



РОСТ РАСТЕНИЙ

План лекции

1. Понятие о росте.
2. Особенности роста растений.
3. Фазы роста клетки.
4. Кинетика ростовых процессов.
5. Влияние условий на рост.
6. *Физиология оплодотворения.*
7. *Особенности прорастания семян.*
8. *Культура изолированных тканей.*
9. *Дифференциация тканей.*

Рост и развитие это:

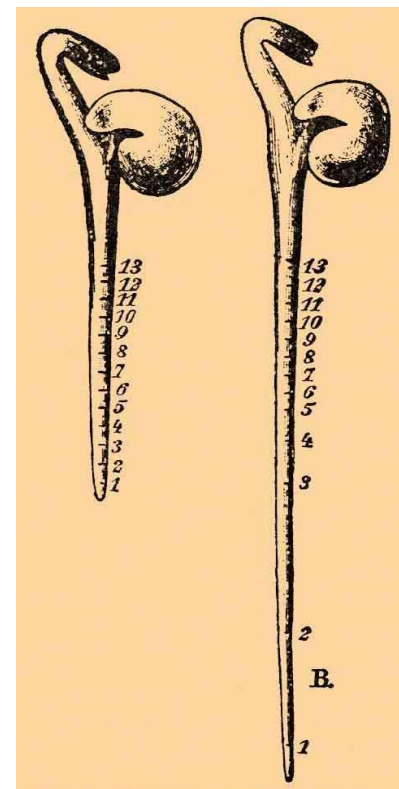
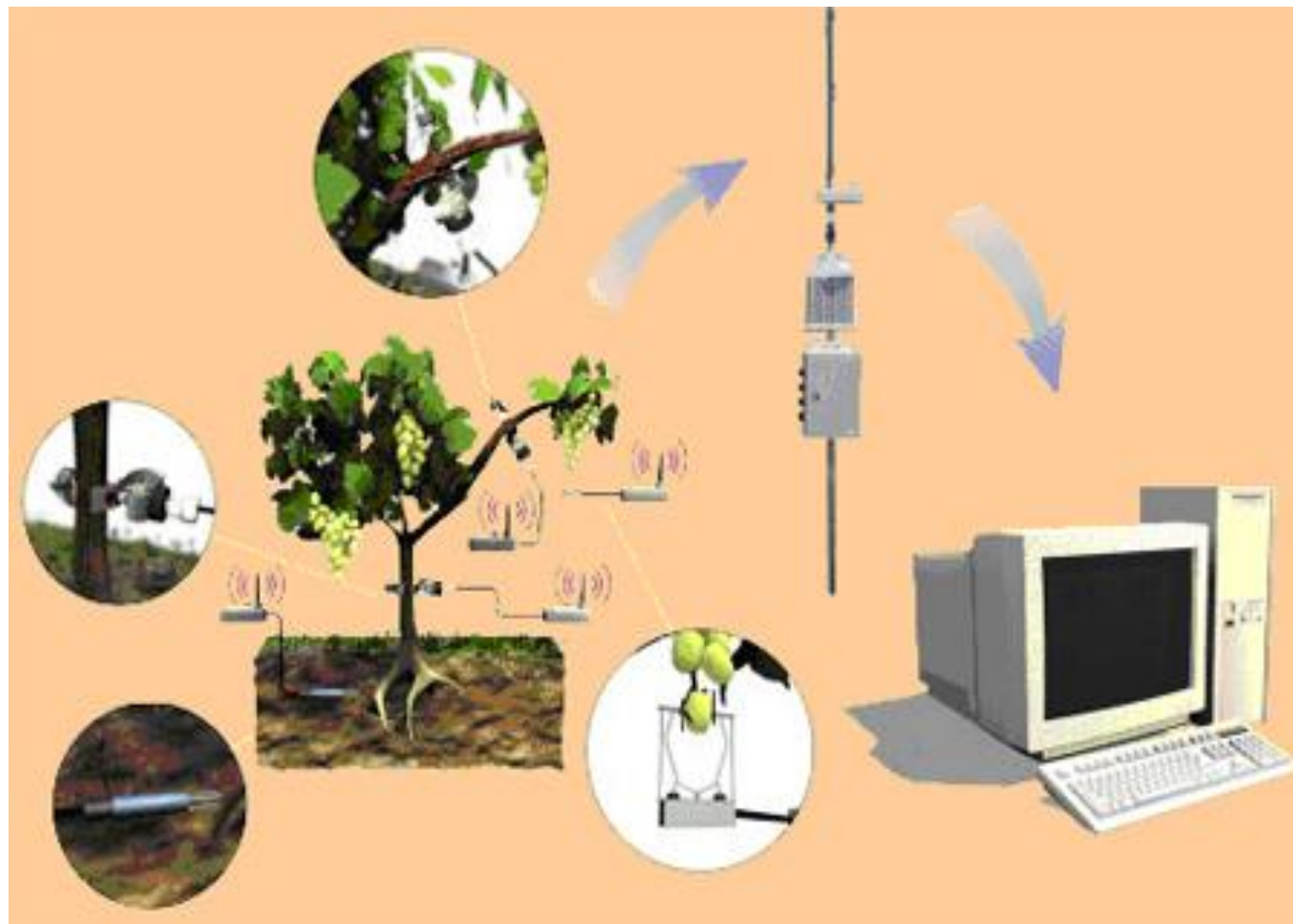
- неотъемлемые свойства живого организма
- интегральные процессы
- взаимосвязанные процессы
- разные процессы, но развитие включает рост.

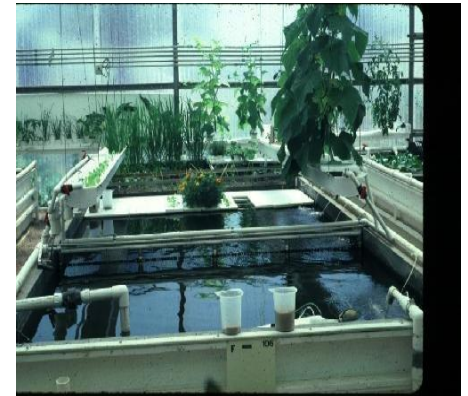
1. Понятие о росте.

