Современная
теория
фотосинтеза

План:

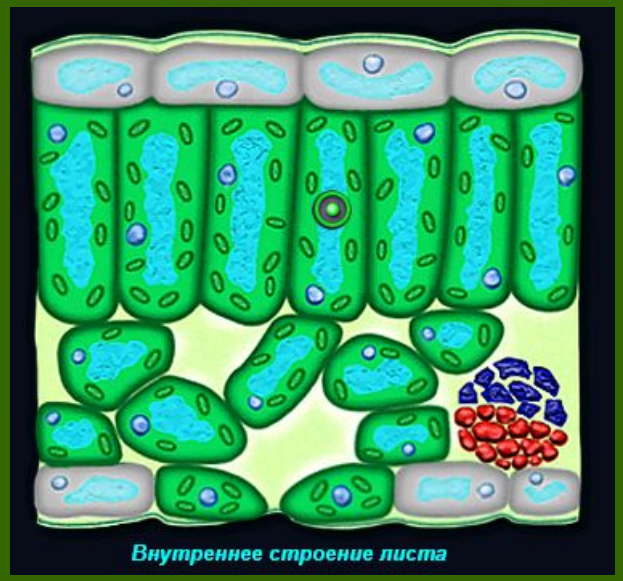
1. *Световая фаза фотосинтеза.*
2. *Метаболизм углерода при фотосинтезе (темновая фаза).*
3. *Особенности фотосинтеза у C_3- и C_4 – растений.*
4. *Фотосинтез по типу толстянковых (САМ-фотосинтез).*

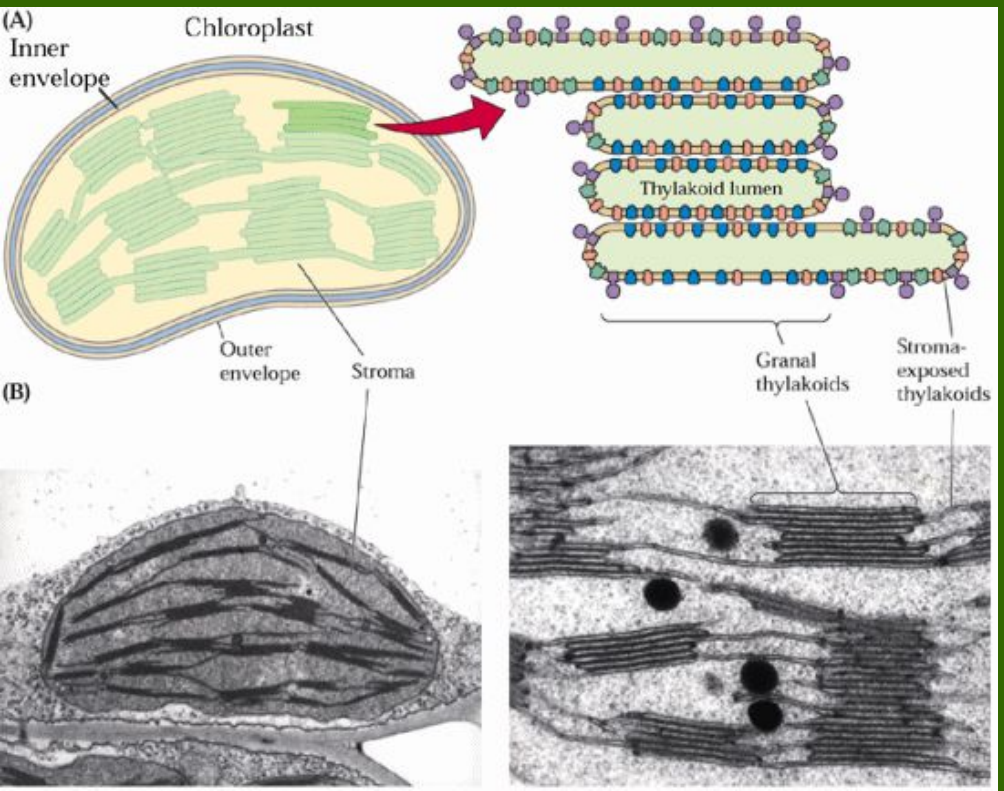
Литература основная:

- Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений. М.: Колос, 2005.- 548 с.
- Третьяков Н.Н. и др. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. М., Колос. 2000. – 640 с.
- А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты.- М.: Академия, 2006. – 448 с.

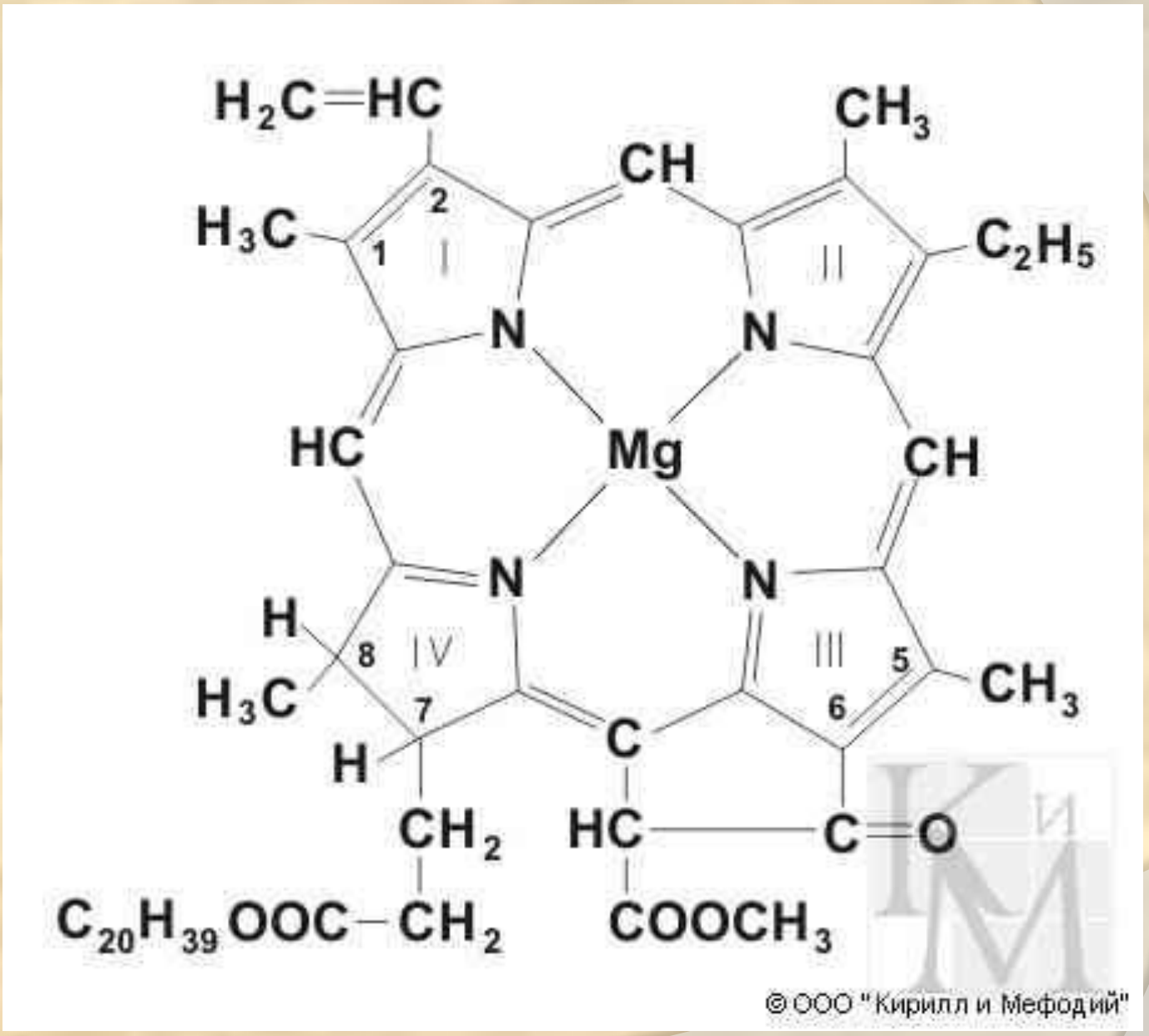
$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{хлорофилл}]{\text{свет}} C_6H_{12}O_6 + O_2$$

Фотосинтез – процесс образования из углекислого газа и воды органических веществ и высвобождения молекулярного кислорода, процесс трансформации поглощенной энергии света в химическую энергию органических соединений.


