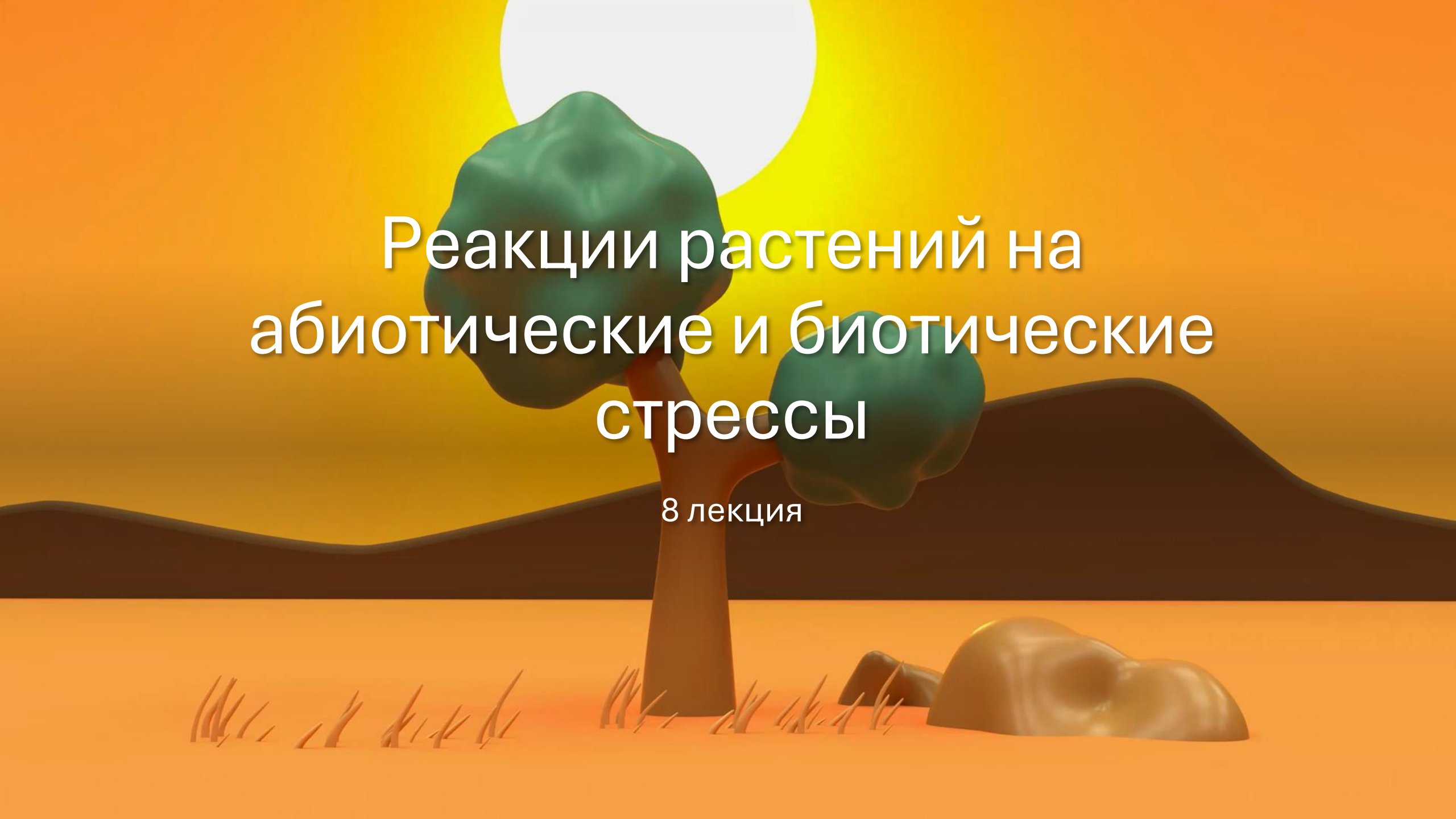


The background is a stylized illustration of a landscape. It features a large, dark green tree with a brown trunk in the center. Behind the tree is a large, bright yellow sun. The sky is a gradient of orange and yellow. In the foreground, there are rolling brown hills and some small, brown, spiky plants. The overall style is simple and illustrative.