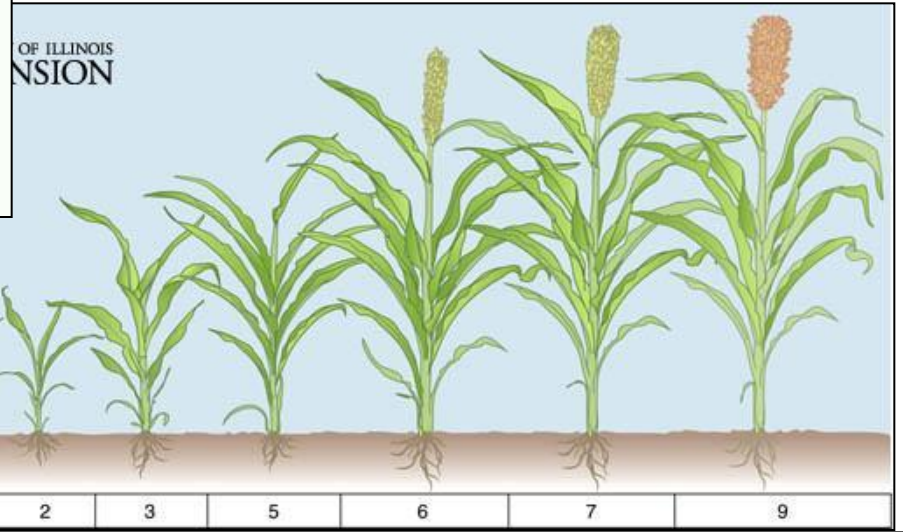
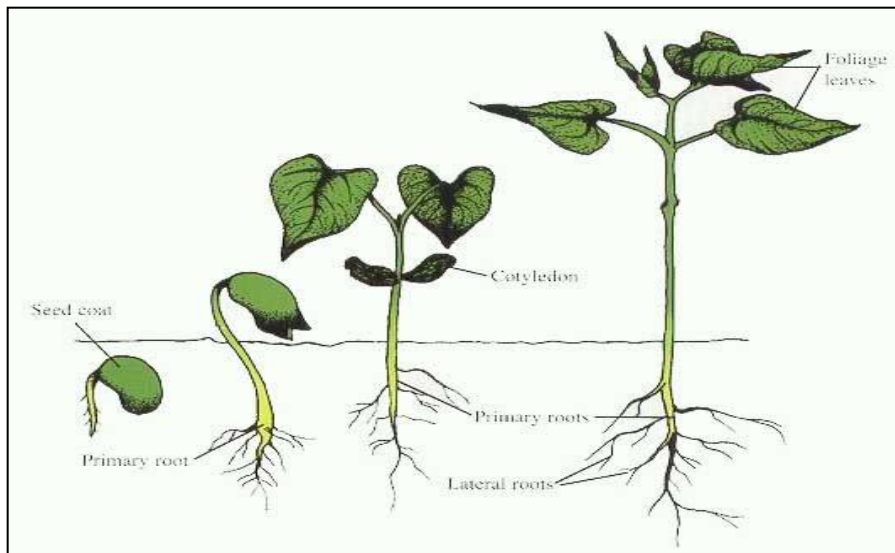
Рост — это необратимое увеличение объема, массы растений, сопровождаемое новообразованием элементов структуры организма (органы, ткани, клетки, отдельные клеточные органеллы).



Методы исследования роста







Критерии роста:

- 1) Высота
 - 2) Диаметр
 - 3) Площадь
 - 4) Масса
 - 5) Число
 - 6) Содержание
- и др.

2. Особенности роста растений

Наиболее выдающаяся черта в жизни растения заключается в том, что оно растет. На это указывает само название его

К.А.Тимирязев

- **Локализация ростовых процессов**
- **Непрерывный и неограниченный рост.**
- **Рост включает формообразовательные процессы**
- **Высокая способность к регенерации**

Типы роста:

Апикальный (верхушечный
рост побега, корня).

Латеральный (боковой)

Интеркалярный

(вставочный)

Базальный

Высота некоторых деревьев

| Вид | Нормальная высота, м | Максимальная высота, м |
|--|----------------------|------------------------|
| Ольха черная | 10-25 | 30 |
| Кедр | 25—30 | 40 |
| Бук лесной (европейский) | 15—40 | 44 |
| Сосна | 20—40 | 48 |
| Дуб черешчатый | 20-40 | 50 |
| Ясень | 20—40 | 50 |
| Лиственница | 30—40 | 53 |
| Ель | 30-50 | 60 |
| Мамонтово дерево, веллингтония, секвойядендрон | 100 | 132 |
| Эвкалипт гигантский | 100—110 | 152 |

Скорость роста органов растений

(0,005 мм/ мин или 0,7 см/сут)

| Вид и орган растения | Скорость роста |
|---|----------------------------|
| Бамбук, побеги | 1,1 мм/мин = 160 см/сут |
| Банан, листовое влагалище | 0,4 мм/мин = 57 см/сут |
| Безвременник, пыльцевые трубки | 0,015 мм/мин = 2,16 см/сут |
| Бобы русские, зародышевый корень | 0,012 мм/мин = 1,7 см/сут |
| Диктиофора, плодовое тело (максимальное время растяжения 15 мин) | 5 мм/мин |
| Конопля, побеги | 0,05 мм/мин = 7,2 см/сут |
| Плесневый гриб (<i>Mucor</i>), грифы | 0,026 мм/мин = 3,74 см/сут |
| Рожь, тычиночные нити | 2,5 мм/мин |
| Спаржа, побеги | 0,08 мм/мин = 8 см/сут |
| Тыква, побеги | 0,1 мм/мин = 14,4 см/сут |
| Человек, волосы головы | 0,35 мм/сут |
| Ногти на руках | 0,086 мм/сут |

