

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Физика в биологии и медицине»  
Биологический факультет  
Кафедра физиологии и биохимии растений

**УМКД «ФОТОСИНТЕЗ»**

Экзаменационные материалы

**Екатеринбург**

**2008**

## Экзаменационные билеты

### №1

1. Сущность и значение фотоавтотрофии. Этапы развития представлений о фотосинтезе.
2. САМ-тип фотосинтетического метаболизма. Экологическая роль  $C_4$  и САМ-типов фотосинтеза. Закономерности распределения растений с разными типами фотосинтеза. Происхождение  $C_4$  и САМ-типов фотосинтеза.

### №2

1. Космическая роль зеленого растения. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере. Фотосинтез и проблемы экологии. Ъ
2. Первичный синтез углеводов. Альтернативные (неуглеводные) пути ассимиляции углерода.

### №3

1. Методы изучения фотосинтеза.
2. Первичные фотофизические и фотохимические процессы.

### №4

1. Лист как специализированный орган фотосинтеза. Регуляция устьичных движений.
2. Фотосинтетическая электронтранспортная цепь. Циклический и нециклический потоки электронов. Псевдоциклический путь.

### №5

1. Пластиды. Генезис, взаимопревращения, строение, функции.
2. Фотоокисление воды, доказательства водного происхождения кислорода. Структура водоокисляющего комплекса

### №6

1. Характеристика пластидного генома и белоксинтезирующей системы пластид. Взаимодействие и регуляция ядерно-пластидных отношений.
2. Фотосинтетический метаболизм углерода. Восстановительный пентозофосфатный цикл (цикл Кальвина). Ключевые ферменты, локализация и регуляция.

#### №7

1. Сравнительная характеристика C3 и C4 типов фотосинтеза
2. Фотосинтез и водный режим листьев

#### №8

1. Хлорофиллы. Химическая природа, спектральные свойства. Биосинтез и метаболизм. Многообразие форм хлорофиллов.
2. Возрастные изменения фотосинтеза. Роль донорно-акцепторных отношений в регуляции фотосинтеза. Гормональная регуляция фотосинтеза.

#### №9

1. Каротиноиды. Химическая природа, спектральные свойства. Значение. Виолосантинный цикл.
2. Взаимосвязь фотосинтеза и фиксации атмосферного азота у цианобактерий.

#### №10

1. Фикобилипротеины. Химическая природа, спектральные свойства. Распространение в разных группах фотоавтотрофов.
2. Многообразие типов фотосинтеза у про- и эукариот. Восстановительный цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Эванса-Арнона). Гетеротрофная фиксация CO<sub>2</sub>.

#### №11

1. Молекулярная организация сопрягающих мембран хлоропластов. Свойства пластидных мембран.
2. Фотодыхание. Гликолатный путь. Эффект Варбурга

#### №12

1. Структура и функции фотосистемы I и фотосистемы II.
2. Температура и водный режим как факторы фотосинтеза. Дневной ход фотосинтеза.

#### №13

1. Фотофосфорилирование. Механизмы. Энергетическая эффективность фотосинтеза.
2. Свет как фактор фотосинтеза. Световые кривые. Квантовый выход и квантовый расход фотосинтеза. Фотосинтез и спектральный состав света.

#### №14

1. CO<sub>2</sub> как фактор фотосинтеза. Субстратная и регуляторная роль CO<sub>2</sub>. Карбоангидраза.
2. Теория фотосинтетической продуктивности. Пути оптимизации продукционного процесса. Посев как фотосинтетическая система. Светокультура растений.

#### №15

1. Биотехнология фотоавтотрофных биосинтезов на основе культуры одноклеточных водорослей. Фотосинтез и создание замкнутых систем жизнеобеспечения.

## 2. Эволюция фотосинтеза.

### №16

1. Многообразие типов фотосинтеза у про- и эукариот. Восстановительный цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Эванса-Арнона). Гетеротрофная фиксация CO<sub>2</sub>.
2. Свет как фактор фотосинтеза. Световые кривые. Квантовый выход и квантовый расход фотосинтеза. Фотосинтез и спектральный состав света.

