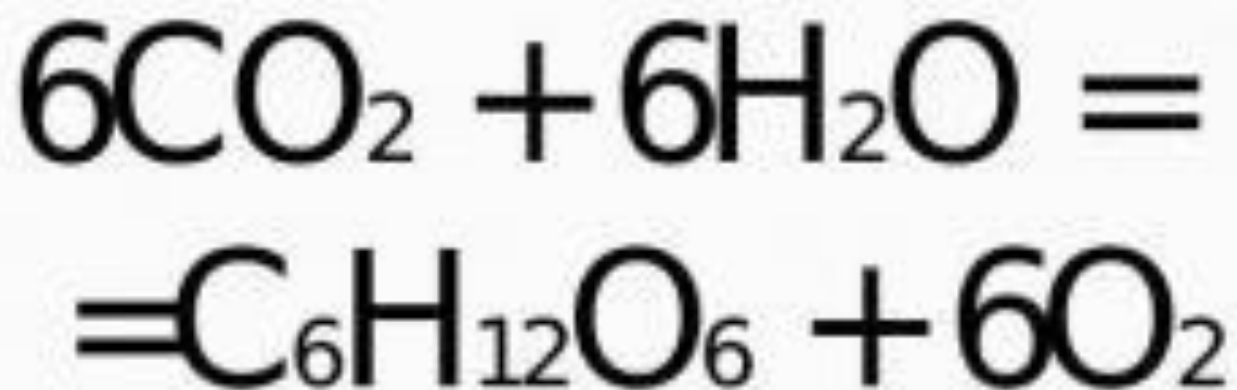


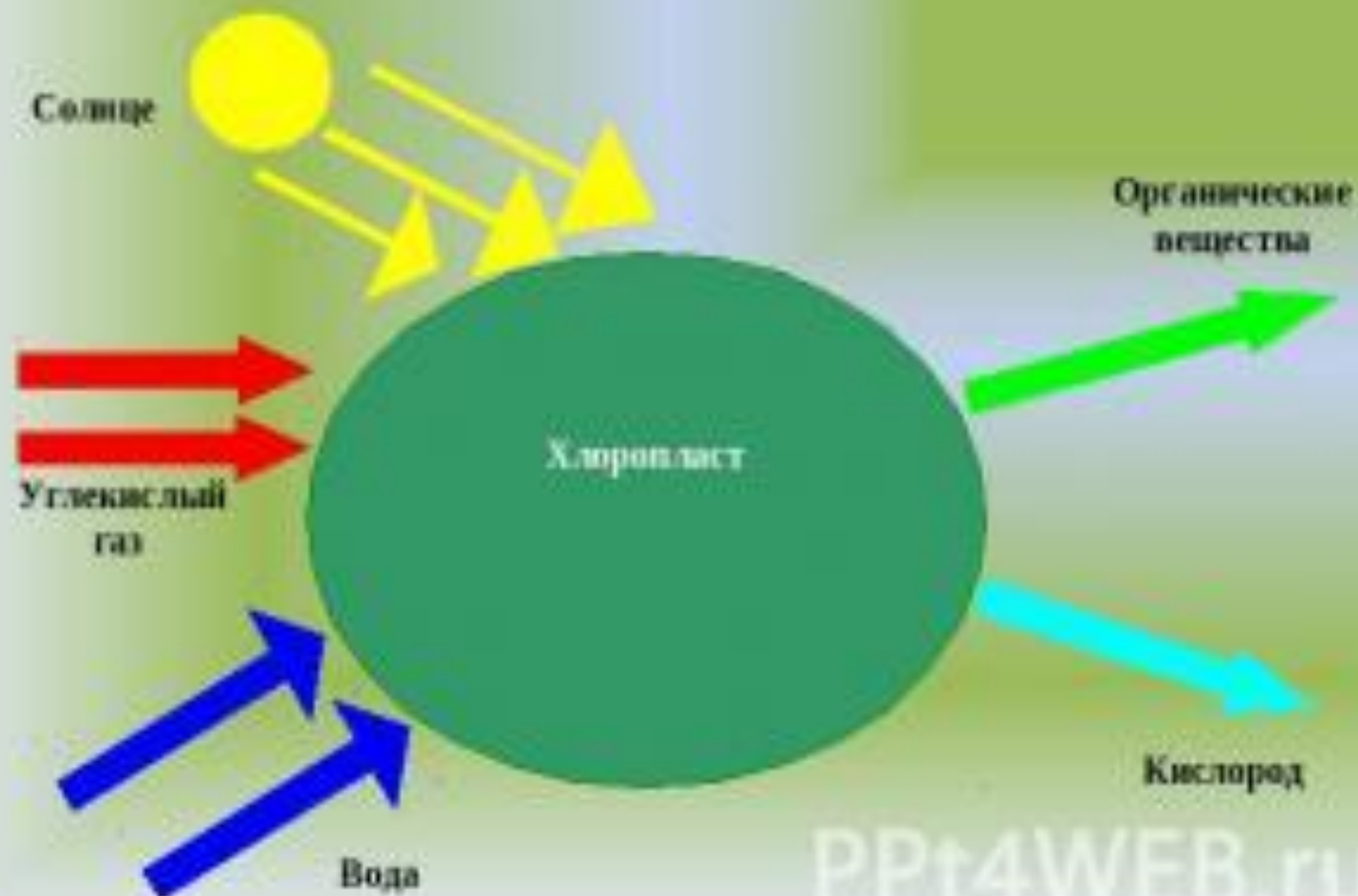
Фотосинтез



Уравнение фотосинтеза



Суть фотосинтеза:



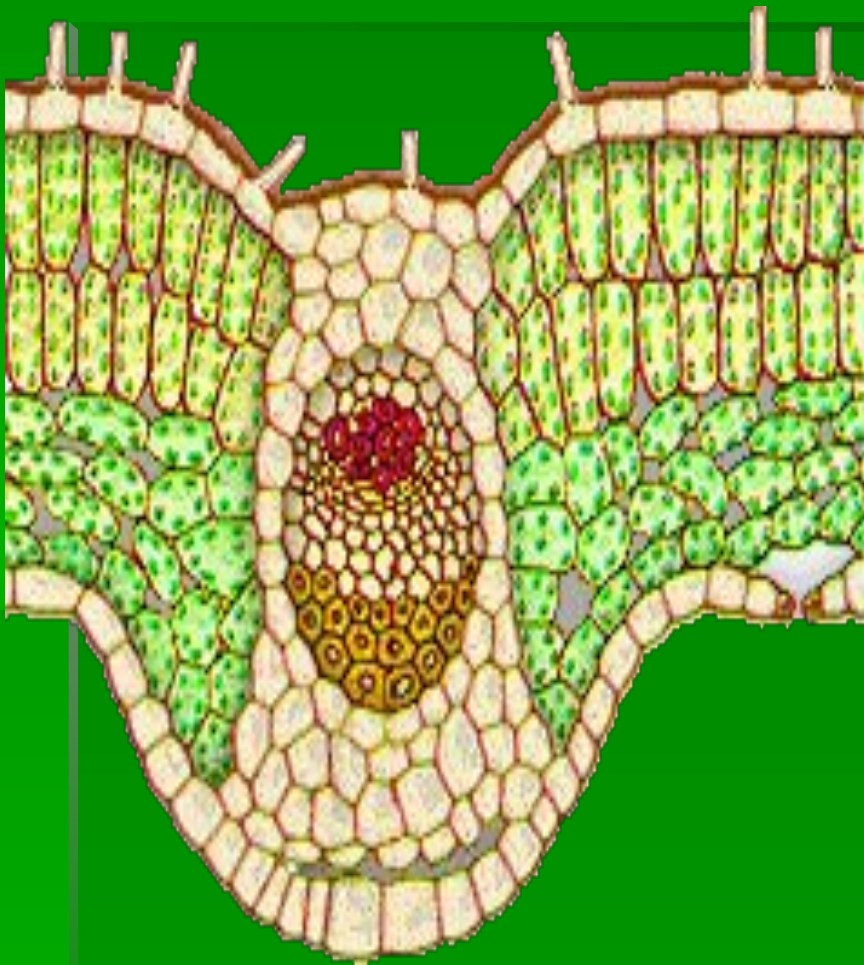
Фотосинтездің іске асыратын мүше-жапырақ