Внутреннее строение листа

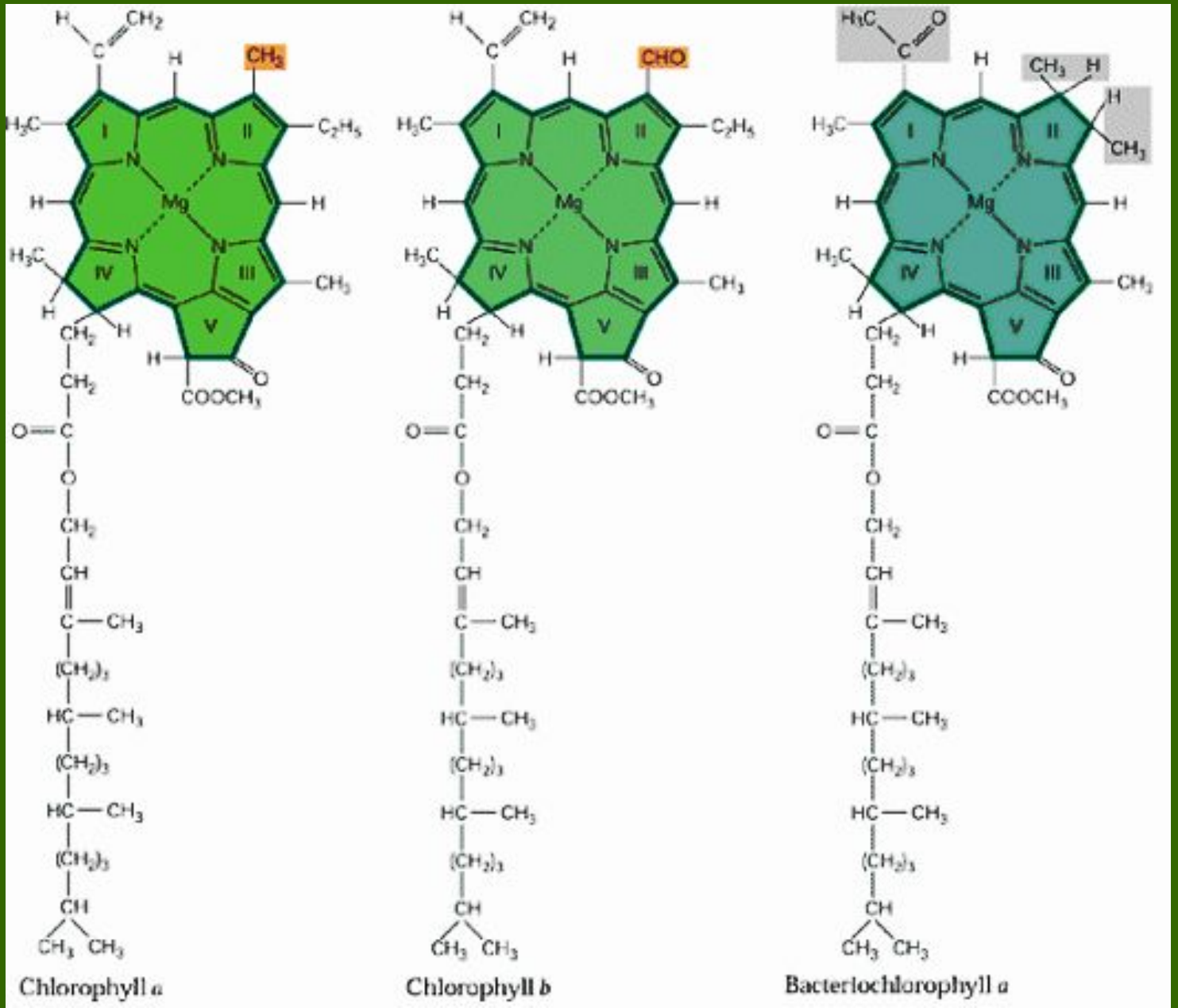

(A)
Chloroplast
Inner envelope
Thylakoid lumen
Outer envelope
Stroma
Granal thylakoids
Stroma-exposed thylakoids
(B)