Реакции растений на абиотические и биотические стрессы

8 лекция



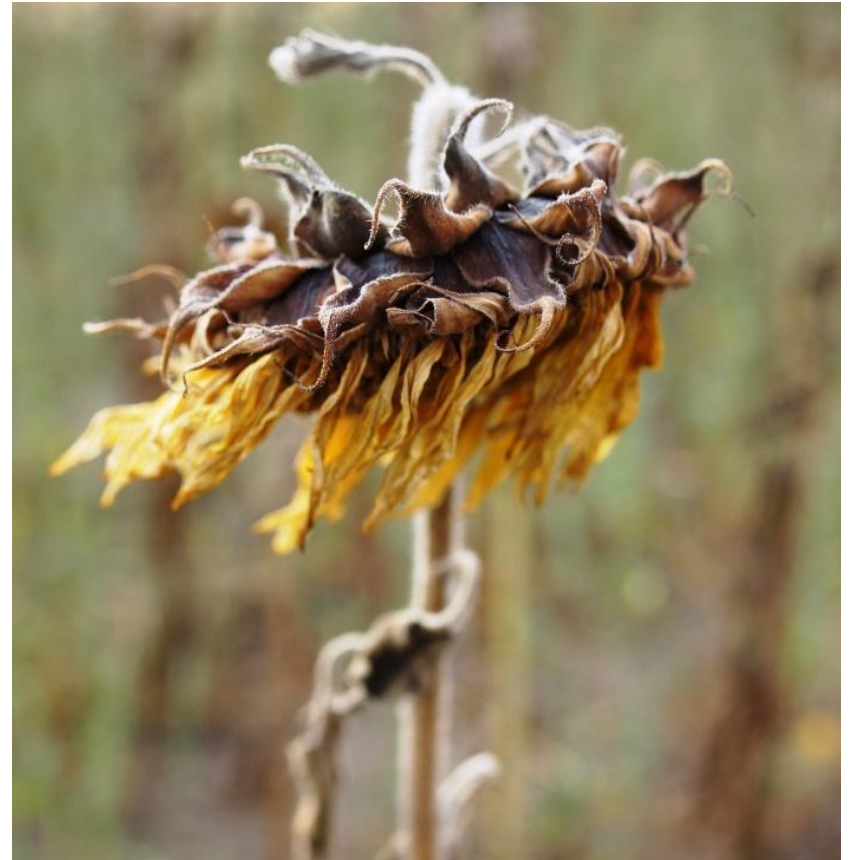
- Растения подвержены многочисленным стрессам, которые порой серьезно сказываются на их продуктивности. Например, снижение урожайности – вызывается именно стрессами.
- Гибель растений тоже вызывают стрессы. К таким неблагоприятным воздействиям можно отнести как низкие, так и высокие температуры, как недостаток влаги, так и засуху, а также влияние фитопатогенов, ультрафиолетовой радиации и пр. Даже применение пестицидов и других препаратов не обходится без стресса для организмов культурных растений.

Стрессы растений делятся на три вида:

абиотические

биотические

агротехнические





Абиотические или природные стрессы растений

- абиотический стресс - это стресс, вызванный факторами естественной среды, такими как экстремальные температуры, ветер, засуха и соленость почв.

-
- **Пример абиотического или природного стресса - пшеница под действием сильной засухи. Это самый распространенный абиотический стресс в Казахстане. На этом поле урожайность не будет большей, чем 2-2,5 т/га. Если ежегодно урожайность ограничивается недостатком влаги, то следует расховать все ресурсы (удобрения, пестициды) под планируемую урожайность, таким образом, чтоб была прибыль. Чтоб прибыль от урожая в 2,5 т/га, перекрывала все расходы на выращивание!**



Существует множество различных типов абиотических стрессоров, наиболее распространённые из них:

Холод

Жара

Ветер

Засуха

Град

Засоление почв

Кислотность почв

Щелочность почв, и т.д.

