста, представляющих один или разные приплоды одного или нескольких поколений.

Генетическая структура популяции определяется изменчивостью и разнообразием генотипов, частотами вариаций отдельных генов — аллелей, а также разделением популяции на группы генетически близких особей, между которыми при скрещивании происходит постоянный обмен аллелями.

Пространственная структура популяции - характер размещения и распределения отдельных членов популяции и их группировок в ареале. Пространственная структура популяций заметно различается у оседлых и кочующих или мигрирующих животных.

Экологическая структура популяции представляет собой разделение всякой популяции на группы особей, по-разному взаимодействующие с факторами среды.

Каждый вид, занимая определенную территорию (**ареал**), представлен на ней системой популяций. Чем сложнее расчленена территория, занимаемая видом, тем больше возможностей для обособления отдельных популяций. Однако не в меньшей степени популяционную структуру вида определяют его биологические особенности, — такие, как подвижность составляющих его особей, степень их привязанности к территории, способность преодолевать естественные преграды.

Обособленность популяций

Если члены вида постоянно перемешаются и перемешиваются на обширных пространствах, такой вид характеризуется небольшим числом крупных популяций. При слабо развитых способностях к перемещению в составе вида формируется множество мелких популяций, отражающих мозаичность ландшафта. У растений и малоподвижных животных число популяций находится в прямой зависимости от степени разнородности среды.

Степень обособленности соседних популяций вида различна. В некоторых случаях они резко разделены территорией, непригодной для обитания, и четко локализованы в пространстве, например популяции окуня и линя в изолированных друг от друга озерах.

Противоположный вариант — сплошное заселение видом обширных территорий. В пределах одного и того же вида могут быть популяции как с хорошо различимыми, так и со

смазанными границами и в пределах вида популяции могут быть представлены группами разного объема.

Взаимоотношения видов не сводятся только к взаимодействию особей, хотя и осуществляются через индивидуальные контакты. Отношения между хищником и его жертвой кратковременны. Связь между их популяциями длительна и является одним из условий функционирования сообществ. Связи между отдельными особями приводят к одним результатам, связи между популяциями — к качественно другим. Например, длительное воздействие конкретного паразита может иметь следствием изменение физиологического состояния, плодовитости, долговечности хозяина и т.п. Взаимоотношения популяций этих же видов приводят к изменениям их основных групповых характеристик: численности, возрастного состава, смертности, темпов роста популяций.

Связи между популяциями поддерживают вид как единое целое. Слишком длительная и полная изоляция популяций может привести к образованию новых видов.

Различия между отдельными популяциями выражены в разной степени. Они могут затрагивать не только их групповые характеристики, но и качественные особенности физиологии, морфологии и поведения отдельных особей. Эти различия создаются в основном под влиянием естественного отбора, приспособляющего каждую популяцию к конкретным условиям ее существования.

КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ

Обязательным признаком популяции считается ее способность к самостоятельному существованию на данной территории в течение неопределенно долгого времени за счет размножения, а не притока особей извне. Временные поселения разных масштабов не относятся к разряду популяций, а считаются внутривидовыми подразделениями. С этих позиций **вид представлен не иерархическим соподчинением, а пространственной системой соседствующих популяций разных масштабов и с разной степенью связей и изоляции между ними.**

Популяции можно классифицировать по их пространственной и возрастной структуре, по плотности, по кинетике, по постоянству или смене сред обитания и другим экологическим критериям.

Территориальные границы популяций разных видов не совпадают. Многообразие природных популяций выражается также в многообразии типов их внутренней структуры.

Основные показатели структуры популяций — численность, распределение организмов в пространстве и соотношение разнокачественных особей.

Индивидуальные черты каждого организма зависят от особенностей его наследственной программы (генотипа) и оттого, как эта программа реализуется в ходе онтогенеза. Каждая особь имеет определенные размеры, пол, отличительные черты морфологии, особенности поведения, свои пределы выносливости и приспособляемости к изменениям среды. Распределение этих признаков в популяции также характеризует ее структуру.