Растительная клетка
Хлоропласт

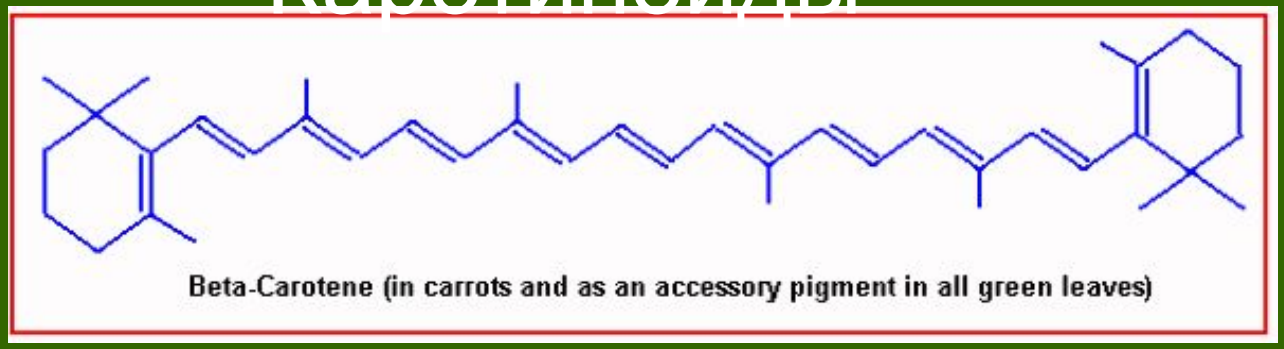


Структурная формула хлорофилла

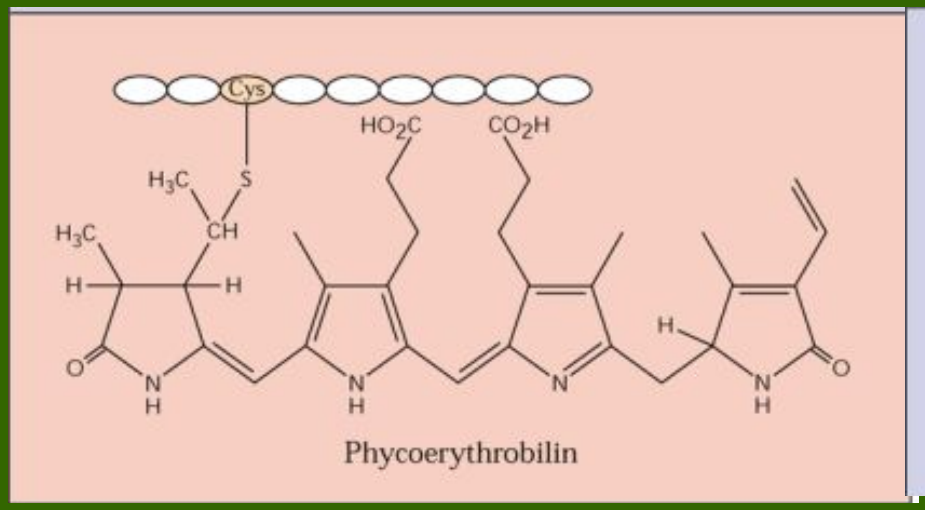
Хлорофиллы

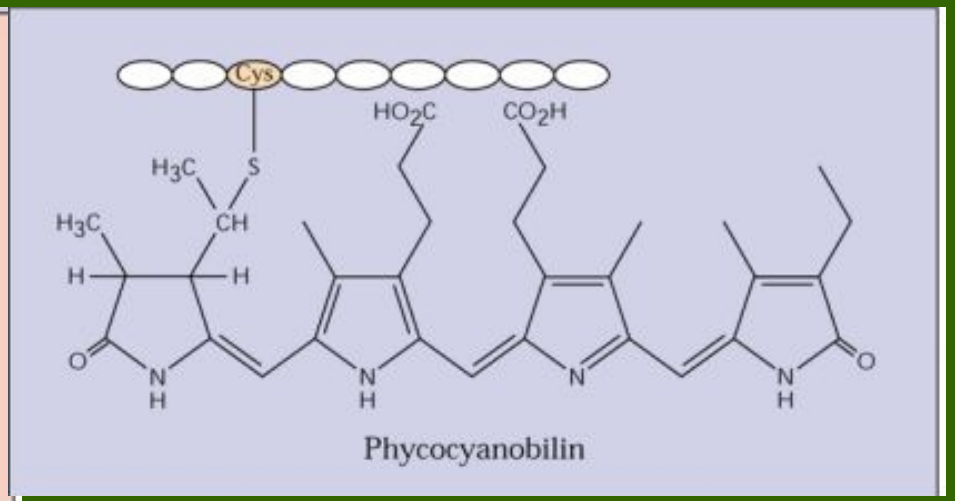


Каротиноиды



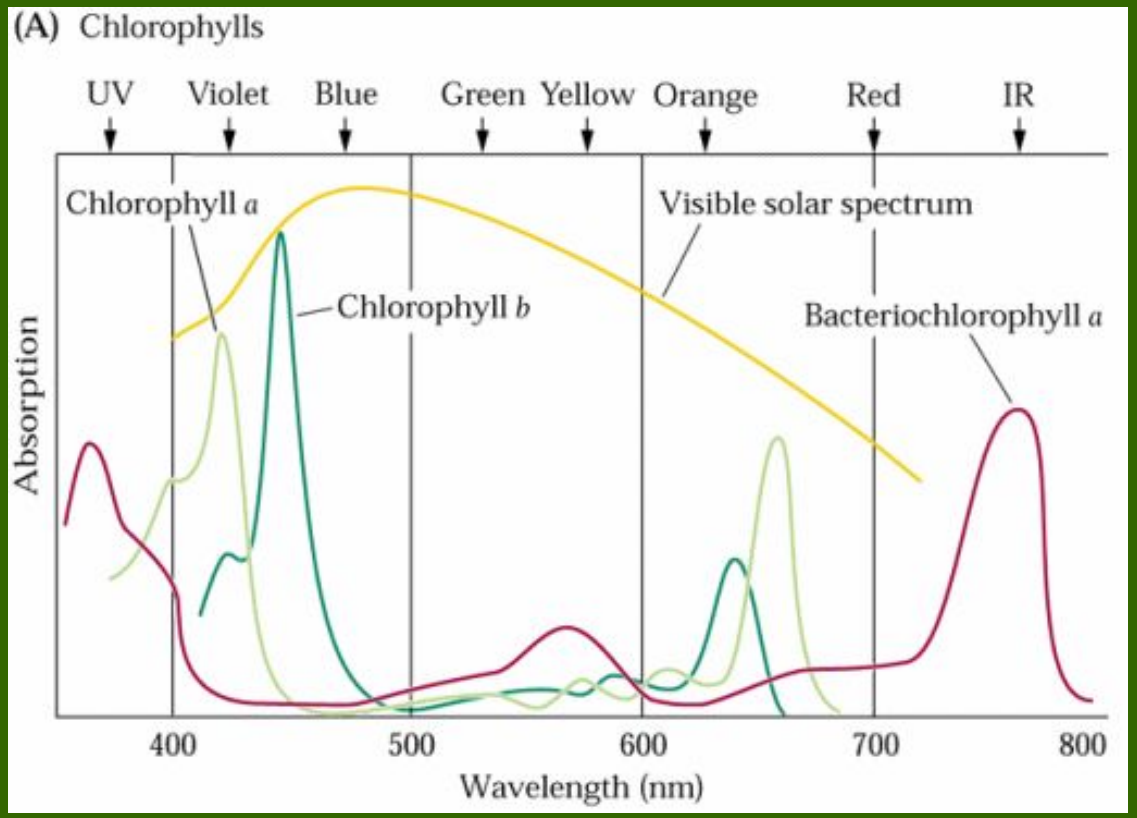
Фикобилины





Спектры поглощения

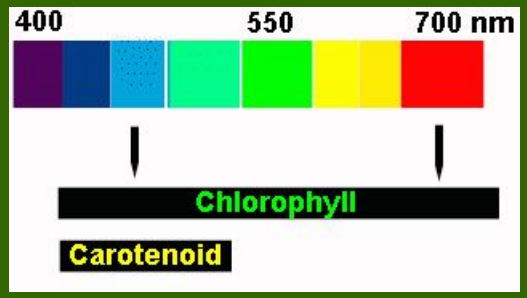
ФАР : 380 – 710 нм



Хлорофиллы:

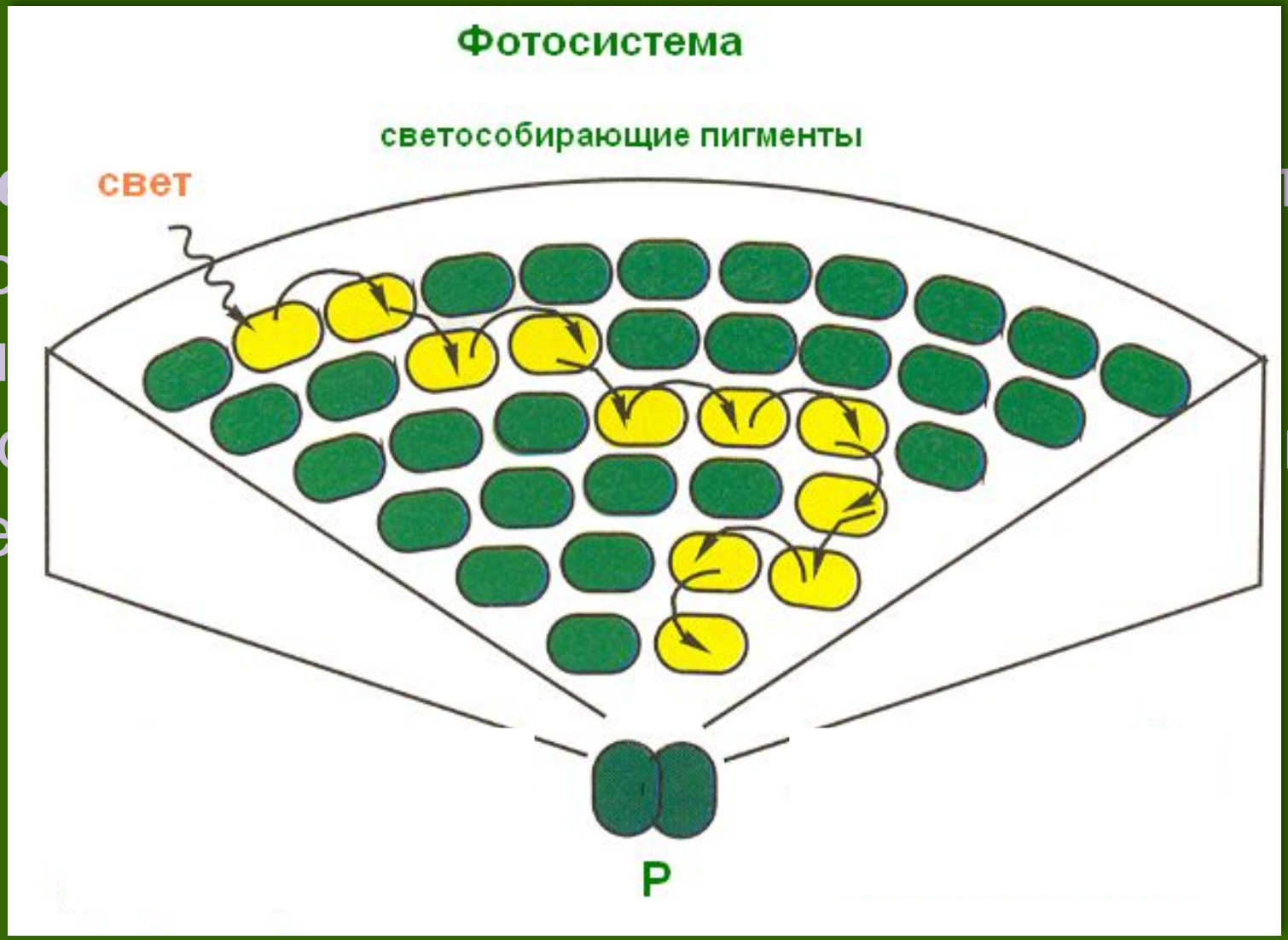
в красной области спектра 640-700 нм

в синей - 400-450 нм

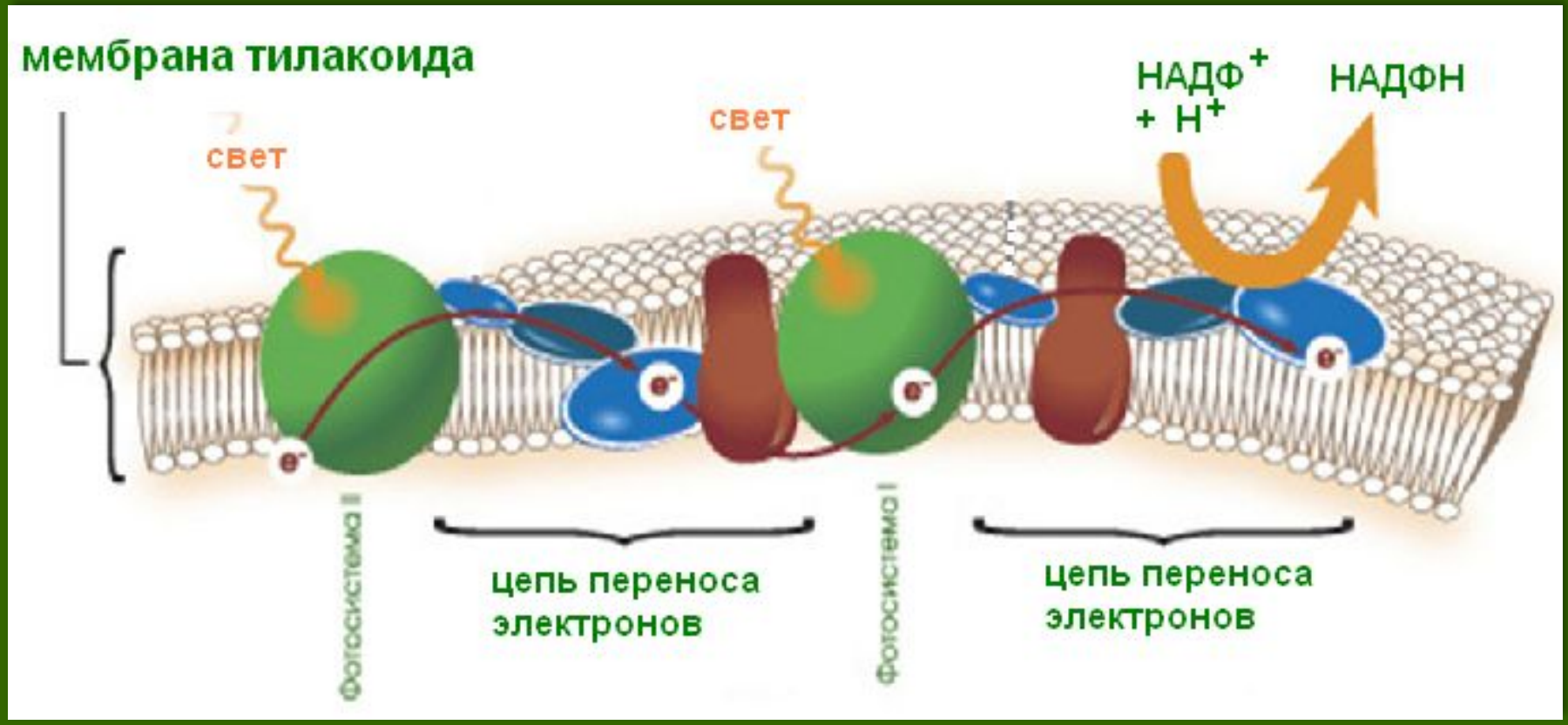


Каротиноиды: 400-550 нм главный максимум: 480 нм

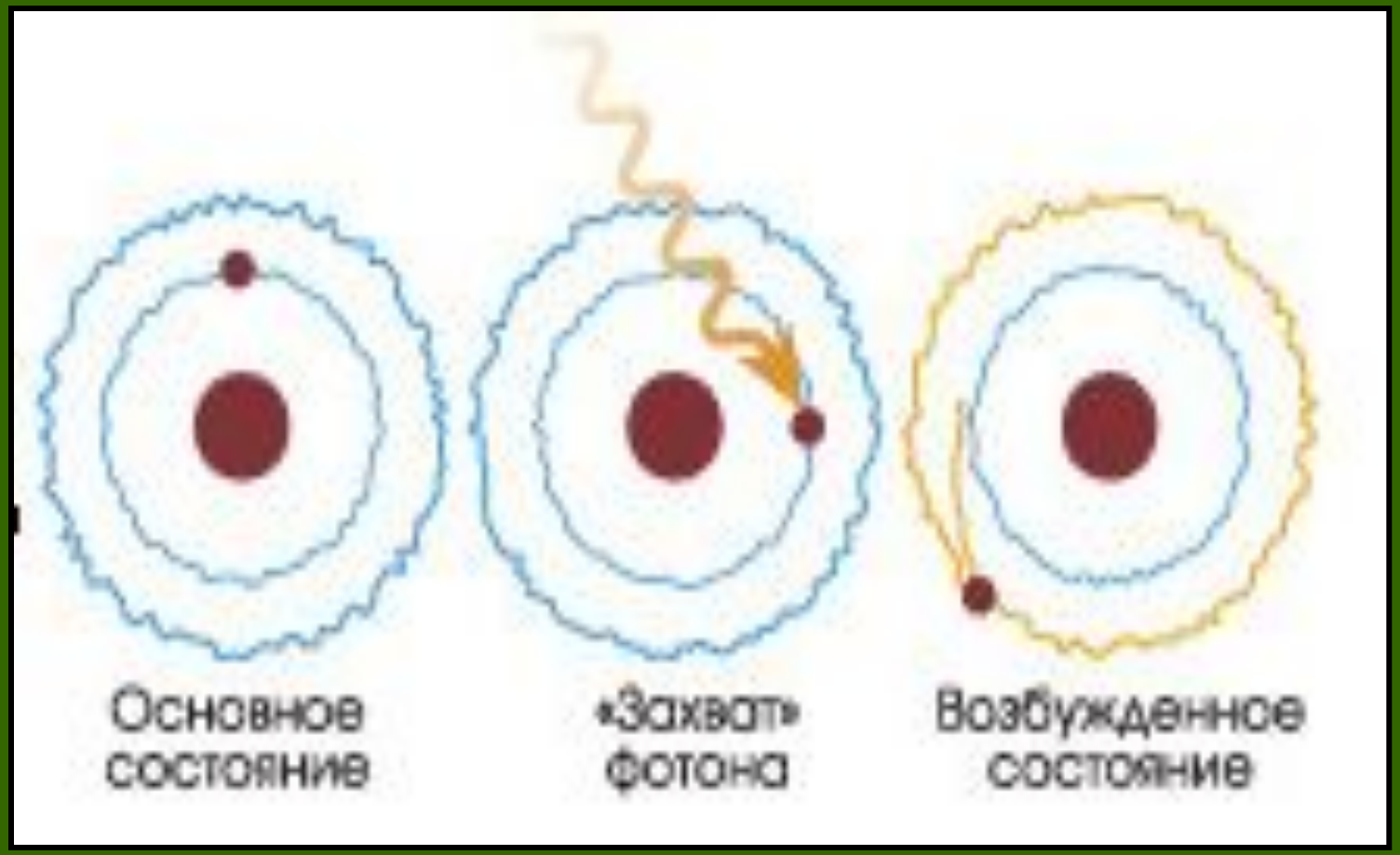
Фотосистемы



Строение мембраны тилакоида



Начинается все с того. что в молекулах пигмента квант света «возбуждает» один из электронов.