Биотические стрессы растений



- Биотический стресс - это стресс, который возникает в результате повреждения организма другими живыми организмами, такими как бактерии, вирусы, грибы, паразиты, полезные и вредные насекомые, сорняки, а также культурные или местные растения.

Вред, наносимый вредителями (огневка), как на этом растении

рапса, - это биотический стресс!

Вред, наносимый болезнями (ботритис или серая гниль клубники)



- Типы биотических стрессов, налагаемых на организм, зависят от климата, в котором он живет, а также от способности вида противостоять определенным стрессам.
- Биотический стресс остается широко определенным термином, и те, кто его изучает, сталкиваются со многими проблемами, такими как большая сложность контроля биотических стрессов в экспериментальном контексте по сравнению с абиотическим стрессом.

-
- Ущерб, причиненный различными живыми (биотическими) и неживыми (абиотическими) факторами, может казаться очень похожим. Даже при тщательном наблюдении точный диагноз может быть затруднен. Например, увядание листьев на клубнике, вызванное стрессом от засухи, может быть похоже на увядание листьев, вызванное серьезным сосудистым заболеванием, вызванным грибком, или увяданием, вызванным действием вредителей.





Агротехнические стрессы растений

- Многие приемы агротехники вызывают стрессы у растений. Например, внесение гербицида или завышение его нормы, или повсходовое боронование.
- Некоторые агроприемы способствуют усилению биотических и абиотических стрессов растений.

Совместное действие стрессовых факторов растений

Все стрессовые факторы действуют на растения и часто накладываются друг на друга, и усиливают действие друг друга, поэтому очень важно выделить тот фактор, который наносит наибольший вред.



Пример совместного действия абиотических и биотических стрессовых факторов - кукурузу побил градом (абиотический фактор). В ранки попала грибная инфекция и растения заболели (биотический фактор). В этом случае, если сразу после града провести опрыскивание фунгицидом, то можно предотвратить распространение болезни

Термин стресс (от англ. stress – напряжение) введен в научный лексикон в 1936 г. для описания реакции организма на любое сильное неблагоприятное воздействие.

Согласно учению о стрессах, ответные реакции на стрессовое воздействие у животных и человека имеют вид кривой, включающей три фазы («триада Селье») – тревоги, адаптации (резистентности) и истощения. В этот период формируется неспецифическая резистентность (адаптация), но при увеличении стрессового воздействия и истощении защитных сил организма наступает его гибель. Основы стрессовой теории были перенесены на физиологию растений, в результате чего в науке появилось новое направление – стресс-физиология растений. Для них фазы триады Селье были названы первичной индуктивной стрессовой реакцией, адаптацией и истощением ресурсов надежности.

- Способность защищаться от неблагоприятных условий внешней среды – неотъемлемое свойство любого живого организма. Ввиду относительной неподвижности и невозможности избежать неблагоприятных факторов, просто переместившись в другой ареал, растение вынуждено включать активные механизмы саморегуляции, в результате чего происходят глубокие изменения в обмене веществ без нарушения согласованности между отдельными функциями, что позволяет сохранять единство организма и среды (гомеостаз).

Фазы стресса

- Во время **первой фазы** реакции на стресс – первичной индуктивной стрессовой реакции – у растения увеличивается проницаемость мембран в результате изменения молекулярного состава их компонентов, что приводит к закислению цитоплазмы и, как следствие, к активации гидролаз и процессов распада полимеров. Синтез белка тормозится, в то время как синтез стрессовых белков активизируется. Дыхание и фотосинтез сначала усиливаются, а затем подавляются. Накапливаются продукты распада.

- Во время **второй фазы** реакции на стресс – адаптации – в растении усиливаются процессы синтеза. Происходит стабилизация проницаемости мембран. Растение формирует минимальное количество генеративных органов.

- В **третьей фазе** реакции на стресс – истощения – защитные возможности растения исчерпываются, клеточные структуры (хлоропласты и митохондрии) разрушаются и вызывают энергетическое истощение клетки, что приводит к физикохимическим изменениям цитоплазмы. Как правило, это необратимый процесс, ведущий к гибели растения.