3. Фазы роста клетки

- 1) Эмбриональная фаза (деления).
Увеличение объема клетки идет за счет деления и возрастания массы протоплазмы.
- 2) Фаза растяжения. Значительное увеличение объема клетки за счет усиленного поступления воды.
- 3) Фаза дифференцировки

Структурные и физиологические изменения при переходе к фазе растяжения

- цитоплазма становится менее вязкой, более оводненной
- каналы ЭПР расширяются, ЭПР становится шероховатыми, прикрепляются рибосомы
- система внутренних мембран митохондрий получает полное развитие
- ядро принимает неправильную форму
- уменьшается размер ядрышка
- мелкие вакуоли сливаются, образуется одна центральная вакуоль
- в вакуолях накапливаются гидролитические ферменты
- возрастает скорость синтеза белка, усиливаются все процессы метаболизма в клетке
- заметно возрастает активность ферментов гликолиза и цикла Кребса

Особенности обмена веществ

| Фаза деления | Фаза растяжения |
|--|--|
| скорость синтеза мРНК обгоняет синтез белка | белок образуется в большем количестве по сравнению с РНК (за счет предобразованных мРНК) |
| большая часть мРНК сосредоточена в ядре | количество РНК в ядре уменьшается, а в цитоплазме растет |
| мало протеолитических ферментов, распад белка заторможен | активность протеолитических ферментов резко повышается, распад белка идет активно |
| больше высокомолекулярных веществ по сравнению с низкомолекулярными (в расчете на клетку). | количество низкомолекулярных веществ возрастает в цитоплазме (активный фонд) и в вакуоли, где они запасаются и при необходимости используются. |

В фазу растяжения значительно увеличивается объем клетки (в 20—50 и даже 100 раз, тогда как в 1-ю фазу – в 1,5-2 раза).

Увеличение объема идет за счет поступления воды.

$$\Psi_{\text{в}} = \Psi_{\text{осм}} + \Psi_{\text{давл}}$$

Ауксин → активизация H⁺-помпы (активный транспорт H⁺ в КС из цитоплазмы) → снижение рН КС → активизация ферментов, модифицирующих компоненты КС → увеличение растяжимости (КС становится более рыхлой и оказывает меньшее сопротивление току воды → снижение $\Psi_{\text{д}}$ → снижение $\Psi_{\text{в}}$ → поступление воды

Типы роста клеточной оболочки

- 1) вновь образовавшиеся микрофибриллы целлюлозы внедряются в промежутки между сетью старых микрофибрилл (**интусесценция**);
- 2) **многосетчатый рост**: сетка вновь образовавшихся микрофибрилл целлюлозы, между которыми образуются новые связи, накладывается на старую. Старые молекулы переориентируются: они становятся в более вертикальное положение. Общая толщина КС не изменяется, оставаясь около 0,3—0,5 мкм.

Этапы роста растяжением:

- 1) разрыхление связей и увеличение пластичности КС
- 2) поступление воды, которая увеличивает объем клетки;
- 3) закрепление увеличения объема путем роста КС.