Световая фаза фотосинтеза

Нециклический транспорт электронов

http://bannikov.narod.ru/images/fotnogot.gif

Световая фаза фотосинтеза

Нециклический транспорт электронов

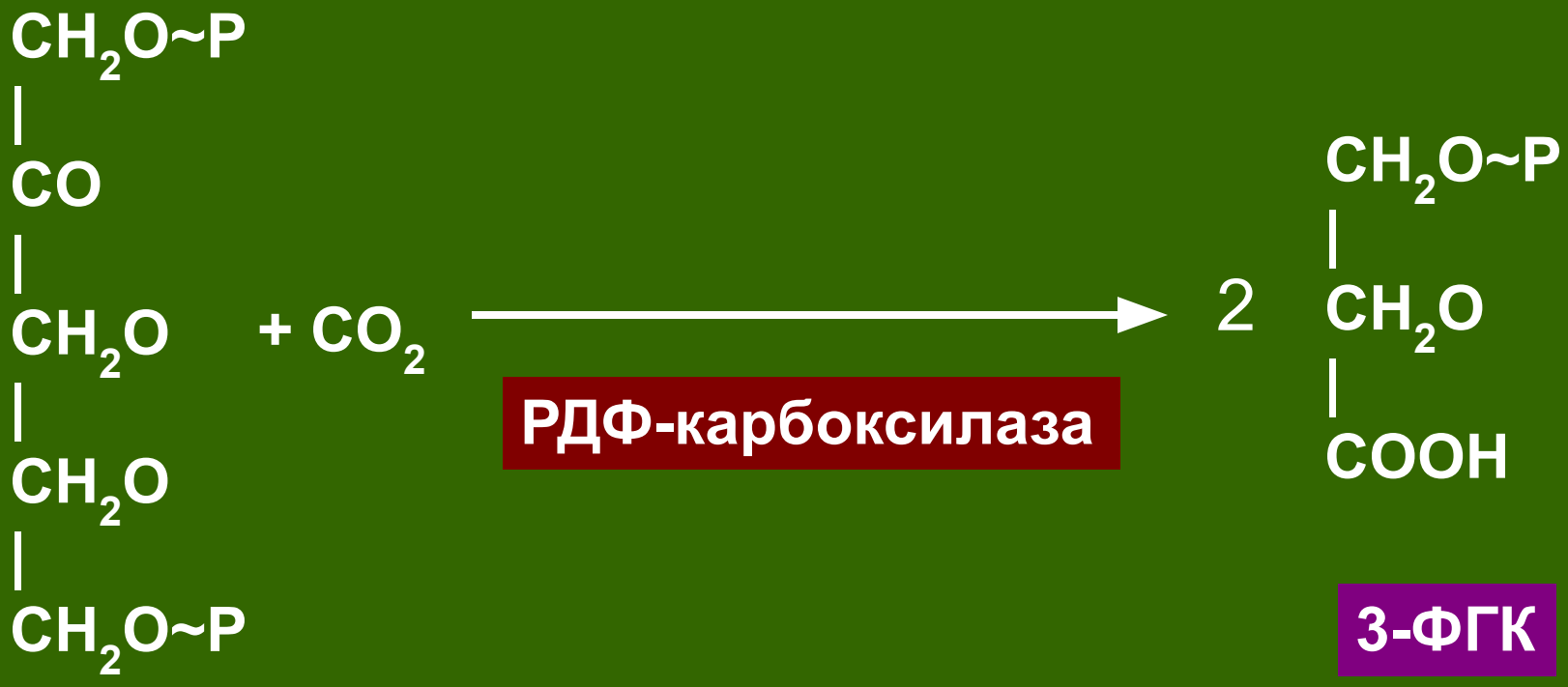
http://bannikov.narod.ru/images/fotnogot.gif

Световая фаза фотосинтеза

1. Активация хлорофилла
2. Фотолиз воды
3. Синтез АТФ
4. Восстановление $НАДФ^+$ до НАДФ*Н +Н

C_3 – путь фотосинтеза (цикл Кальвина)

