

- Мегатермофиты (мегатермы) жаростойкие растения, без вредных последствий переносящие в состоянии активной вегетации температуры выше +45°C.
- Характерны для открытых местообитаний тропических и субтропических поясов земли.
- Высокой жаростойкостью отличаются растения пустынь, степей, а также наскальные мхи, лишайники, термофильные бактерии и водоросли, а также высшие сосудистые растения хорошо прогреваемых и освещенных местообитаний.
- В активном состоянии мегатермные эукариоты переносят нагревание до +50-65°С, а мегатермные прокариоты до +75 – 95°С (наскальные лишайники

• Экстремально высокие температуры вредны для растительного организма.

На стресс протоплазма отвечает резким усилением метаболизма и растения могут приспособиться к новым условиям.

При дальнейшем повышении температуры в клетке: прекращается движение протоплазмы => уменьшается интенсивность фотосинтеза и дыхания => инактивизируются ферменты => нарушение обмена аминокислот и белков => разрушается хлорофилл => денатурация белков => образование ядовитые продуктов распада => коагуляция протоплазмы гибель клетки.

Анатомо-морфологические адаптации:

- густое белое опушение, блестящая гладкая восковая поверхность;
- редукция листовой пластинки (сокращение поверхности листа), свертывание листовой пластинки в трубку;
- вертикальная и меридианальная ориентация листьев, поворачивание листовых пластинок ребром к солнцу;
- сильное развитие покровных тканей, изолирующих растение от температур.

Ритмологические адаптации:

• убегание от экстремально- высоких температур выражается в сокращении вегетативного периода и приурочиванию его к прохладному сезону.

Пример: пустынные и степные эфемеры и эфемероиды цветут ранней весной, когда еще не жарко. Пустынные лишайники используют для активной жизнедеятельности более прохладные утренние и вечерние часы.

Физиологические адаптации:

- Жаростойкость протоплазмы способность растений без вреда переносить высокие температуры.
- По Генкелю (1979) жаростойкость обеспечивается высокой вязкостью протоплазмы (наличием специфических белков, слизей, органических кислот).
- Сдвиг температурного оптимума в область сравнительно высоких температур (+35-40°С и выше).

Физиологические адаптации:

- Для некоторых характерна высокая интенсивность транспирации, ведущая к охлаждению и предохраняющая от перегрева (падение температуры тела до 15°C).
- Переход к анабиозу характерно для низших растений, могут кратковременно переносить до +140-160°C.
- Жаростойкость измеряется во времени, максимум наблюдается в период покоя (зимний, летний).

Физиологические адаптации:

- Известно 2 типа динамики теплоустойчивости: тепловая настройка и тепловая закалка.
- Тепловая настройка характерна для низших растений, особенно водорослей.
 - При повышении температуры среды растение реагирует повышением теплоустойчивости. При падении температуры, теплоустойчивость уменьшается.
- **Тепловая закалка** характерна для высших растений, у которых жаростойкость изменяется скачкообразно:
 - стабильна в диапазоне оптимальных температур, но быстро увеличивается при достижении порога неблагоприятных температур.

•Гекистотермофитами (гекистотермами) – крайне холодостойкие тундровые высокогорные растения, приспособленные переживанию He только К продолжительной покоящем ЗИМЫ состоянии, но и к очень короткому (от 3 недель до 2.5 месяцев) вегетационному периоду с неустойчивыми температурами в течение лета.

Тундровые и высокогорные гекистотермы делят на:

- психрофиты холодостойкие растения влажных и сырых местообитаний;
- криофиты холодостойкие растения засущивых местообитаний.

Физиологические адаптации к холоду:

- 1. Понижение точки замерзания клеточного сока, что обусловлено:
- увеличением концентрации клеточного сока за счет повышенного содержания растворимых углеводов;
- □ повышением доли коллоидно-связанной воды, которая замерзает при более низких температурах.
- уменьшением общего содержания воды в растениях при наступлении холодного периода.