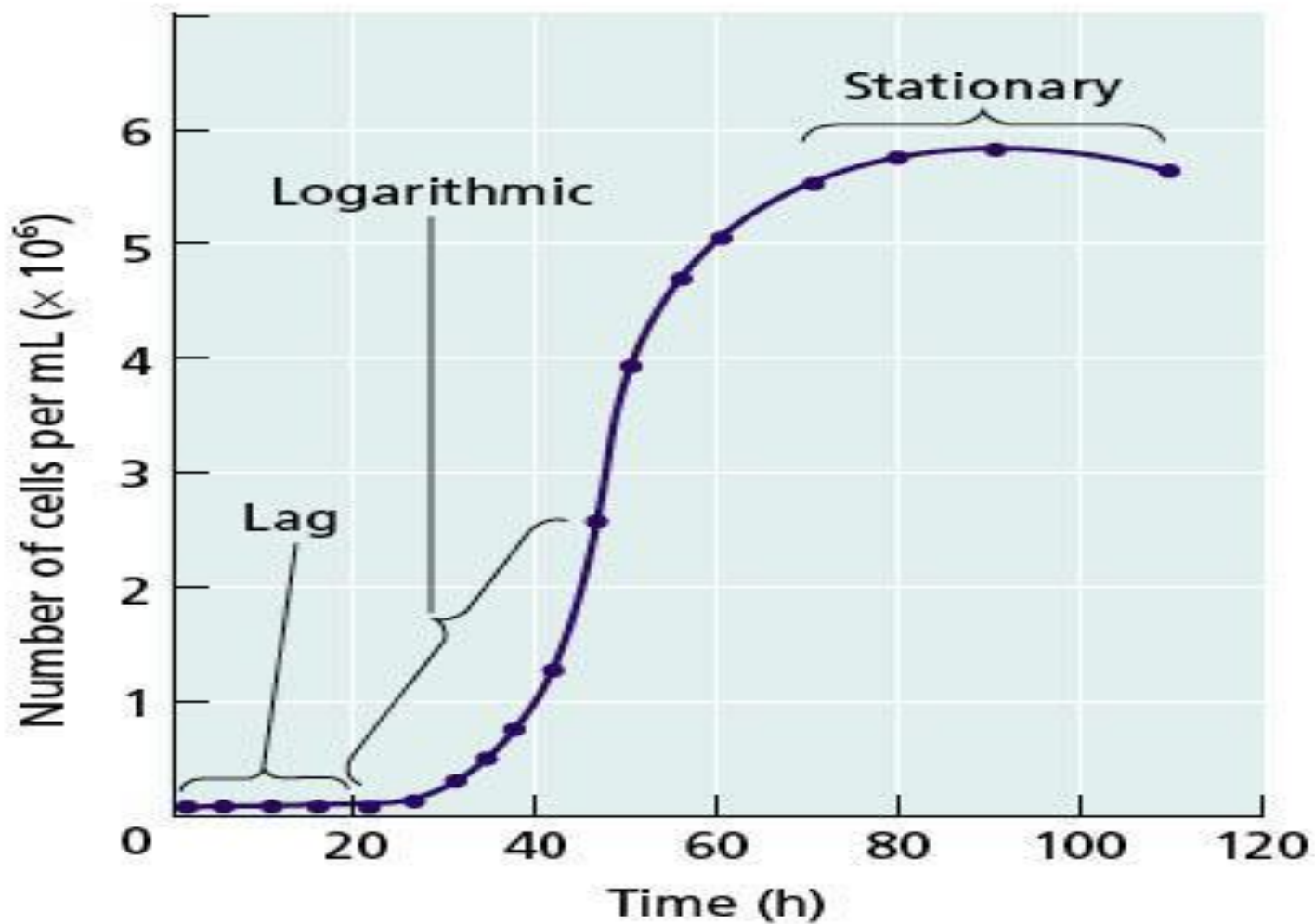
Фаза дифференциации

- это появление качественных различий между клетками, связанных с их специализацией.
- меняется форма, внутренняя и внешняя структура клетки.
- процесс функциональной дифференциации клеток (накопление физиологических различий между ними) происходит на всех фазах роста.

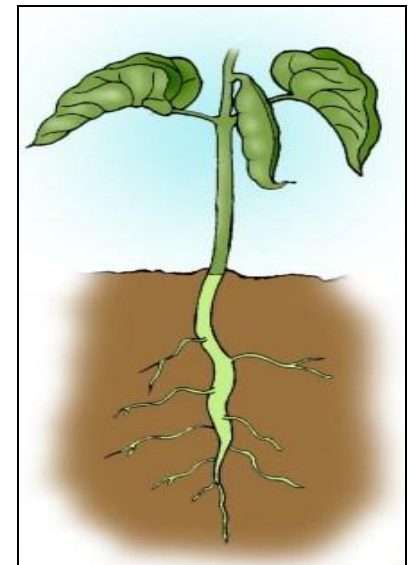
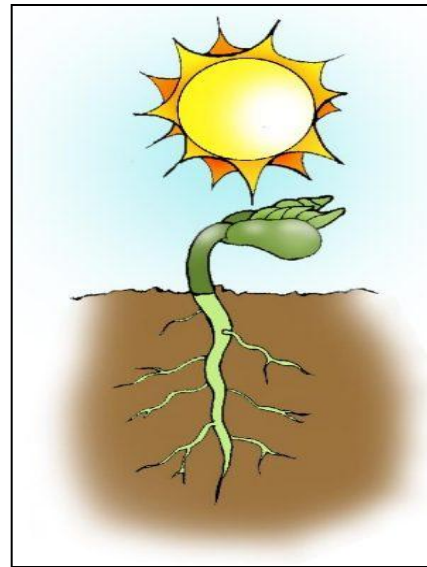
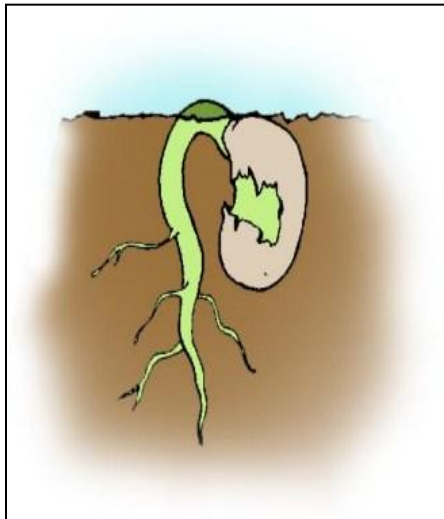
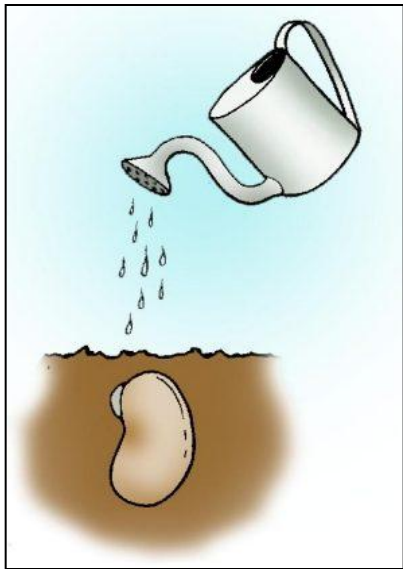
Различия между клетками проявляются в:

- химическом составе,
- морфологических особенностях (варьируют число и структура митохондрий, пластид, обилие и локализация эндоплазматической сети)

4. Кинетика роста



5. Влияние условий на рост



Внешние условия
Внутренние факторы

Внешние условия :