Структура популяции не стабильна. Рост и развитие организмов, рождение новых, гибель от различных причин, изменение окружающих условий, увеличение или уменьшение численности врагов — все это приводит к изменению различных соотношений внутри популяции. Оттого, какова структура популяции в данный период времени, во многом зависит направление ее дальнейших изменений.

Половая структура популяций

Генетический механизм определения пола обеспечивает расщепление потомства по полу в отношении 1:1, так называемое соотношение полов. Но из этого не следует, что такое же соотношение характерно для популяции в целом. Сцепленные с полом признаки часто определяют значительные различия в физиологии, экологии и поведении самок и самцов. В силу разной жизнеспособности мужского и женского организмов это первичное соотношение нередко отличается от вторичного и особенно от третичного — характерного

для взрослых особей. Так, у человека вторичное соотношение полов составляет 100 девочек на 106 мальчиков, к 16-18 годам это соотношение из-за повышенной мужской смертности выравнивается и к 50 годам составляет 85 мужчин на 100 женщин, а к 80 годам — 50 мужчин на 100 женщин.

Соотношение полов в популяции устанавливается не только по генетическим законам, но и в определенной мере под влиянием среды обитания.

Возрастная структура популяций

Рождаемость и смертность, динамика численности напрямую связаны с возрастной структурой популяции. Популяция состоит из разных по возрасту и полу особей. Для каждого вида, а иногда и для каждой популяции внутри вида характерны свои соотношения возрастных групп. По отношению к популяции обычно выделяют **три экологических возраста**: предрепродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный.

С возрастом требования особи к среде и устойчивость к отдельным ее факторам закономерно и весьма существенно изменяются. На разных стадиях онтогенеза могут происходить смена сред обитания, изменение типа питания, характера передвижения, общей активности организмов.

Возрастные различия в популяции существенно усиливают ее экологическую неоднородность и, следовательно, сопротивляемость среде. Повышается вероятность того, что при сильных отклонениях условий от нормы в популяции сохранится хотя бы часть жизнеспособных особей, и она сможет продолжить свое существование.

Возрастная структура популяций имеет приспособительный характер. Она формируется на основе биологических свойств вида, но всегда отражает также силу воздействия факторов окружающей среды.

Возрастная структура популяций у растений

У растений возрастная структура ценопопуляции, т.е. популяции конкретного фитоценоза, определяется соотношением возрастных групп. Абсолютный, или календарный, возраст растения и его возрастное состояние — понятия не тождественные. Растения одного возраста могут находиться в разных возрастных состояниях. Возрастное, или онтогенетическое состояние особи — это этап ее онтогенеза, на котором она характеризуется определенными отношениями со средой.

Возрастная структура ценопопуляции во многом определяется биологическими особенностями вида: периодичностью плодоношения, числом продуцируемых семян и вегетативных зачатков, способностью вегетативных зачатков к омоложению, скоростью перехода особей из одного возрастного состояния в другое, способностью образовывать клоны и др. Проявление всех этих биологических особенностей, в свою очередь, зависит от условий внешней среды. Меняется и ход онтогенеза, который может протекать у одного вида во многих вариантах.

Разные размеры растений отражают различную **жизненность** особей в пределах каждой возрастной группы. Жизненность особи проявляется в мощности ее вегетативных и генеративных органов, что соответствует количеству накопленной энергии, и в устойчивости к неблагоприятным воздействиям, что определяется способностью к регенерации. Жизненность каждой особи меняется в онтогенезе по одновершинной кривой, возрастая на восходящей ветви онтогенеза и уменьшаясь на нисходящей.

Многие луговые, лесные, степные виды при выращивании их в питомниках или посевах, т.е. на лучшем агротехническом фоне, сокращают свой онтогенез.

Возможность менять путь онтогенеза обеспечивает адаптацию к меняющимся условиям среды и расширяет экологическую нишу вида.

Возрастная структура популяций у животных

В зависимости от особенностей размножения члены популяции могут принадлежать к одной генерации или к разным. В первом случае все особи близки по возрасту и примерно одновременно проходят очередные этапы жизненного цикла. Сроки размножения и прохождения отдельных возрастных стадий обычно приурочены к определенному сезону

года. Численность таких популяций, как правило, неустойчива: сильные отклонения условий от оптимума на любой стадии жизненного цикла действуют сразу на всю популяцию, вызывая значительную смертность.