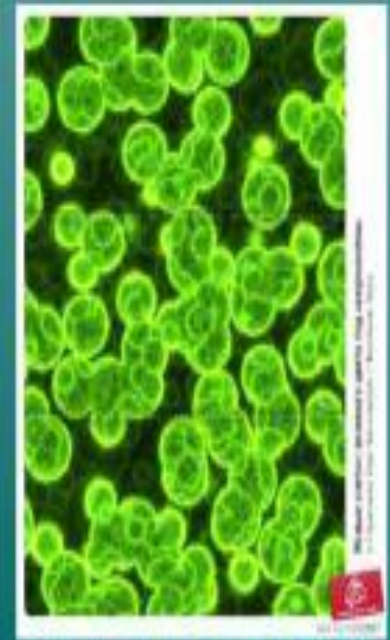
Жапырақ келесі ұлпалардан және органоидтардан тұрады



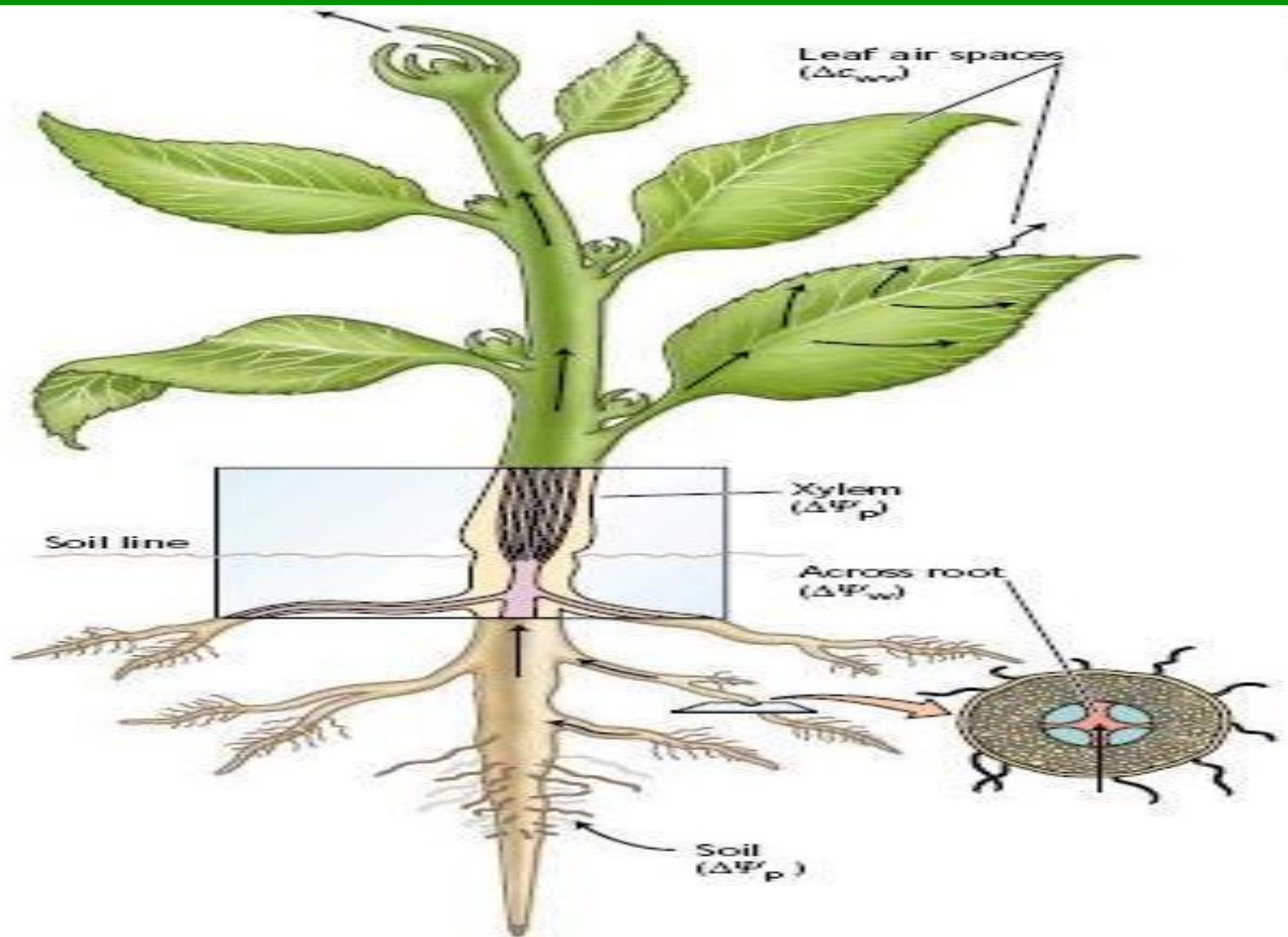
Жапырақтың анатомиялық құрылысы



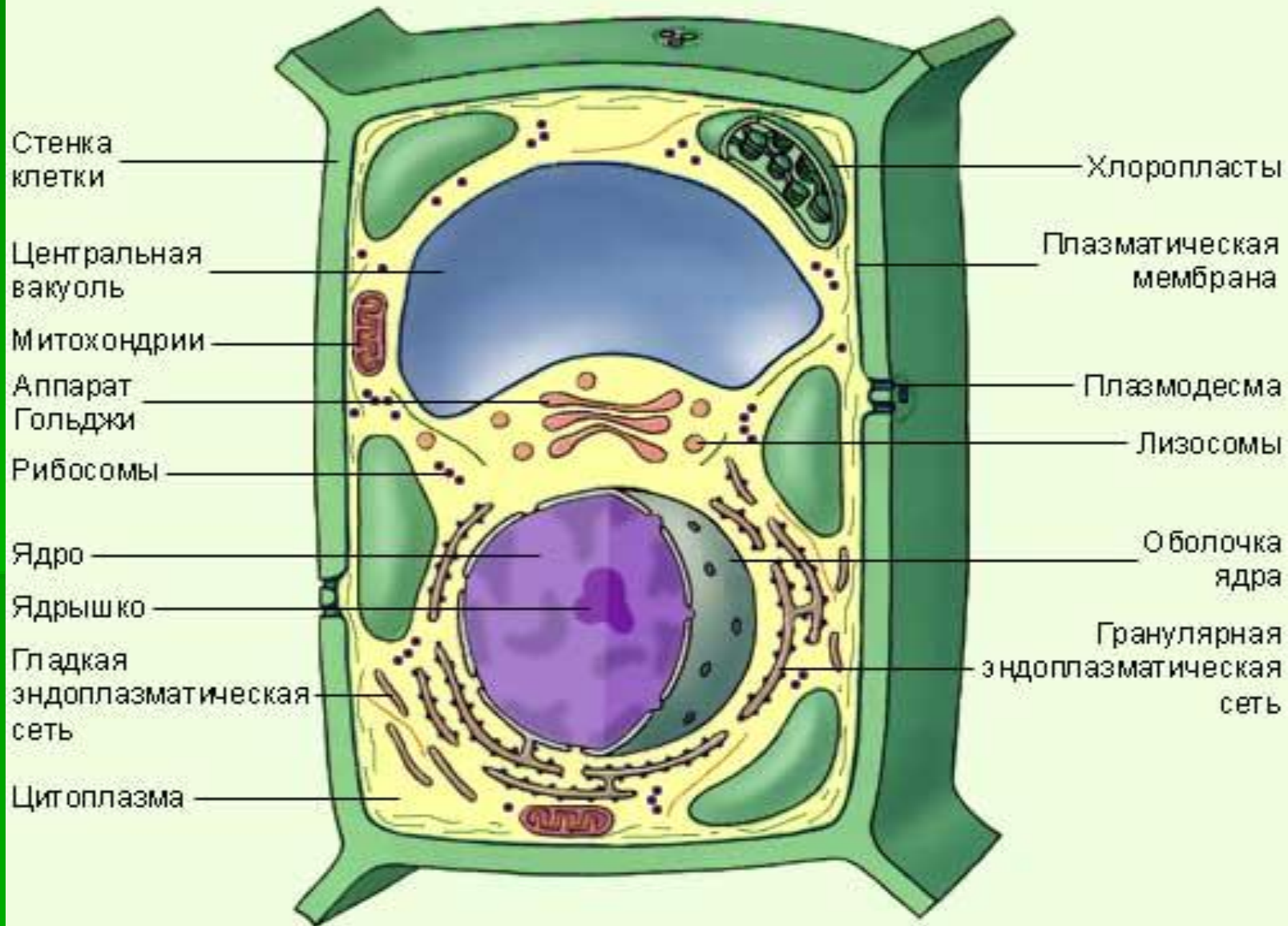
Лист под микроскопом



Фотосинтез үшін CO_2 жапырақтан H_2O тамырдан келеді



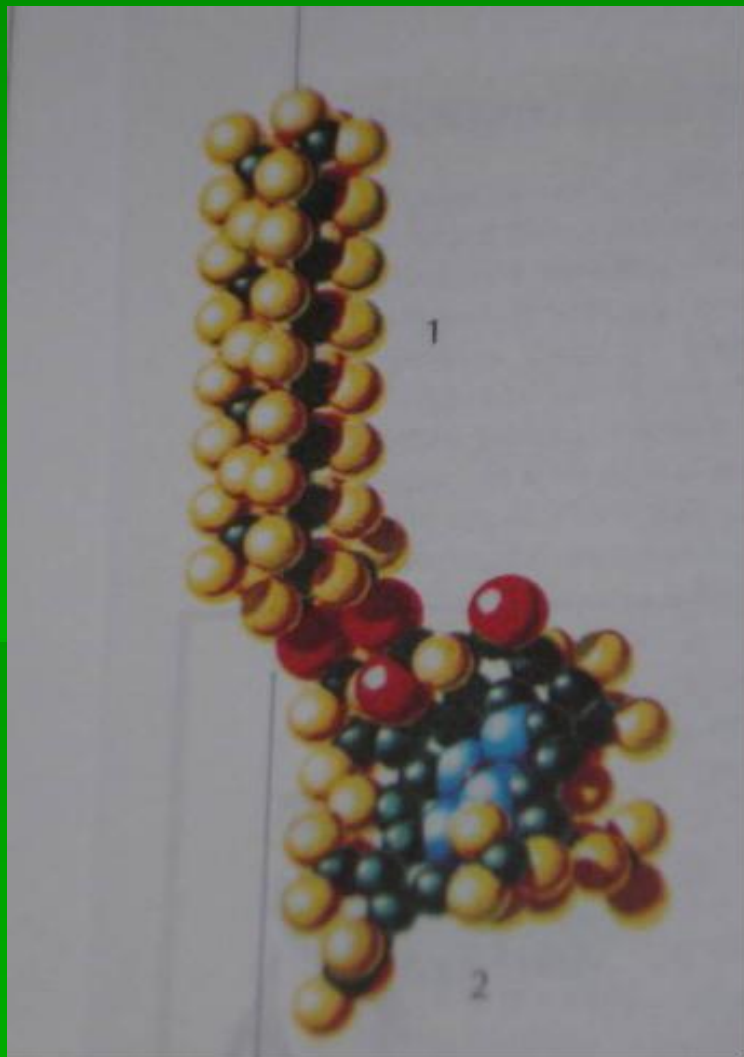