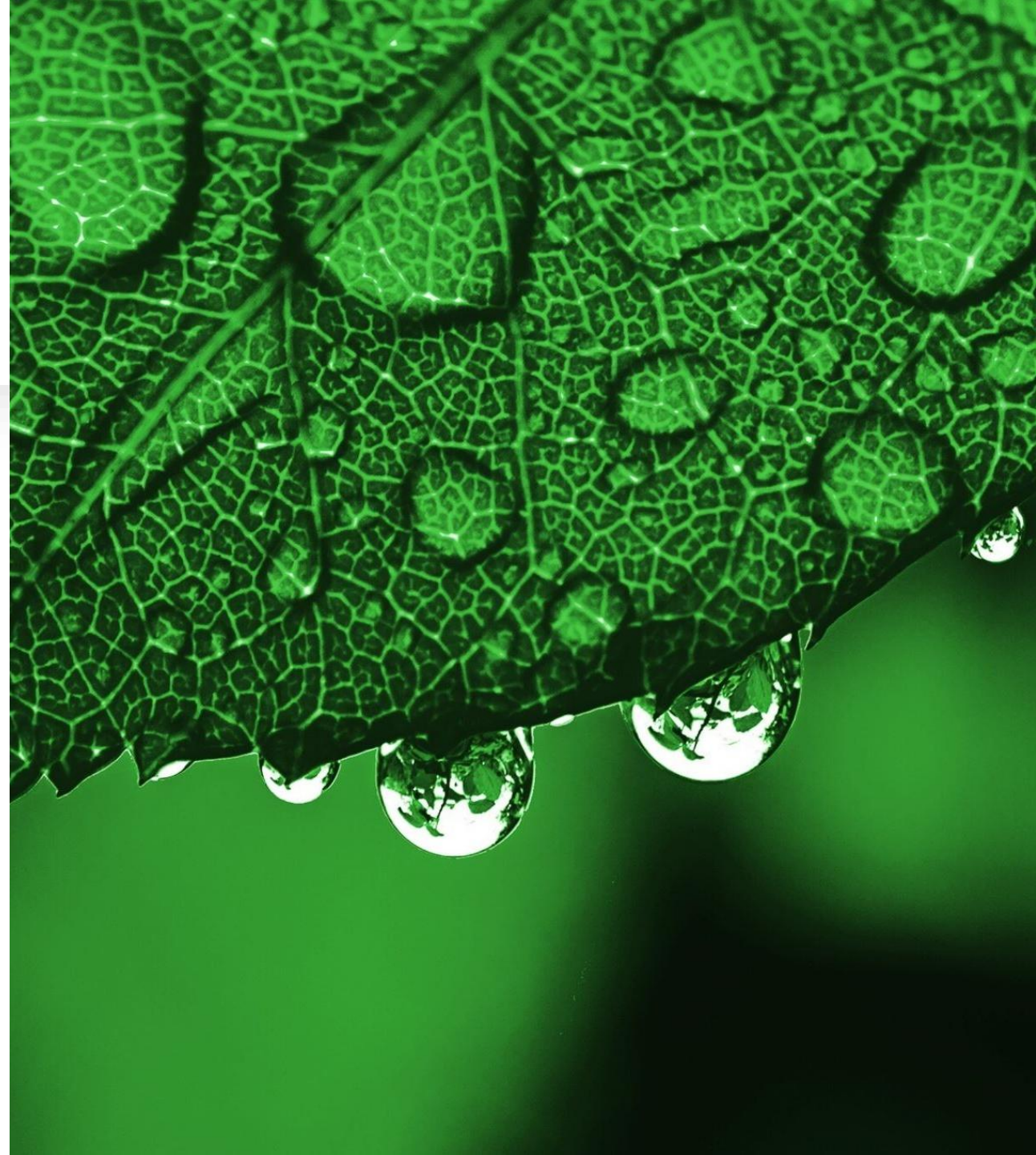


Третья фаза реакции на стресс - увядание растений и гибель урожая. В такой фазе изменения уже необратимы, полив или внесение удобрений уже не исправит ситуацию

-

Устойчивость - это способность растения выдерживать неблагоприятный внешний фактор

1. Механизмы устойчивости заложены генетически (ДНК) и вырабатывались в ходе эволюции.
 2. Неблагоприятный фактор вызывает состояние стресса (отклонение от нормы).
- **Максимальная устойчивость** - в состоянии покоя, а **минимальная** – у молодых проростков и в период цветения.