У видов с однократным размножением и короткими жизненными циклами в течение года сменяется несколько поколений.

При эксплуатации человеком природных популяций животных учет их возрастной структуры имеет важнейшее значение. У видов с ежегодным большим пополнением можно изымать более значительную часть популяции без угрозы подорвать ее численность. Например, у горбуши, созревающей на второй год жизни, возможен вылов до 50-60% нерестящихся особей без угрозы дальнейшего снижения численности популяции. Для кеты, созревающей позднее и имеющей более сложную возрастную структуру, нормы изъятия из половозрелого стада должны быть меньше.

Анализ возрастной структуры помогает прогнозировать численность популяции на протяжении жизни ряда ближайших поколений.

Занимаемое популяцией пространство предоставляет ей средства к жизни. Каждая территория может прокормить лишь определенное число особей. Естественно, что полнота использования имеющихся ресурсов зависит не только от общей численности популяции, но и от размещения особей в пространстве. Это наглядно проявляется у растений, площадь питания которых не может быть меньше некоторой предельной величины.

В природе изредка встречается почти равномерное упорядоченное распределение особей на занимаемой территории. Однако чаще всего члены популяции распределяются в пространстве неравномерно.

В каждом конкретном случае тип распределения в занимаемом пространстве оказывается приспособительным, т.е. позволяет оптимально использовать имеющиеся ресурсы. Растения в ценопопуляции чаще всего распределены крайне неравномерно. Часто более плотный центр скопления окружен особями, расположенными менее плотно.

Пространственная неоднородность ценопопуляции связана с характером развития скоплений во времени.

У животных благодаря их подвижности способы упорядочивания территориальных отношений более разнообразны по сравнению с растениями.

У высших животных внутрипопуляционное распределение регулируется системой инстинктов. Им свойственно особое территориальное поведение — реакция на местонахождение других членов популяции. Однако оседлый образ жизни таит в себе угрозу быстрого истощения ресурсов, если плотность популяции окажется слишком высокой. Общая площадь, занимаемая популяцией, оказывается поделена на отдельные индивидуальные или групповые участки, чем достигается упорядоченное использование запасов пищи, естественных укрытий, мест для размножения и т.п.

Несмотря на территориальное обособление членов популяции, между ними поддерживается связь с помощью системы различных сигналов и непосредственных контактов на границах владений.

«Закрепление участка» достигается разными способами: 1) охраной границ занимаемого пространства и прямой агрессией по отношению к чужаку; 2) особым ритуальным поведением, демонстрирующим угрозу; 3) системой специальных сигналов и меток, свидетельствующих о занятости территории.

Обычная реакция на территориальные метки — избегание — закреплена у животных наследственно. Биологическая выгода такого типа поведения очевидна. Если бы овладение территорией решалось только исходом физической борьбы, появление каждого более сильного пришельца грозило бы хозяину потерей участка и устранением от размножения.

Частичное перекрывание индивидуальных территорий служит способом поддержания контактов между членами популяции. Соседние особи часто поддерживают устойчивую обоюдную систему связей: взаимное предупреждение об опасности, совместную

защиту от врагов. Нормальное поведение животных включает активный поиск контактов с представителями своего вида, который часто усиливается в период падения численности.

Некоторые виды образуют широко кочующие группы, не привязанные к определенной территории. Таково поведение многих видов рыб во время нагульных миграций.

Между разными способами использования территории нет абсолютных разграничений. Пространственная структура популяции очень динамична. Она подвержена сезонным и другим адаптивным перестройкам в соответствии с местом и временем.

Закономерности поведения животных составляют предмет особой науки - **этологии**. Систему взаимоотношений между членами одной популяции называют поэтому этологической, или поведенческой структурой популяции.

Поведение животных по отношению к другим членам популяции зависит, прежде всего, оттого, одиночный или групповой образ жизни свойствен виду.

