
A large, spiny cactus, possibly a cholla, stands in a dry, rocky landscape. The cactus is the central focus, with its spines clearly visible. The ground is covered in small, dark rocks and sparse, dry vegetation. In the background, there are rolling hills and mountains under a clear sky. The overall scene suggests a semi-arid or desert environment.


**Водный дефицит и
засухоустойчивость
растений**




Засуха – неблагоприятное сочетание метеорологических условий, при которых растения испытывают водный дефицит

Атмосферная засуха возникает при недостаточной влажности воздуха. Может быть вызвана сухим и горячим ветром (суховеем)


Почвенная засуха – возникает при длительном отсутствие дождя.

- 
- Количество воды, которое почва способна удержать вследствие капиллярных взаимодействий и оводнения коллоидных частиц, называется *полевой влагоемкостью*
 - После атмосферных осадков в почве помимо капиллярной воды бывает много так называемой *гравитационной воды*. Она тоже потребляется растениями.



- **Временное завядание** – состояние растений, при котором потерянный днем в период дефицита влаги тургор листьев, восстанавливается вечером и ночью. Влажность почвы, приводящая к этому – **влажностью временного завядания**

- Когда запасы доступной воды в почве исчерпаны, развивается **глубокое, или стойкое, завядание растений**, тургесцентность тканей утром не восстанавливается. Влажность почвы в данных условиях – это **влажность стойкого завядания** (40% от полной влагоемкости)



**ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ – ВЛАЖНОСТЬ ВРЕМЕННОГО
ЗАВЯДАНИЯ = ЗАПАС ДОСТУПНОЙ ВОДЫ В ПОЧВЕ**

- **-1.5 МПа** – при данных условиях водного дефицита большинство активно вегетирующих растений завядают
- **-15 МПа** – гибнут
- Пыльца растений выносит водный дефицит до **-100**, а семена до **-150 МПа**

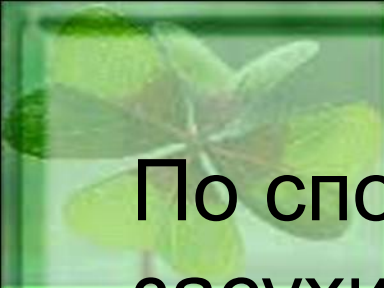


ТИПЫ увядания

Временное увядание –при атмосферной засухе, когда днем транспирация увеличивается настолько, что поступающая из почвы вода не успевает восполнить ее потерю.

При уменьшении транспирации, тургор восстанавливается и возобновляется нормальная жизнедеятельность

Длительное увядание наблюдается, когда почва не содержит доступной для растений воды, водный дефицит не восстанавливается, тургор падает уменьшается водный потенциал клеток листьев. Образование и рост органов приостанавливаются, задерживается формирование новых цветков, а имеющиеся бутоны, цветки и плоды опадают



По способности переносить условия засухи различают:

Гомойогидрические, т.е. способные активно регулировать свой водный обмен (большинство растений)

Пойкилогидрические, водный обмен которых определяется содержанием воды в окружающей среде



Различают:

- **Ксерофиты** (*греч. хегах-сухой*) – растения засушливых мест – пустынь, саванн, степей, - где воды в почве мало, а воздух сухой и горячий
- **Гигрофиты** (*греч. hugros-влажный*) – наземные растения, обитающие в районах с большим количеством осадков и высокой влажностью воздуха. Гигрофитам близки гелофиты – растения болот, берегов водоемов
- **Гидрофиты** (*греч. gidro-вода*) – водные растения с листьями, частично или полностью погруженными в воду или плавающими
- **Мезофиты** (*греч. mesos-средний*) – растения, обитающие в условиях умеренной влажности



Механизмы адаптации растений-ксерофитов к засухе :

- Поддержание необходимой для нормальной жизнедеятельности оводненности тканей
- Развитие приспособлений для нормального течения метаболизма в условиях деградации
- Эффективное восстановление (репарация) клеточных структур и функций после сильного обезвоживания
- Быстрое завершение онтогенеза до наступления засушливого периода

