



Гормоны растений

Лабунская Елена,
Старший преподаватель
каф. физиологии растений биологического
факультета МГУ



Растительные гормоны:

Низкомолекулярные вещества

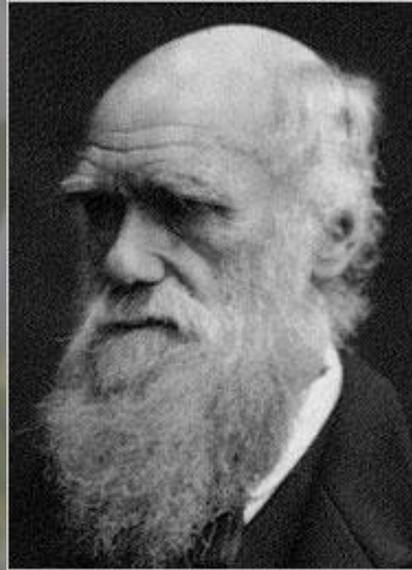
Запускают программные эффекты – устойчивость к стрессу, рост, созревание и старение.

Один гормон может синтезироваться в различных тканях и органах, нет специальных желез для синтеза гормонов

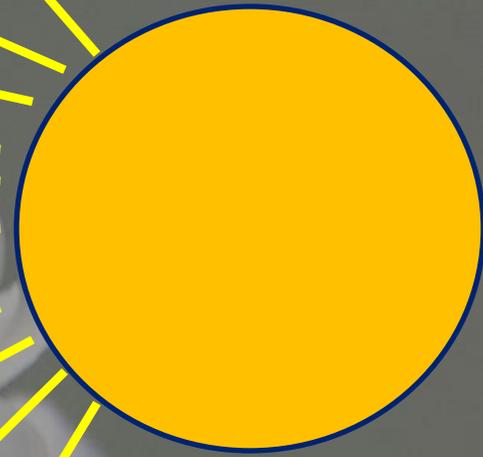
Ауксин – центральный ростовой гормон растений



Чарльз Дарвин с сестрой Катериной, держит в руках растение из семейства Спаржевых Лахеналию.

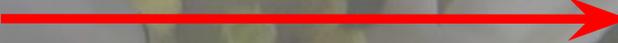


Фрэнсис (Фрэнк) Дарвин, сын Чарльза Дарвина



Какова природа сигнала?

- Химическая ?
- Электрическая?
- Светооптическая?

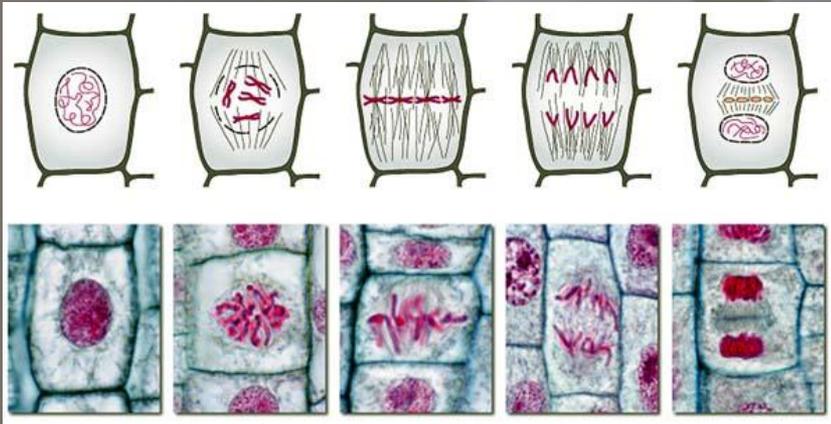


Ауксин – от
греч. аухо-
«рост»

Как растет побег в сторону света?

?

?

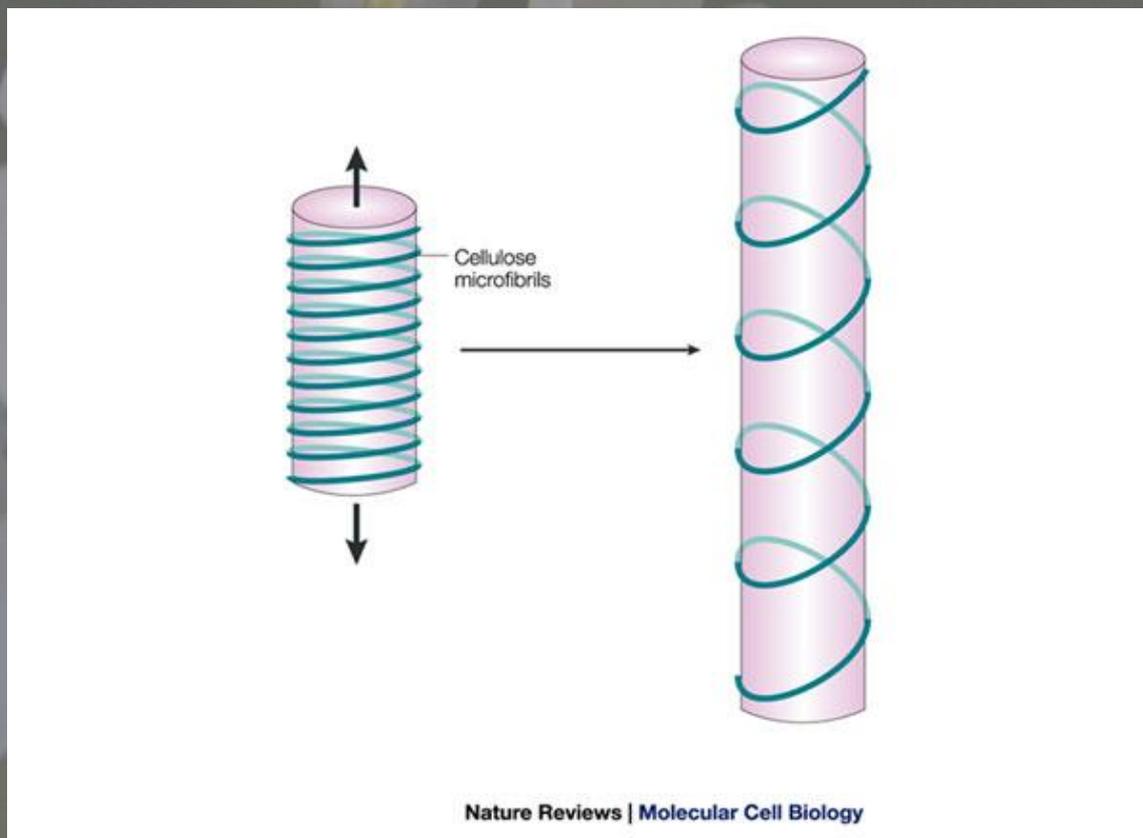
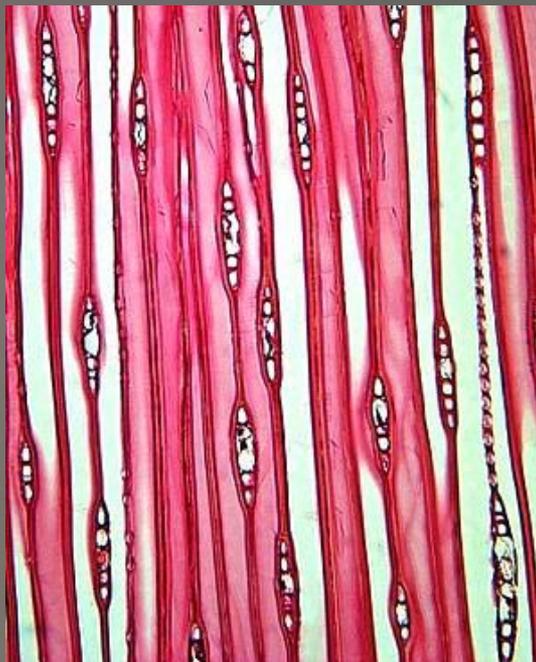


Путем делений клеток

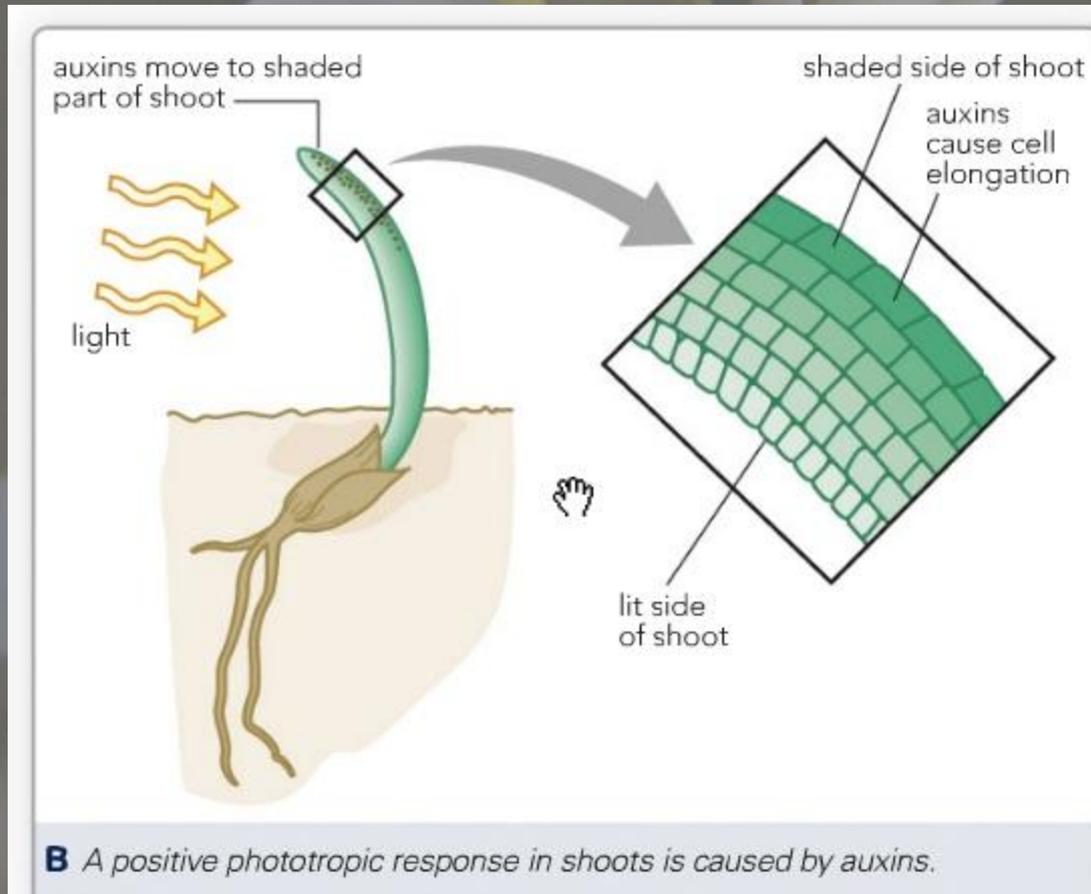


Путем растяжений клеток

Ауксин вызывает растяжение клеток

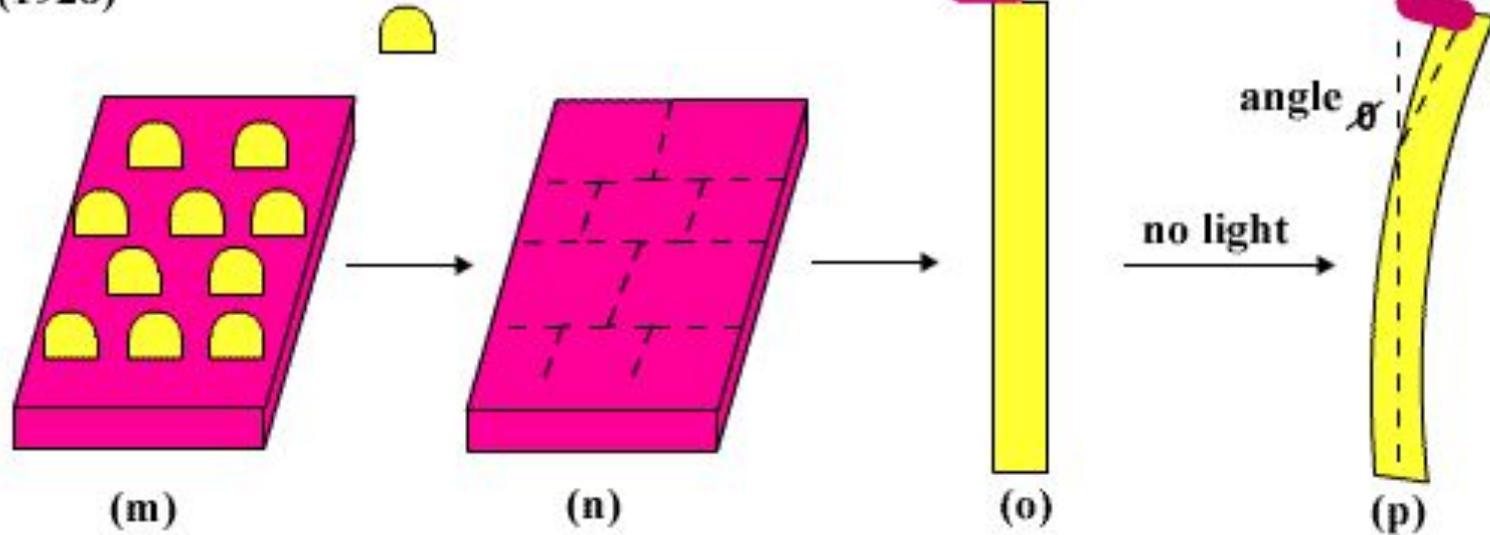


Растяжение происходит на затененной стороне



Опыт Вента и Холодного

Went (1928)