- 1. Температура**
- 2. Содержание воды**
- 3. Свет**

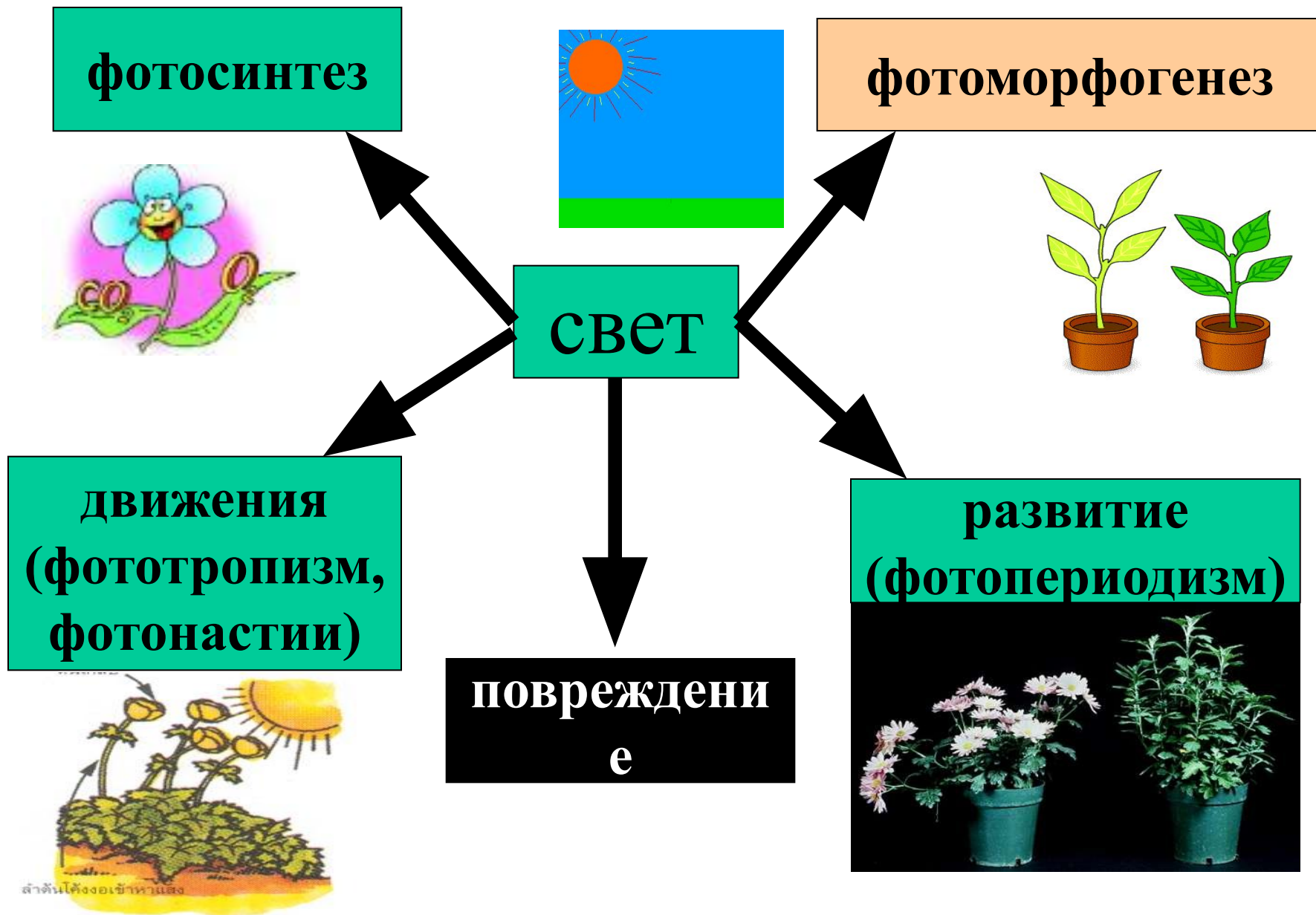
Температура

| Растение | Температура, °С | | |
|----------|-----------------|-------------|--------------|
| | минимальная | оптимальная | максимальная |
| Ячмень | 0-5 | 25-31 | 31-37 |
| Кукуруза | 5-10 | 37-44 | 44-50 |
| Огурцы | 15-18 | 31-37 | 44-50 |
| Тыква | 10-15 | 37-44 | 44-50 |

Содержание воды

| Годовой уровень осадков, мм в год | |
|--|-------------|
| Чай | 1500 |
| Какао | 1300 |
| Кофе | 900 |
| Табак | 500 |
| Картофель | 400 |
| Пшеница | 300 |
| Ячмень | 250 |
| Олива | 200 |

Влияние света на растения



Фотоморфогенез – разнообразные процессы, опосредующие влияние света на форму растений

