

■ **Повторим главное.** Все виды живых организмов по отношению к различным экологическим факторам имеют определенные пределы выносливости. Эти пределы ограничены экологическим минимумом и экологическим максимумом. В пределах выносливости выделяют зоны оптимума, нормальной жизнедеятельности и пессимума. В зависимости от пределов выносливости организмы делят на стенобионтов, имеющих узкие пределы выносливости, и эврибионтов — с широкими пределами выносливости.

? Проверим знания

Ключевые вопросы. 1. Дайте определение понятий «экологический минимум», «экологический максимум», «экологический оптимум», «пределы выносливости». 2. Укажите различия между стенобионтами и эврибионтами. Подтвердите их примерами. 3. Что такое «экологическая пластичность»? Как она влияет на пределы выносливости организмов?



Сложные вопросы. 1. Выберите из предложенных вариантов (25—60 %; 30—75 %; 35—85 %; 60—95 %) пределы выносливости по отношению к влажности, которые должен иметь организм, чтобы чувствовать себя наиболее комфортно при влажности 60 %. 2. У организма пределы выносливости по отношению к температуре составляют 4—30 °С. Постройте в произвольном масштабе симметричный график зависимости жизнедеятельности организма от температуры, приняв максимальную жизнедеятельность за 100 %. С помощью графика определите экологический оптимум по отношению к температуре. В какое время года будет наблюдаться размножение данного организма в климатических условиях Беларуси? 3. Фермер решил выращивать капусту на продажу. Какие экологические знания о капусте и условиях среды ему понадобятся для получения максимального урожая и процветания бизнеса?



§ 4. Лимитирующие факторы среды

§3-1

- **Вспомните**, как изменяется жизнедеятельность организма при изменении силы воздействия экологического фактора.
- **Как вы думаете?** Как определить фактор среды, от которого зависит жизнедеятельность организма при одновременном воздействии всех экологических факторов?
- **Вы узнаете** о лимитирующем факторе, который определяет жизнедеятельность организма в его среде обитания.

Исходя из описанных ранее закономерностей воздействия факторов среды на организм, можно предвидеть реакцию организма на определенную силу воздействия фактора. Однако в природе все факторы среды воздействуют на организм одновременно и с разной силой. Причем сила воздействия отдельного фактора зависит от сочетания и количественного значения силы воздействия других факторов.

Взаимодействие факторов среды. В среде обитания экологические факторы не только влияют на организмы, но и взаимодействуют друг с другом. При этом наблюдается усиление или ослабление силы воздействия одного фактора под влиянием другого.

Высокую температуру легче переносить при низкой, а не высокой влажности воздуха. А угроза обморожения выше на морозе с сильным ветром, чем в безветренную погоду. Таким образом, один и тот же фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковое воздействие на организм. И наоборот, один и тот же экологический эффект для организма может быть достигнут разными путями.

Факторы среды воздействуют на организм комплексно, и может наблюдаться частичная взаимозаменяемость воздействия одного экологического фактора другим. Но взаимная компенсация факторов имеет пределы и полностью заменить один из необходимых организму факторов другим невозможно.

Зеленое растение нельзя вырастить в полной темноте даже при самой высокой концентрации углекислого газа. Оно не будет расти на дистиллированной (не содержащей минеральных веществ) воде при самых оптимальных световом и тепловом режимах. Эта закономерность получила название принципа незаменимости факторов: действие одного фактора может быть изменено другим, но не заменено им. В природной среде в результате взаимодействия различных факторов их воздействие на организм может компенсироваться, суммироваться и взаимно усиливаться.

Компенсация факторов для организма наблюдается в основном в пределах экосистемы. Именно в экосистеме усиление или ослабление силы воздействия одного фактора может компенсировать недостаток или избыток силы воздействия другого фактора. Например, для растений снижение температуры может частично компенсировать недостаток влаги в почве. Это происходит в результате ослабления транспирации и уменьшения расходования воды растениями при низкой температуре.

Примером простого **суммирования факторов** является одновременное неблагоприятное воздействие на человека и животных высокой температуры и недостатка воды. При недостаточном поступлении воды в организм высокая температура, повышающая потоотделение, будет дополнительно ускорять процесс его обезвоживания на то количество воды, которое выделяется из организма в результате ее испарения.

Экологические факторы могут **взаимно усиливать** действие друг друга. Примером может служить одновременное неблагоприятное воздействие на организм человека радиоактивного излучения и повышенного содержания нитратов в питьевой воде. В этом случае в несколько раз

увеличивается угроза здоровью по сравнению с воздействием каждого из этих факторов в отдельности.