### №17

1. Хлорофиллы. Химическая природа, спектральные свойства. Биосинтез и метаболизм. Многообразие форм хлорофиллов.
2. Фотодыхание. Гликолатный путь. Эффект Варбурга

### №18

1. Фотосинтетическая электронтранспортная цепь. Циклический и нециклический потоки электронов. Псевдоциклический путь.
2. Возрастные изменения фотосинтеза. Роль донорно-акцепторных отношений в регуляции фотосинтеза. Гормональная регуляция фотосинтеза.

### №19

1. Генезис хлоропластов в фило- и онтогенезе. Общая характеристика фотосенсибилизаторов. Основные и дополнительные фотосинтетические пигменты. Пигментные системы растений. Реакционные центры и ССК.
2. C<sub>4</sub>-фотосинтез. Биохимическое и структурное разнообразие – НАД-МЭ, НАДФ-МЭ и ФЭП-КК типы.

№20

1. CO<sub>2</sub> концентрирующие механизмы у растений
2. Фотосинтез и продукционный процесс растений

## Экзаменационные тесты по дисциплине «Фотосинтез»

### Вариант 1

1. Распределите указанные процессы по фазам фотосинтеза. Соедините стрелками столбцы. (напишите соответствующее слово)

образование сахаров

фотолиз воды

фотовозбуждение хлорофилла

ФОТОФИЗИЧЕСКАЯ

восстановление углекислоты

цикл Кальвина

ФОТОХИМИЧЕСКАЯ

образование АТФ

расходование АТФ

БИОХИМИЧЕСКАЯ

восстановление НАДФ

окисление НАДФ\*Н

выделение кислорода

2. Для синтеза 1 молекулы глюкозы требуется: 1; 2; 4; 6; 10; 12 молекул углекислого газа.
3. Темновая фаза фотосинтеза происходит: 1) в строме хлоропласта 2) в цитоплазме 3) в тилакоидах хлоропласта 4) на наружной мембране хлоропласта 5) на поверхности крахмальных зерен
4. Первичным акцептором электронов в фотосистеме II является:  
1) тушитель флуоресценции Qa 2) феофетин 3) анион-радикалы хлорофилла A<sub>1</sub> 4) углекислый газ 5) рибулезобисфосфат
5. Пластоцианин - это белок: 1) интегральный 2) полуинтегральный 3) периферический 4) стромальный
6. Исключите из перечня фермент, не имеющий отношения в циклу регенерации акцептора РБФ:  
1) альдолаза 2) транскетолаза 3) фосфатаза 4) фосфорибулокиназа 5) АТФ-аза
7. У "аспартатных" C-4 растений по сравнению с "малатными" фотодыхание: 1) выше 2) ниже 3) такое же
8. Гликолатоксидаза катализирует превращение гликолата в: 1) глиоксилат 2) глицин 3) фосфогликолат 4) серин
9. Гидрофильные свойства молекулы хлорофилла обусловлены наличием :  
1) фитола, порфирина, 2) метанола, фитола 3) метанола, порфирина 4) металлорганической связи
10. Mn кластер водоокисляющего комплекса содержит атомов Mn: 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
11. Фикобилисомы локализованы в: 1) цитоплазматическом матриксе 2) на внутренней поверхности цитоплазматической мембраны 3) на наружной поверхности цитоплазматической мембраны 4) в хлоропласте
12. Хилл, Бэндал, Дюйзенс – авторы \_\_\_\_\_ схемы фотосинтеза

13. В процессе растяжения листа число хлоропластов в единице поверхности: 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется
14. Активация глюкозы при синтезе сахарозы осуществляется молекулой \_\_\_\_\_ при участии фермента \_\_\_\_\_
15. При взаимодействии хлорофилла со щелочью образуются \_\_\_\_\_
16. Реакция Хилла демонстрирует процесс \_\_\_\_\_
17. Терминальным акцептором при нециклическом транспорте электронов является \_\_\_\_\_
18. У С-4 НАДФ-маликэнзимных растений в клетки обкладки из клеток мезофилла транспортируется \_\_\_\_\_, а в клетки мезофилла из обкладки \_\_\_\_\_
19. Увеличению фотодыхания способствует: 1) высокая концентрация  $O_2$  2) высокая концентрация  $CO_2$  3) высокая концентрация углеводов в клетках 4) низкая концентрация  $O_2$  5) низкая концентрация углеводов в клетках
20. С увеличением внутренней ассимилирующей поверхности листа диффузионные сопротивления: 1) увеличиваются 2) уменьшаются 3) не изменяются

### Задания с развернутым ответом

21. Напишите, используя структурные формулы соединений, реакции, катализируемые РБФК/О
22. Какие изменения в структуре фотосинтетического аппарата и его функционировании могут быть вызваны длительной и кратковременной засухой?