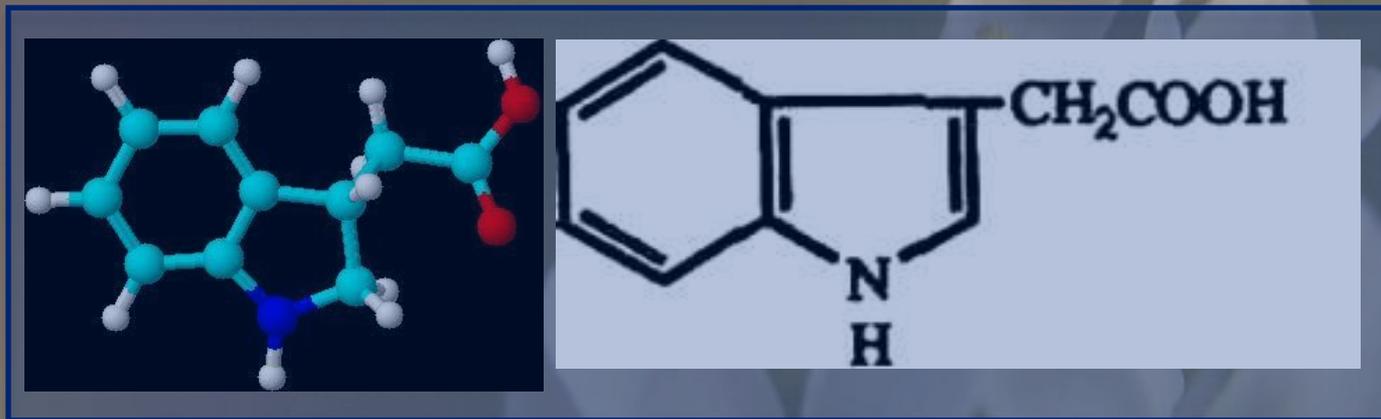
Coleoptile tips placed
on a block of agar

Tips discarded and
block carved up

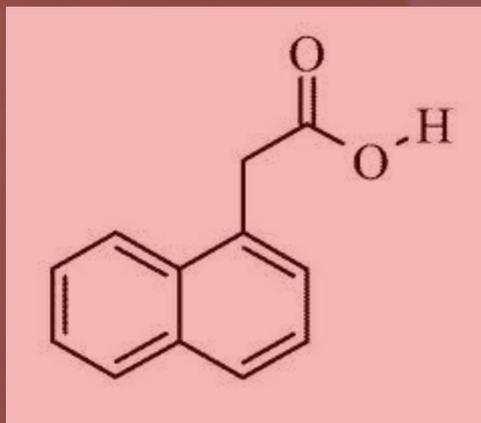
Block placed
on one side of tip

Measured angle
of curved growth

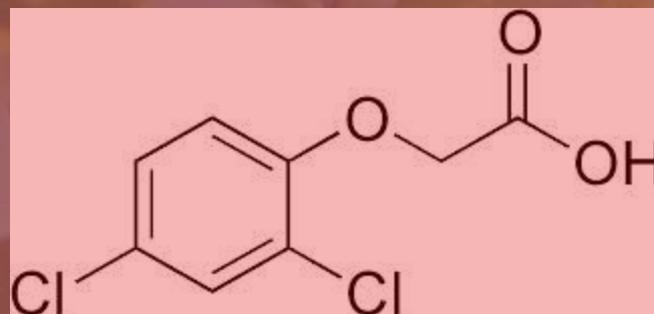
Химическая природа ауксинов



Индолил-3-уксусная кислота

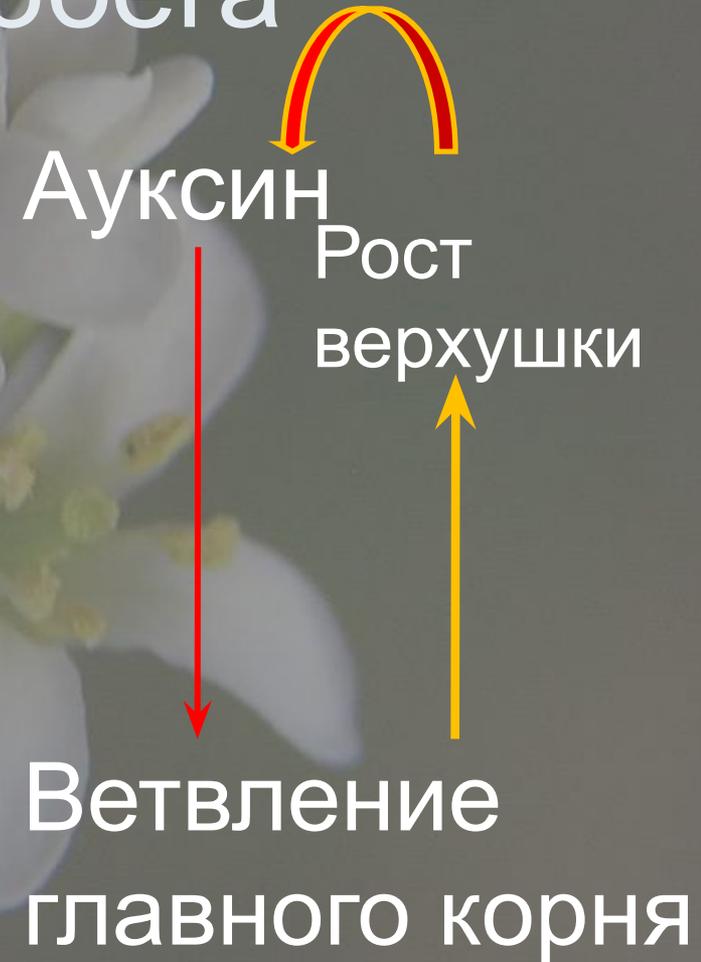
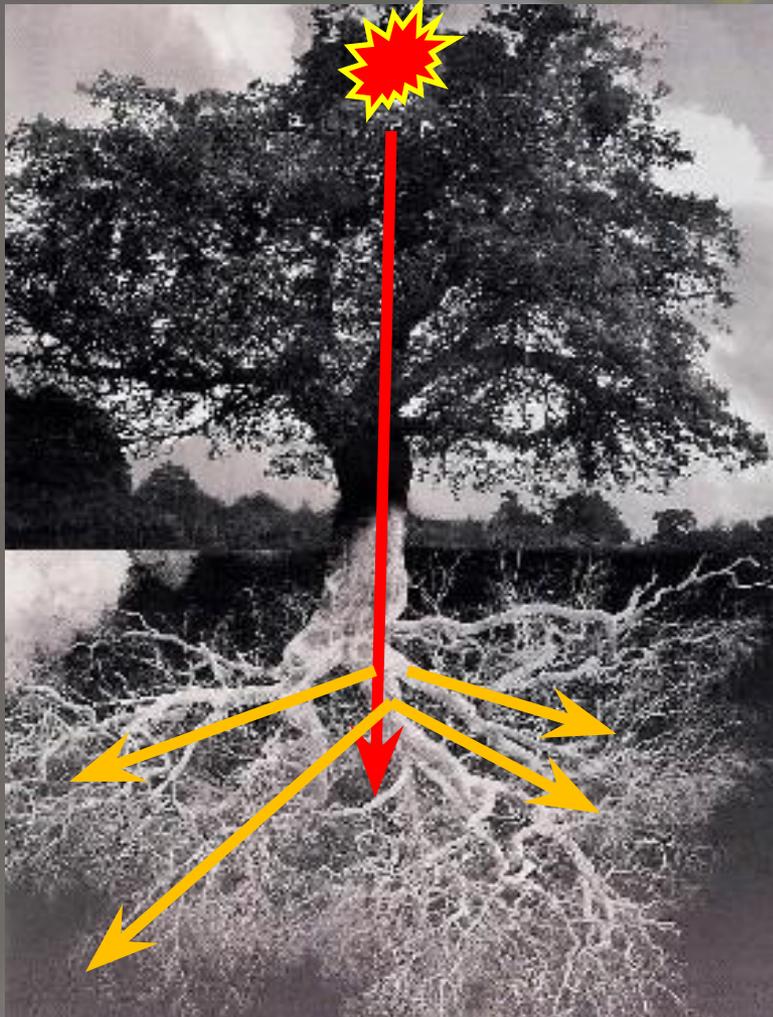


Нафтилуксусная кислота

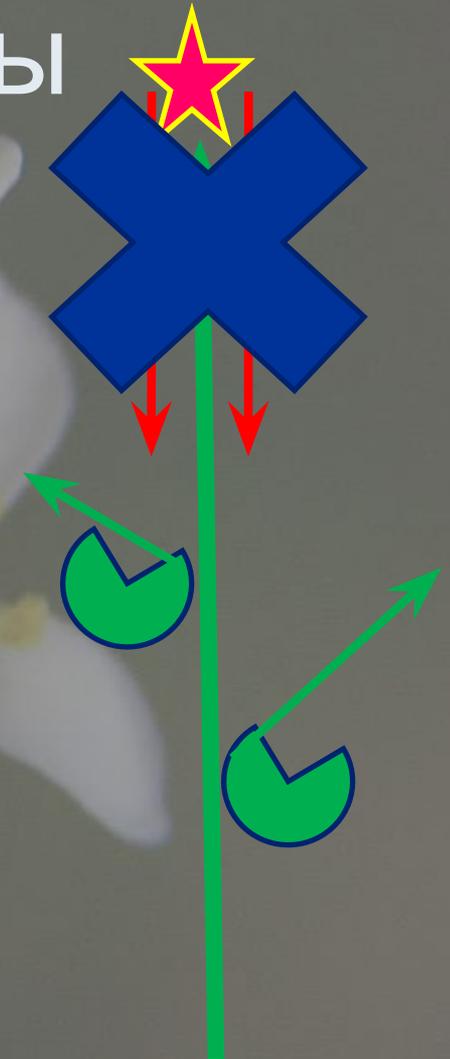


2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота)

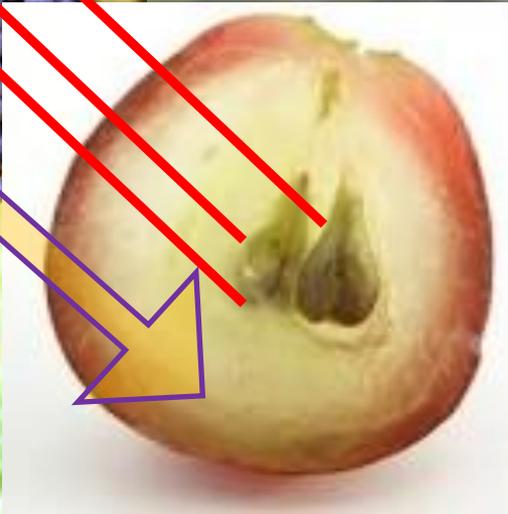
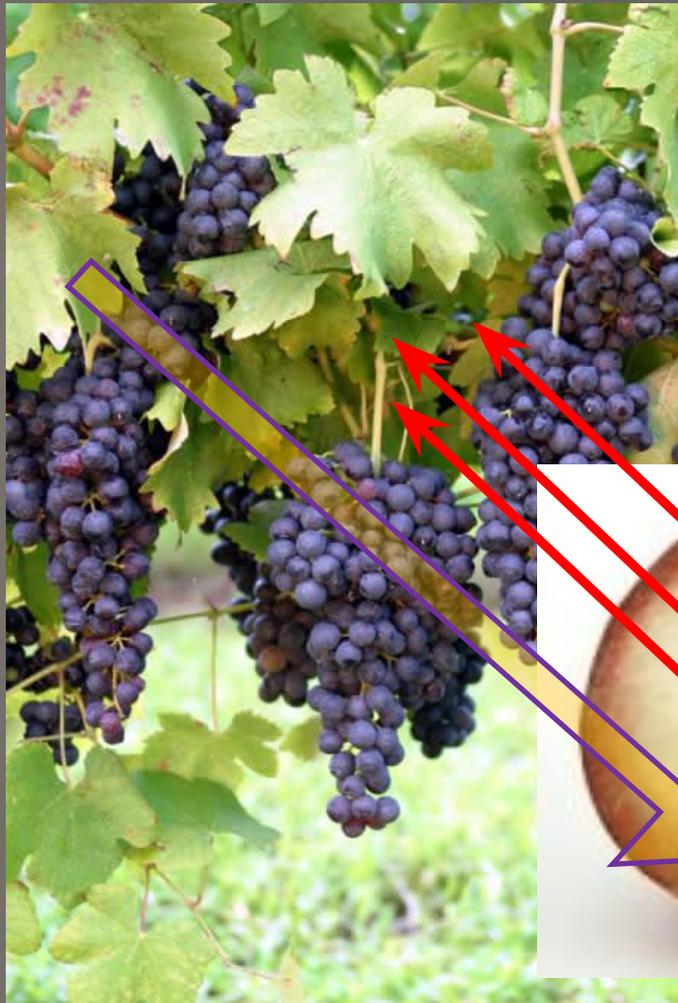
Ауксин – сигнал благополучия от верхушки побега