Физиологические адаптации к холоду:

- 2. Льдоустойчивость способность растений переносить сильное охлаждение, сопровождаемое замерзанием тканей (связана с ультраструктурной перестройкой протоплазмы, при этом она становится устойчивой к дегидратации в условиях замерзания тканей).
- Высокой льдоустойчивостью обладают полярные лишайники и снежные водоросли (криопланктон): *Chlamidomonas nivalis, Pediastrum boryanum, Hormidium flaccidus*

Физиологические адаптации к холоду:

- 3. Осуществление физиологических процессов при сравнительно низких температурах.
- Оптимальный фотосинтез тундровых растений +5-10°C, даже при -10°C фотосинтез идет.
- 4. Переход многолетних растений умеренных и высоких широт в состояние зимнего покоя, что ведет к повышению холодостойкости.
- Именно в состоянии покоя растения

Анатомо-морфологические адаптации:

- Уменьшение листовой поверхности, свертывание листьев, опушение листьев, стеблей и кроющих почечных чешуй, восковой налет, зимнее осмоление почек, утолщенный пробковый слой, кутикула и т. д. (наблюдаются ксероморфные признаки).
- Биоморфологические особенности миниатюризация, полимеризация, геофитизация, неглубокие корневые системы и особенные жизненные формы,

1. Вечнозеленые кустарнички брусничного типа

имеют небольшие плоские жесткие овальные листья с завернутыми краями, сверху блестящие, снизу белесые от воскового налета или опушения. Вечнозеленость позволяет приступать к фотосинтезу сразу после таяния снега, а иногда и под снегом в пустотах.



Andromeda polifolia
Подбел многолистный



Oxycoccus palustris
Клюква болотная

- 2. Вечнозеленые кустарнички эрикоидного типа
- небольшие вечнозеленые вересковые кустарнички с мелкими жесткими блестящими листьями, завернутыми вниз в сторону устьиц.
- Эрикоидные листья игловидного типа.





Empetrum nigrum Водяника или шикша

Ledum palustre
Багульник

3. Летнезеленые кустарники и кустарнички

- Имеют листья мезоморфной структуры.
- Обладают, по сравнению с вечнозелеными, большой физиологической активностью, высокой транспирацией.
- Характерны для южных частей сибирской Арктики, встречаются в подзоне кустарниковых тундр.



Betula nana Береза карликовая



Salix reticulate
Ива сетчатая

4. Стланики (стланцы)

• стелющие формы деревьев, кустарников и кустарничков с полегающими и укореняющимися стеблями, от которых отходят вверх боковые ветки, равные высоте снежного покрова.

Стланики распространены в высокогорных или полярных областях, в условиях, которых уже не выдерживают древесные породы, например выше границы леса.



Juniperus sibirica Можжевельник сибирский

Pinus pumila Кедровый стланик

Экобиоморфы 5. Растения-подушки

- образуются в результате усиленного ветвления и крайне замедленного роста скелетных осей и побегов.
- Мелкие ксерофильные листья и цветки располагаются по периферии подушки, между ветвями скапливается пыль, мелкозем и мелкие камни, отчего подушка становится плотной.
- Бывают разных размеров: d = от 1см до 1м, полушаровидной, плоской, вогнутой формы.



6. Арктические и высокогорные

а) Пустошные травяные психрофиты –

тундровые и высокогорные растения, приуроченные к кислым, оглеенным почвам. Ксероморфность обусловлена недостатком доступного азота и

физиопогической сухостью

6. Арктические и высокогорные

травяные растения б) Мягколистные травянистые гекистотермы характерны для гумидных высокогорий умеренных широт, где они занимают местообитания с мелкоземистыми, достаточно



6. Арктические и высокогорные

в) Ксероморовые травянистые криофиты характерны для аридных высокогорий или на солнечных каменистых склонах гумидных высокогорий умеренных широт, где в солнечные дни поверхность субстрата и приземный слой воздуха может нагреваться



7. Холодомобика м орофыяйники и мхи

- наиболее приспособлены к суровых условиях Арктики и высокогорий.
- Способны фотосинтезировать даже при небольших отрицательных температурах.
- Господствуют в районах тундровой зоны и зоны полярных



Polytrichum strictum Кукушкин лен торчащий



Stereocaulon alpinum Стереокаулон альпийский

8. Криопланктон

- представлен одноклеточными снежными водорослями, живущими на поверхности снега или льда и при массовом размножении вызывающем его окрашивание в красный или зеленый цвет.
- В активном состоянии развиваются при 0° С. Предел устойчивости от -36°С до -60°С.