Өсімдік клеткасының құрылысы



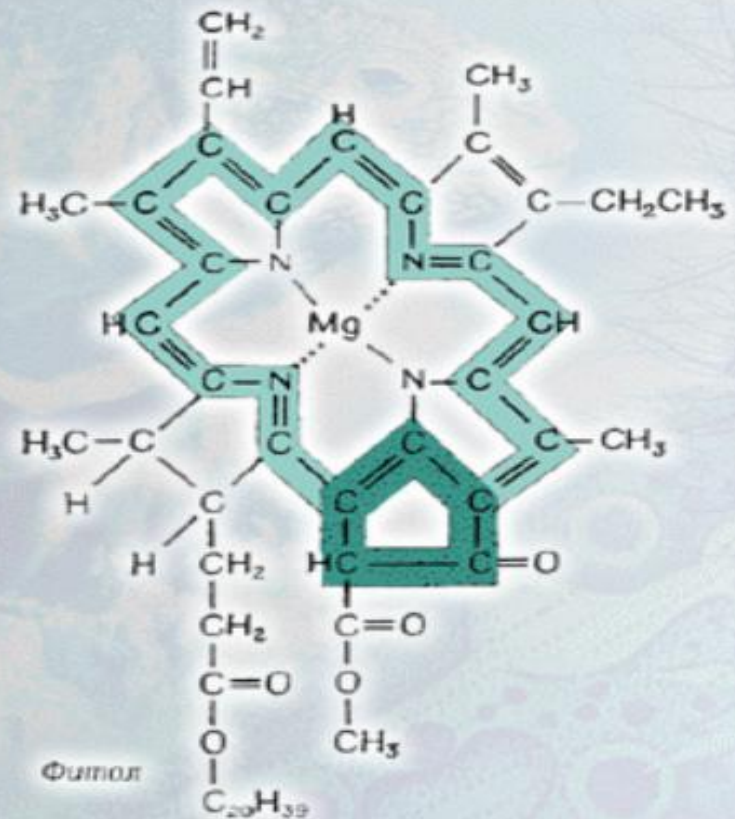
Хлоропластың құрылысы



Хлорофиллдің кеңістіктегі құрылысы



Молекулярная структура хлорофилла



Хлорофиллдің химиялық құрамы

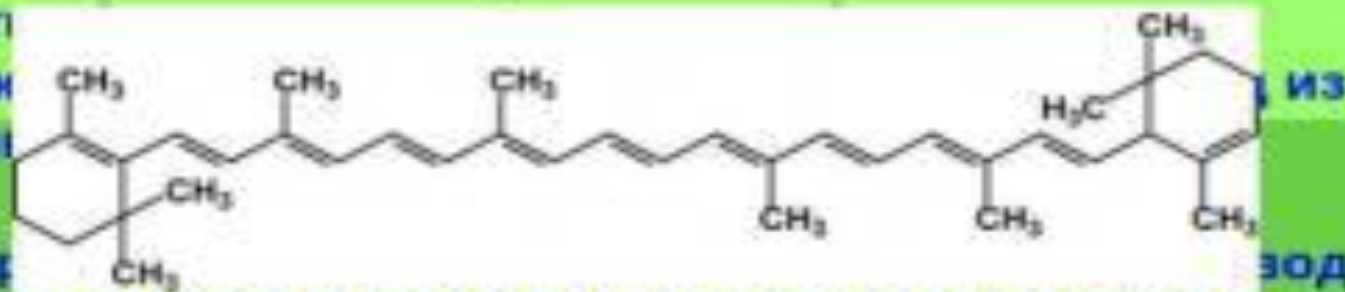
■ $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ - *а хлорофилл*

