

***Устойчивость растений к
действию вредных веществ
атмосферы***

Действие на растения радиации

- Под **радиацией** в широком смысле этого слова понимают радиоактивное излучение. Основными видами радиации является солнечная радиация и проникающая радиация.

Типы ионизирующих излучений

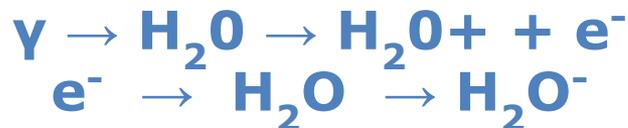
- **альфа (α)**-поток положительно заряженных частиц (атомов гелия), движущихся со скоростью около 20000 км/с
- **бета (β)**-поток отрицательно заряженных частиц (электронов), движущихся со скоростью света
- **гамма (γ)**-излучение – коротковолновое магнитное излучение, близкое по свойствам к рентгеновскому. Распространяется со скоростью света, в магнитном поле не отклоняется, характеризуется высокой энергией – от нескольких тысяч до нескольких миллионов электрон-вольт
- **рентгеновское излучение**, как и γ -излучение, не имеет массы и электрического заряда. γ -лучи испускаются ядром, обычно в комбинации с α - или β -эмиссией, в то время как рентгеновские лучи исходят от электронной оболочки. γ - и рентгеновские лучи имеют короткие длины волн и высокую проникающую способность

Прямое повреждающее действие радиации на растения

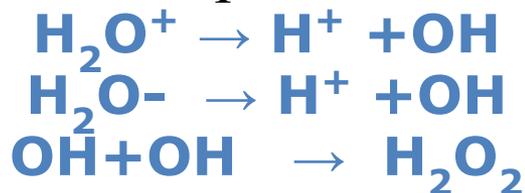
- ✓ **Состоит в радиационно-химических превращениях молекул в месте поглощения энергии излучения**
- ✓ **Поражающее действие связано с ионизацией молекулы**
- ✓ **Для клетки наиболее опасно нарушение облучением уникальной структуры ДНК**
- ✓ **Происходят разрывы связей сахар-фосфат, дезаминирование азотистых оснований, образование димеров пиримидиновых оснований и т.д.**

Непрямое повреждающее действие радиации на растения

Состоит в повреждениях молекул, мембран, органоидов, клеток, вызываемых продуктами радиолиза воды. Заряженная частица излучения, взаимодействуя с молекулой воды, вызывает ее ионизацию:



Ионы воды за время жизни 10^{-15} – 10^{-1} с способны образовывать химически активные свободные радикалы и пероксиды:



В присутствии растворенного в воде кислорода возникает также мощный окислитель HO_2 и новые пероксиды