Одиночный образ жизни, при котором особи популяции независимы и обособлены друг от друга, характерен для многих видов, но лишь на определенных стадиях жизненного цикла. Полностью одиночное существование организмов в природе не встречается, так как при этом было бы невозможным осуществление их основной жизненной функции — размножения.

При семейном образе жизни усиливаются также связи между родителями и их потомством. Простейший вид такой связи — забота одного из родителей об отложенных яйцах: охрана кладки, инкубация, дополнительное аэрирование и т.п. При семейном образе жизни территориальное поведение животных выражено наиболее ярко: различные сигналы, маркировка, ритуальные формы угрозы и прямая агрессия обеспечивают владение участком, достаточным для выкармливания потомства.

Более крупные объединения животных - **стаи, стада и колонии**. В основе их формирования лежит дальнейшее усложнение поведенческих связей в популяциях.

Жизнь в группе через нервную и гормональную системы отражается на протекании многих физиологических процессов в организме животного. У изолированных особей заметно меняется уровень метаболизма, быстрее тратятся резервные вещества, не проявляется целый ряд инстинктов и ухудшается общая жизнеспособность.

Положительный эффект группы проявляется лишь до некоторого оптимального уровня плотности популяции. Если животных становится слишком много, это грозит для всех недостатком ресурсов среды. Тогда вступают в действие другие механизмы, приводящие к снижению численности особей в группе путем ее деления, рассредоточения или падения рождаемости.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково место популяций в биоте Земли?
2. Что отражают статические показатели популяции?
3. Почему толерантность популяции к факторам среды значительно шире, чем у особи, и каково экологическое значение этого явления?
4. Дать определение популяции, перечислить основные её свойства
5. Какие возрастные группы животных вам известны?
6. Какие виды взаимодействий популяций вы знаете?
7. В чем заключается принцип Олли?
8. Назовите уровни организации живой природы
9. Какие уровни организации живой природы являются объектом изучения экологии?
10. Какое явление носит название эмерджентность?
11. Дайте определение экологическим факторам, приведите их классификацию
12. Дайте определение понятиям организм и среда, приведите их краткую классификацию.

ВЫВОДЫ

Все виды живых организмов в биосфере могут существовать только в форме популяций. **Популяция**- это совокупность особей одного вида, занимающих в одно и то же время определенное место в пространстве. Иногда популяцию представляют и как совокупность особей одного вида, населяющих определенное пространство и обладающих сходной наследственностью, т.е. внутри которой осуществляется обмен генетической информацией. Известный современный общественный деятель и ученый-эколог А.В. Яблоков определяет популяцию как минимальную самовоспроизводящую группу особей одного вида, которая на протяжении эволюционно длительного времени населяет определенное пространство и образует самостоятельную генетическую систему.

Известно, что наследственная информация хранится в хромосомах в виде нуклеиновых кислот, молекулы которых или их отдельные части, называемые *генами*, определяют наследственные признаки! Совокупность всех генов образует *генотип*, а совокупность всех особей, хранящих и передающих по наследству генетическую информацию, формирует генетический фонд или *генофонд* популяций

Подобно различиям, существующим между отдельными особями, имеются различия и между популяциями, так как каждая популяция приспособлена к условиям той местности, в которой *та* обитает. Благодаря свойству приспособления (адаптации) к условиям окружающей среды популяция может обосноваться в определенной области при наличии подходящего климата, питательных веществ и источника энергии. Поэтому каждая популяция обладает рядом признаков, отсутствующих у отдельных ее членов. Такими отличительными признаками являются численность и плотность популяции, подходящее место обитания, которое по своим температуре, влажности, характеру почвы и растительности, пищевым ресурсам и прочим параметрам соответствовало бы ее потребностям.

С одной стороны популяция является элементарной единицей биоценотического взаимодействия, входя в функционально-экологический ряд различных уровней организации жизни: организм-популяция-биоценоз-биогеценоз-биосфера.

С другой стороны, популяция является элементарной единицей эволюционного развития, включаясь в генетико-эволюционный ряд, отражающий филогенетические связи таксонов разного уровня: организм-популяция –вид-род-семейство-отряд-класс-царство.