Ауксин контролирует архитектуру кроны

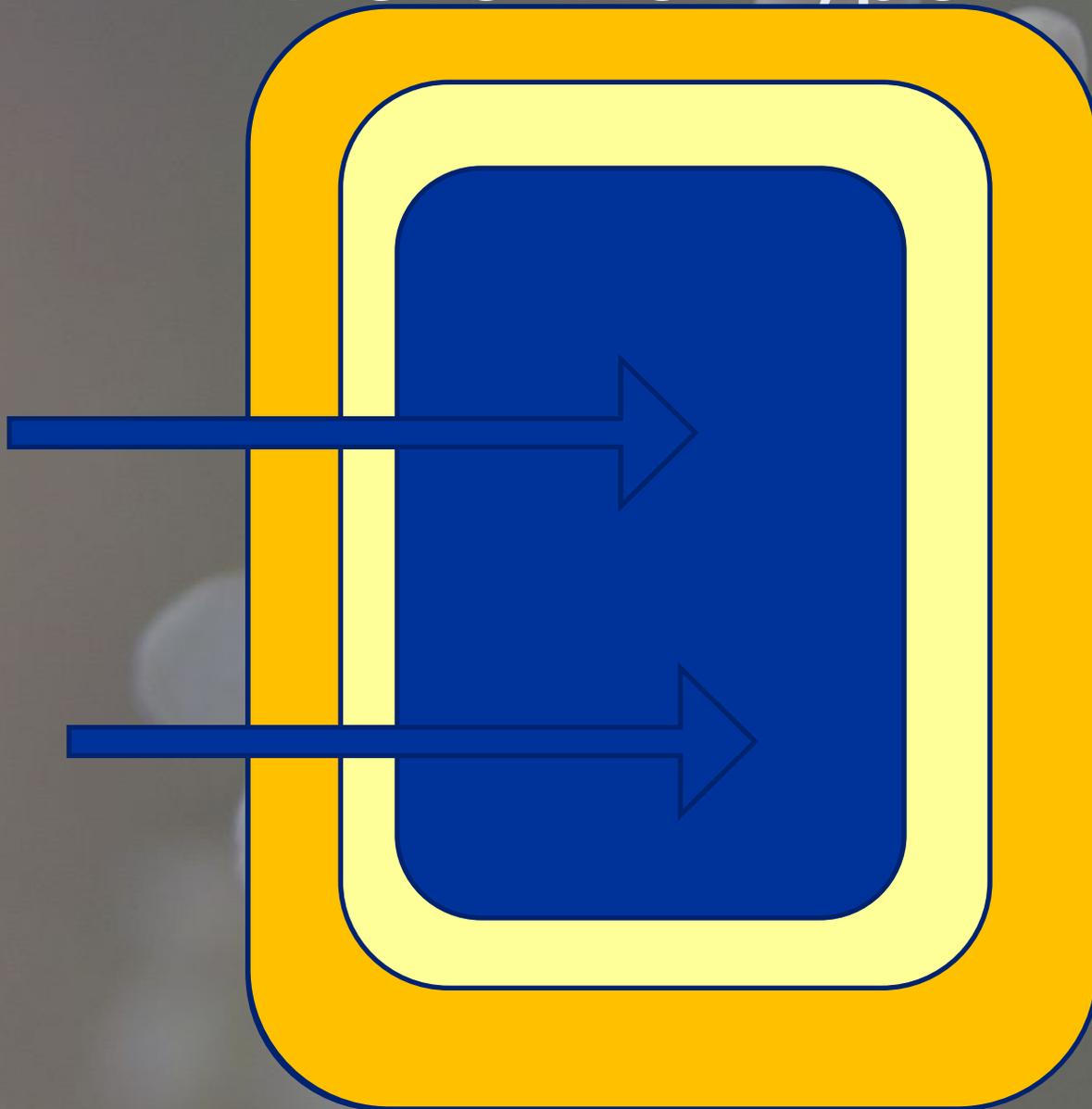


Ауксин привлекает питательные вещества

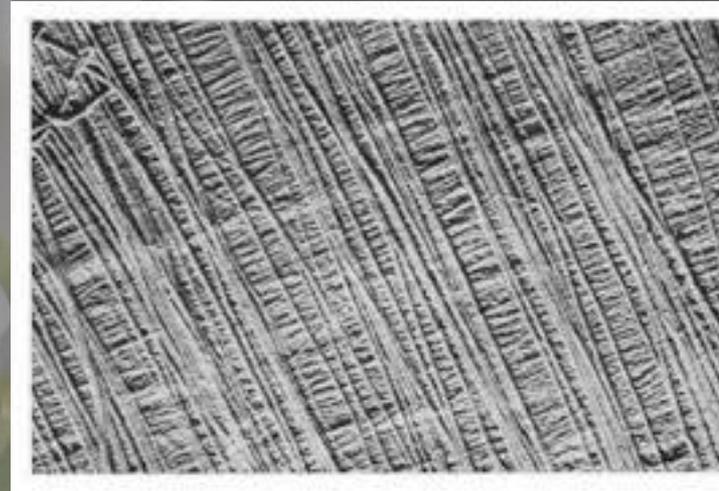
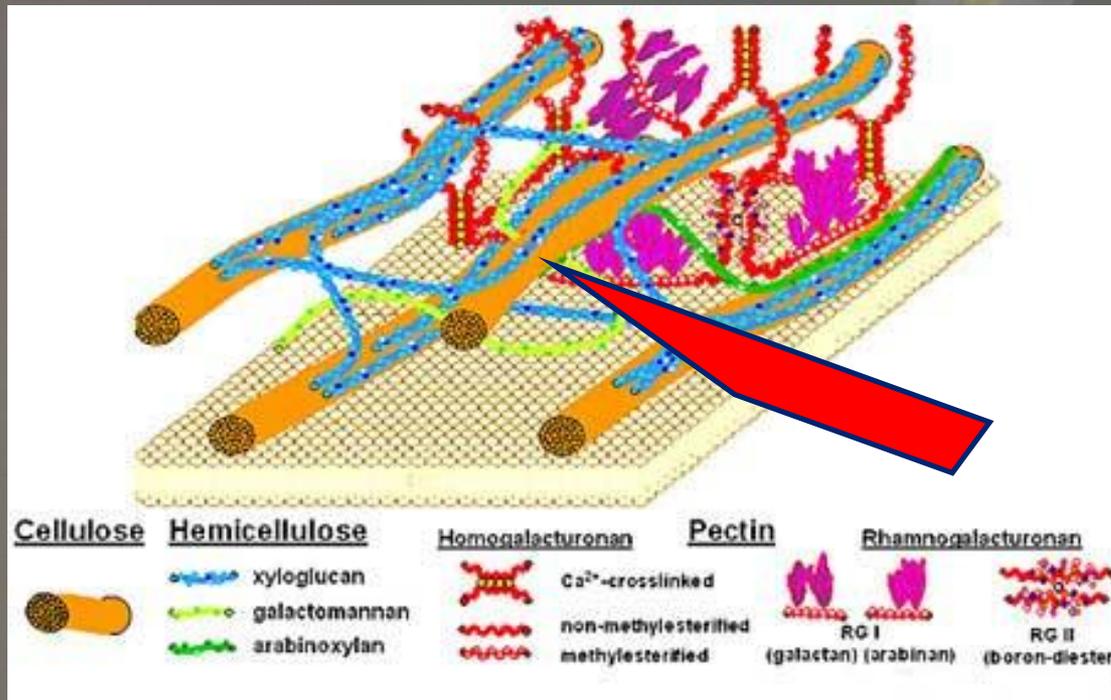


Обработка ауксином дает
бессемянные плоды

Как работает ауксин на клеточном уровне?

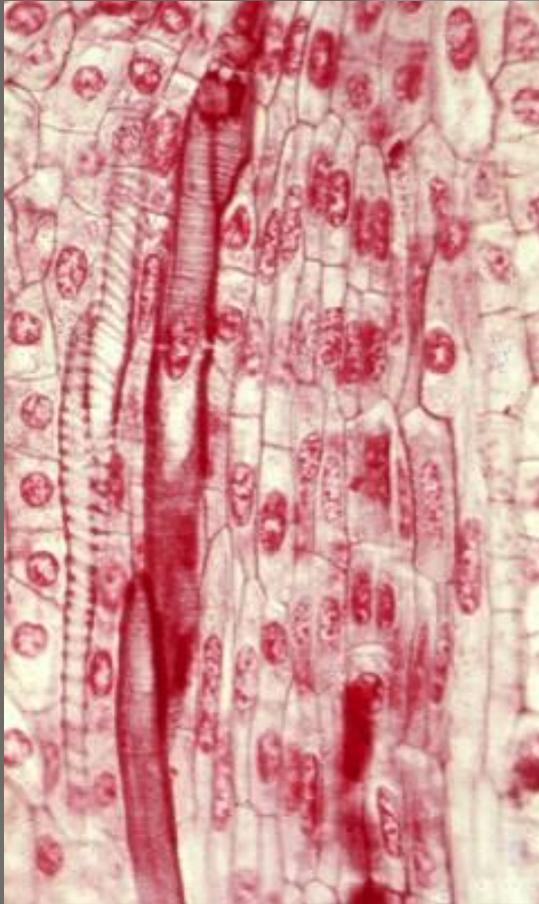


Кислая среда делает клеточную стенку эластичнее



Направление
откладывания
волокон целлюлозы

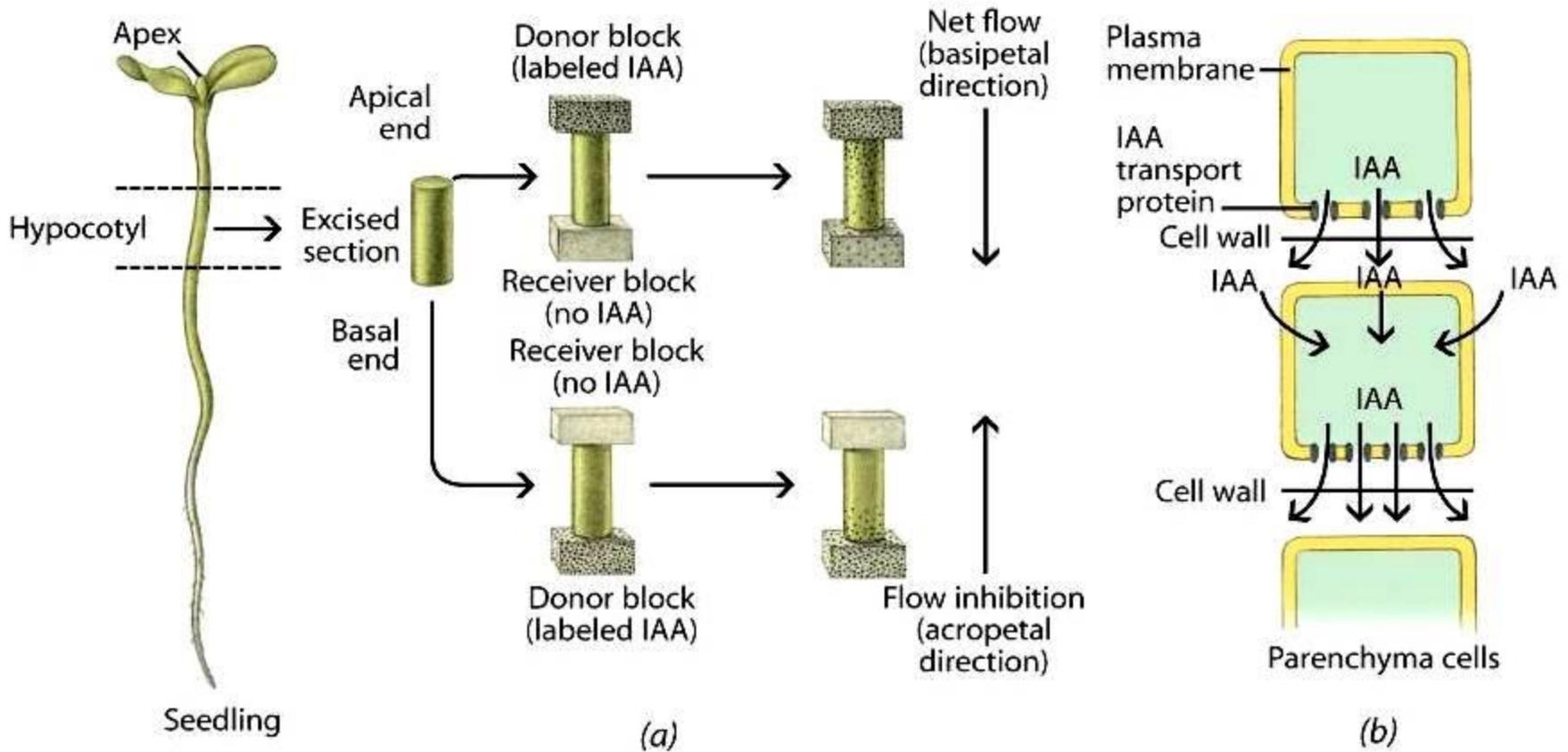
Растяжение клеток идет по направлению потока ауксина