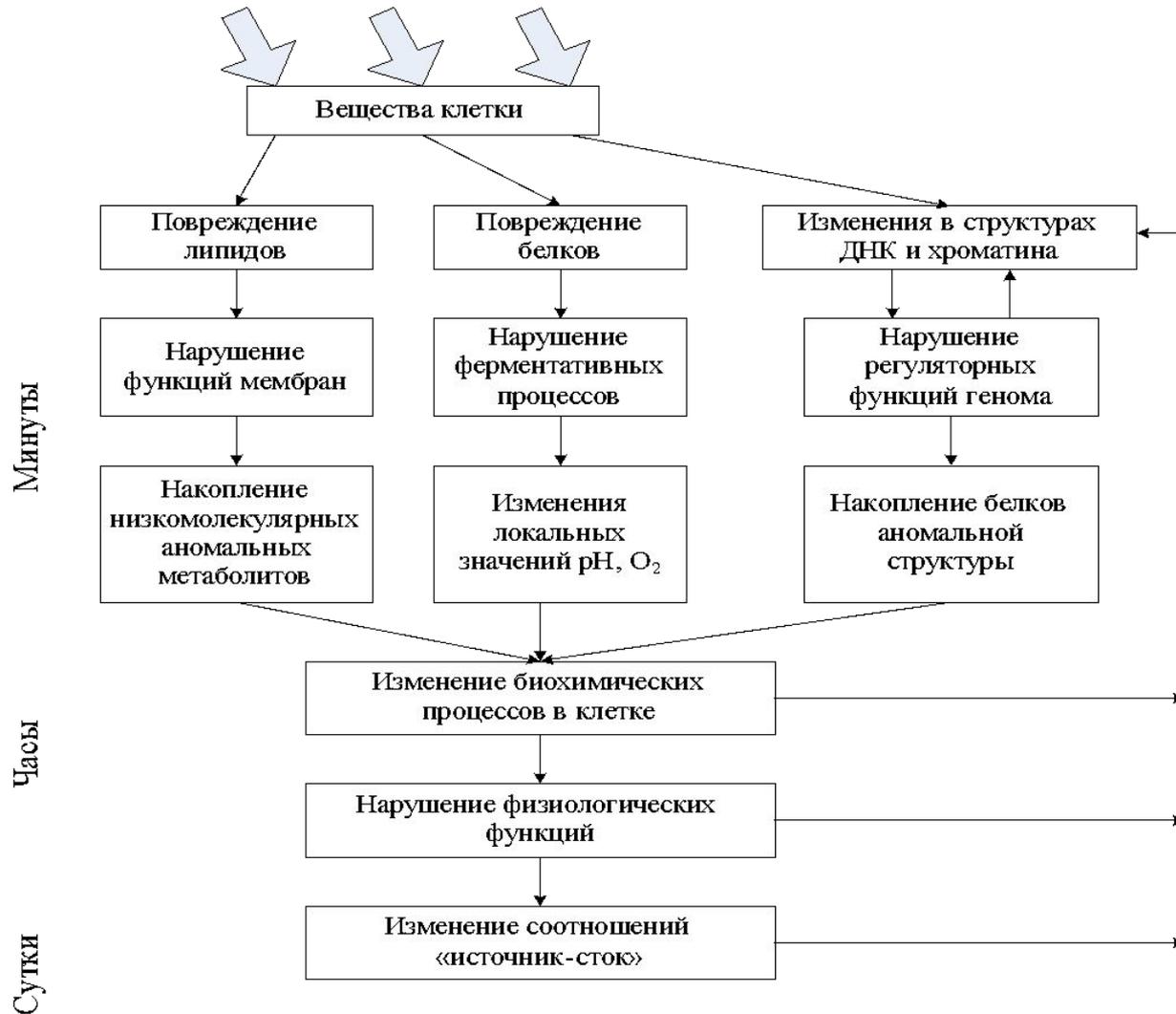


Эти сильные окислители за время жизни 10^{-6} – 10^{-5} с могут повредить многие биологические важные молекулы, что также способствует лучевому поражению молекул и структур клетки

Природный радиационный фон участвует

- в снятии покоя семян
- в увеличении прорастаемости неполноценных семян
- в делении растительных клеток и тем самым в росте и развитии проростков, их лучшем укоренении
- в ускорении синтеза как основных макромолекул растения, так и продуктов вторичного синтеза (хлорофилла, каротиноидов, антоцианов и др.)
- особое значение имеет для тенелюбивых растений, растений Севера, в условиях сокращенного светового дня

Основные этапы радиационного повреждения клетки (по Кузину, 1981)



Клеточные механизмы устойчивости растений к действию радиации

Радиопротекторы гасят свободные радикалы, возникающие при облучении, создают локальный недостаток кислорода или блокируют реакции с участием продуктов – производных радиационно-химических процессов

Функцию радиопротекторов выполняют:

- SH-соединения (глутатион, цистеин и др.)
- восстановители (аскорбиновая кислота; ионы металлов и элементы питания)
- Ферменты (каталаза, пероксидаза, полифенолоксидаза, NAD)
- ингибиторы метаболизма (фенолы, хиноны); активаторы (ИУК, ГК) и ингибиторы роста (АБК и др.)

Меры профилактики радиоактивного загрязнения окружающей среды

- охрана атмосферного слоя Земли как природного экрана, предохраняющего от губительного космического воздействия радиоактивных частиц
- соблюдение техники безопасности при добыче, использовании и хранении радиоактивных элементов, применяемых человеком в процессе его жизнедеятельности

Пути уменьшения поступления радионуклидов в продовольственное сырье

- проведение организационно-хозяйственных и технологических мероприятий
- изменение структуры посевных площадей
- мелиорация загрязненных земель, направленной на локализацию процессов миграции радиоактивных веществ
- внесение повышенных доз удобрений и извести

Действие вредных веществ на растения

- Вредные вещества, негативно действующие на растения, принято называть термином «Ксенобиотики»
- **Ксенобиотики** (от греч. xenos – чужой и bios – жизнь) – это чужеродные для организмов соединения (промышленные загрязнения, пестициды, тяжелые металлы, органические загрязнители, газы и т.д.), не входящие в естественный биологический круговорот.. Это одни из наиболее опасных токсических веществ.