ВИДЫ УСТОЙЧИВОСТИ

Виды устойчивости определяются экологическим фактором (стрессором).

1. Температурный фактор:

- Жароустойчивость (более $+ 40^{\circ}\text{C}$)
- Холодоустойчивость ($0 \dots + 5^{\circ}\text{C}$)
- Морозоустойчивость (ниже 0°C)
- Зимостойкость (комплекс зимних факторов)

2. Водный фактор

- Засухоустойчивость (недостаток воды)
- Устойчивость к затоплению (избыток)

3. Солеустойчивость (избыток солей в почве)

4. Газоустойчивость (избыток газов в атмосфере, например, города)

5. Радиоустойчивость (радиация)

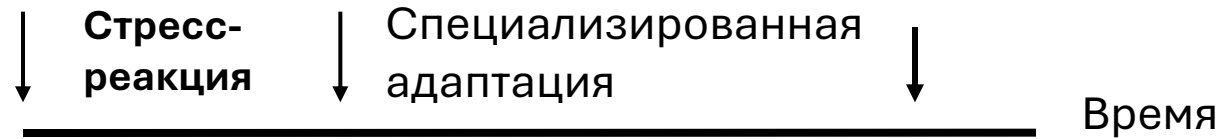
Устойчивость растений к внешним факторам среды

- **Адаптация и акклимация** – процесс приспособления организма к изменившимся условиям среды.
- Адаптация – эволюционно, акклимация – под действием стрессоров, у неприспособленных..
- **Устойчивость** – способность организма выживать и давать потомство в изменившихся условиях. Конечный результат адаптации и акклимации
- В настоящее время принято различать акклимацию и адаптацию
- сколько организм имеет времени для адаптации:
 - Генетические, или эволюционные адаптации (тысячелетия)
 - Онтогенетические адаптации (акклимации) - в течение онтогенеза организма
 - Срочные акклимации (адаптации) (часы)
- **Уровни:**
 - организменный (например, переключение C_3 – CAM)
 - тканевой и органной (например, уход в почву корня женьшеня)
 - клеточный (например, синтез шаперонов, осмолитов, БТШ)



*Адаптивный
ответ
конститутивно-
устойчивых и
неустойчивых
растений*

Срочные адаптации (акклимации) – стресс-реакции



Стресс-реакция: минуты – часы. Назначение – обеспечить выживание при стрессе.

Стресс – *состояние*, стрессор – *фактор*, вызывающий стресс.

Специализированная адаптация (акклимация): длительно. Назначение – нормальное функционирование в изменившихся условиях.

Механизмы стресс-реакции:

- отключение процессов, не имеющих жизненно-важных функций (например, нитратредуктазы – причем, на всех уровнях)
- «быстрая» энергетика (например, работа альтернативной оксидазы)
- синтез протекторных соединений – *высокомолекулярных* (БТШ, других стрессовых белков – осмтин-подобных, низкотемпературных),