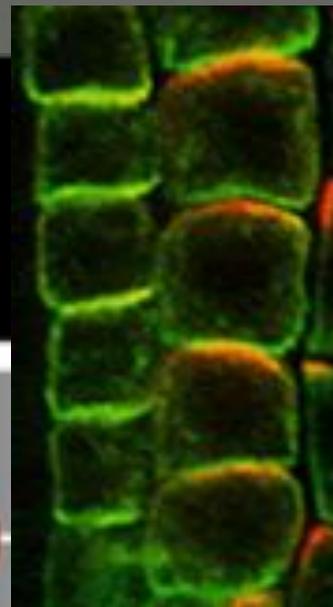
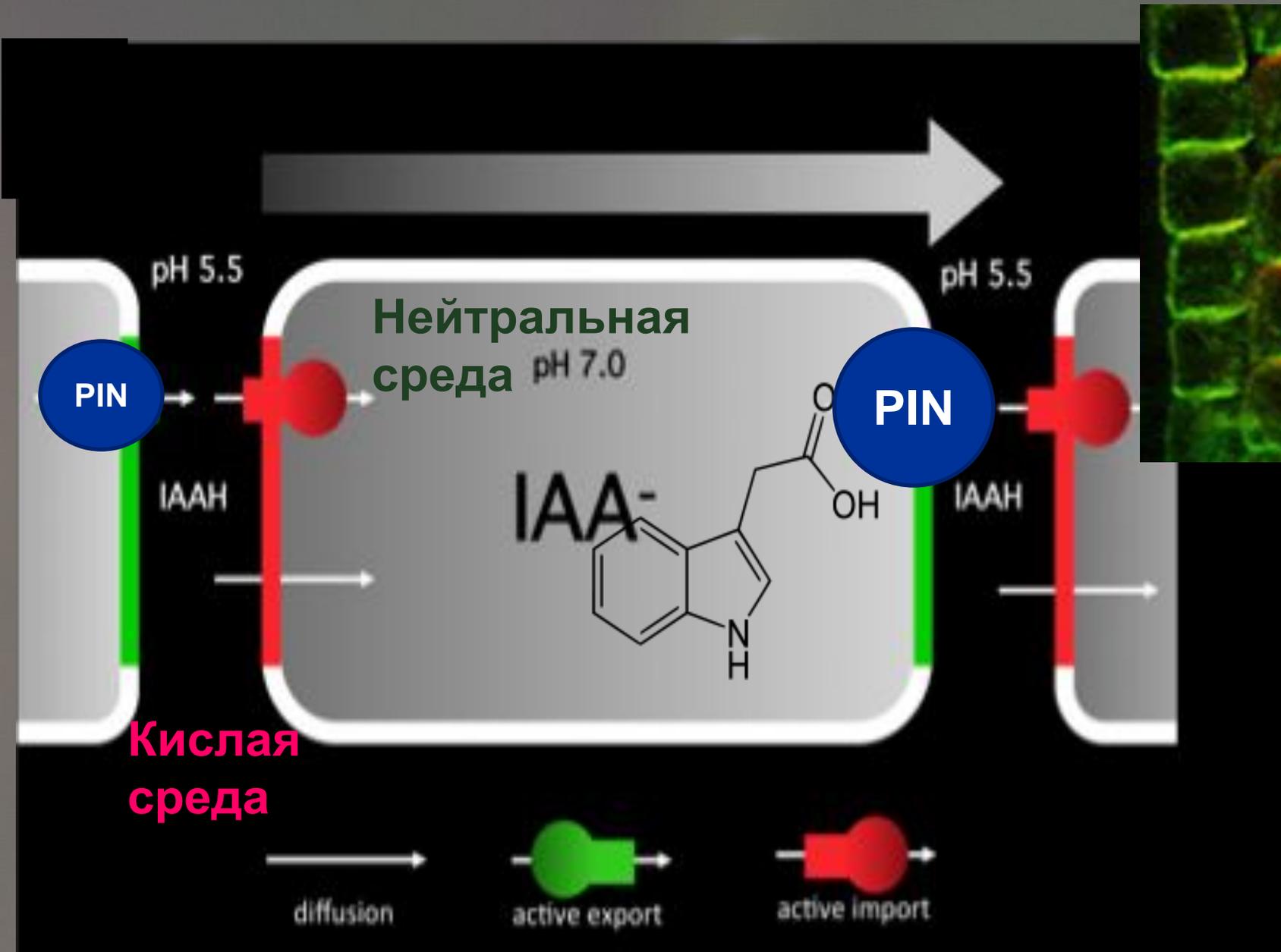


Как
организовать
направленный
ПОТОК
ауксина?

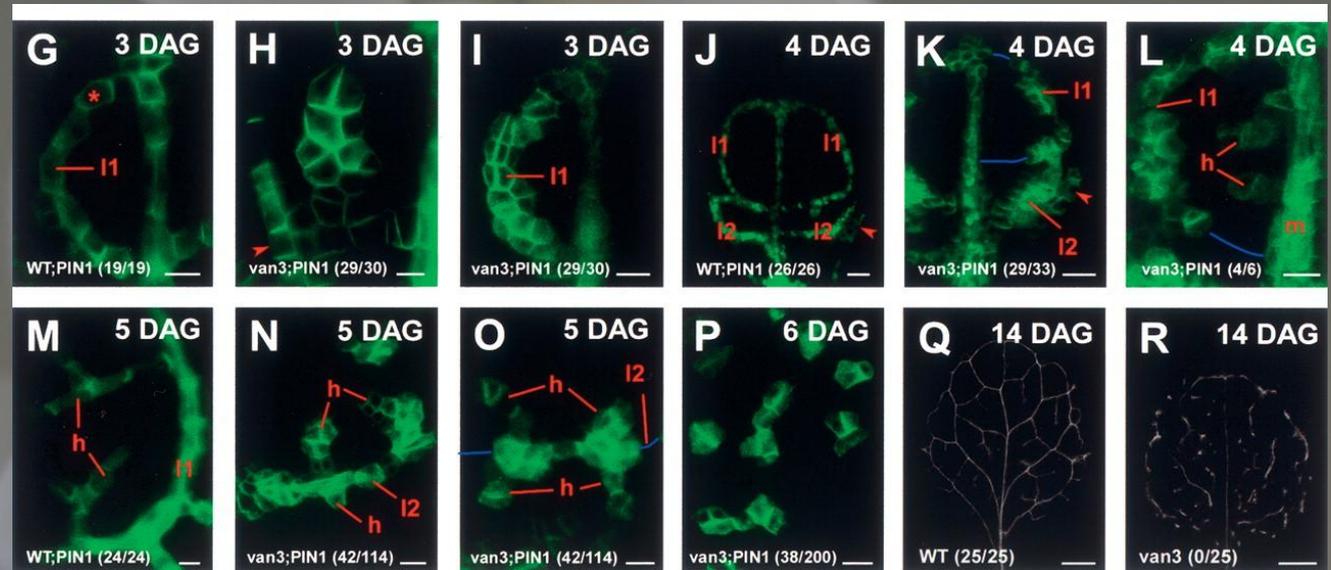
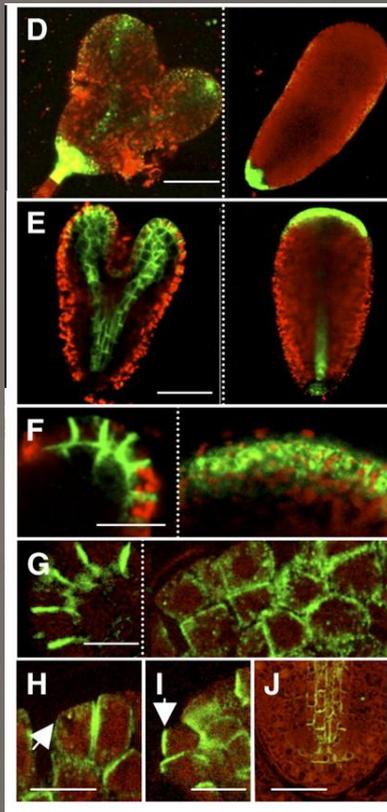
Клетки прокамбия и ксилемные элементы

Полярный (направленный) транспорт ауксина





Ауксин «рисует» облик растения – размечает проводящую систему и зоны активного роста



Разметка жилок будущего
листа потоками ауксина

Потоки ауксина в зародыше маркируют корневую,
побеговый полюса и проводящую систему