■ $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ - *в хлорофилл*

Каротиноидтар

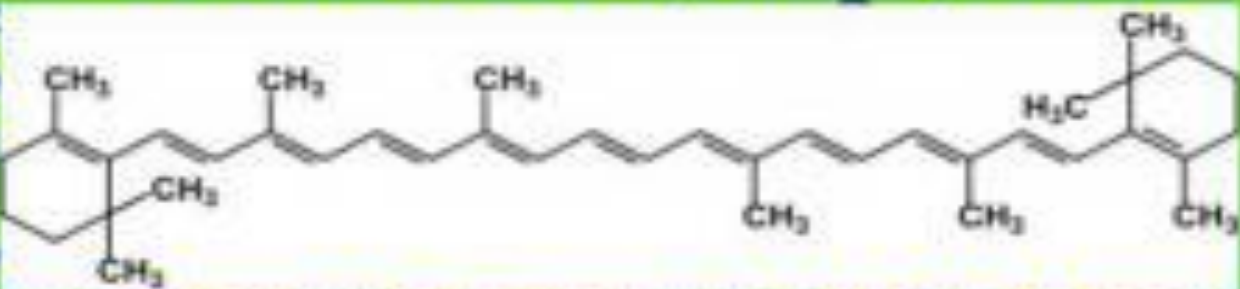
КАРОТИНЫ

Каротиноидлар
оранжев-красный
группы



Эмпирически
но растворяется в органических растворителях.
Содержится в листьях всех растений, а также в корне
моркови.
проявляет
качественно

Различия



каротин. β-каротин встречается в желтых, оранжевых и зеленых листьях фруктов и овощей. Например в шпинате, салате, томатах, батате и других.

- Хлоропласта *σ –аминолевулин* қышқылынан хлорофилл, цитохром, фикобилиндер синтезделеді
- *Мевалон қышқылынан* каротиноидтар синтезделеді

Фотосинтез



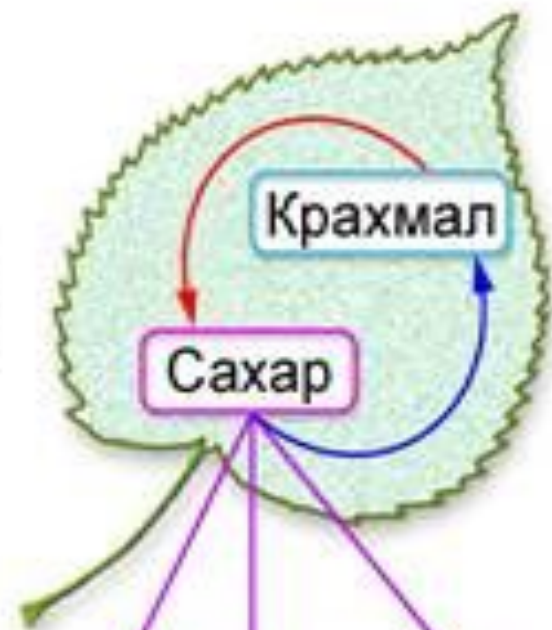
Углекислый газ



Вода



Органические вещества



Крахмал

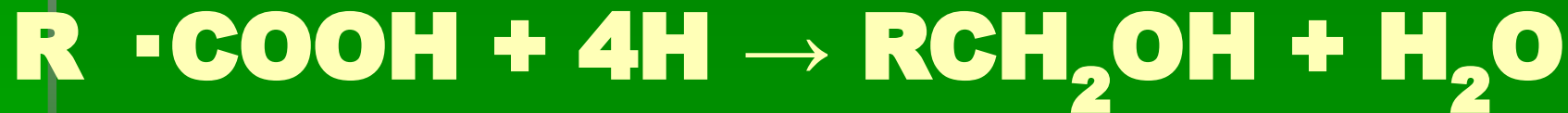
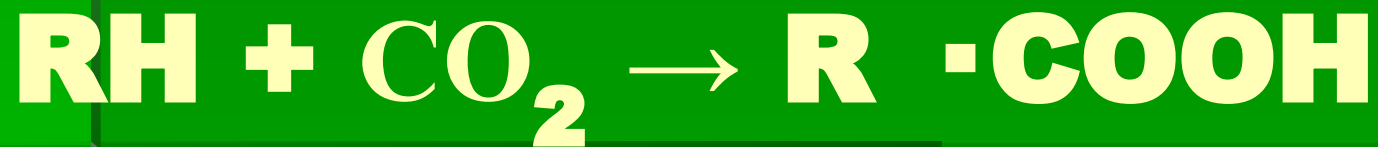
Сахар

Белки

Жиры

Углеводы

CO_2 кез-келген органикалық
радикалға қосылып карбоксил
тобына енеді



Фотосинтездің **3** түрі бар:

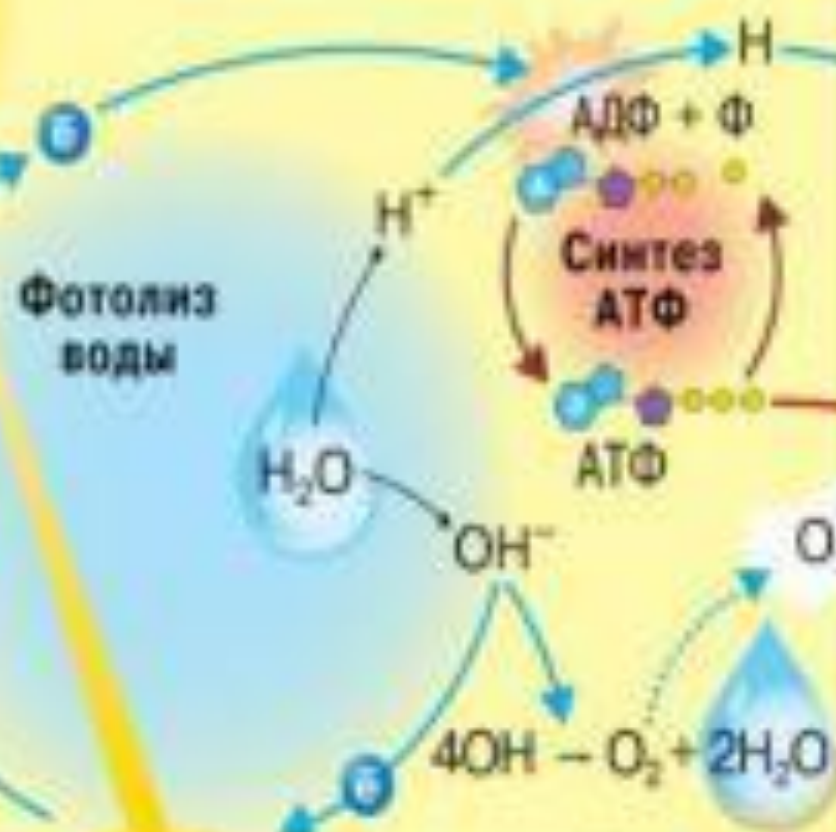
- *Бактериялық фотосинтез*
- *Жасыл өсімдіктердегі фотосинтез*
- *Хемосинтез*

Фотосинтездің жарық сатысы

- Электрондар тотықсыздандырушы донордан (су , сутегі және т.б.) акцепторға (CO_2 , ацетат) тасымалданады.