Биологические функции индивидуальных БТШ

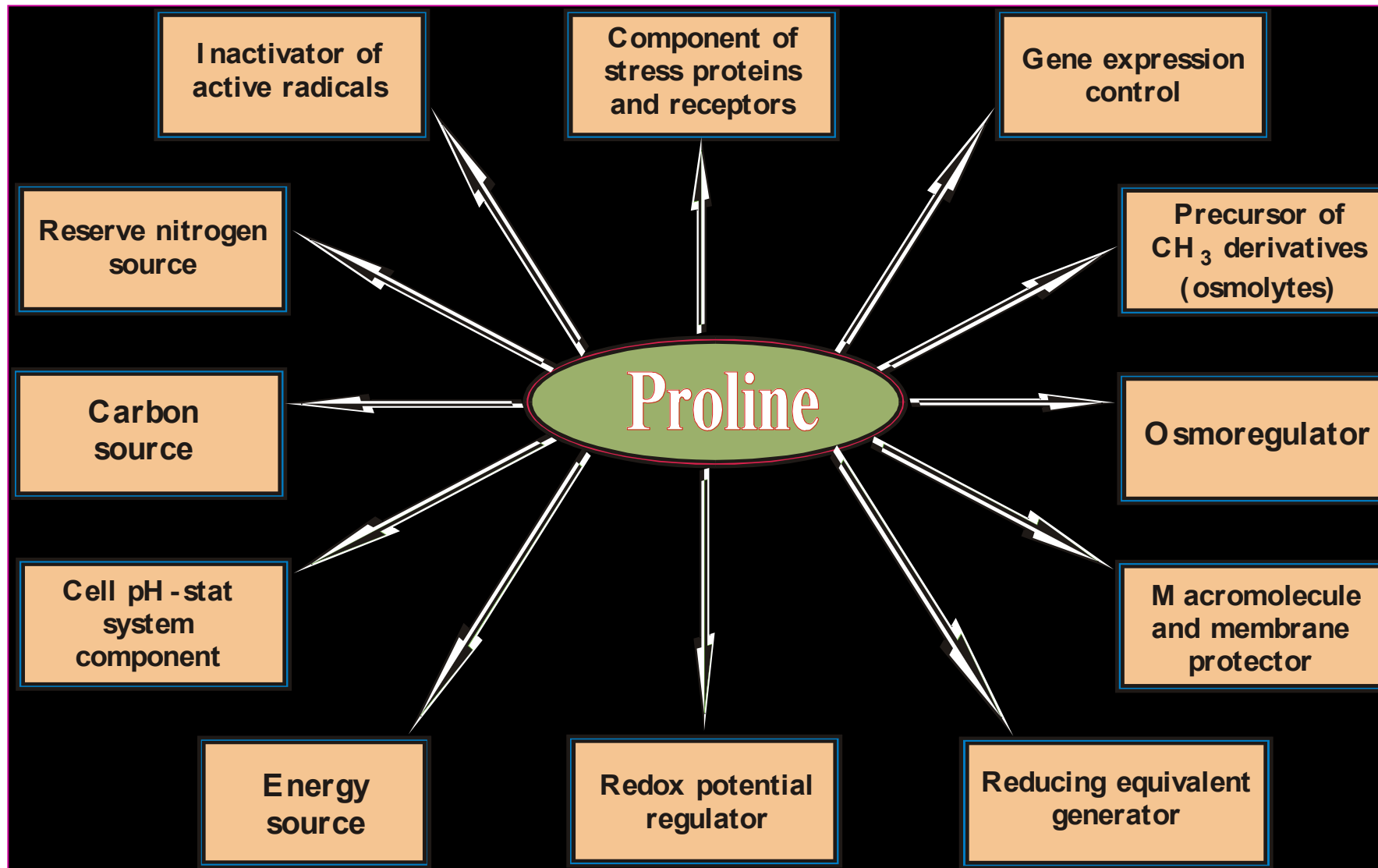
- **ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ БТШ**

- БТШ 90 – защищает места связывания рецепторов, главным образом гормонов
- БТШ 70 – а) распад неправильно собранных белков
- б) защита и обеспечение транспорта макромолекул через мембраны
- БТШ 60 - обеспечение правильной сборки макромолекул