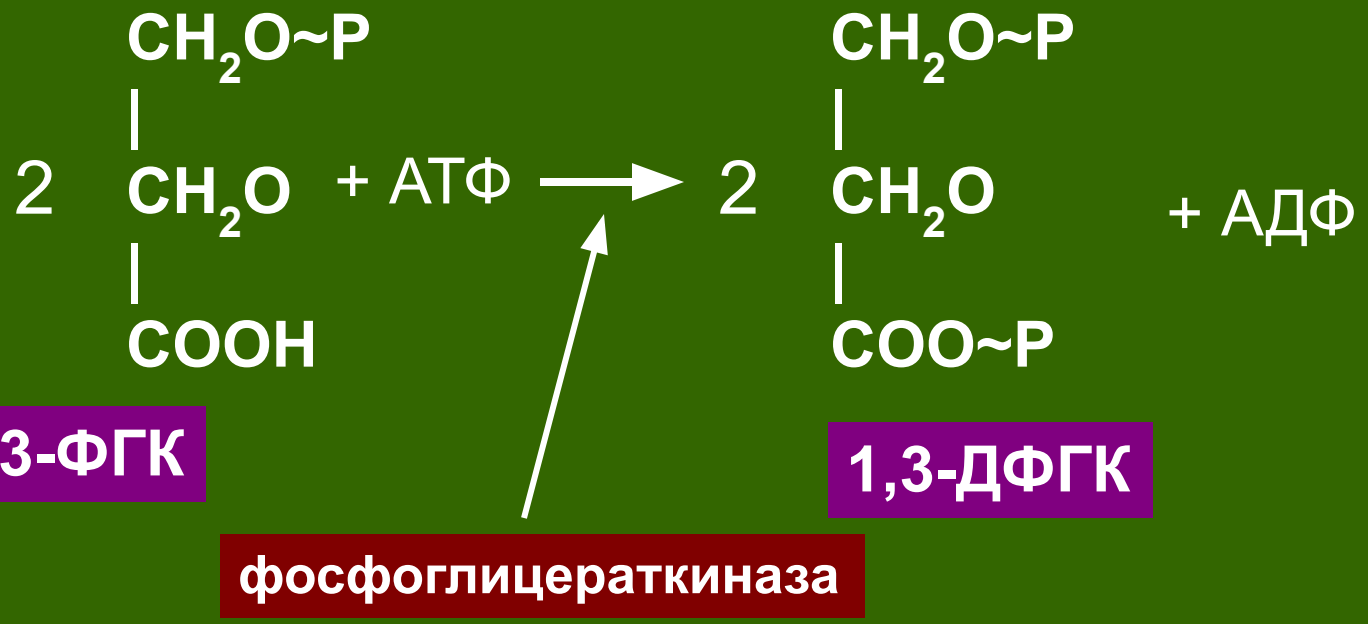
1.Карбоксилирование

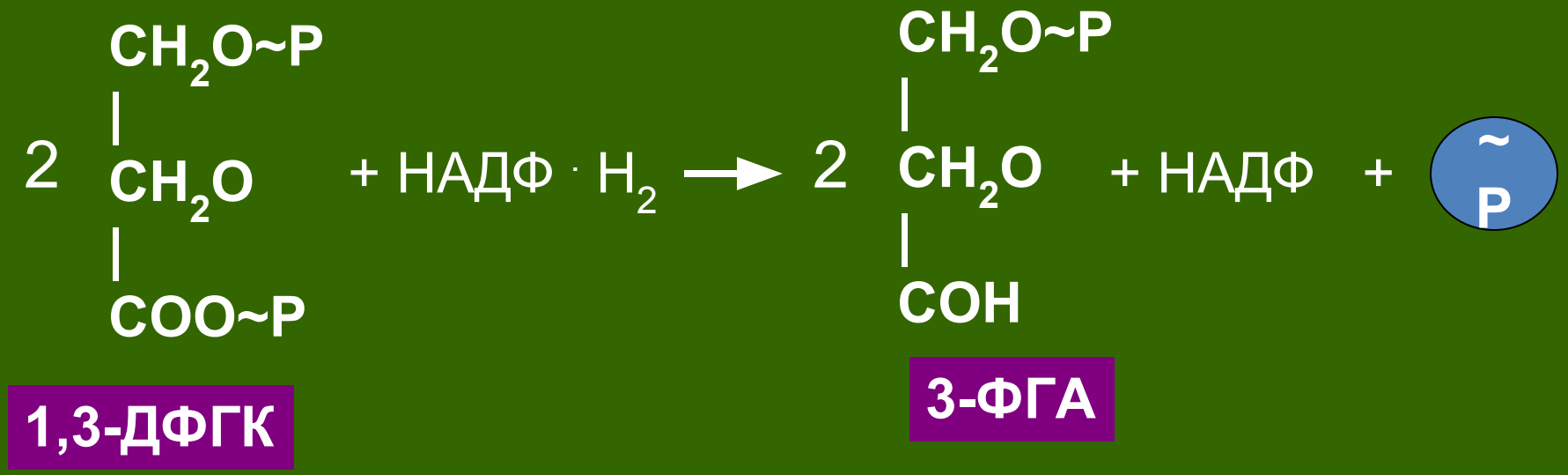


1,5-РДФ

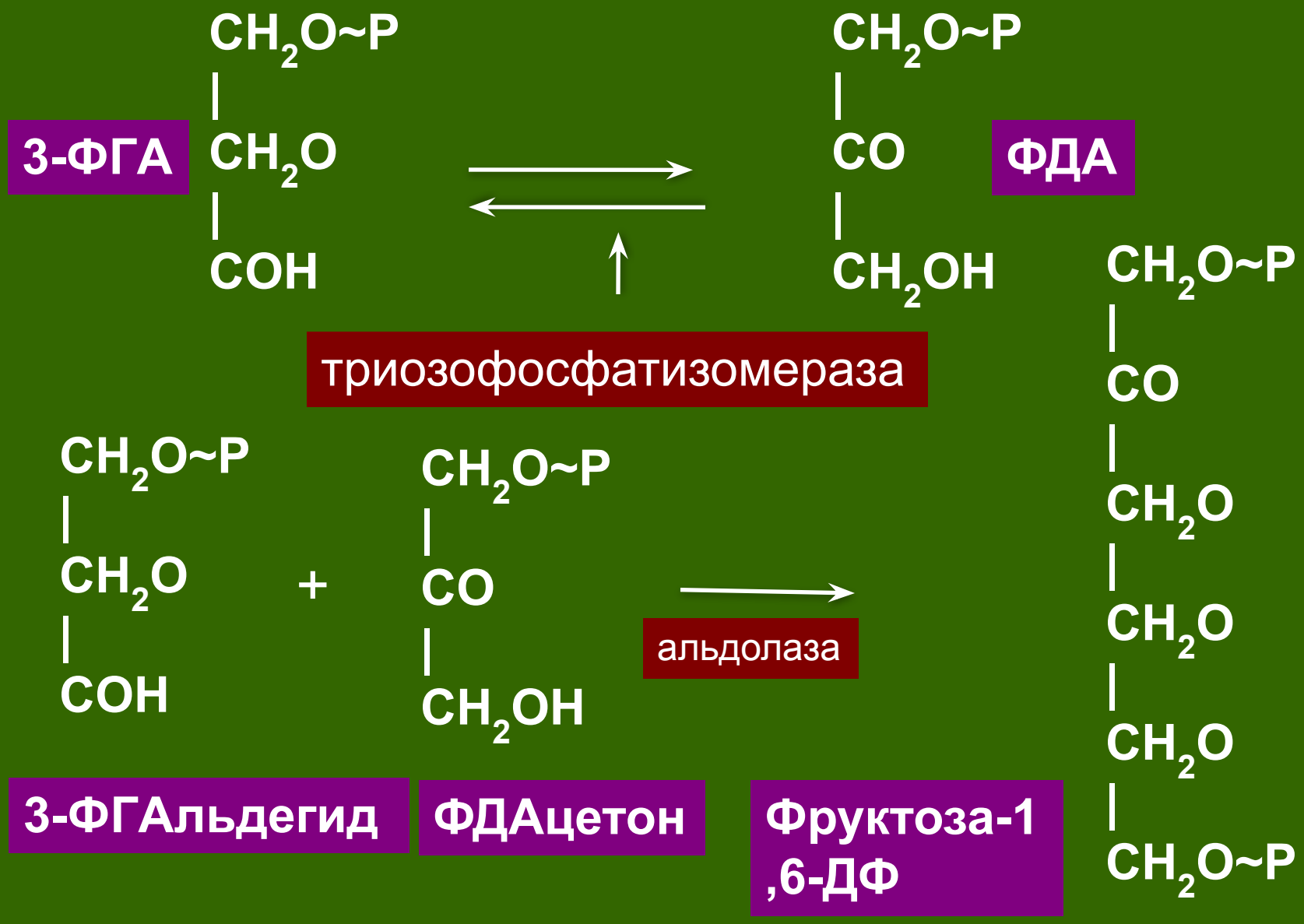
3-ФГК

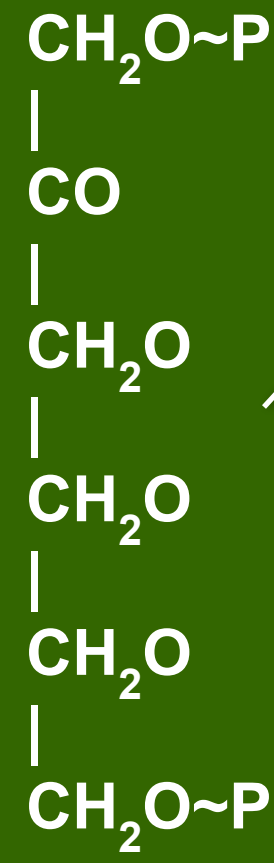
2.Фаза восстановления





3. Фаза регенерации первичного акцептора CO_2 и синтеза конечных продуктов фотосинтеза.





Ф-1,6-ДФ

Конденсации и перестройки
C_4, C_5, C_6 и C_7 - сахарофосфатов

Гексозомонофосфат

Рибулозофосфат

Крахмал и сахара

АТФ

АДФ

Из световых реакций

Рибулозодифосфат (РДФ)

«Сравнение световой и темновой фаз фотосинтеза»

Критерии для сравнения	Световая фаза	Темновая фаза
Локализация	Мембрана тилакоидов	Строма хлоропласта
Основные процессы	Фотолиз воды Восстановление $НАДФ^+$ до НАДФ* H_2 Синтез АТФ	Окисление НАДФ* H_2 Распад АТФ до АДФ и Ф. Фиксация CO_2 Цикл Кальвина)
Исходные вещества	Вода, АДФ, Ф, $НАДФ^+$	АТФ, НАДФ* H_2 , рибулёзофосфат
Образующиеся продукты	НАДФ* H_2 , АТФ	Глюкоза, аминокислоты и т.п.
Источник энергии	Световая энергия	Энергия АТФ

кукуруза

просо

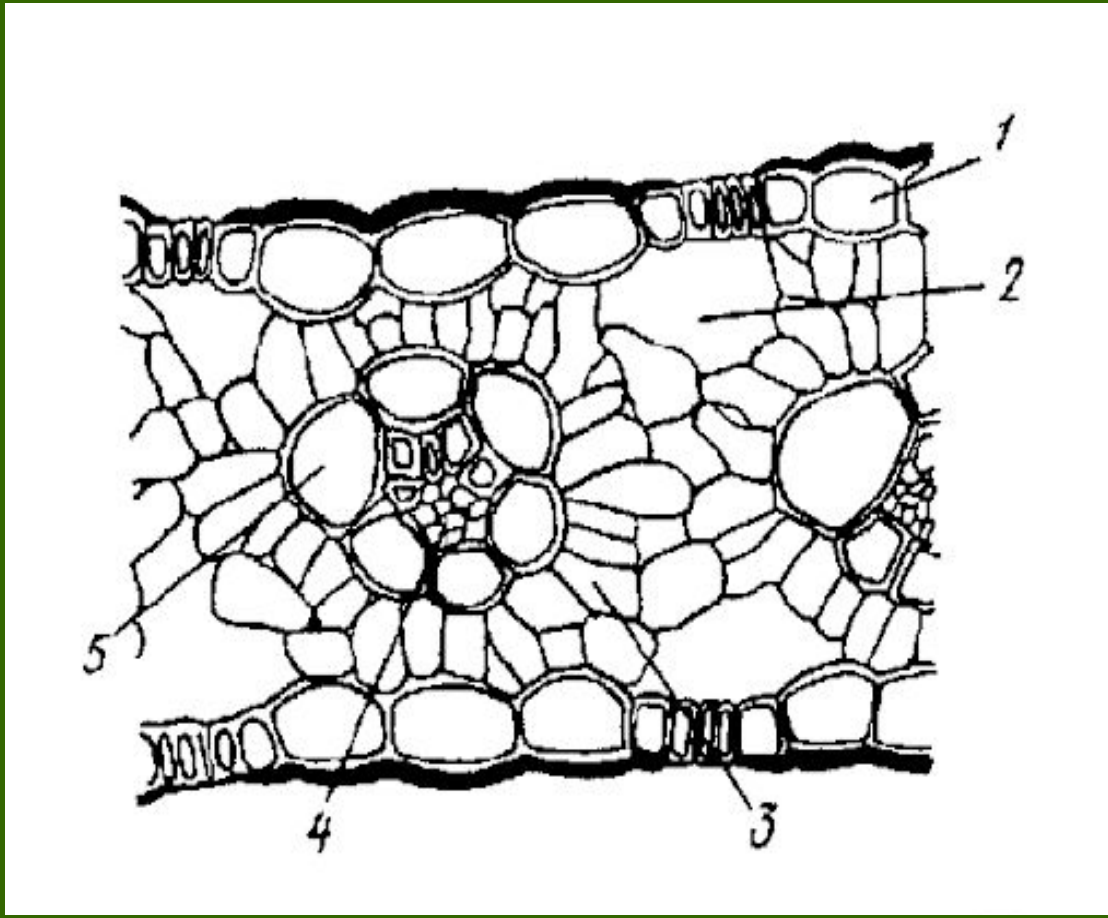
сорго
Сахарный тросник
Copyright L. Pauwels