В условиях комплексного воздействия факторов среды на организм часто бывает трудно определить, какой из них играет главную роль в жизни организма в данной среде.

Понятие о лимитирующих факторах. Факторы среды, влияющие на организм, обладают разной силой воздействия. Но организм в один и тот же момент не может проявлять разный уровень жизнедеятельности в ответ на действие каждого из этих факторов. Например, если для растения температура находится в зоне оптимума, освещенность — в зоне нормальной жизнедеятельности, а влажность — в зоне пессимума, приближаясь к экологическому минимуму, то данное растение не будет расти и развиваться, хотя света и тепла достаточно. Его жизнедеятельность будет ограничивать недостаток влаги. Если произвести полив, то растение вновь начнет расти. В то же время, если после достижения оптимума по влажности температура повысится и окажется в зоне пессимума, приближаясь к экологическому максимуму, то рост растения прекратится из-за избытка тепла. Следовательно, в данной ситуации жизнедеятельность растения угнетается избыточной дозой экологического фактора.

Лимитирующий (ограничивающий) фактор — фактор, наиболее отклонившийся от своего оптимального значения в пределах выносливости или вышедший за эти пределы. Он определяет уровень жизнедеятельности организма в данной среде. Понятие «лимитирующий фактор» применимо не только к абиотическим факторам, но и ко всем экологическим факторам. Нередко в качестве лимитирующего фактора выступают конкурентные отношения (биотические факторы) или влияние человека (антропогенные факторы). Если изменить силу воздействия лимитирующего фактора, то жизнедеятельность организма изменится. Значит, выявление лимитирующих факторов может иметь большое практическое значение, поскольку позволяет управлять жизнедеятельностью организмов.



► **Это интересно.** Для теплолюбивых растений (персик, лимон, апельсин) лимитирующим фактором является низкая температура, и они погибают при отрицательной температуре воздуха, несмотря на оптимальное содержание элементов питания в почве, оптимальную влажность и освещенность. Фактором, ограничивающим распространение оленей, является глубина снежного покрова, определяющая доступность пищи. Каждая хозяйка знает, что дрожжи надо активировать (на самом деле размножить), оставляя в теплой воде с достаточным количеством сахара, потому что холодная вода и недостаток углеводов для дрожжей являются лимитирующими факторами.

Определение лимитирующих факторов дает человеку отправную точку при исследовании сложных ситуаций в хозяйственной деятельности. А также помогает понять многие явления и принципы распределения организмов в природе. Основное внимание следует уделять тем факторам, которые наиболее важны для организма на данном этапе его жизненного цикла. Тогда удастся довольно точно предсказать результат изменений среды.

Чтобы сохранить исчезающий вид в определенном регионе, нужно выяснить, не выходят ли лимитирующие факторы среды за пределы выносливости его организмов. Особенно это важно в период размножения и развития. Изменяя силу воздействия факторов, ограничивающих размножение особей, можно добиться повышения их численности. Таким способом удастся сохранить исчезающий вид. Выявление лимитирующих факторов очень важно и в практике сельского хозяйства. Так, направив основные усилия на их устранение, можно быстро и эффективно повысить урожайность культурных растений или продуктивность домашних животных.

■ Повторим главное. В природе все факторы среды воздействуют на организм как единый комплекс. Воздействие отдельного фактора зависит от сочетания и количественного значения абсолютной силы других факторов. При этом жизнедеятельность организма определяет лимитирующий фактор — фактор, который наиболее отклонился от своего оптимального значения по сравнению с другими факторами среды. Изменяя силу этого фактора, можно управлять жизнедеятельностью организмов в природе и хозяйстве.



? Проверим знания

Ключевые вопросы. 1. Что такое компенсация воздействия фактора на организм под влиянием других факторов среды? Приведите примеры. 2. Укажите факторы, которые могут усиливать холод: высокая влажность, слабый ветер, облачность, низкая влажность, сильный ветер. 3. Как определить лимитирующий фактор? Какое это имеет значение в природе и хозяйстве?

Сложные вопросы. 1. Какое из указанных значений температуры (25 °С; 18 °С; 12 °С; 14 °С; 33 °С) будет ограничивать рост растения, если его пределы выносливости к температуре составляют 12—55 °С? До какого из указанных значений нужно повысить температуру, чтобы наблюдался максимальный рост данного растения? 2. Какие из экологических факторов, по вашему мнению, с наибольшей вероятностью могут стать лимитирующими для урожайности картофеля? Почему? Как это можно использовать в сельском хозяйстве? 3. Какой фактор будет лимитирующим для комнатных растений (например, орхидей)? Как можно уменьшить его действие, чтобы сохранить комнатные растения, если вашей семье необходимо уехать в отпуск на 10 дней?