### Вариант 2 ТЕСТ ПО ТЕМЕ "ФОТОСИНТЕЗ"

1. Световая фаза фотосинтеза локализована \_\_\_\_\_, а темновые процессы – в \_\_\_\_\_.
2. При фотосинтезе на каждый моль связанного углекислого газа выделяется: 1; 2; 6; 12 молей кислорода.
3. Наличие множественных форм хлорофиллов в пределах одной группы (например хл а) обусловлено: 1) наличием разных боковых радикалов 2) наличием мономерных или димерных форм 3) взаимосвязью с разными компонентами мембран тилакоидов 4) другими причинами (укажите, какими \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_)



4. Первичным акцептором электронов в ФС1 является: : 1) тушитель флуоресценции Qa 2)феофетин 3) анион-радикал хлорофилла A<sub>1</sub> 4) углекислый газ 5) рибулезобисфосфат
5. Пластохиноны осуществляют связь между комплексом фотосистемы II и \_\_\_\_\_.
6. Триозофосфатизомераза катализирует превращение 3-ФГА в : 1) 3-ФГК 2)ДОАФ 3)2-ФГК 4)ФЕП
7. Первичное карбоксилирование у С-4 растений происходит в клетках: 1)эпидермиса 2)устьиц 3)мезофилла 4) обкладки сосудистых пучков
8. Реакции окисления гликолата при фотодыхании происходят в: 1) цитоплазме 2)хлоропласте 3)пероксисоме 4)глиоксисоме 5) митохондрии
9. Гидрофобные свойства хлорофилла обусловлены наличием: 1) фитола, 2) метанола, 3) порфирина 4) металлорганической связи
10. Компонентом водоокисляющего комплекса не является: 1) Mg 2) Mn 3) Cl 4) Fe
11. Максимум поглощения каротиноидов – в части спектра: 1) красной 2) желтой 3) зеленой 4) синей
12. Соавторами М.Кальвина по расшифровке путей метаболизма углерода при фотосинтезе являлись \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
13. Продукты фотосинтеза транспортируются из хлоропласта в цитоплазму в виде: 1) сахарозы 2) глюкозы 3) ФГА 4) фруктозы
14. Активация глюкозы при синтезе крахмала осуществляется молекулой \_\_\_\_\_ при участии фермента \_\_\_\_\_
15. При облучении синим светом хлорофилл флуоресцирует в области спектра: 1) красной 2) желтой 3) сине-фиолетовой 4) ультрафиолетовой 5) инфракрасной
16. Эффект Эмерсона является доказательством \_\_\_\_\_
17. После выключения света в листе: 1) увеличивается содержание ФГК 2) уменьшается содержание ФГК 3)содержание ФГК не изменяется
18. У САМ растений ночью происходит \_\_\_\_\_ рН за счет накопления \_\_\_\_\_ в \_\_\_\_\_.
19. Превращение глицина в серин при фотодыхании происходит в \_\_\_\_\_ и сопровождается выделением \_\_\_\_\_.
20. Листовой индекс посева - это: \_\_\_\_\_

#### Задания с развернутым ответом

21. Напишите, используя структурные формулы соединений, реакции, катализируемые ФЕПК и ААТ у С-4 растений
22. Космическая роль зеленых растений состоит в \_\_\_\_\_

### Вариант 3

1. Фермент, участвующий в синтезе АТФ на мембранах хлоропластов называется \_\_\_\_\_.
2. Синтез сахарозы при фотосинтезе происходит в: 1) тилакоидах хлоропласта 2) цитоплазме 3) аппарате Гольджи 4) строме хлоропласта 5) на мембранах ЭПР
3. Разные группы водорослей содержат разные хлорофиллы. Установите соответствие, соединив стрелками понятия 1 и 2 группы:

зеленые водоросли	хл а
бурые водоросли	хл в
красные водоросли	хл с
диатомеи	хл d
цианобактерии	
4. Внутренняя сторона тилакоида, обращенная в люмен, заряжена \_\_\_\_\_.
5. Кислород при фотосинтезе образуется из: 1) углекислого 2) воды 3) углеводов 4) пероксида водорода
6. Первичным акцептором углекислоты у САМ растений является: 1)РБФ 2)ФГК 3)ФЕП 4)ПВК 5)ФГА
7. Вторичному карбоксилированию у САМ растений предшествует работа фермента: 1) ФЕПК 2)ФЕПКК 3)РБФК 4)Малатдегидрогеназы декарбоксилирующей 5)амилазы
8. Источником углекислого газа при фотодыхании является реакция образования: 1) гликолата 2) глиоксилата 3) пирувата 4) серина 5)глицина
9. Каротиноиды не выполняют функцию: 1) поглощения света 2) антиоксидантную 3) передачи энергии резонансно-индуктивным путем 4) разделения зарядов
10. Мембраносвязанная карбоангидраза тилакоидов локализована в 1) ФС1 2) ФС2 3) цитохромном комплексе 4) CF<sub>0</sub>
11. Фикоэритрины имеют максимум поглощения в \_\_\_\_\_ части спектра
12. Метаболической основой фотодыхания является \_\_\_\_\_ путь.
13. Основная транспортная форма сахаров - \_\_\_\_\_.
14. Гидролиз крахмала в хлоропласте осуществляется ферментом \_\_\_\_\_.
15. При биосинтезе хлорофилла свет необходим на этапе: \_\_\_\_\_.
16. При циклическом фосфорилировании кислород \_\_\_\_\_, НАДФ\*Н \_\_\_\_\_.

- \_\_\_\_\_, АТФ \_\_\_\_\_,  
участвует \_\_\_\_\_ фотосистема
17. После выключения света в листе: 1) увеличивается содержание РБФ 2) уменьшается содержание РБФ 3) содержание РБФ не изменяется
  18. Синтез сахарозы при фотосинтезе происходит в: 1) строме хлоропласта 2) тилакоидах хлоропласта 3) цитоплазме 4) аппарате Гольджи 5) на мембранах ЭПР
  19. Углекислотный компенсационный пункт - это концентрация углекислоты, при которой интенсивность фотосинтеза равен
  20. Чистая продуктивность фотосинтеза - это:
- \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Задания с развернутым ответом

21. Напишите, используя структурные формулы соединений, реакцию образования акцептора  $\text{CO}_2$  у С-4 растений в клетках мезофилла, назовите фермент
22. Найдите отличия структурно-функциональной организации фотосинтетического аппарата светолюбивых и теневыносливых растений.

### Вариант 4

1. Реакции образования АТФ называют \_\_\_\_\_.
2. Синтез крахмала при фотосинтезе осуществляется в: 1) строме хлоропласта 2) тилакоидах хлоропласта 3) цитоплазме 4) аппарате Гольджи 5) на мембранах ЭПР
3. Красные водоросли содержат: 1) фикоэритрин 2) фикоцианин 3) фукоксантин 4) аллофикоцианин
4. Фактор  $\text{CF}_1$  АТФ-синтетазы располагается на \_\_\_\_\_ стороне мембраны тилакоидов.
5. Укажите фазы восстановительного пентозофосфатного пути:  
\_\_\_\_\_
6. Первичным акцептором углекислоты у С-4 растений является: 1) РБФ 2) ФГК 3) ФЕП 4) ПВК 5) ФГА
7. С-4 и САМ типы фотосинтеза имеют адаптивное значение для растений: 1) гидрофитов 2) гигрофитов 3) мезофитов 4) ксерофитов 5) суккулентов