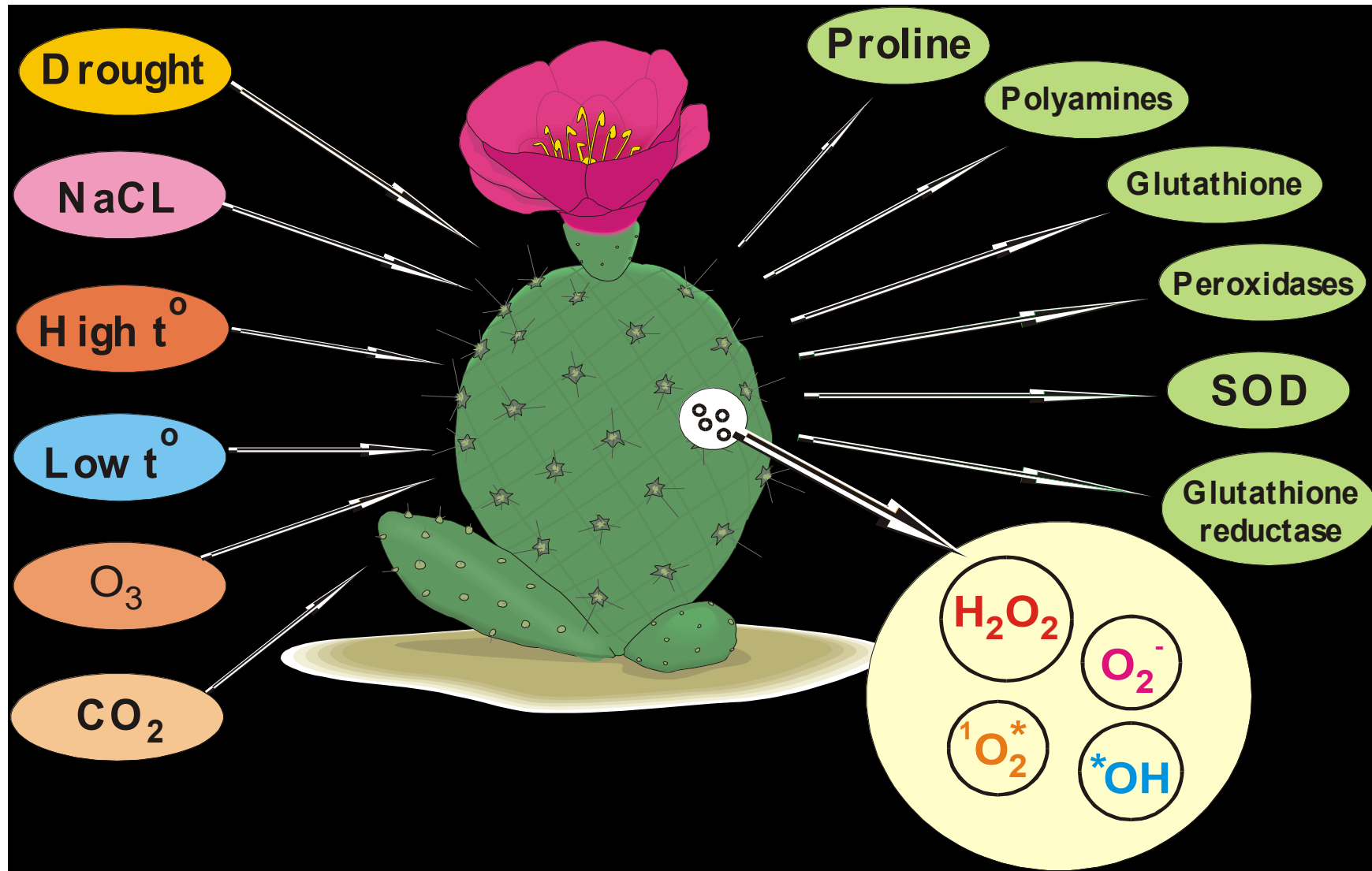
- **НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ БТШ**

- БТШ 20 – обеспечивает работу макромолекул при стрессе. Входит в гранулы теплового шока (например, БТШ 17 + БТШ 70
- – защита нетранслируемых РНК от РНК-аз)
- БТШ 8.5 – убиквитины. Консервативные белки 75 -76 а-к, служат
- в качестве «метки» для белков, обреченных на смерть

Пролин – мультифункциональная протекторная молекула



Антиоксиданты и антиоксидативные ферменты при стрессе



- <https://app.jove.com/embed/player?id=11118&access=7c00e28b3a&t=1&s=1&fpv=1>
- <https://app.jove.com/embed/player?id=11119&access=b7a0eef310&t=1&s=1&fpv=1>