Этиолированные растения – выросшие в темноте



© Grant Hellman Photography

a. Etiolation

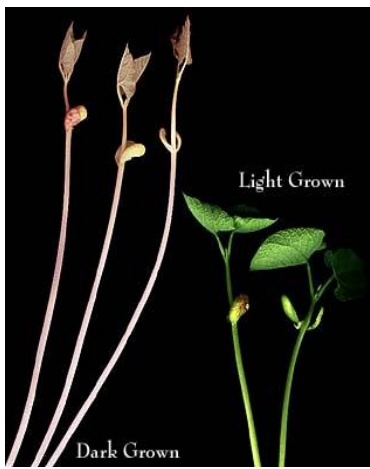


© Grant Hellman Photography

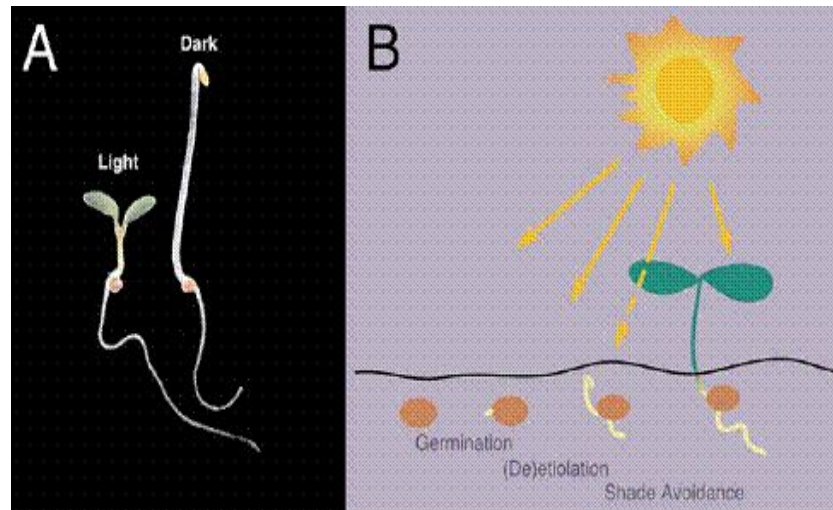
b. Normal growth

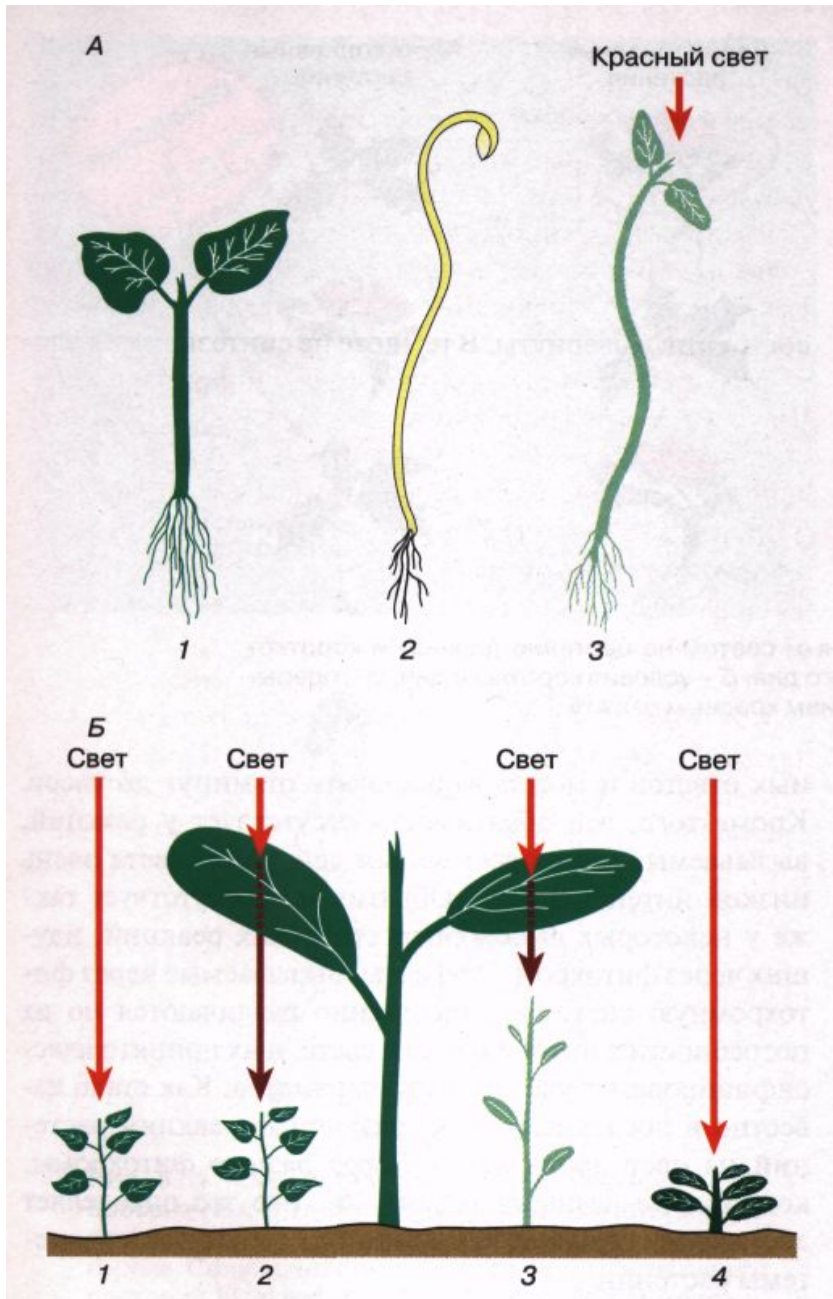
Признаки этиолированных растений

- упрощение анатомической структуры стебля,
- бледно-желтый цвет
- слабое развитие тканей центрального цилиндра и механических тканей.
- вытянутые стебли, длинные междоузлия
- недоразвитие листьев



Значение этиоляции





А - переход роста проростка фасоли в темноте к росту на свету (деэтиоляция):

- 1 - зеленый проросток на свету,
- 2 - этиолированный проросток в темноте,
- 3 - проросток после 2 мин освещения красным светом;

Б - эффект активации роста стебля затенением:

- 1 - теневыносливое растение на открытом месте,
- 2 - теневыносливое растение в тени,
- 3 - светолюбивое растение в тени (вытягивание стебля под действием дальнего красного света),
- 4 - светолюбивое растение на открытом месте

История изучения



В 50-60 гг. 20 века Х. Бортвик и С. Хендрикс (Белтсвилл, штат Мэриленд, США) исследовали прорастание семян салата.

Выводы

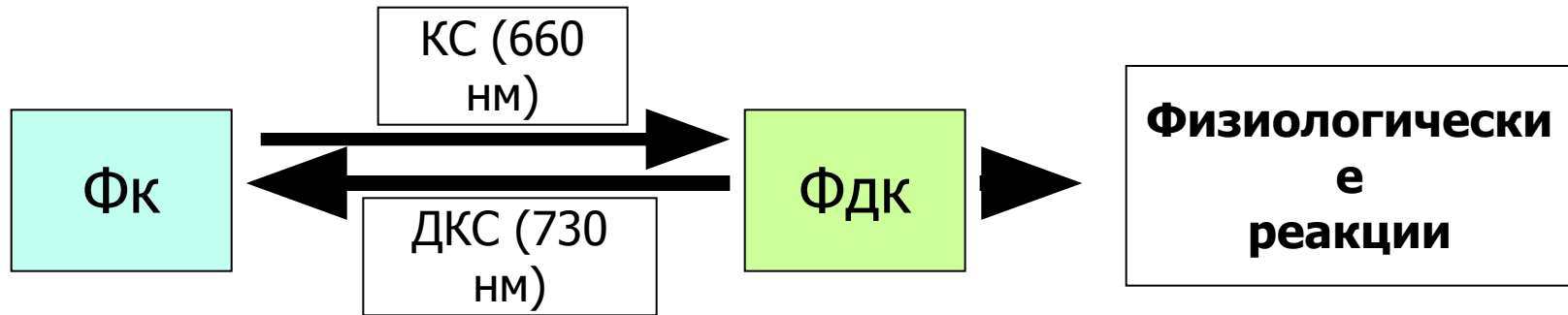
1. КС (660 нм) стимулирует прорастание светочувствительных семян салата-латука. ДКС (730 нм) ингибирует. У КДР – КС подавляет цветение, у ДДР – стимулирует.
2. КС и ДКС оказывают антагонистическое действие на прорастание семян салата-латука. КС стимулирует, а ДКС снимает его действие, При чередовании КС и ДКС реакция зависит от того, какие лучи действовали последними.