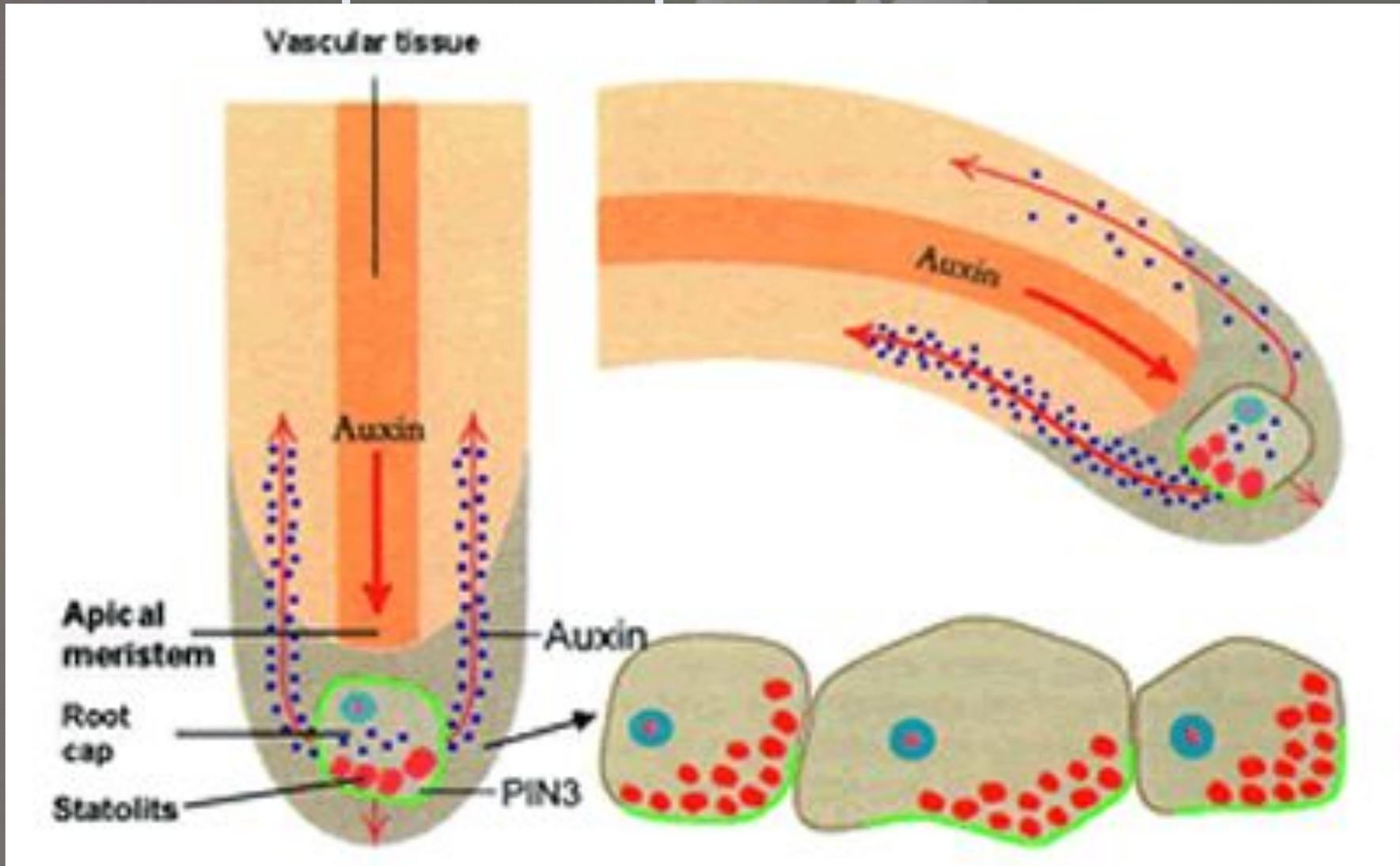
Геотропизм у растений



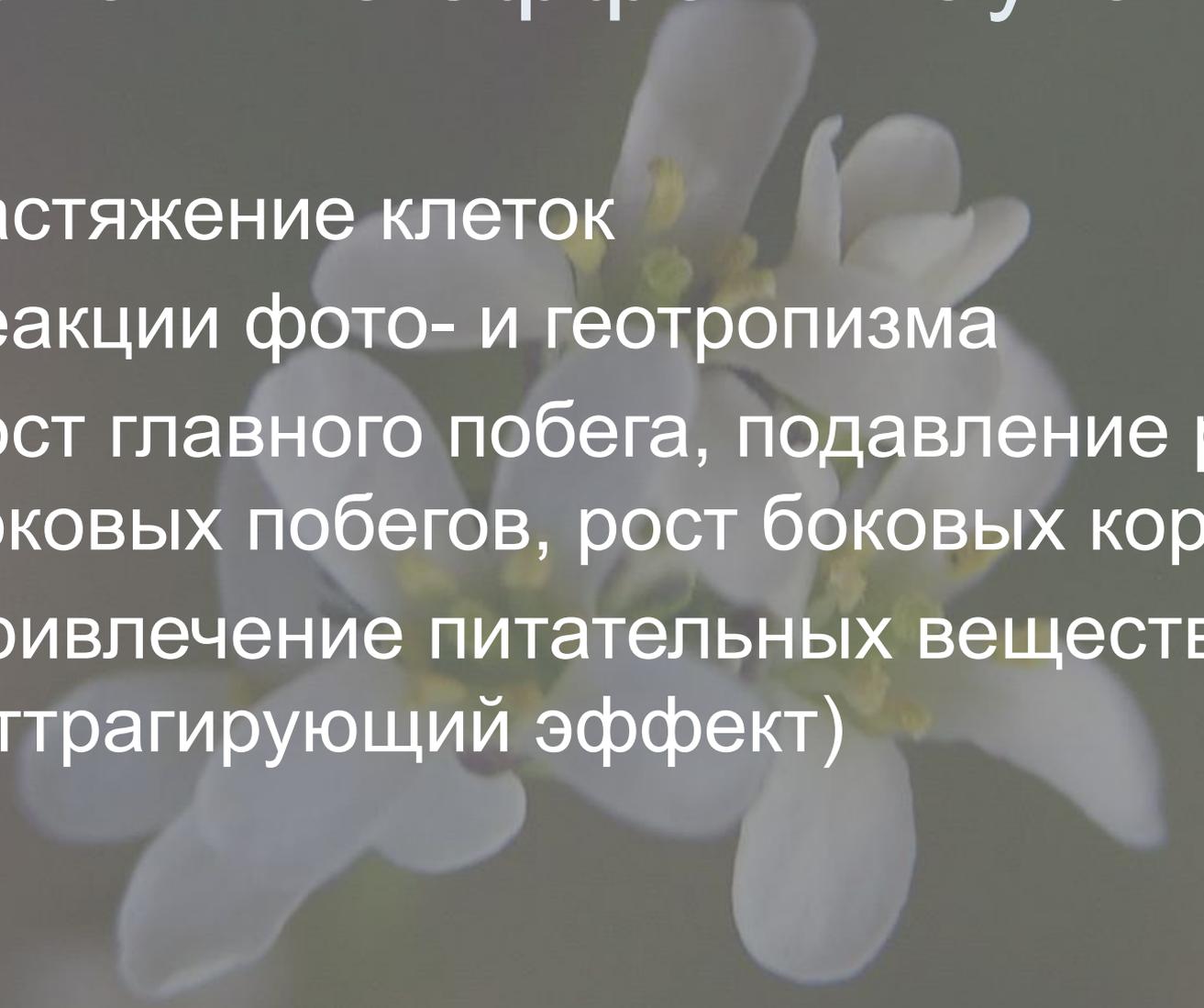
Вектор
силы
тяжести



Потоки ауксина направляют рост корня вниз



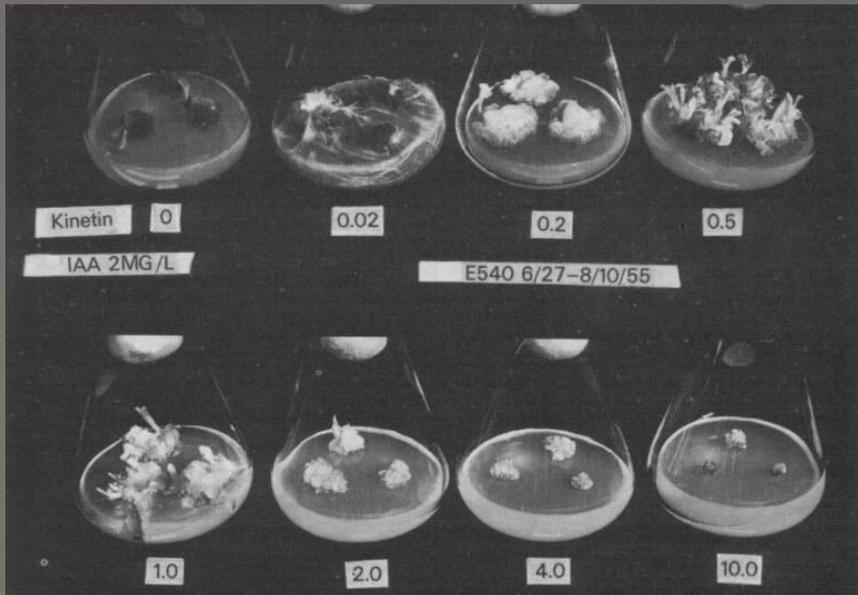
Основные эффекты ауксина

- Растяжение клеток
 - Реакции фото- и геотропизма
 - Рост главного побега, подавление роста боковых побегов, рост боковых корней
 - Привлечение питательных веществ (аттрагирующий эффект)
- 

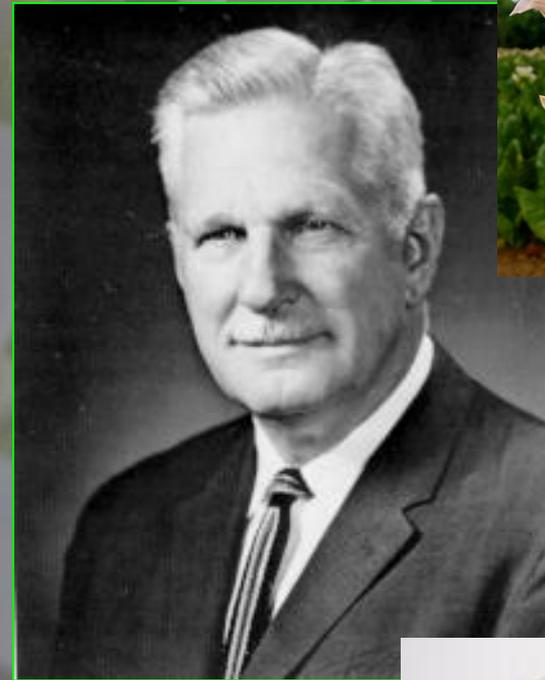
Основные эффекты ауксина

- Образование ксилемы – проводящих элементов для поднятия воды из корня
- Ауксин – морфоген, размечающий клеточное поле и определяющий направление дифференцировки клеток
- Ауксин в высоких концентрациях – гербицид

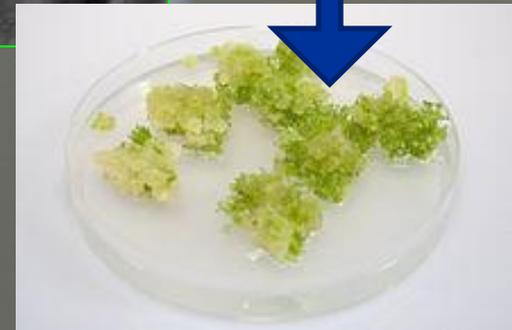
Цитокинины — компаньоны ауксина



Фотография из статьи
лаборатории Скуга, 1965г.
Культуры растительных
клеток на питательных
средах с добавлением
ауксина и цитокининов

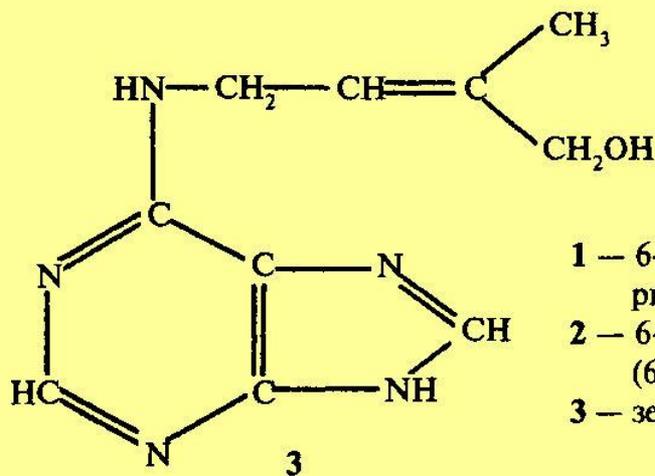
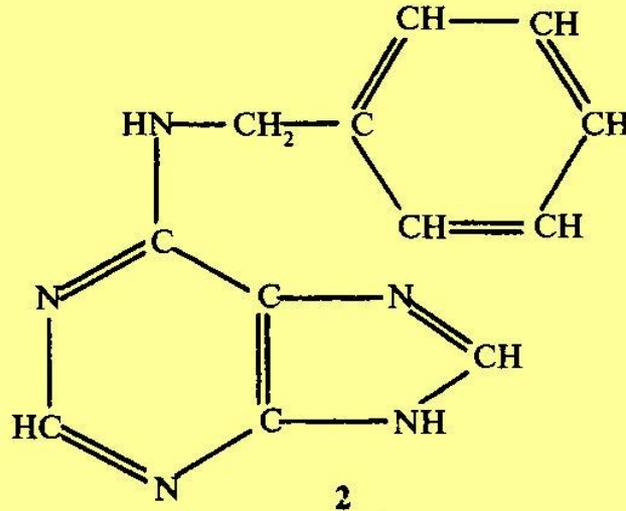
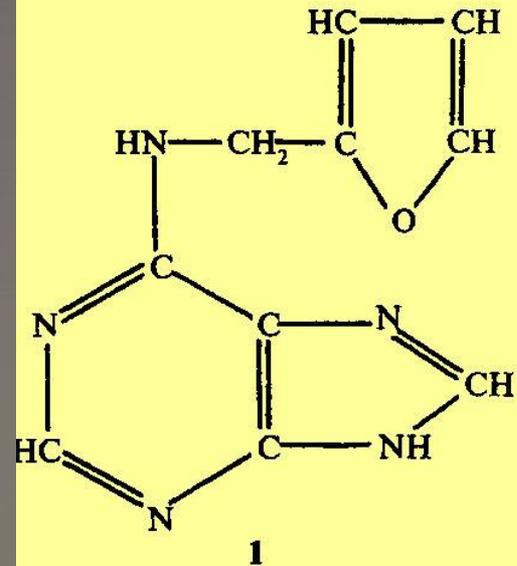


Фольке Скуг



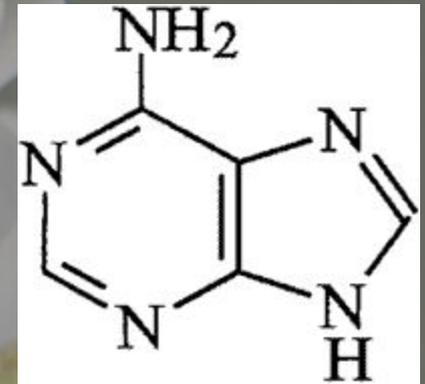
Химическая природа

ЦИТОКИНИНОВ



- 1 — 6-фурфуриламинопурин (кинетин);
- 2 — 6-бензиламинопурин (6-БАП);
- 3 — зеатин

Структура цитокининов

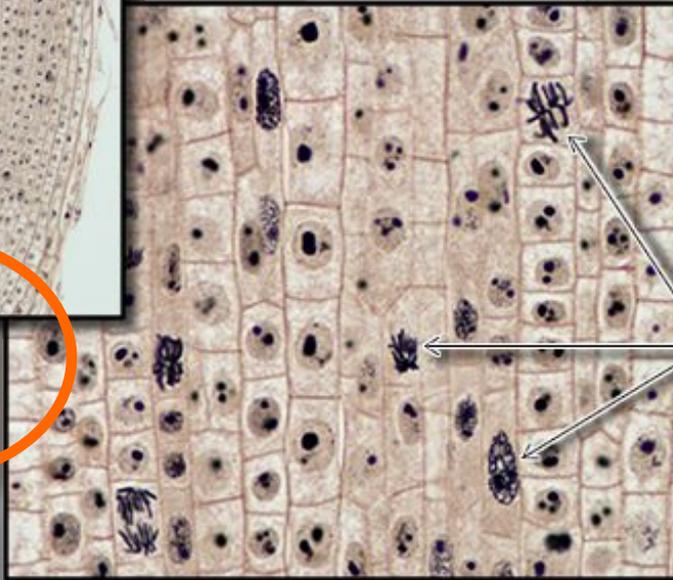


Аденин —
нуклеотид в
составе ДНК и
РНК

Цитокинин стимулирует

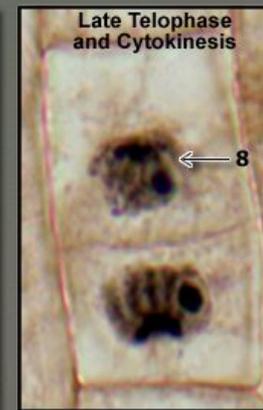
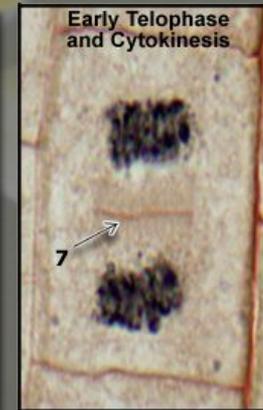
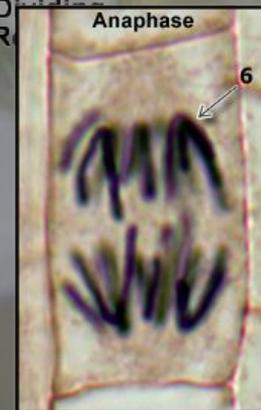
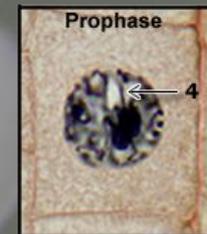
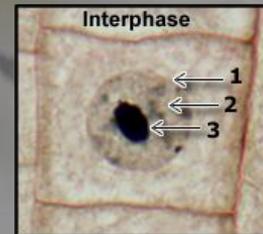
Plant Cell Division - Onion Root Tip