ФОТОСИНТЕЗ

СВЕТ



К Л О Р О Ф И Л Л

СВЕТОВАЯ ФАЗА (в гранях хлоропласта)

CO_2



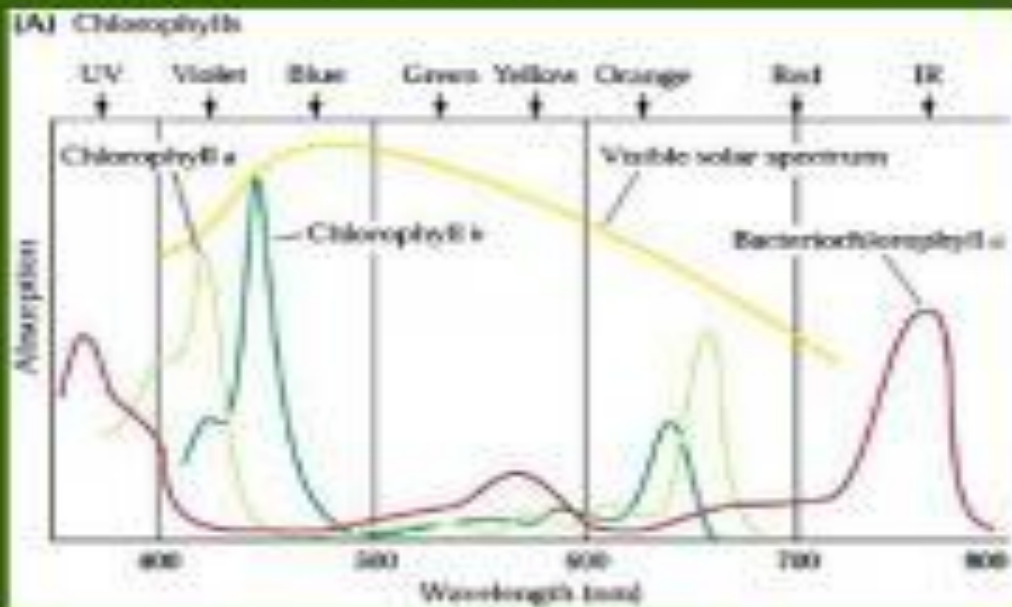
ТЕМНОВАЯ ФАЗА (в строме хлоропласта)



Пигменттердің сіңіру спектрі

Спектры поглощения

ФАР : 380 – 710 нм



Хлорофиллы:

в красной области
спектра 640-700 нм

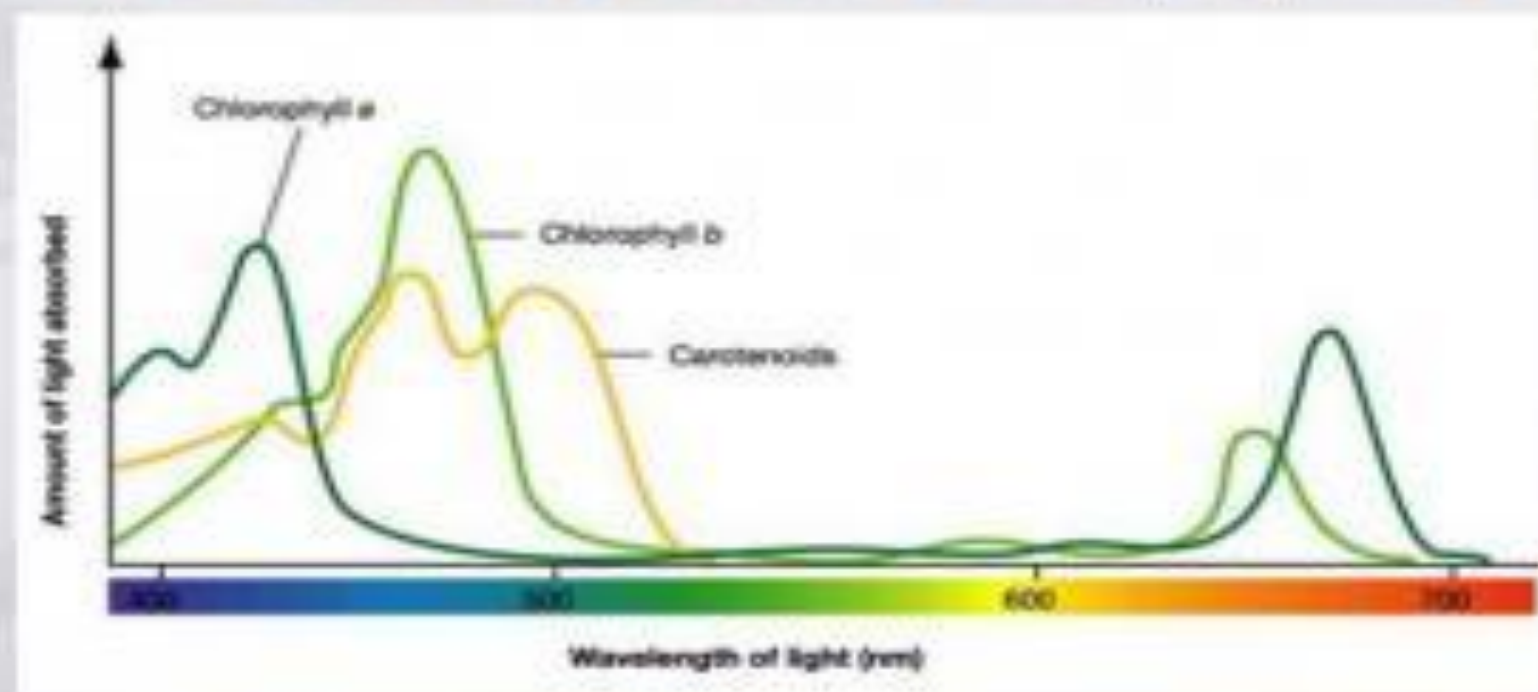
в синей - 400-450 нм



Каротиноиды: 400-550
нм главный максимум:
480 нм

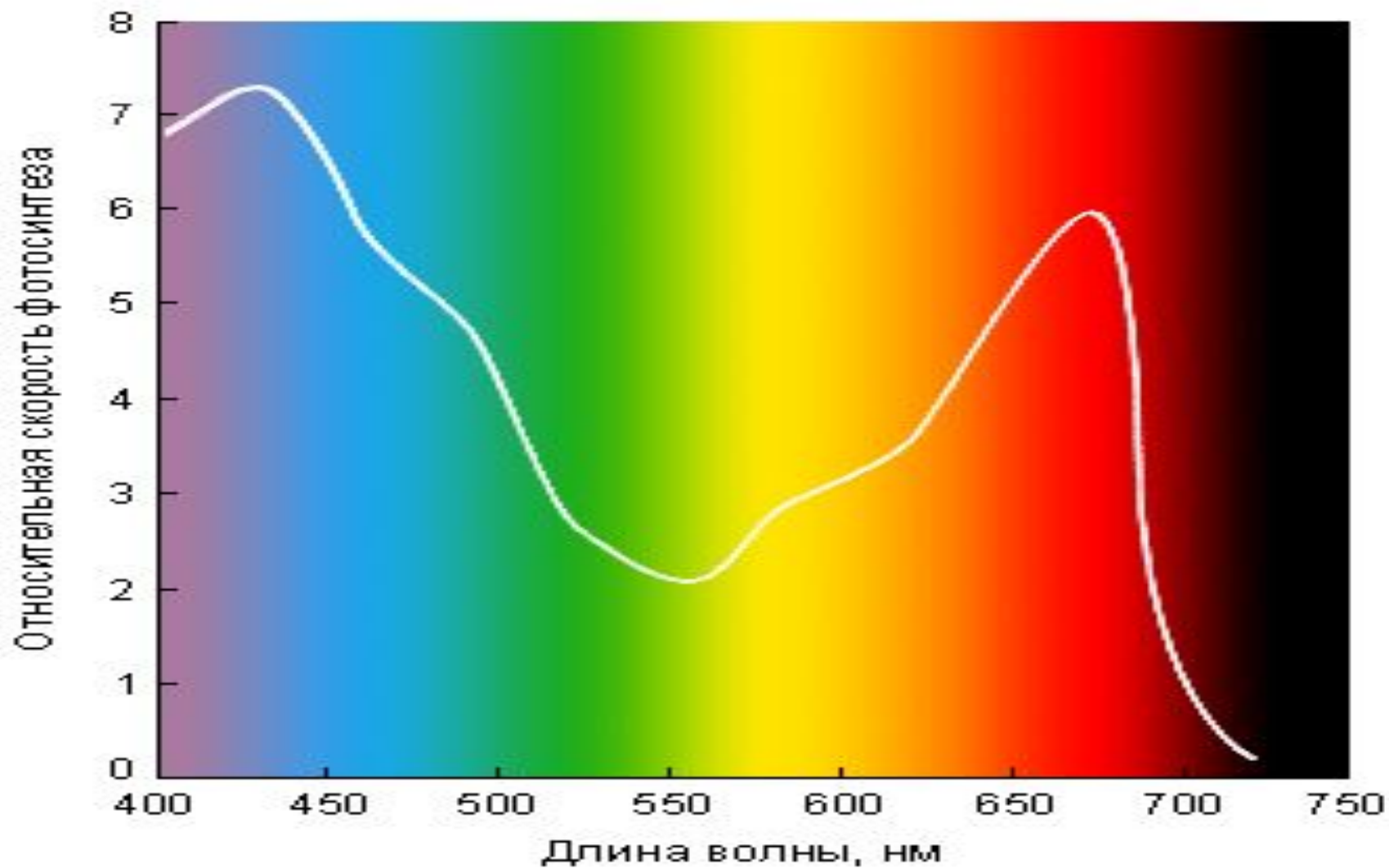
Хлорофилдердің сіңіру спектрі

Физические свойства хлорофилла



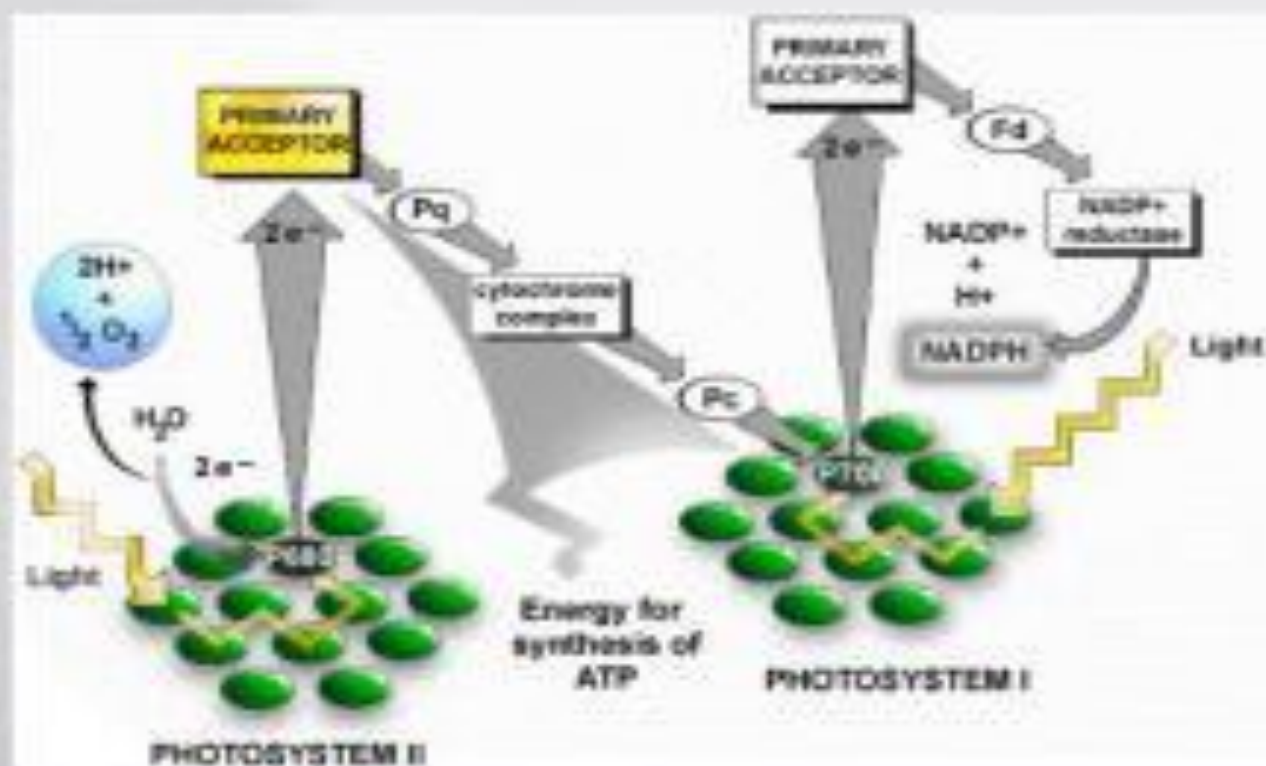
Хлорофилл *a* в растворе имеет максимум поглощения 429 и 660 нм, хлорофилл *b* — 453 и 642 нм.

Пигменттердің сіңірген жарықтың түстері



Фотосинтездің жарық сатысы

Фотохимический этап



Процессы:

- Фотолитиз воды с выделением кислорода.
- Восстановление НАДФ.
- Выделение энергии на синтез АТФ.

