

Ферментативный этап: время от 10^{-2} с и дольше,
проходит в строме хлоропластов, цитоплазме, др.
органеллах

1) C3 – фотосинтез цикл Кальвина.

CO_2 – ФГК – углеводы

2) C4 – кооперативный фотосинтез: цикл Карпилова-Хэтча-Слэка,
разделенный в пространстве + цикл Кальвина.

CO_2 – ЩУК – малат/аспартат – CO_2 – ФГК - углеводы

3) CAM – кооперативный фотосинтез: цикл Карпилова-Хэтча-Слэка,
разделенный во времени цикл Кальвина

CO_2 – ЩУК – малат – CO_2 – ФГК - углеводы

4) Фотодыхание - цикл гликолевой кислоты

O_2 – гликолат – глицин – серин – (ФГК)

5) + реакции отторжения от цикла
Кальвина = большое разнообразие
темновых продуктов фотосинтеза

Учебники:

Кузнецов, Дмитриева – стр. 236-257

Под ред Ермакова – стр. 191-202

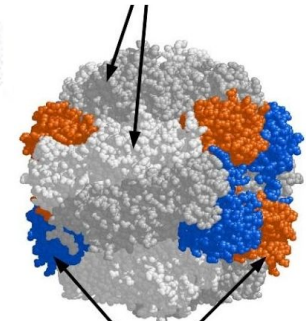
Медведев – стр. 57 – 66

Пентозофосфатный восстановительный цикл углеводов

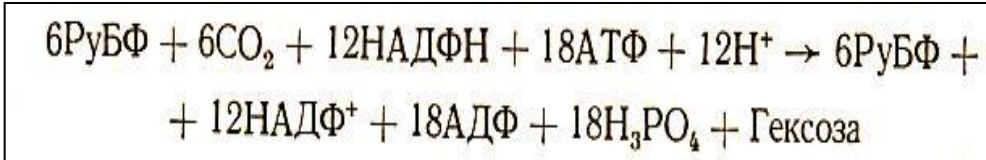
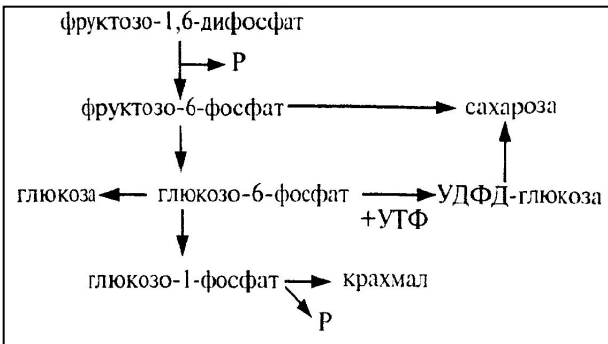
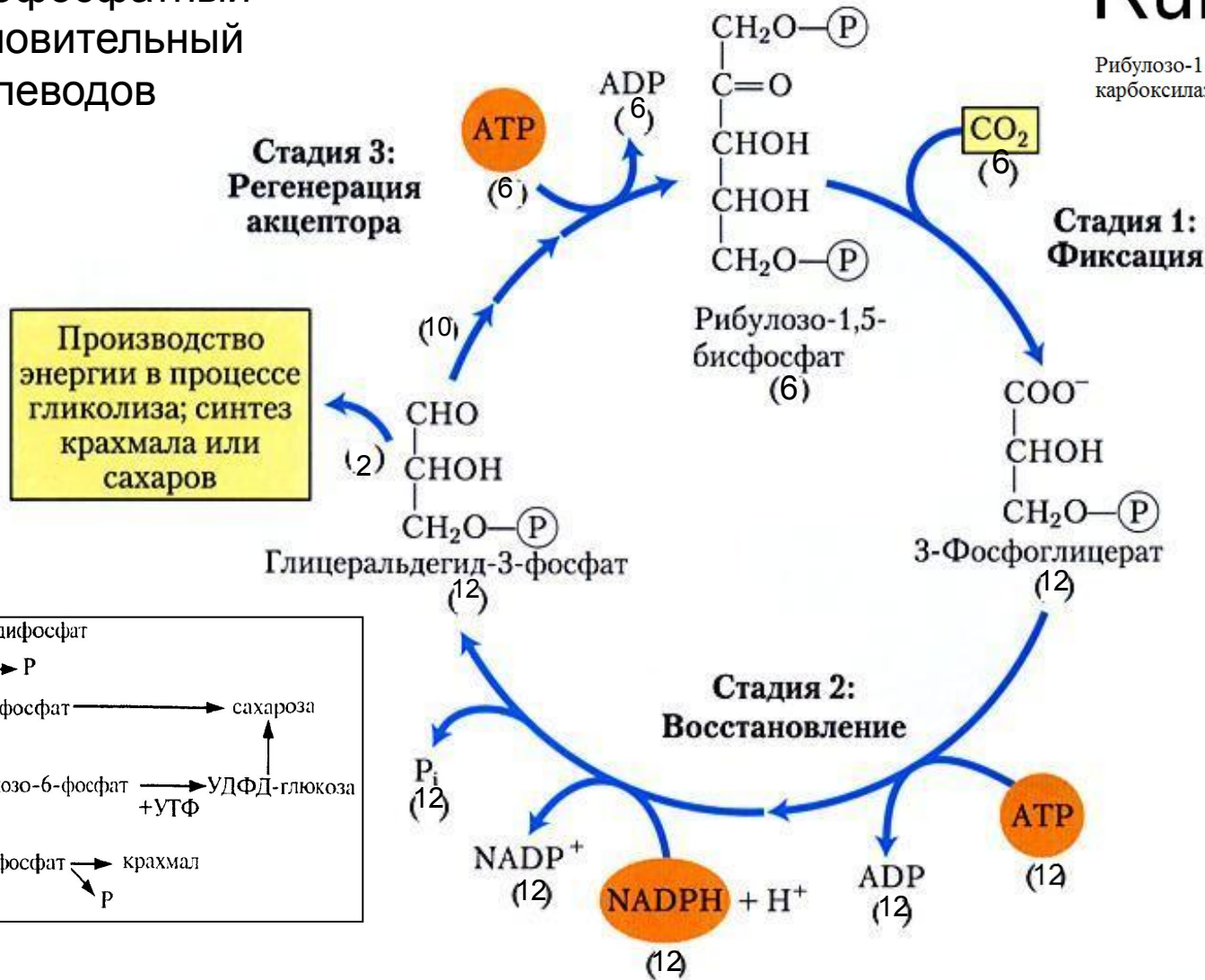
RuBisCO