Классификация ксерофитов

Ксерофиты

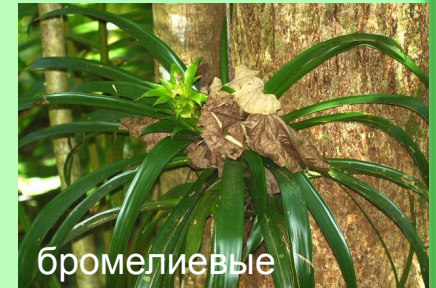
Суккуленты



Эфемеры

Несуккулентные ксерофиты

Эпифиты



Эуксерофиты

Гемиксерофиты



Стипаксерофиты

Пойкило-ксерофиты





**Уход
от воздействия**

**Пути
приспособления
к засухе**

**Толерантность
к воздействию**

**Избегание
высыхания
(суккуленты,
геми-, стипа-,
ксерофиты)**

**Избегание
периода
засухи
(эфемеры)**

**Снижение
интенсивности обмена
веществ
(пойкилоксерофиты)**

**Метаболические
перестройки
(эуксерофиты)**

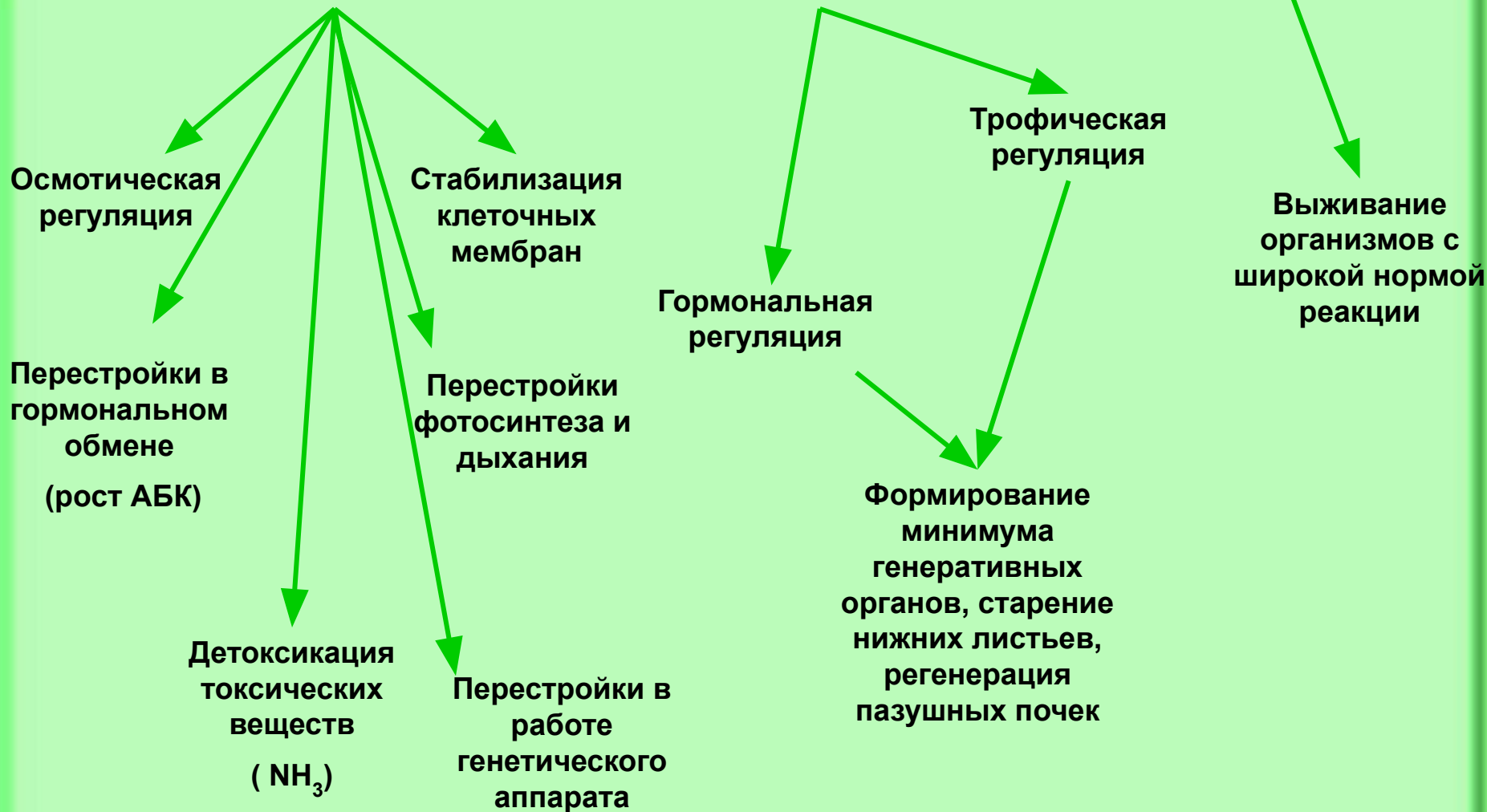
Механизмы толерантности к засухе

УРОВНИ:

Клеточный

Органный и
организменный

Популяционный





Осмолиты