деление клеток



Stages of Plant Cell Division

Drag the cursor over the labels to read the description for each stage



Делящиеся клетки кончика корня

Цитокинин стимулирует рост боковых побегов



Боковой побег находится в пазухе листа

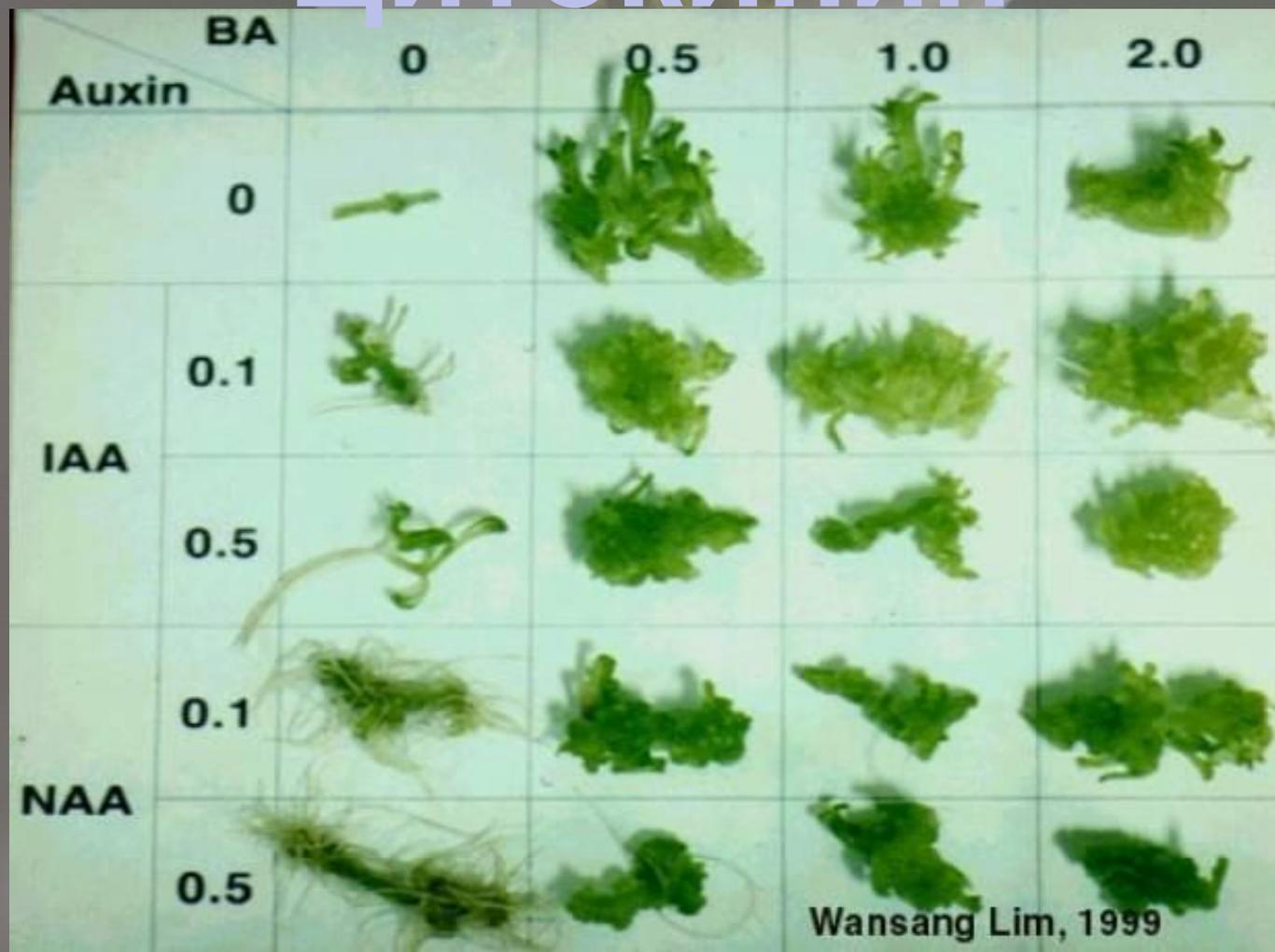


«Ведьмина метла» – аномальное ветвление побега, вызванное паразитическими грибами и/или бактериями

Как управлять морфогенезом растений в условиях *in vitro*

ЦИТОКИНИН

АУКСИН



Микроклональное размножение *in vitro*

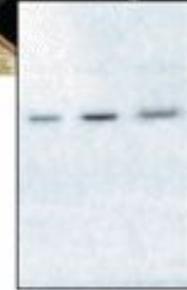


Аттрагирующий эффект ЦИТОКИНИНОВ



Protein from
yellow leaf

Detop and treat
with cytokinin
(benzylaminopurine)



Protein from
regreened leaf

ЭФФЕКТЫ ЦИТОКИНИНОВ

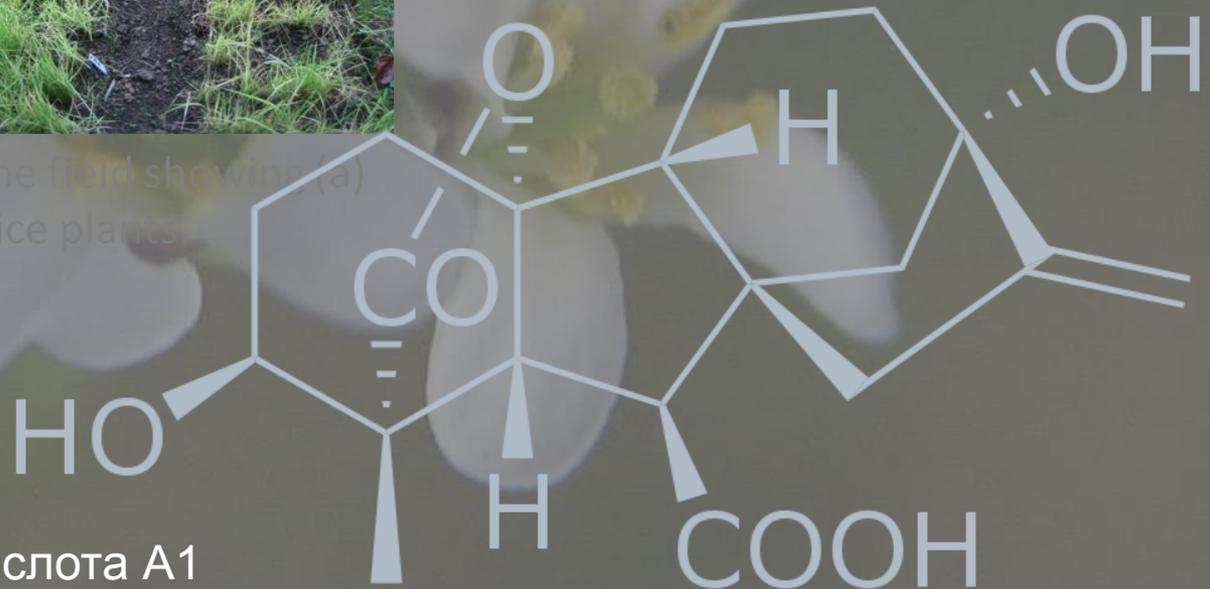
- Клеточные деления
- Рост боковых побегов и главного корня, подавление роста боковых корней
- Дифференцировка флоэмы-проводящих элементов для отправки сахаров из фотосинтезирующих органов
- Аттрагирующий эффект – привлечение питательных веществ

Гибберелины



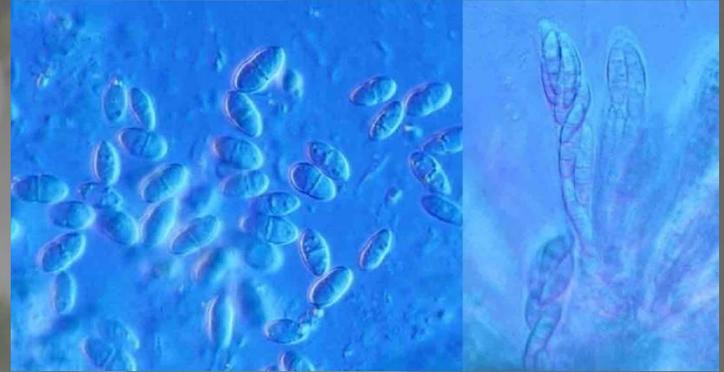
Болезнь «баканозэ»
(бешеный рис)
вызывается грибом
Gibberella fujikuroi и
связана с синтезом
гибберелинов

Figure 1. Bakanae infection in the field showing (a) elongation and (b) stunting of rice plants.



Гибберелловая кислота A1
(ГК1)

Поражения от гриба *Gibberella fujikuroi*

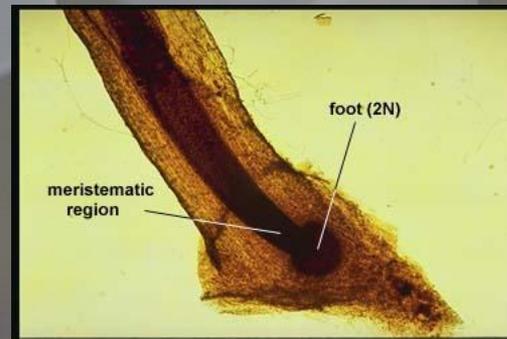
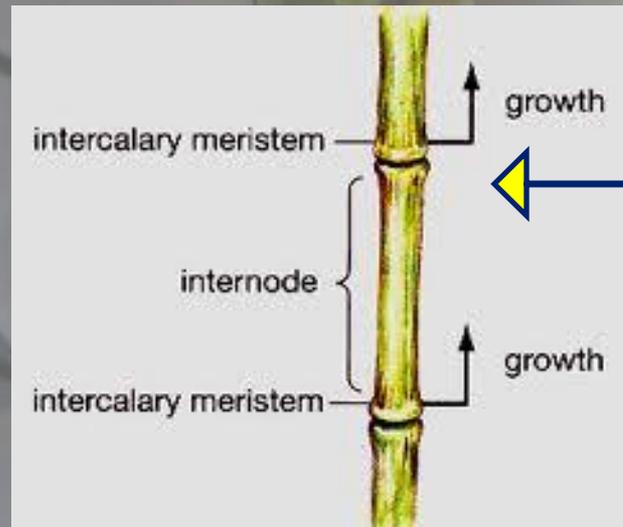


Аскоспоры гриба

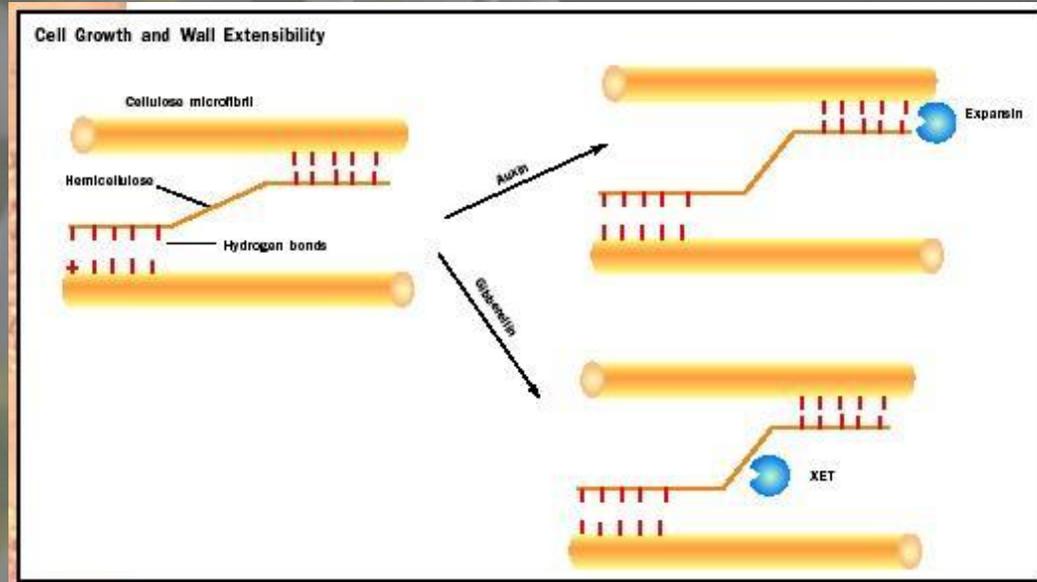
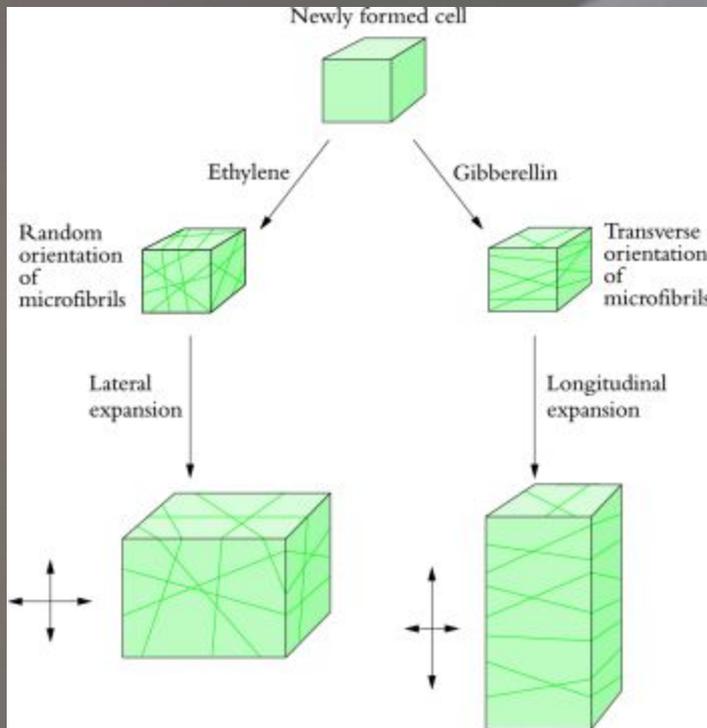
Гибберелины вызывают удлинение междоузлий