Рибулозо-1,5-бисфосфат-
карбоксилаза/оксигеназа

Каталитические
большие субъединицы (серые и белые),
кодируются в хлоропластном геноме

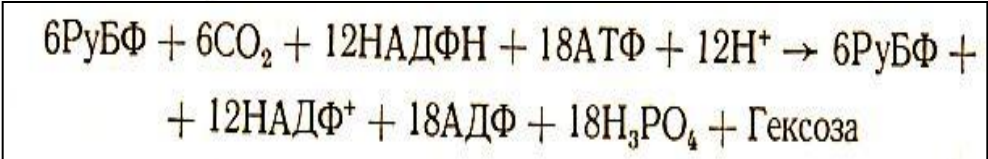
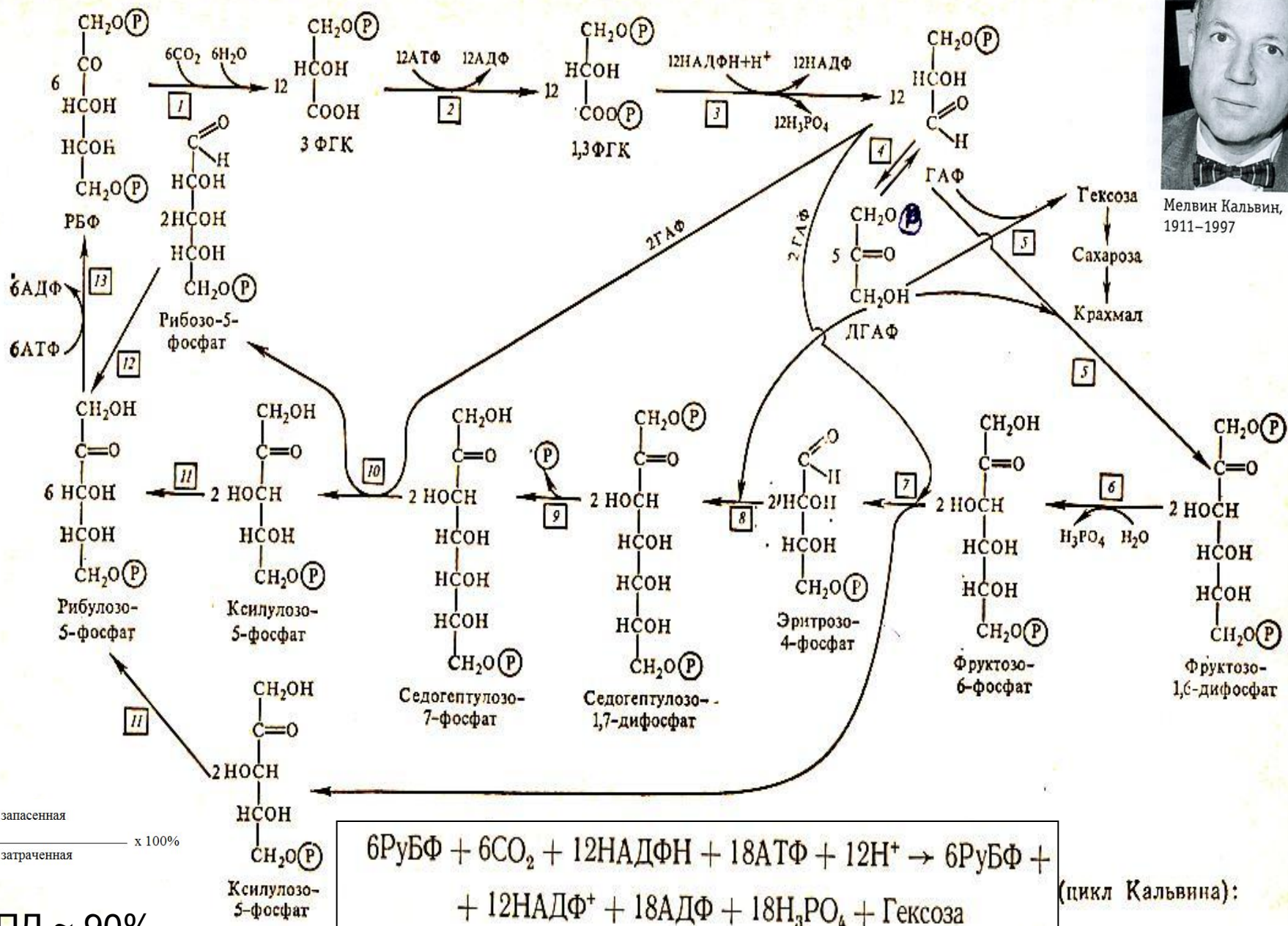


малые субъединицы (синие и
оранжевые) кодируются в ядерном
геноме
Регуляторная функция





Мелвин Кальвин,
1911-1997



(цикл Кальвина):

Э глюкозы = 686 ккал, НАДФН = 52 ккал, АТФ = 8 ккал

КПД = $\frac{\text{Э запасенная}}{\text{Э затраченная}} \times 100\%$

КПД ~ 90%

Реакции отторжения от цикла Кальвина

ФГК \rightarrow ФЕП;