Фотосинтезге қатысты пигменттер **2** жүйеге жинақталады **ФЖ 1** және **ФЖ2**

- **1 фотожүйеге** 13 пептид, 200 жуық хлорофилл молекулалары, 50 жуық каротиноидтар, 3FeS орталық, хинондардың бірнеше молекулалары
- **2 фотожүйеге** 11 пептид, 200 жуық а хлорофилл, 100 жуық в хлорофилл молекулалары, 50 жуық каротиноидтар, пластохинондардың 3 молекуласы, цитохромның в559-ң 1 немесе 2 молекуласы марганецтің 4 атомы, феофитиннің 2 молекуласы, белгісіз мөлшерде хлорид және кальций болады

Фотожүйелер 3 бөліктен тұрады:

- Жарық жинақтағыштар
- Электрон ұстап алғыштар (P_{700} , P_{680}), реакциялық орталық
- Электронды тасымалдағыштар (*пластохинон, пластоцианин, цитохром b_6/f , ферродоксин, феофитин, пиридин нуклеотидтер*)

Π_{700} молекуласы электронын беріп тотығады және оң зарядқа ие болады:



- Π_{700}^* – қозған молекула

- Π_{700}^+ – тоқыққан формасы

Электрон тасымалдаудың 3 түрі бар: циклсіз, циклді және псевдоциклді

- **Циклсіз** электрон ФЖ2 ден ФЖ1 тасымалдануы Z-схема
- **Циклді** электрон ФЖ1 жүреді Фф-нен қайта тоққан P_{700} тасымалданады
- **Псевдоциклді** - Электронның судан тасымалдануы екі фотожүйенің, цитохром b_6/f қатысуымен

Кальвин циклі немесе фотосинтездің C_3 жолы

- Америка биохимигі М.Кальвин ашқан.
- Циклдің 1 өнімі 2 триоза молекуласы (C_3 - ФГҚ) түзіледі, сондықтан C_3 *циклі* деп аталды.
- 3 кезеңнен тұрады: *карбоксилдену, тотықсыздану және регенерация*

- **1 кезеңде** Р-1,6-Ф екі молекула ФГҚ түзеді, оны Р-1,5-Ф карбоксилаза катализдейді
- **2 кезеңде** - ФГҚ АТФ және НАДФН көмегімен 2 молекула ФГА түзіледі, бұл негігі реакция, АТФ қажет.
- **3 кезеңде** - бірнеше реакциядан тұрады,
- Р-1,5-Ф қайта өзінің қалпына келеді. АТФ қажет. ФДОА ФГА альдолаза ферментінің көмегімен қосылып, фруктозо-1,6 дифосфатты пайда етеді. Ол дефосфорланып, Ф-6-Ф айналады.

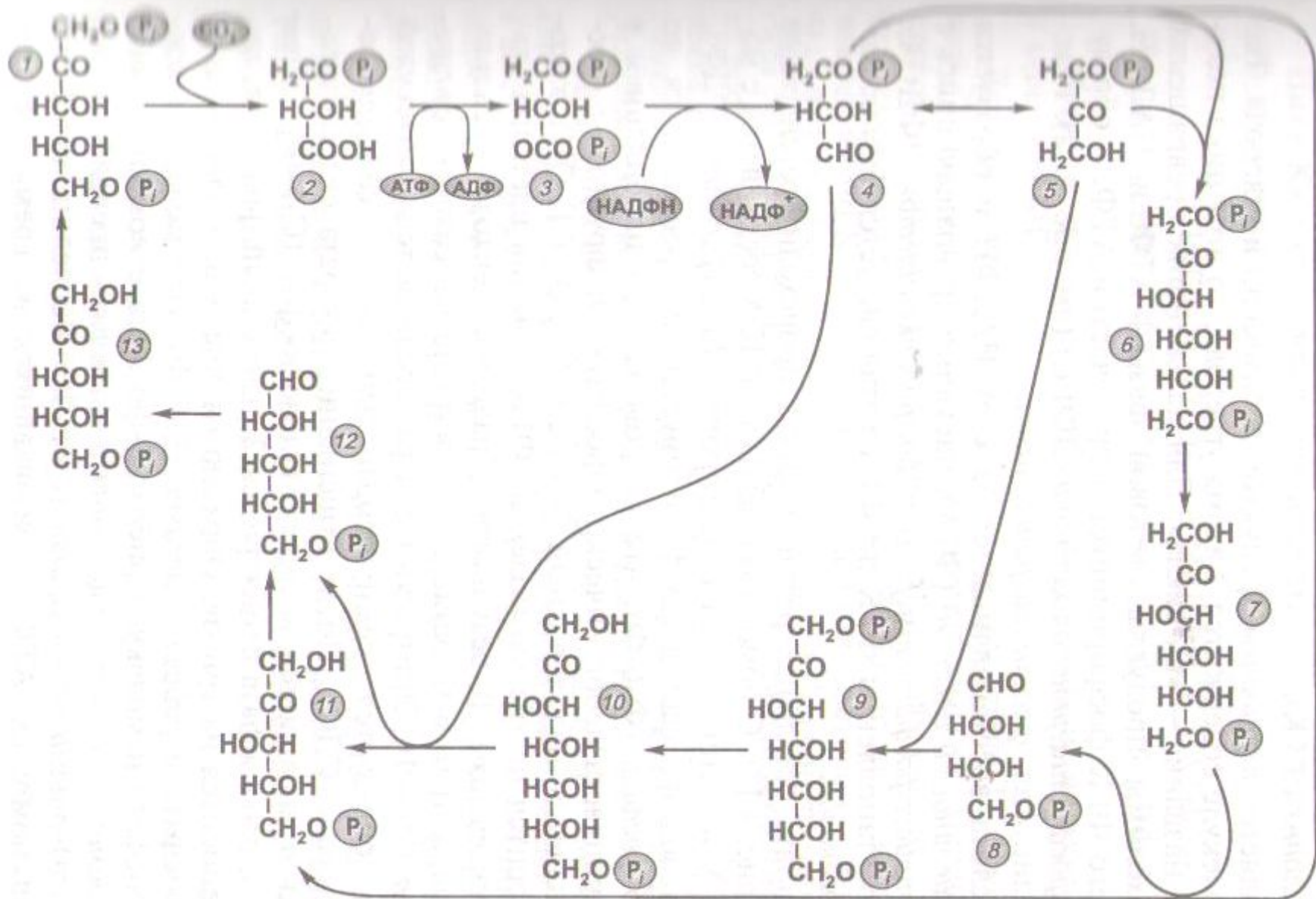
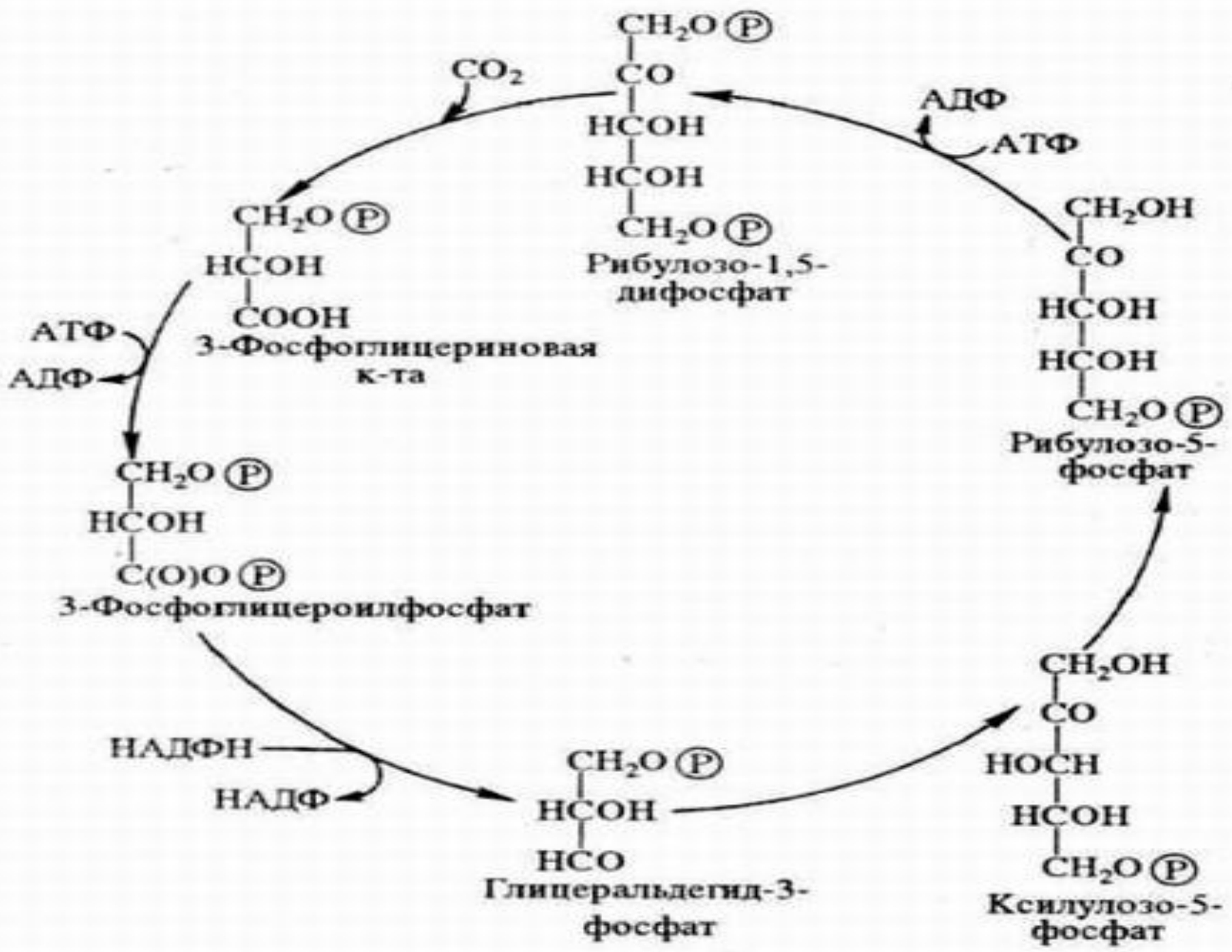