Гибберелины

лины



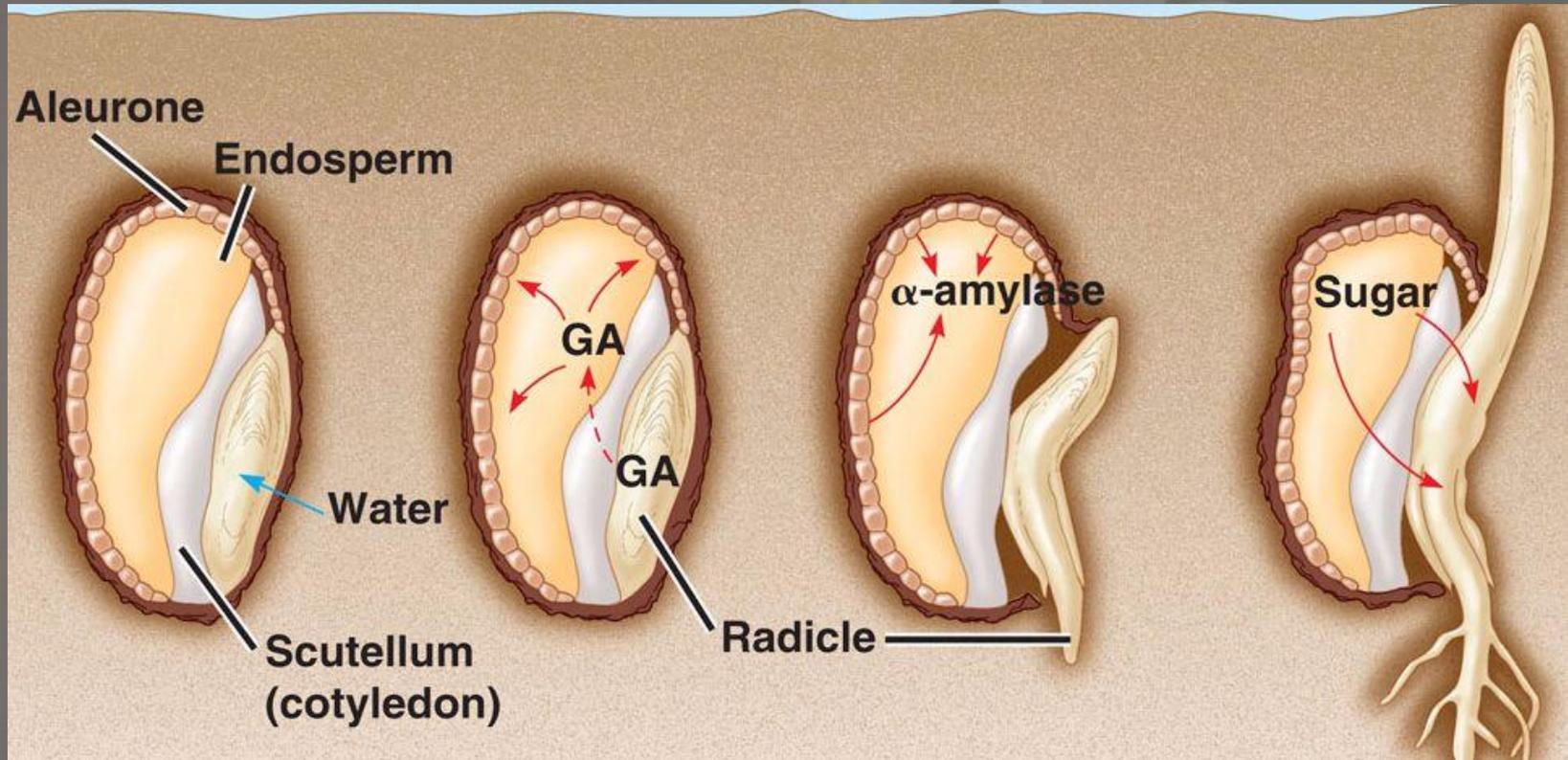
Гибберелины вызывают растяжение клеток



Гибберелины пробуждают спящие почки



Гибберелины и прорастание семян

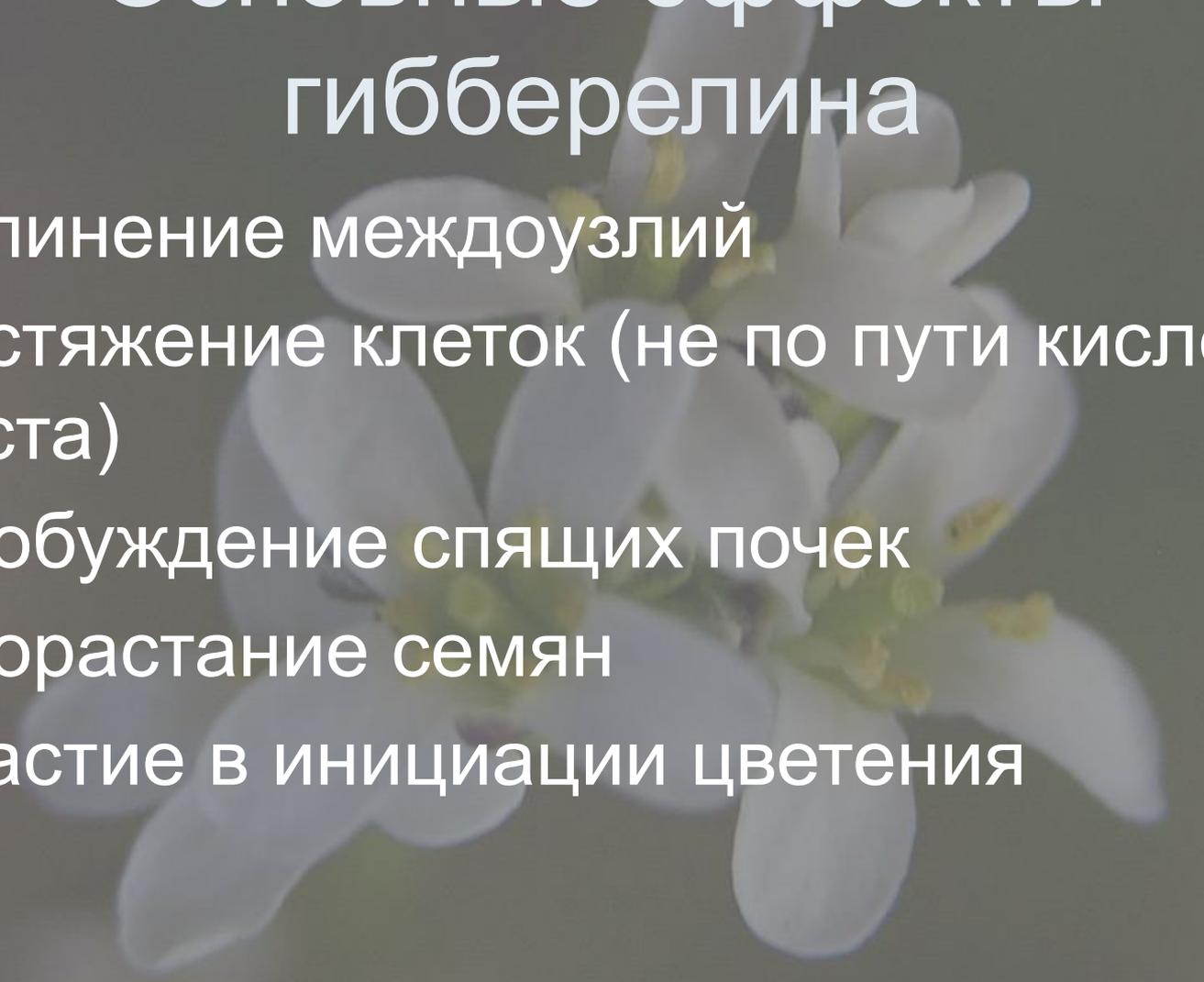


Гибберелины и цветение

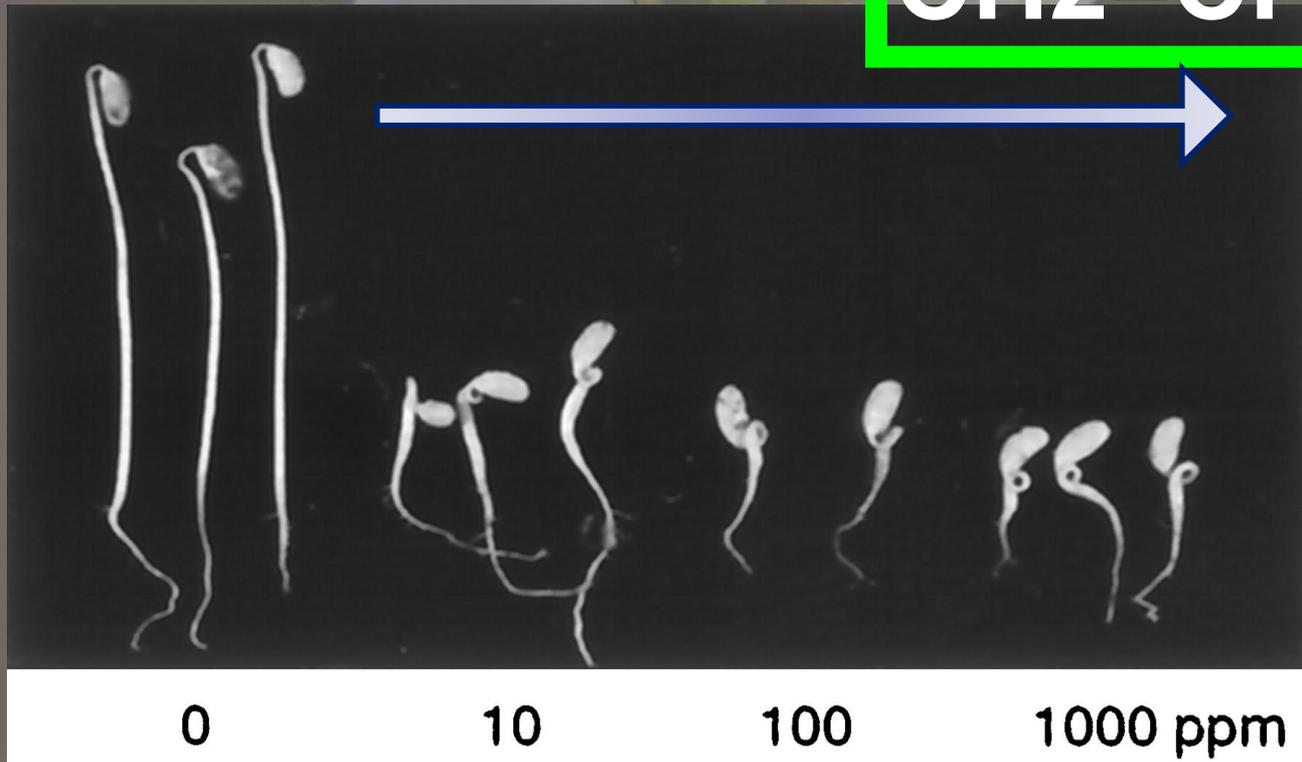


- Образование оси соцветия
- Участие в сложной регуляторной сети инициации цветения

Основные эффекты гибберелина

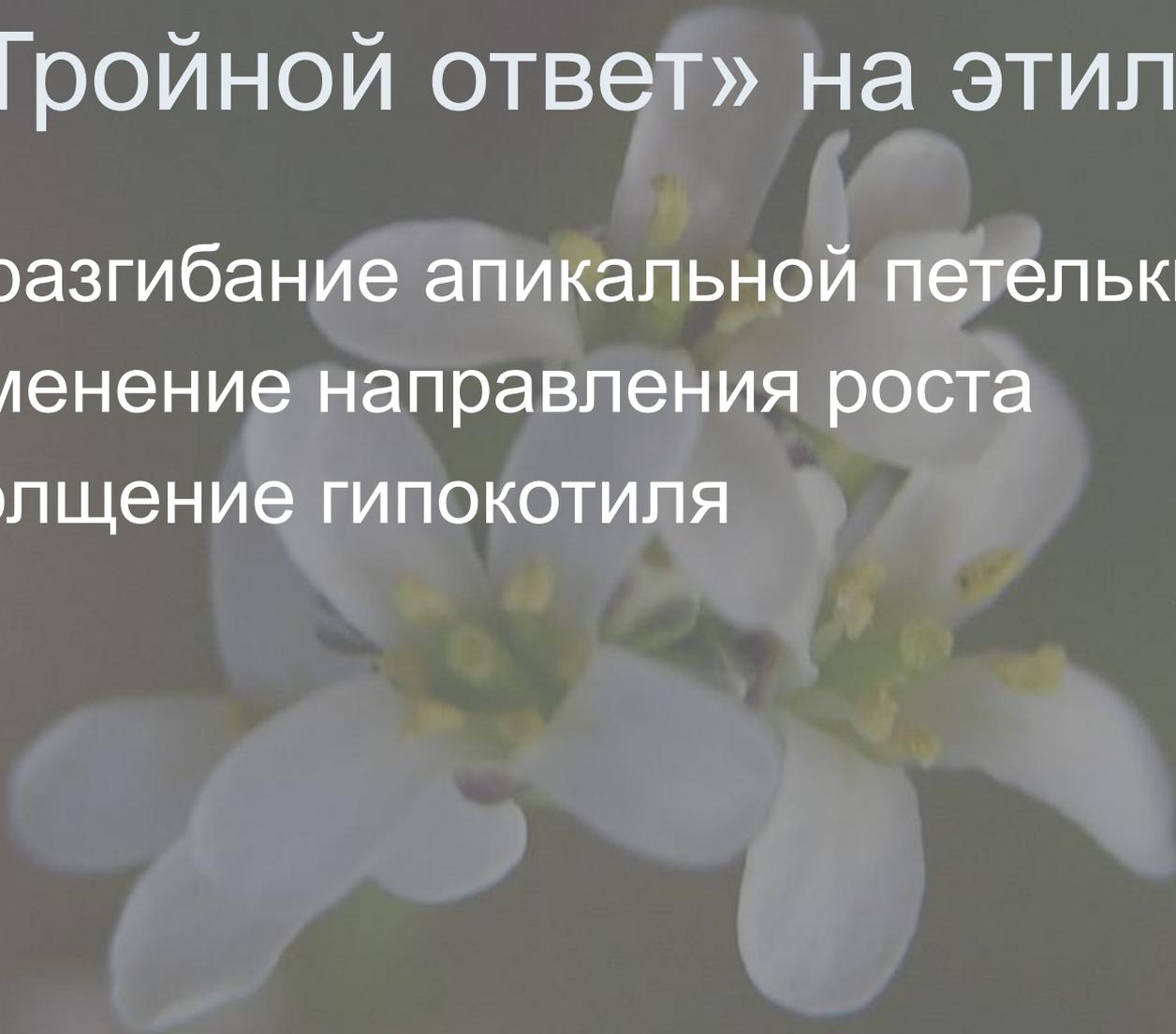
- Удлинение междоузлий
 - Растяжение клеток (не по пути кислого роста)
 - Пробуждение спящих почек
 - Прорастание семян
 - Участие в инициации цветения
- 