ФЕП + CO₂ = ЩУК

ЩУК + НАДФН₂ = малат + НАДФ

ЩУК + NH₃ + НАДФН₂ = аспартат + НДФ

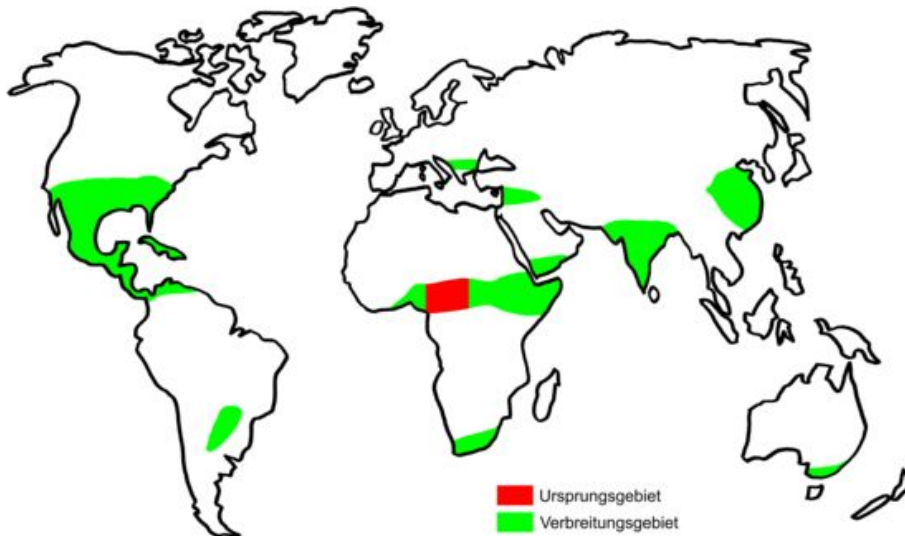
ФЕП + эритрозо-4-фосфат $\xrightarrow{\quad \xrightarrow{\quad}}$ шикимовая кислота $\rightarrow \rightarrow$ ароматические
аминокислоты и фенольные соединения

Рибулозо1,5-бисфосфат + O₂ $\rightarrow \rightarrow$ глицин, серин

Первичные метаболиты – вещества, образующиеся в больших количествах в реакциях фотосинтеза или других процессов, выполняющие структурную и энергетическую функции (углеводы, аминокислоты и белки, липиды, нуклеиновые кислоты, органические кислоты и пр.)

Вторичные метаболиты – вещества, образующиеся из первичных метаболитов в малых количествах, выполняющие регуляторную функцию (фитогормоны, ядовитые вещества, летучие кислоты и эфиры)

C4-растения



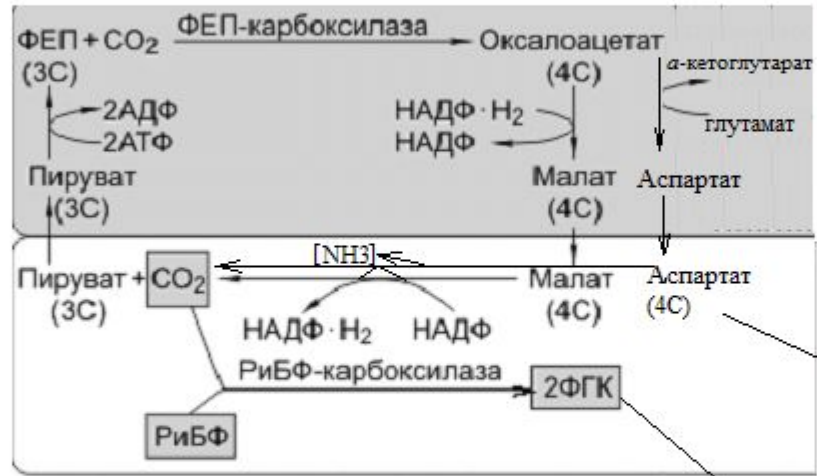
Две фиксации CO_2 – в цикле Карпилова, Хэтча, Слэка и в цикле Кальвина

C4-синдром: высокая скорость роста, высокий температурный оптимум фотосинтеза (35-40 C), отсутствие фотодыхания, Kranz-анатомия, низкая скорость транспирации, диморфизм хлоропластов

Цикл Карпилова-Хетча-Слэка, разделенный в пространстве – углекислотная «помпа», нагнетающая углекислый газ в цикл Кальвина. Позволяет растениям быстрее поглощать углекислый газ, появился в процессе эволюции как адаптация к снижению содержания CO₂ в воздухе

КЛЕТКА МЕЗОФИЛЛА

Регенерация акцептора CO₂ (ФЕП)
 Повторное использование пирувата в мезофилле



КЛЕТКА ОБКЛАДКИ ПРОВОДЯЩЕГО ПУЧКА

- Обозначения
 ФЕП – фосфоенолпируват
 ФГК – фосфоглицерат
 РиБФ – рибулозобисфосфат