Пестициды

- (от лат. "*pestis*" — зараза и "*caedo*" — убиваю), химические средства, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорняками, вредителями зерна и зернопродуктов, древесины, изделий из хлопка, шерсти, кожи, с эктопаразитами домашних животных, а также с переносчиками опасных заболеваний человека и животных
- В группу пестицидов включают также дефолианты и десиканты, облегчающие механизированную уборку урожая некоторых культур, регуляторы роста растений (ауксины, гиббереллины, ретарданты), добавки к краскам против обрастания морских судов

Газоустойчивость – это способность растений противостоять действию газов, сохраняя нормальный рост и развитие

- Вредное **прямое** воздействие газов на растения проявляется непосредственно на листовом аппарате. Ведет к ухудшению роста, ускорению старения, отмиранию отдельных органов, снижению урожая и его качества
- **Косвенное** влияние газов на микрофлору, почвенный поглощающий комплекс, корни растений осуществляется через почву

Выделяют устойчивость

пассивную, т.е. уход от воздействия с помощью, например, анатомо-морфологических приспособлений

активную – физиологическую способность мириться с поглощением газа или обезвреживать его

Биологическая

(Фаза развития
Возраст
Видовая
принадлежность
Эколого-
географическое
происхождение
Пластичность)



Физиолого- биохимическая

(Регулирование
поглощения газов
Детоксикация
ядовитых веществ
Поддержание
буферных свойств,
ионного баланса
цитоплазмы)

Анатомо-морфологическая

(Мощная кутикула
Восковые покровы
Опушение
Ксероморфность и др.)

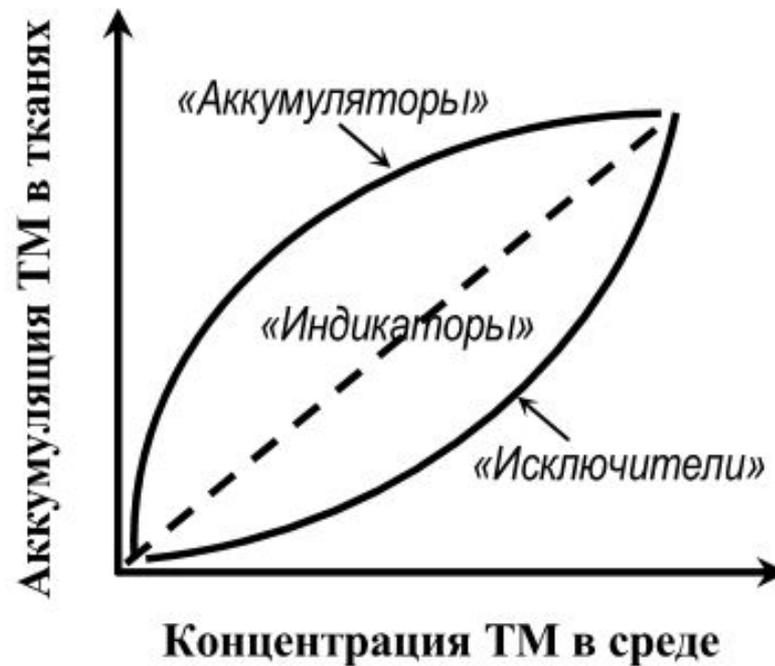
Влияние тяжелых металлов на растения и механизмы защиты

- К ТМ (тяжелым металлам) условно относят химические элементы с атомной массой свыше 50, обладающие свойствами металлов и металлоидов
- По классификации Реймерса, тяжелыми следует считать следующие металлы: **Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg**. В ряде работ к ним добавляют **Pt, Ag, W, Fe, Au, Mn**
- Не все ТМ представляют одинаковую опасность для растений: наиболее ядовитыми для высших растений являются **Hg, Cu, Ni, Pb, Co, Cd, Ag, Be и Sn**.