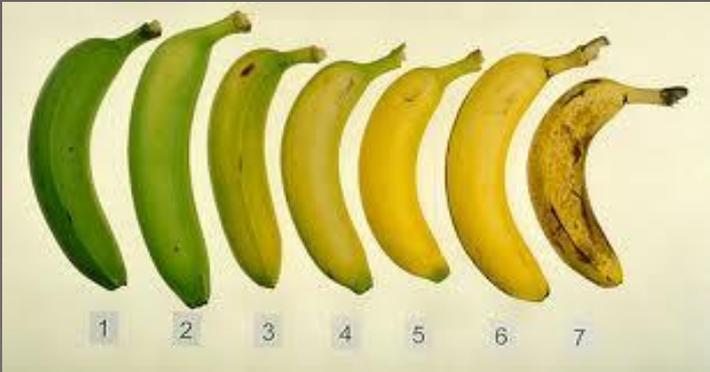
Этилен



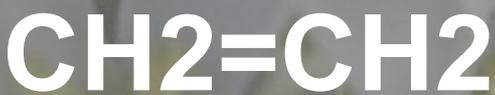
«Тройной ответ» на этилен

- Неразгибание апикальной петельки
- Изменение направления роста
- Утолщение гипокотилия

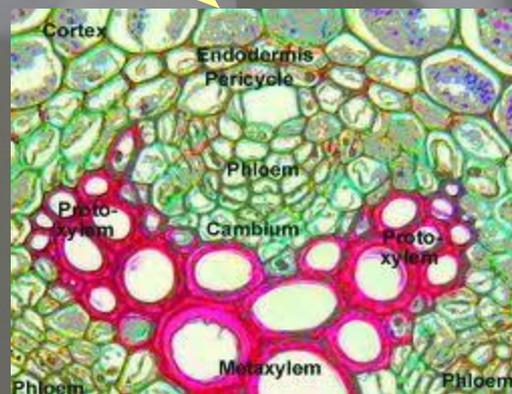




Устойчивость к механическому стрессу



Подавление роста



Этилен и цветение ананасов



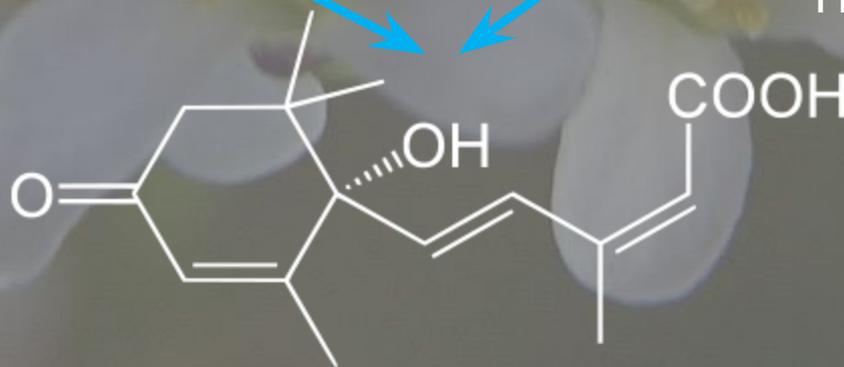
Абсцизовая кислота



Коробочки
хлопчатника



Почки березы



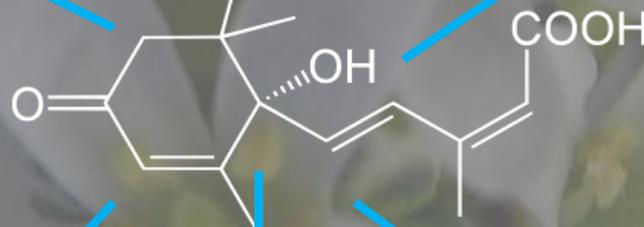
Карта эффектов АБК



Вынужденный листопад



Закрывание устьиц



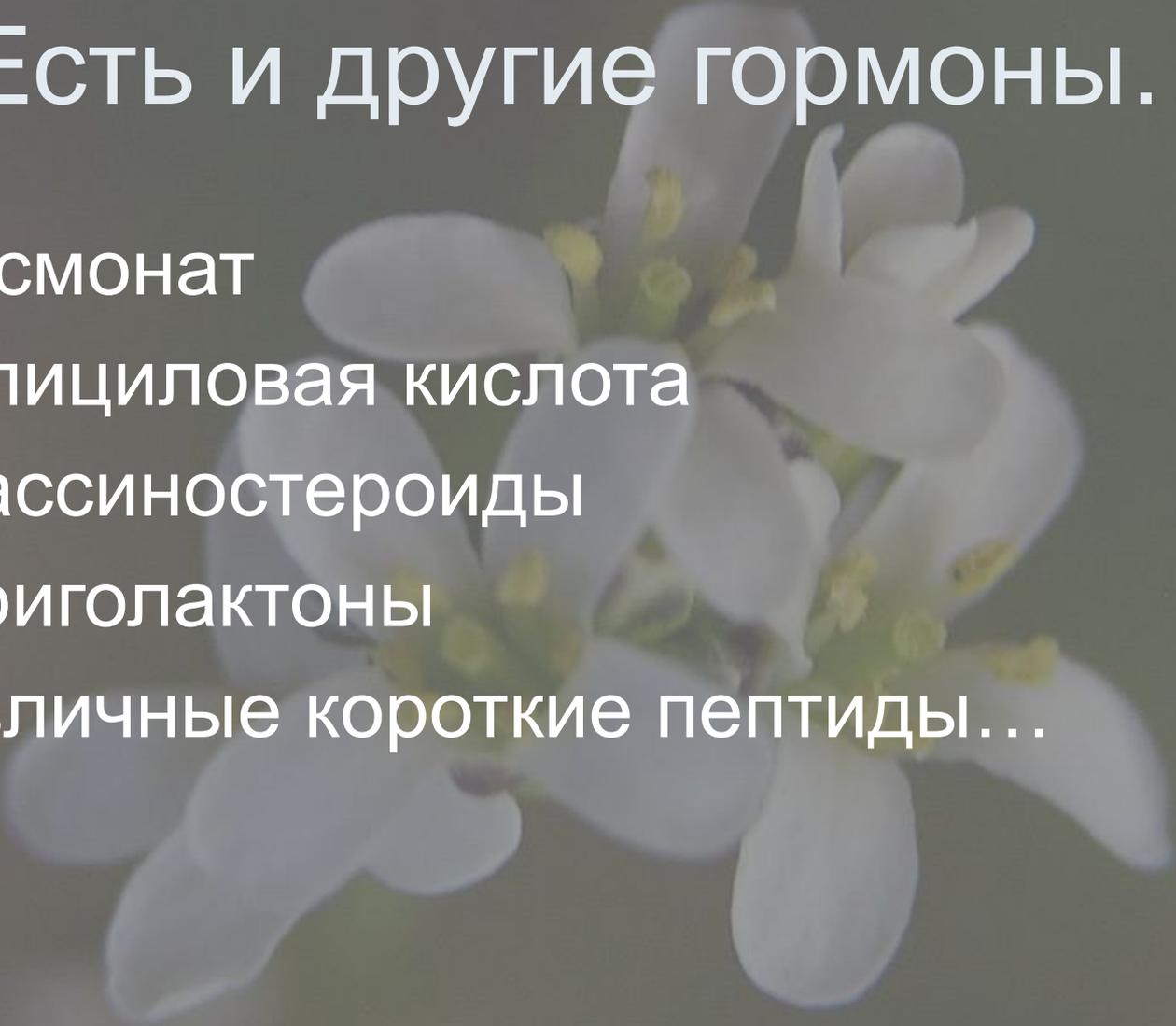
Покой семян

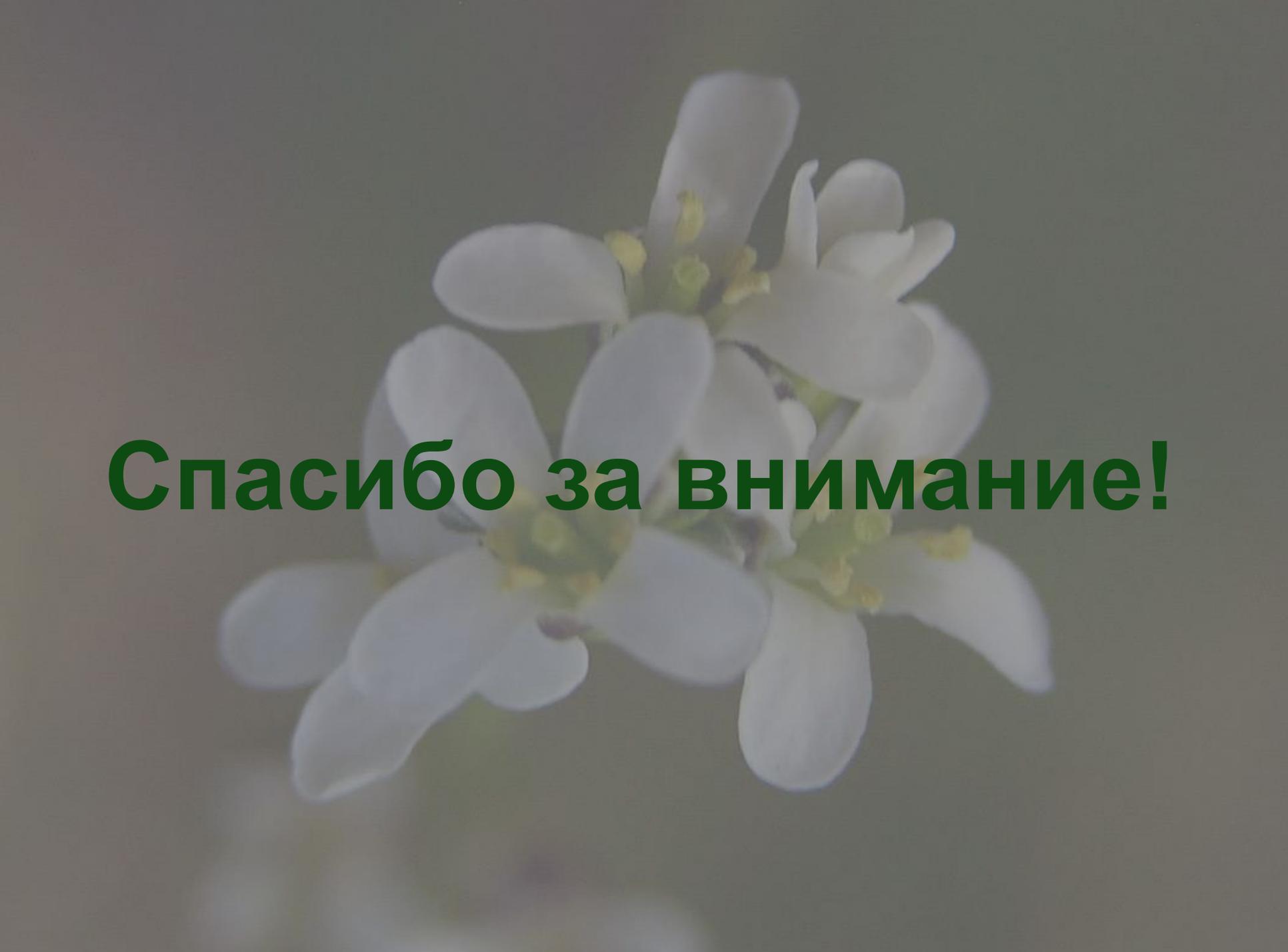
Ответ на засоление, засуху, замораживание



Зимний покой растений

Есть и другие гормоны...

- Жасмонат
 - Салициловая кислота
 - Брассиностероиды
 - Стриголактоны
 - Различные короткие пептиды...
- 



Спасибо за внимание!