САМ-растения Crassulaceae Acid Metabolism = кислотный метаболизм ТОЛСТЯНКОВЫХ

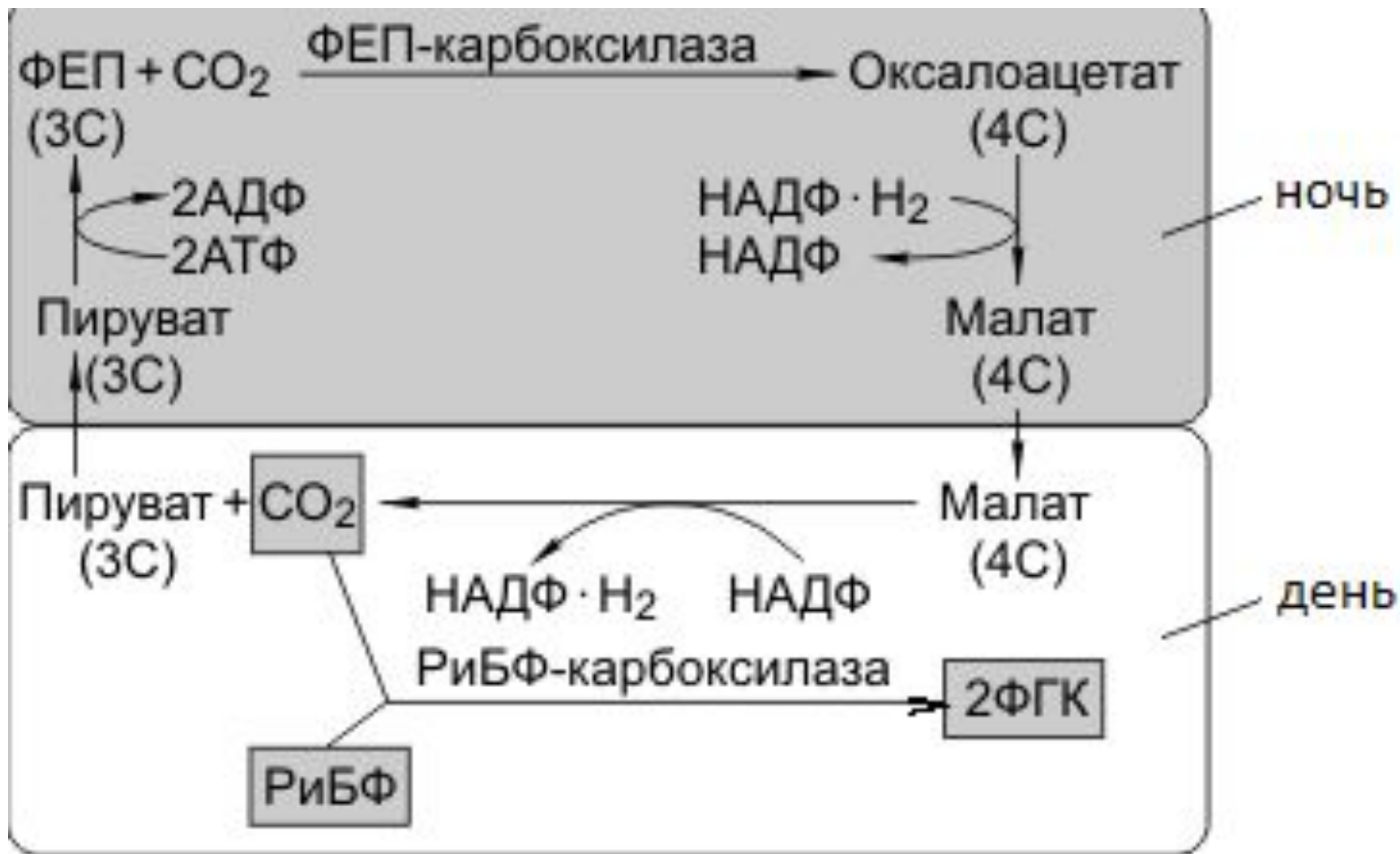


Цикл Карпилова, Хэтча, Слэка, разделенный во времени, появился как адаптация к хроническому недостатку воды.

Встречается у растений – обитателей аридных зон.

Для САМ-растений не характерен С4-синдром

САМ-фотосинтез



Фотодыхание (C2 – фотосинтез)

РуБисКО: - оксигеназа!
(вторая каталитическая функция)

Физиологическое значение фотодыхания:

Синтез неуглеводных продуктов

Путь утилизации гликолата

Защита от высокой концентрации O₂

Хозяйственная проблема:

снижение эффективности ассимиляции CO₂, снижение выхода углеводов