Осмолиты – группа химически разнообразных низкомолекулярных органических соединений. Участвуют в осморегуляции, являются протекторами по отношению к цитоплазматическим полимерам.

Примеры некоторых основных осмолитов:

Пролин и полиолы (осмопротекция белков)

Полиамины (осмопротекция нуклеиновых кислот)

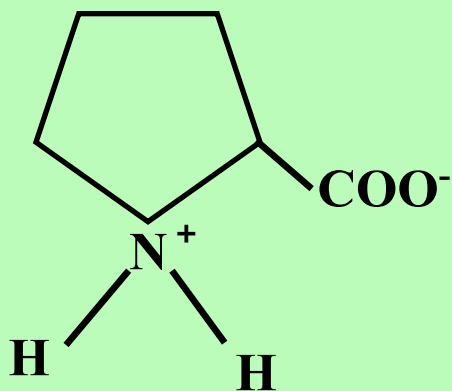
Бетаины – четвертичные соединения аммония

Манитол, пинитол – многоатомные спирты

Спермидин, спермин - полиамины

ОСМОЛИТЫ

ПРОЛИН



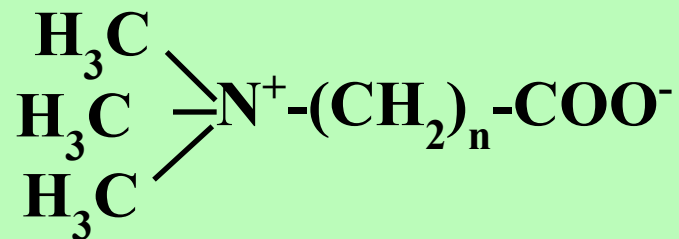
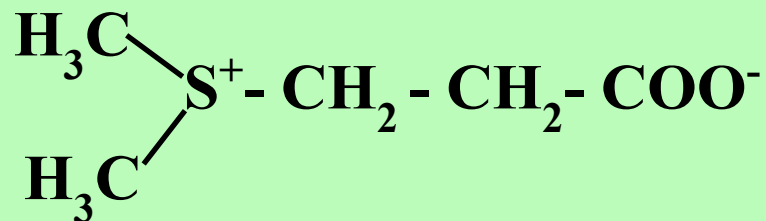
Путресцин



Спермидин



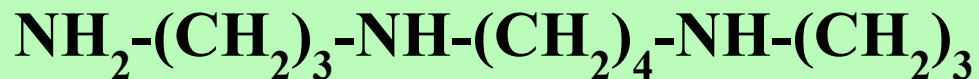
S-диметилсульфониопропионат



n = 1 – глицин-бетаин

n = 2 – аланин-бетаин

Спермин



Протекторная функция белков, индуцируемых водным дефицитом (E. Bray, 1993)