Влияние красного (1ч) и дальнего красного света на прорастание семян салата

| Свет | Процент проросших семян |
|------------------------------|-------------------------|
| К | 70 |
| К → ДК | 6 |
| К → ДК → К | 74 |
| К → ДК → К → ДК | 6 |
| К → ДК → К → ДК → К | 76 |
| К → ДК → К → ДК → К → ДК | 7 |
| К → ДК → К → ДК → К → ДК → К | 81 |

фоторецептор – вещество, поглощающее свет

пигмент фитохром



Неактивная форма
В этой форме фитохром
синтезируется
Устойчивая форма
Голубая окраска
370 нм

Физиологически
активная форма
Легко разрушается
Восстановленная форма
Желто-зеленая окраска
400 нм

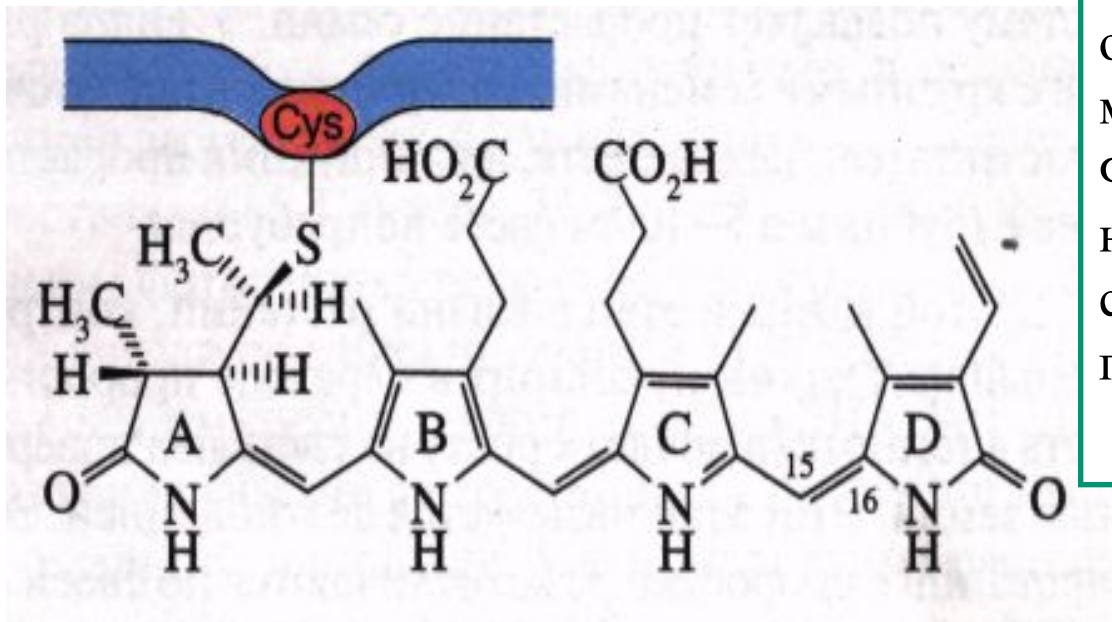
Структура фитохрома

Полностью очищенный фитохром был выделен из этиолированных проростков овса в 1969 г.

Фитохром представляет собой хромопротеид, состоящий из двух субъединиц, соединенных дисульфидным мостиком: белковой и хромофорной части.

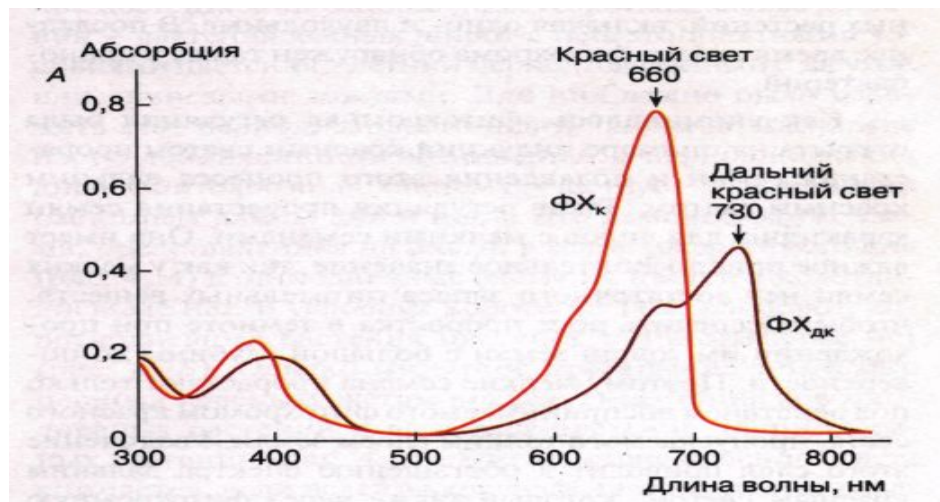
Молекулярная масса белка фитохрома – 250 кДа.

Хромофорная часть – тетрапиррол, подобный фикобилину



Обнаружен в клетках всех органов, но больше в меристематических тканях. Фитохромная система есть не только у растений, но и у синезеленых водорослей и грибов.

