
A large, spiky cactus, possibly a cholla, stands in a dry, rocky landscape. The ground is covered in small, dark stones and sparse, low-lying vegetation. In the background, there are rolling hills and mountains under a clear sky. The text is overlaid on the cactus.


**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**

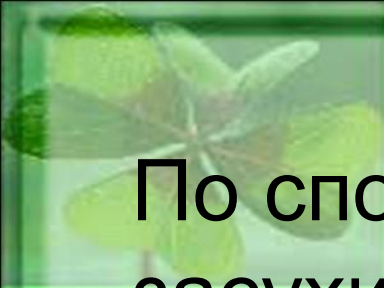


# ТИПЫ увядания

**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

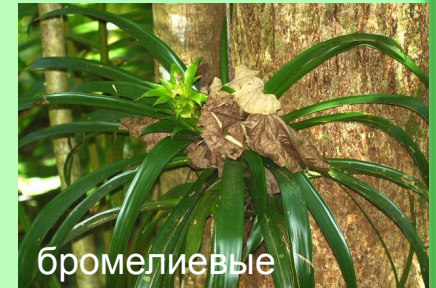
Суккуленты



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)**

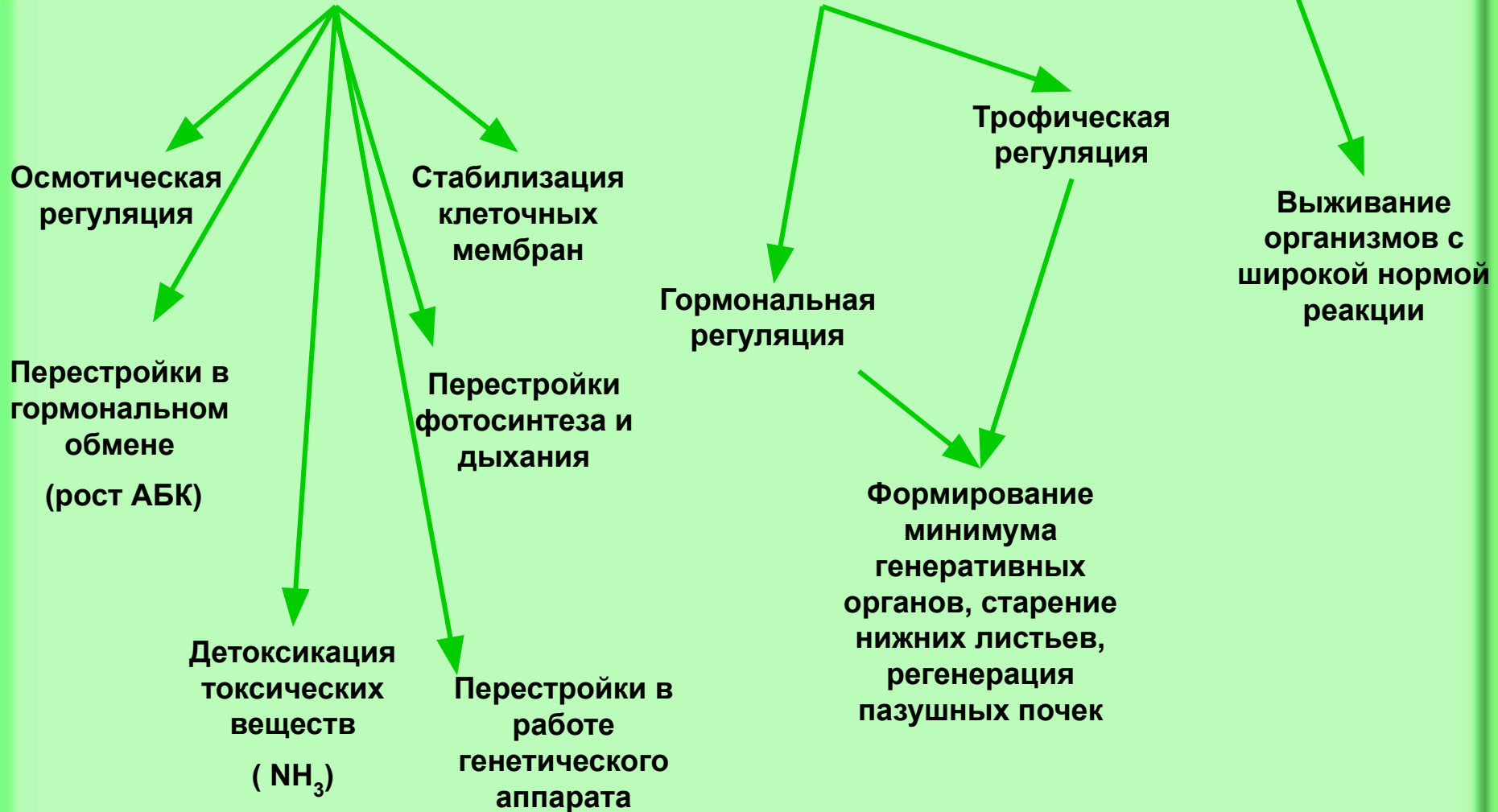
# Механизмы толерантности к засухе

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)

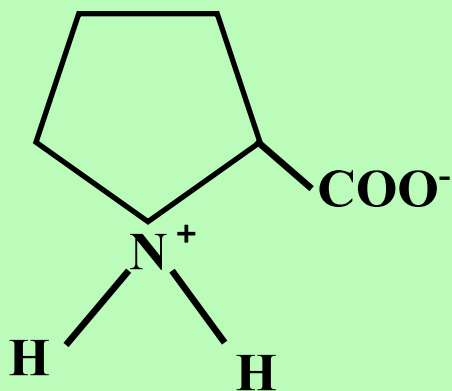
**Бетаины** – четвертичные соединения аммония

**Манитол, пинитол** – многоатомные спирты

**Спермидин, спермин** - полиамины

# ОСМОЛИТЫ

**ПРОЛИН**



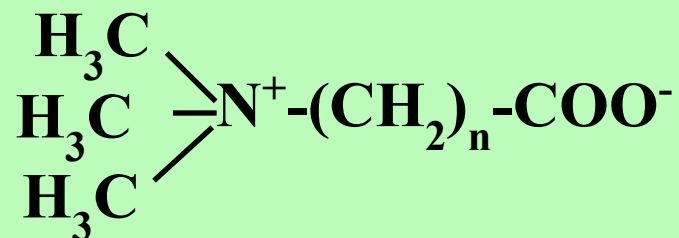
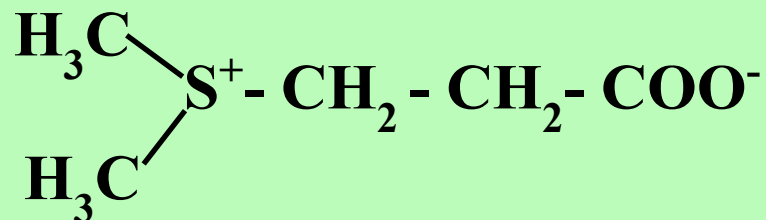
**Путресцин**



**Спермидин**



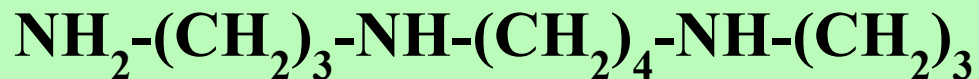
**S-диметилсульфониопропионат**



**n = 1** – глицин-бетаин

**n = 2** – аланин-бетаин

**Спермин**



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