Вид как правило, включает множество популяций. Между популяциями происходит обмен особями благодаря миграциям. Различают следующие разновидности популяции: локальная, экологическая, географическая.

Структура популяции.Каждая популяция имеет определенную структуру: возрастную (соотношение особей разного возраста), половую (соотношение полов) и пространственную (колонию, семью).

Любая популяция имеет структуру. Различают пространственную, возрастную, половую, поведенческую, генетическую и др. виды структуры популяции. Пространственная структура-это особенность размещения особей популяции в пространстве. Она может быть равномерным, случайным и групповым. Распространение

организмов за пределы популяции называется расселением. Способы расселения: анемохория(распространение ветром), гидрохория(водой), фитохория(растениями), зоохория(животными).

Половая структура-это количественное соотношение особей по полу.

Генетическая структура- характеризуется степенью генетического разнообразия особей.

Возрастная структура-это количественное соотношение особей разных возрастных групп.

Этологическая(поведенческая_ структура- это система взаимоотношений между членами одной популяции. Этология(греч.-характер) –наука о биологических основах поведения животных.

Возрастная структура отражает особенности распределения численности популяции по возрастам и может быть выражена в виде зависимостей относительного числа особей (по отношению к численности популяции), возраст которых находится в определенных временных интервалах. В демографических исследованиях возрастная структура населения отдельных стран, регионов или мира в целом определяется соотношением долей (в процентах) групп людей, чей возраст находится в равных (годовых, пятилетних и др.) интервалах времени. Графическое представление этих соотношений называют *пирамидами возрастов*, которые также являются показателями возрастной структуры популяции.

По виду возрастной структуры можно судить о том, является ли популяция развивающейся (с растущей численностью) либо сокращающейся популяцией. Для развивающейся популяции характерно значительное превышение численности возрастной группы особей с дорепродукционным возрастом по сравнению с группой, имеющей пострепродукционный возраст. Репродукционным называют возраст особей, которые могут давать потомство. Сокращающаяся популяция имеет обратное соотношение возрастных групп дорепродукционного и пострепродукционного возрастов.

Природно-антропогенные популяции. До сих пор мы рассматривали в настоящем разделе природные популяции, находящиеся в естественных местообитаниях. Хозяйственная деятельность человека привела к возникновению природно-антропогенных популяций. Такие популяции могут быть связаны с выращиванием сельскохозяйственных культур, когда многие животные, например мыши, приспособившись к системе хозяйства, изменяют характеристики своей популяции, в частности численность популяции. Используя в своих целях растительный и животный мир Земли, человек всегда имеет дело с конкретными природными популяциями, изменяя их численность, структуру и другие количественные характеристики, что во многих случаях уже приводило и приводит к исчезновению разных популяций в различных регионах. Так, резкое снижение численности многих диких животных в результате чрезмерного промысла (охота, промысловый лов рыбы и др.) может доходить до такого уровня, что нарушает условия случайного скрещивания особей и приводит к вымиранию популяции. Многие дикие копытные в Африке были не только вытеснены в процессе животноводства, но и специально уничтожены как носители опасных заболеваний, переходящих на домашних животных. Природно-антропогенные популяции формируются на всех территориях интенсивной хозяйственной деятельности, необязательно сельскохозяйственной направленности.

Показатели динамики популяции: численность, плотность, рождаемость, смертность популяциию,

.Численностью популяции называют количество особей данной популяции. Численность популяции в биосфере сильно меняется как во времени, так и в пространстве, зависит от условий местообитания и подвержено воздействию человека. Численность популяций разных видов колеблется от нескольких десятков до десятков тысяч особей (у микроорганизмов-до миллиардов особей). Численность популяции - одна из ее важнейших характеристик, позволяющая экологам судить о степени благоприятности условий обитания как для самой популяции, так и для биогеоценоза в целом. *Плотность популяции* -это ее численность, отнесенная к единице занимаемого ею пространства, или среднее число особей на единицу площади (объема}.