Спектры поглощения света раствором фитохрома

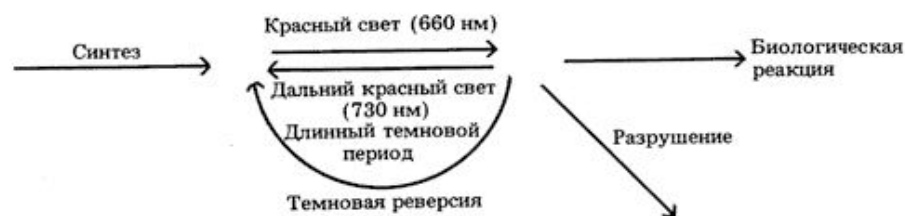


Взаимопревращения фитохрома



Локализация фитохрома

- Φ_k не имеет строгой локализации, распределен в цитоплазме равномерно, связан с митохондриями и пластидами, но отсутствует в ядре и вакуоли.
- Φ_{dk} связан с мембранами и определенным образом ориентирован
- При переходе Φ_k в Φ_{dk} происходит быстрое перераспределение



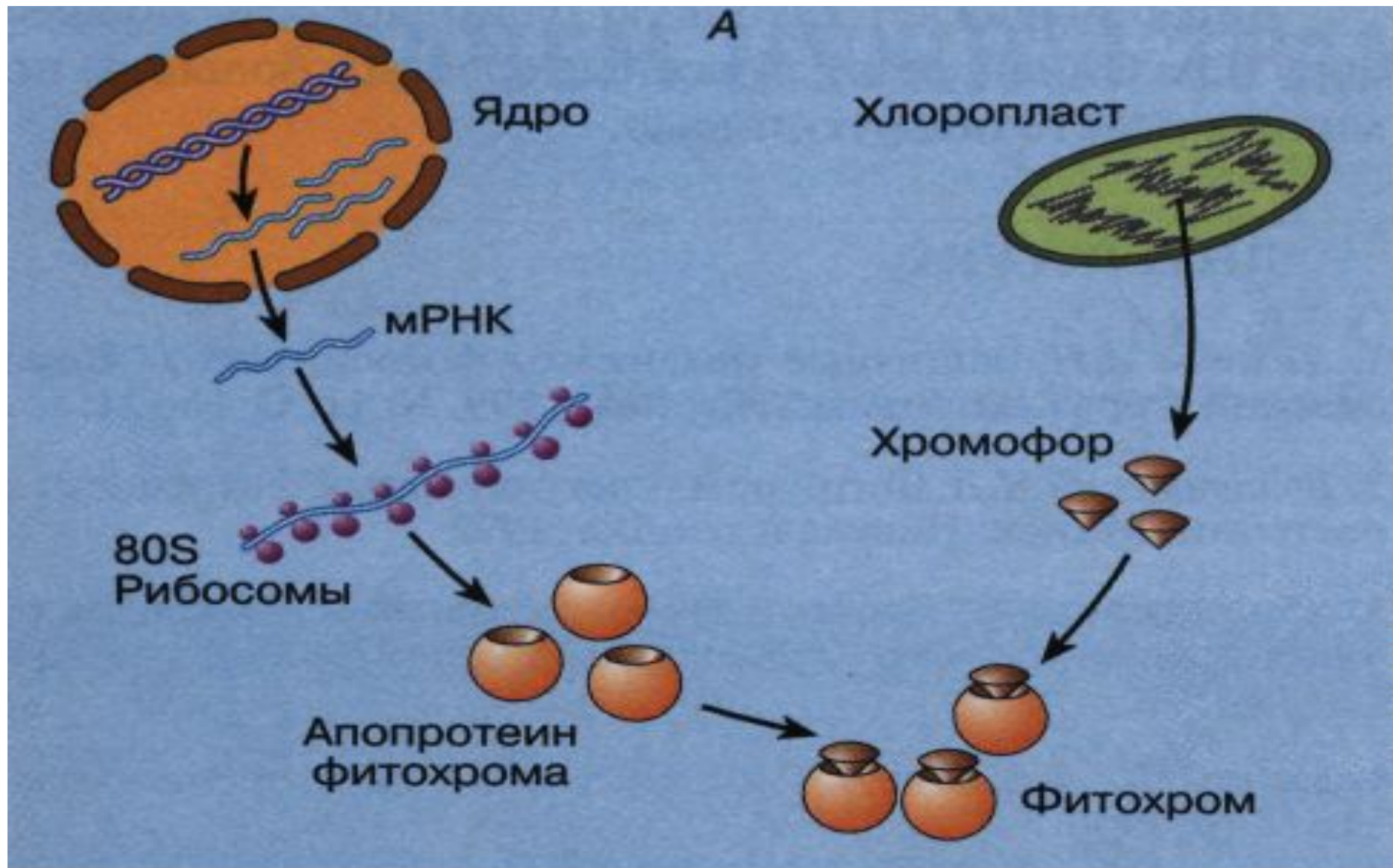
Регулируемые фитохромом реакции

- ингибирование роста стебля,
- открытие крючка гипокотилия,
- развертывание семядолей,
- дифференциация эпидермиса и устьиц,
- образование элементов ксилемы,
- ориентация хлоропластов,
- образование антоциана,
- прорастание светочувствительных семян,
- фотопериодическая реакция растения и др.

Под влиянием освещения красным светом процессы:

- **усиливаются:** дифференциация эпидермиса, синтез антоциана, синтез хлорофилла, прорастание семян;
- **тормозятся:** удлинение гипокотилия, рост стебля.

Биосинтез фитохрома в клетке



Регуляция синим светом

В регуляции роста синим светом участвуют криптохромы (*cryptos* – скрытый)

В 1993 г. А.Р. Кашмор и М. Ахмад доказали, что криптохромы являются хромопротеидами, хромофорная часть которых представлена флавином (ФМН, ФАД) и птерином.

Криптохромы локализованы в ядрах.

Поглощение света криптохромами замедляет рост гипокотилия или междоузлий, помогает контролировать деэтиоляцию растений и определять продолжительность дня.