Щетинник

Щирица

Просо куриное

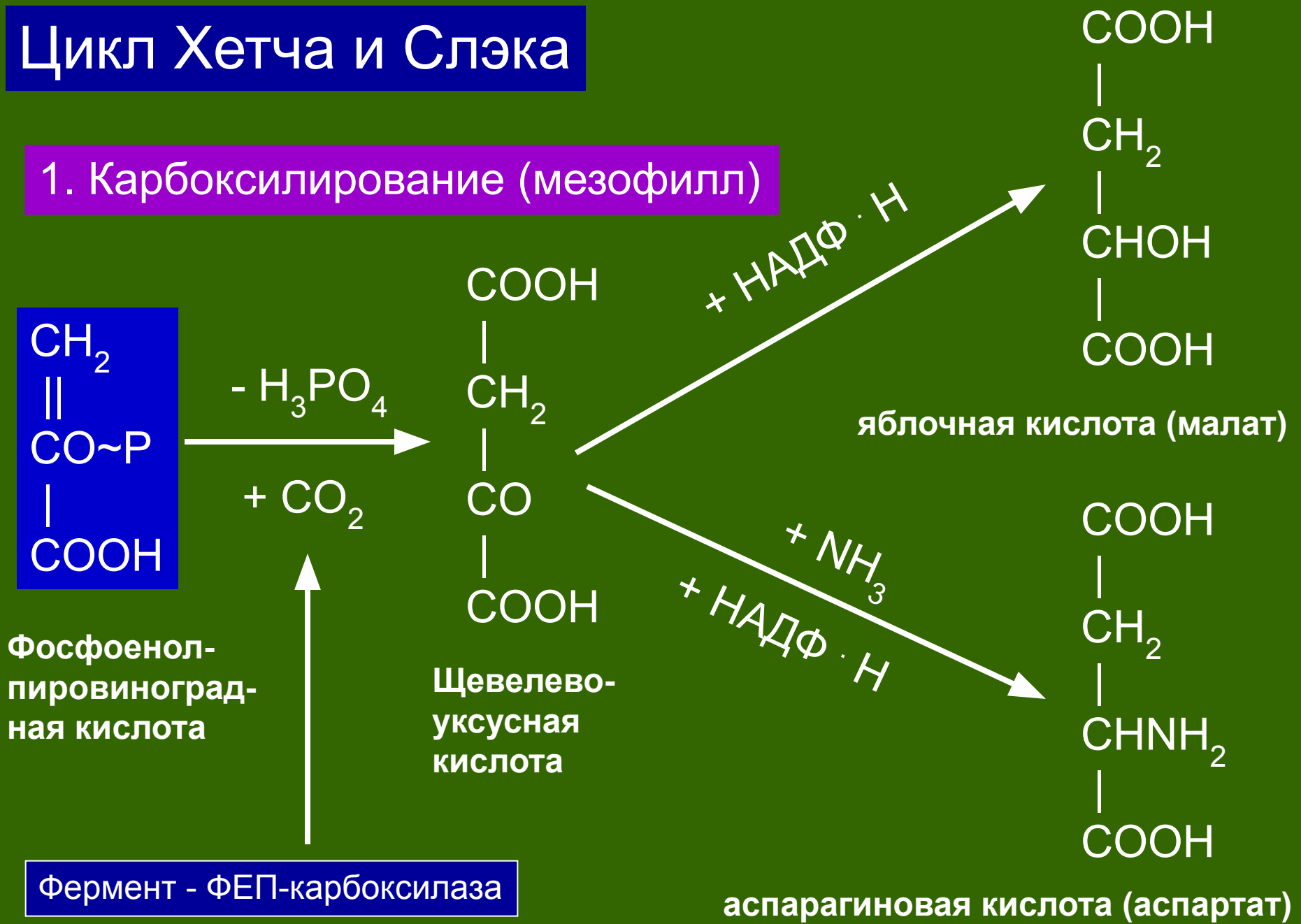
Структурные особенности C_4 растений: поперечный разрез листа кукурузы (по В.Я.Александрову, 1961)



1. эпидермис; 2 – межклетники; 3 – мезофилл; 4 – проводящий пучок; 5 - клетки обкладки

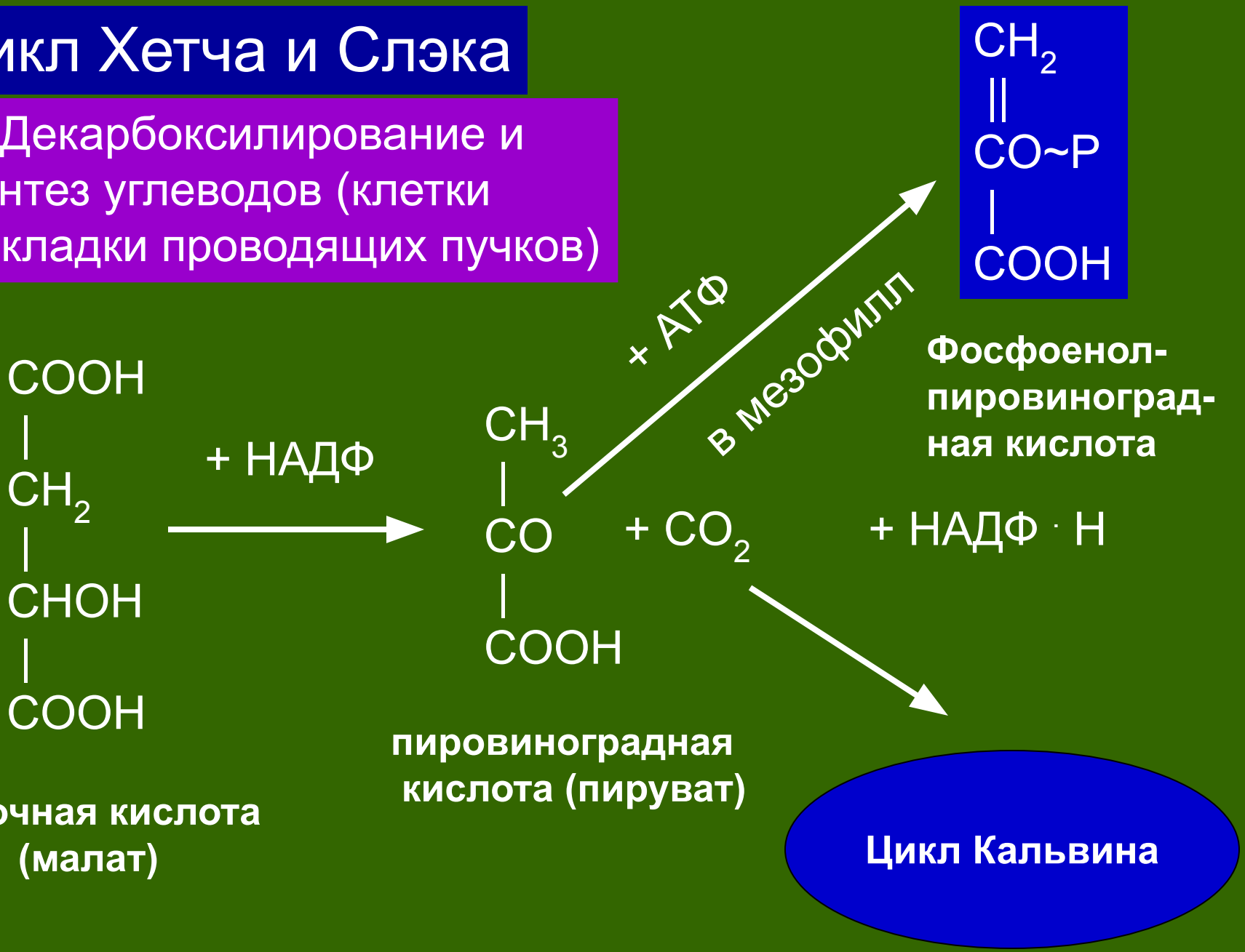
Цикл Хетча и Слэка

1. Карбоксилирование (мезофилл)



Цикл Хетча и Слэка

2. Декарбоксилирование и синтез углеводов (клетки обкладки проводящих пучков)