Список рекомендованной литературы

№	Автор, наименование	Год, место издания
1. Нормативные правовые акты		
1	Конституция Республики Казахстан.	Конституция принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года. Ведомости Парламента Республики Казахстан, 1996 г., N 4, ст. 217. 10.03.2017
2	Экологический кодекс Республики Казахстан . Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212.	Ведомости Парламента Республики Казахстан, 2007 г., N 1, ст. 1; "Казахстанская правда" от 23 января 2007 года N 12 (25257). 24.05.2018
3	Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577	"Казахстанская правда" 01.06.2013 г. № 186-188 (27460-27462); "Егемен Қазақстан" 01.06.2013. ж. № 139 (28078); САПП Республики Казахстан, 2013 г., № 34, ст. 504. Подписано в печать 22.08.2013 г. 30.05.2013
2. Основная литература		
4	Колумбаева С.Ж., Бильдебаева Р.М., Шарипова М.А. Экология и устойчивое развитие.	Алматы, «Қазақ университеті», 2011.
5	Бродский А.К. Краткий курс общей экологии.	С-П, 2000.
6	Алинов М.Ш. Экология и устойчивое развитие. Учебное пособие.	Алматы.2012.618 с.
7	М.С. Тонкопий, Н.П. Ишкулова, Н.М. Анисимова, Г.С. Сатбаева. Экология и устойчивое развитие. Учебное пособие.	Алматы. 2010 г. 394 с.
8	С.Ж. Колумбаева., Р.М. Білдебаева., М.Ә. Шәріпова. Экология және тұрақты даму. Оқу құралы.	Алматы. «Қазақ университеті». 2012.
9	Башова А.Қ. Экология және тұрақты даму. Оқу құралы.	Алматы. «Қазақ университеті». 2013.
10	Алишева К.А. Экология.	Алматы, 2006.
11	Саданов А.Қ., Сүлейменова Н.Ш., Дәменова Н.С., Махамедова Б.Я. Экология және тұрақты даму. Оқулық.	Алматы. Қазақ ұлттық аграрлық университеті. 2010. 385 б.
3. Дополнительная литература		
12	М.Ш. Әлинов. Экология менеджменті. Оқу құралы.	Алматы: Бастау. -2014. 272 б.
13	М.Ш. Алинов. Основы устойчивого развития. Курс лекций: Учебное пособие.	Алматы: Бастау. -2013.200 с.
14	Баймуханов Е.М., Асатаев С.А. Экология и устойчивое развитие. Учебное пособие.	Караганда. 2012. 96 с.
15	Ежегодное Послание Президента Республики Казахстан Назарбаева Н.А. народу Казахстана «Казахстанский путь – 2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее».	Астана, 17 января 2014 г.
16	Ежегодное Послание Президента Республики Казахстан Назарбаева Н.А. народу Казахстана «Нұрлы жол – путь в будущее».	Астана, 11 ноября 2014 г.
17	Статья Главы государства «Взгляд в будущее: модернизация общественного сознания».	Астана, 12 апреля 2017 г.
18	Послание Президента Республики Казахстан Назарбаева Н.А. народу Казахстана «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции».	Астана, 10 января 2018 г.
4. Интернет-источники		
19	Вопросы экологии	

	http://www.libl.ssau.ru/library/tbbd/eko	
20	Экологические новости со всего мира http://www.battery.ru/theme/ecology	
21	Экология и окружающая среда http://www.list.ru/catalog	
22	Книги по экологии и охране окружающей среды http://www.prometeus.nsc.ru:8080/biblio/spravka/newecol/ssi	
23	Беседы об экологии http://www.boumerang.ru/book.asp	
24	Что такое Глубинная экология http://www.post.net.ge/eco21/deep	
25	Экология http://www.istu.irk.ru/istu/biblioteka/bases/ecol	
26	Физические проблемы экологии http://www.foroff.phys.msu.ru/gazeta/koi/ecology	
27	Правовая информация в области охраны природы http://www.ecology.samara.ru/Bibl/ECO.asp	
28	Учебники по экологии http://www.phvstech.glasnet.ru/PHP/bookinfo/ecology	