Рис. 4.12. Цикл Кальвина:

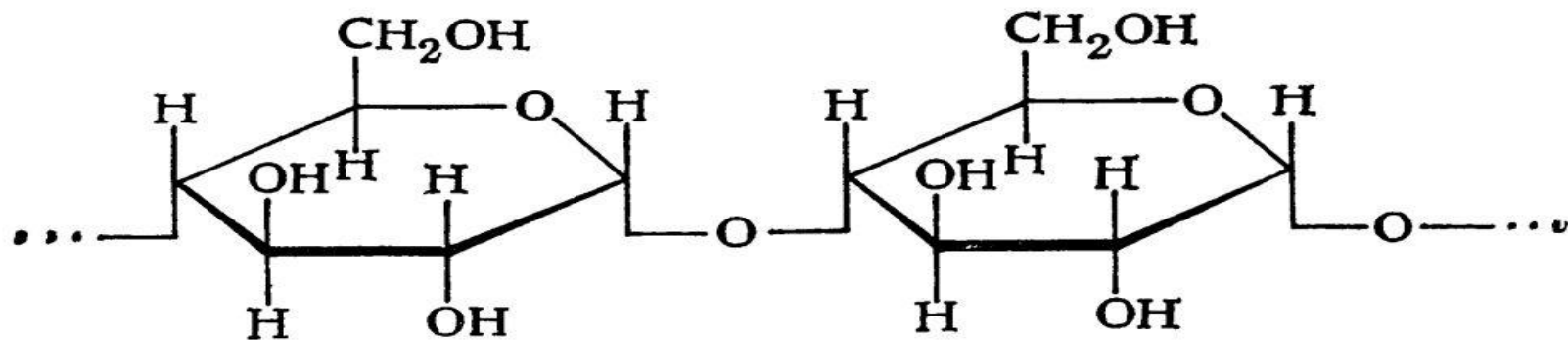
1 — рибулозо-1,5-дифосфат; 2 — фосфоглицериновая кислота; 3 — дифосфоглицериновая кислота; 4 — фосфоглицериновый альдегид; 5 — диоксиацетон; 6 — фруктозо-1,6-дифосфат; 7 — фруктозо-6-фосфат; 8 — эритрозо-4-фосфат; 9 — седогептулозо-1,7-дифосфат; 10 — седогептулозо-7-фосфат; 11 — ксилулозо-5-фосфат; 12 — рибозо-5-фосфат; 13 — рибулозо-5-фосфат



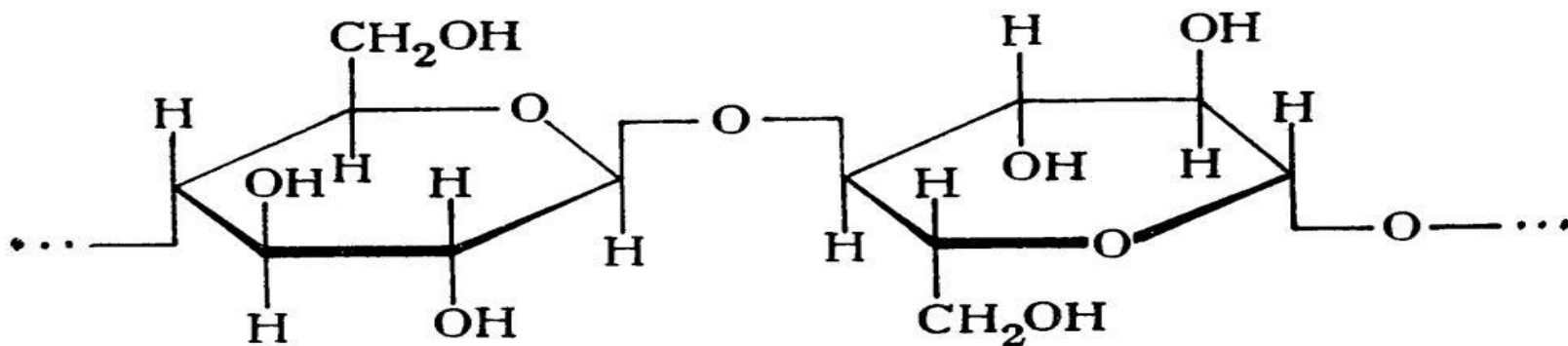
6 молекула CO_2 , **12** молекула НАДФН және **18** молекула АТФ қатысуымен фруктозо-**6**-фосфаттың **1** молекуласы пайда болады.

- $6\text{CO}_2 + 12\text{НАДФН} + 12\text{Н} + 18\text{АТФ} + 11\text{Н}_2\text{О} \rightarrow$
фруктозо-6-
фосфат + $12\text{НАДФ} + 18\text{АДФ} + 17\text{Ф}$
- 1 молекула CO_2 игерілу үшін 2 молекула НАДФН және 3 молекула АТФ қажет.

Крахмал мен целлюлозаның құрылысы



фрагмент молекулы крахмала



фрагмент молекулы целлюлозы

Фотосинтездін С₄ жолы

Цикл Хетча и Слэка

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



жасанщөптердегі фотосинтез

Фотосинтез по типу толстянковых
(CAM – метаболизм)

Crassulacean acid metabolism

День – устьица
закрыты



Ночь – устьица
открыты

Масштабы фотосинтеза

- Ежегодно
 - 1,7 млрд. т углерода
 - 150 млрд. т органического вещества
 - 200 млрд. т кислорода



- Запасается 1-1,5% солнечной энергии