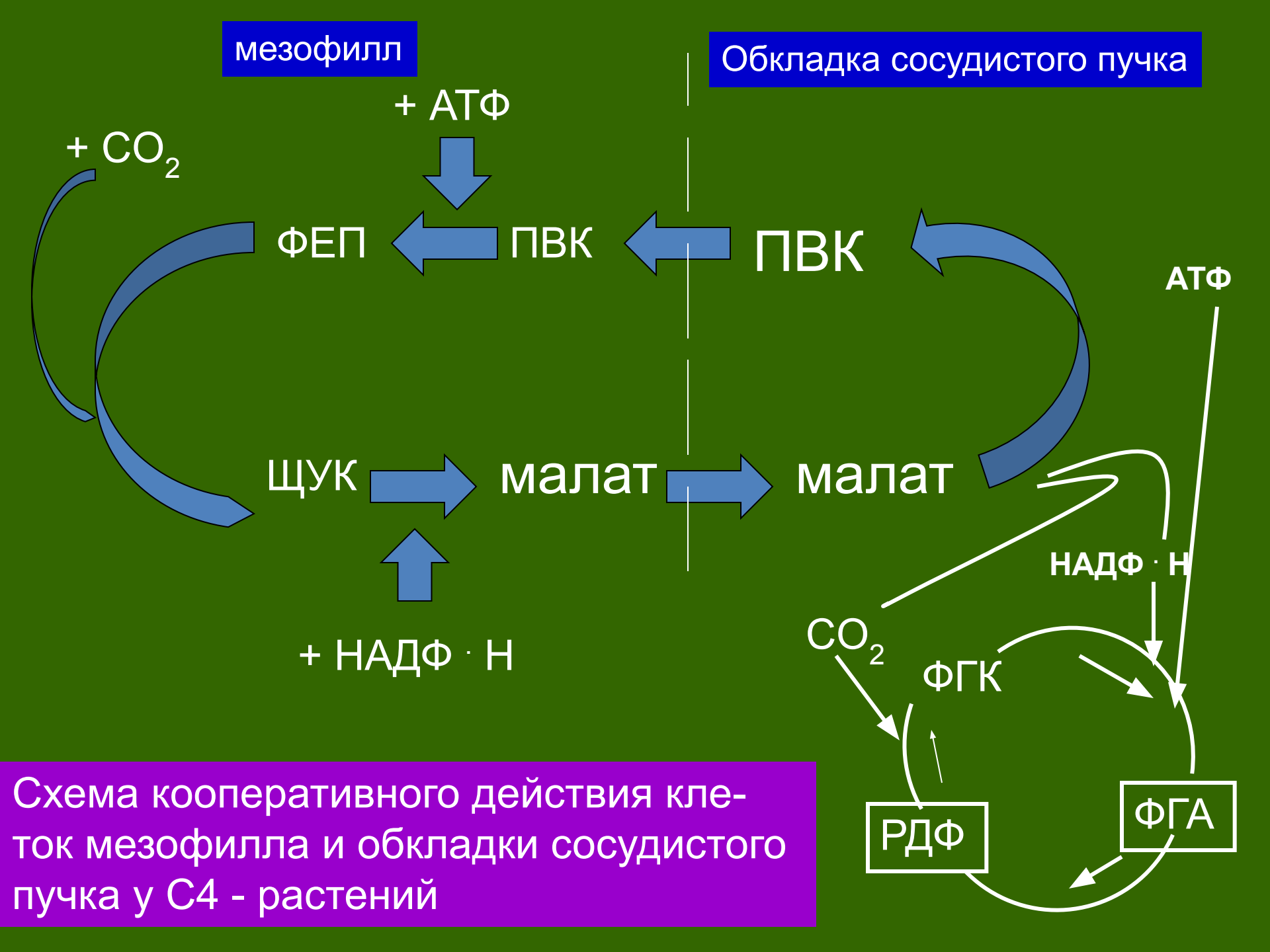


Схема кооперативного действия клеток мезофилла и обкладки сосудистого пучка у С4 - растений

Сравнительная характеристика C_3 и C_4 растений

C_3 - растения	C_4 - растения
Происхождение и основное местообитание	
Умеренная зона	Тропическая и субтропическая зона
мезофилл	
Дифференцирован на столбчатую и губчатую ткань	Дифференцирован на основной мезофилл и клетки обкладки сосудистого пучка
Хлоропласты	
Гранальные	Гранальные и агранальные

Сравнительная характеристика C_3 и C_4 растений

C_3 - растения	C_4 - растения
Первичные продукты фотосинтеза	
ФГК, ФГА (трехуглеродистые соединения)	Щевелево-уксусная кислота, аспартат, малат (четырехуглеродистые соединения
Первичный акцептор CO_2	
Рибулезодифосфат	Фосфоенолпируват

Сравнительная характеристика C_3 и C_4 растений

C_3 - растения	C_4 - растения
Ключевой фермент	
РДФ - карбоксилаза	ФЕП - карбоксилаза
CO_2 – компенсационный пункт	
0,003 – 0,01 %	0 – 0,0005 %
Световое насыщение фотосинтеза	
При средней освещенности	Не достигается даже при полном солнечном свете

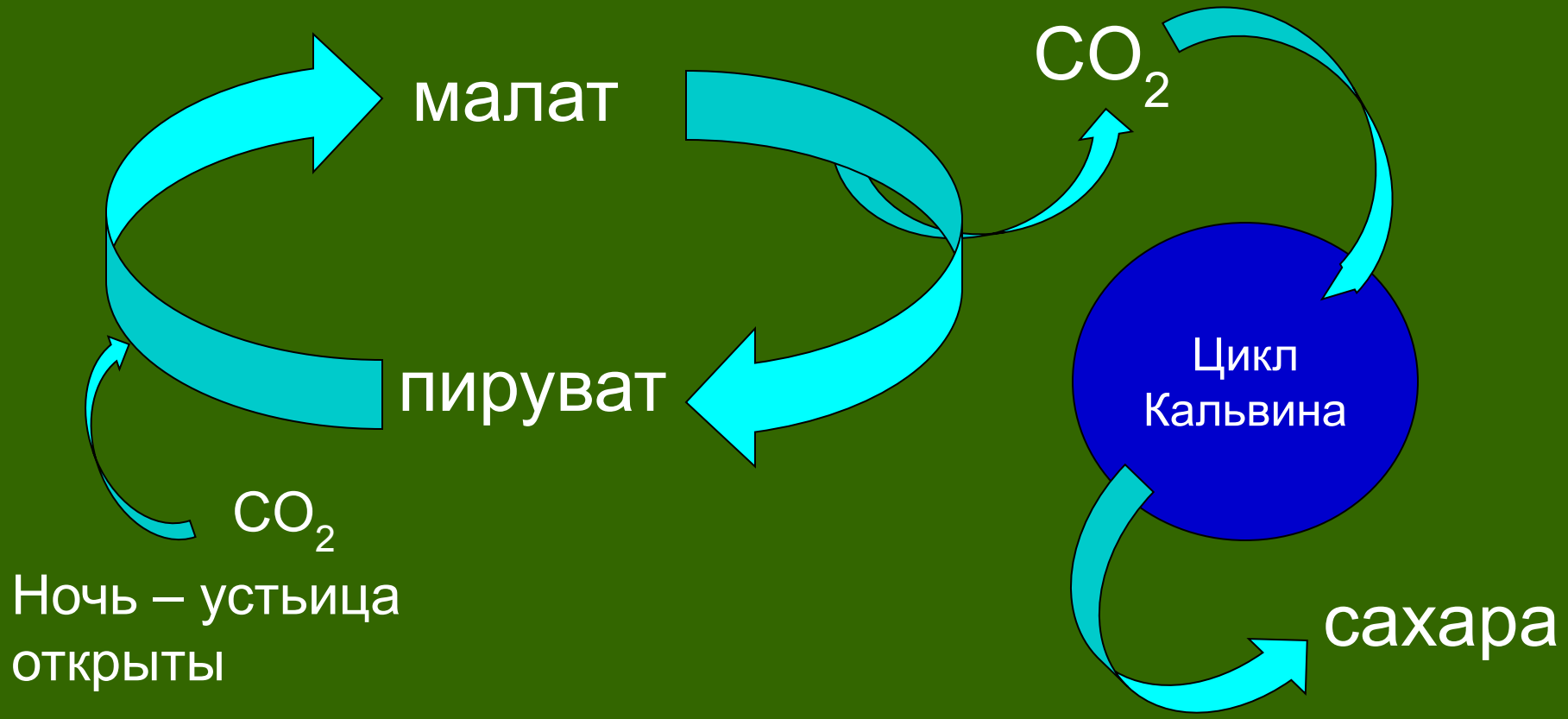
Сравнительная характеристика C_3 и C_4 растений

C_3 - растения	C_4 - растения
Наблюдаемое фотодыхание	
Есть	нет
Отток ассимилятов	
медленный	быстрый
Продуктивность	
Средняя (20-30 т/га)	Высокая (80 т/га)

Фотосинтез по типу толстянковых (CAM – метаболизм)

Crassulacean acid metabolism

День – устьица закрыты



Ночь – устьица открыты