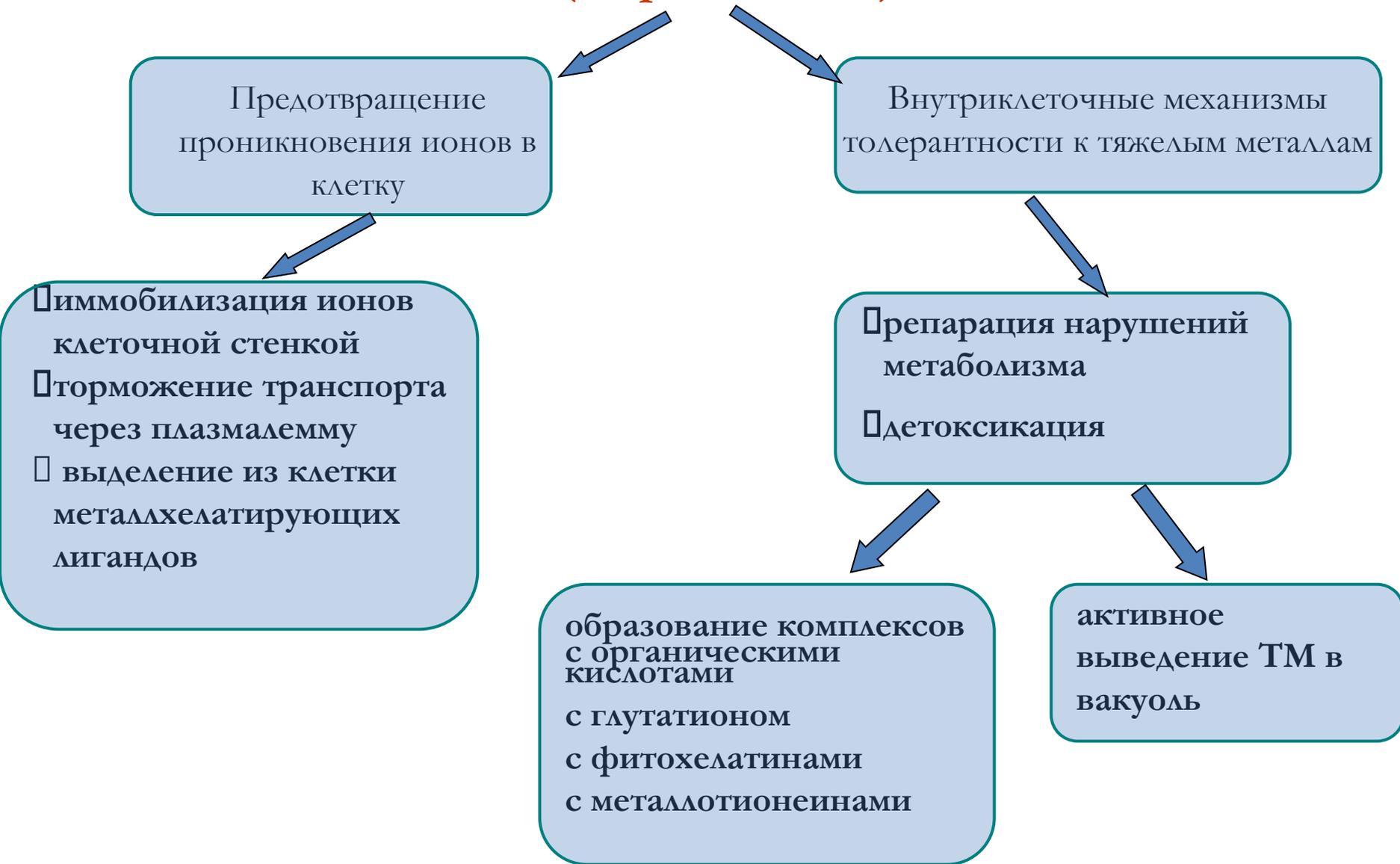
Растения по способности к аккумуляции ТМ подразделяют:

- **Индикаторы** - виды, аккумулирующие элемент прямо пропорционально его содержанию в среде
- **Аккумуляторы** - растения, накапливающие элемент даже при низком его количестве
- **Исключители** - растения, которые не реагируют повышением содержания элемента в тканях даже при его избытке в среде

Три различных «стратегии» поглощения ТМ у высших растений (по Prasad, 1999)



Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам (Чиркова, 2002)



Вещества, борющиеся с ТМ в клетке

- Вещества, способные связывать ТМ в клетке называют **Металлотioneины (МТ)**
- *Первый класс (MT1)* – металлсвязывающие белки позвоночных.
- *Второй класс (MT2)* – полипептиды, сходные по строению с МТ1, но не имеющие столь консервативного положения остатков цистеина. Они распространены у беспозвоночных животных, высших растений, грибов, цианобактерий и некоторых других прокариот, морских водорослей и дрожжей
- *Третий класс (MT3)*– *фитохелатины* – это простые γ -глутамил пептиды, содержащие глутамат, цистеин, глицин

Образование фитохелатинов наблюдали в присутствии:

Zn, Pb (1 мМ)

Cd, Ni, Sn, SeO₃, Bi (100 мкМ)

Ag, Cu, Au (50 мкМ)

AsO₄ (20 мкМ)

Sb, Te (10 мкМ)

Al, Ca, Co, Cr, Cs, K, Mg, Na и V – не вызывают
синтез фитохелатинов

*Наибольшим сродством фитохелатины
обладают к кадмию, что определяет их важную
роль в его детоксикации.*