8. РБФК/О катализирует реакцию образования: 1) РБФ 2) ФГК и глиоксилата 3) ФГК и гликолата 4) ФГК и фосфогликолата 5) фосфогликолата и глиоксилата
9. Белок D1 является компонентом 1) ФС1 2) ФС2 3) цитохромного комплекса 4) водоокисляющего комплекса
10. Активность карбоангидразы обуславливает компонент сопротивления диффузии  $\text{CO}_2$ : 1)  $r_a$  2)  $r_s$  3)  $r_{mc}$  4)  $r_{md}$
11. Фикоцианобилины имеют максимум поглощения в \_\_\_\_\_ части спектра
12. ИМК – это индекс \_\_\_\_\_, который определяется как \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Фотосинтетический Q-цикл осуществляется при участии молекул \_\_\_\_\_ и компонентов \_\_\_\_\_ комплекса.
13. Первое синглетное состояние молекулы хлорофилла связано с поглощением кванта \_\_\_\_\_ света
14. При нециклическом фосфорилировании кислород \_\_\_\_\_, НАДФ\*Н \_\_\_\_\_, АТФ \_\_\_\_\_, участвует \_\_\_\_\_ фотосистема
15. В цикле Кальвина акцептором  $\text{CO}_2$  является \_\_\_\_\_, продуктом карбоксилирования \_\_\_\_\_, продуктом восстановления \_\_\_\_\_, продуктом стадии регенерации \_\_\_\_\_
16. Световой компенсационный пункт - это концентрация углекислоты, при которой фотосинтез равен \_\_\_\_\_.
17. Листовой индекс – это \_\_\_\_\_, диапазон его оптимальных значений - от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_.
18. Увеличению фотодыхания способствует: 1) высокая концентрация  $\text{O}_2$  2) высокая концентрация  $\text{CO}_2$  3) высокая концентрация углеводов в клетках 4) низкая концентрация  $\text{O}_2$  5) низкая концентрация углеводов в клетках
19. Превращение глицина в серин при фотодыхании происходит в \_\_\_\_\_ и сопровождается выделением \_\_\_\_\_.

### Задания с развернутым ответом

20. Напишите, используя структурные формулы соединений, реакцию образования акцептора  $\text{CO}_2$  у САМ растений ночью, назовите фермент
21. В чем причины крахмального ингибирования фотосинтеза?

### Вариант 5

1. При фотосинтезе различают типы фосфорилирования:
- 
2. Световая фаза фотосинтеза осуществляется: 1) в строме хлоропласта  
2) в тилакоидах хлоропласта 3) на наружной мембране хлоропласта  
4) на поверхности крахмальных зерен 5) в цитоплазме
3. Окисление хлорофилла при фотосинтезе происходит при переходе электрона с уровня: 1) стационарного 2) первого синглетного  
3) второго синглетного 4) триплетного
4. Фактор  $\text{CF}_0$  АТФ-синтетазы локализован в
- 
5. Укажите исходные субстраты и конечные продукты второй фазы ВПФП
- 
6. В клетках С-3 растений отсутствует фермент: 1) ФЕПкарбоксилаза  
2) ФЕПкарбоксикиназа 3) малатдегидрогеназа  
4) пируватортофосфаткиназа 5) транскетолаза
7. Энергетические затраты на синтез углеводов при наличии активного фотодыхания: 1) растут 2) уменьшаются 3) не изменяются
8. Окисление гликолата в глиоксилат осуществляет фермент: 1) гликолатфосфатаза 2) гликолатдегидрогеназа 3) гликолатоксидаза 4) гликолатоксигеназа
9. Белок D2 является компонентом 1) ФС1 2) ФС 2 3) цитохромного комплекса 4) водоокисляющего комплекса
10. Фикобилисомы имеются у: 1) хлореллы 2) сценедесмуса 3) арабидопсиса 4) спирулины
11. Донором электронов при псевдоциклическом потоке электронов является \_\_\_\_\_, а терминальным акцептором - \_\_\_\_\_
- 
12. ИМХ – это индекс \_\_\_\_\_, который определяется как \_\_\_\_\_
- 
13. Транзиторийный крахмал – это крахмал, локализованный в \_\_\_\_\_
-

14. При взаимодействии хлорофилла с соляной кислотой образуются:

\_\_\_\_\_

15. Второе синглетное состояние молекулы хлорофилла связано с поглощением кванта \_\_\_\_\_ света

16. Терминальным акцептором при циклическом переносе электронов является \_\_\_\_\_

17. При первичной фиксации  $\text{CO}_2$  у C-4 растений акцептором  $\text{CO}_2$  является \_\_\_\_\_, продуктом карбоксилирования \_\_\_\_\_, продуктом восстановления \_\_\_\_\_, продуктом стадии регенерации \_\_\_\_\_

18. При повышении содержания  $\text{CO}_2$  выше 10% фотосинтез: 1) возрастает 2) снижается 3) такой же, как при 1%  $\text{CO}_2$

19. Укажите основные виды сопротивлений диффузии  $\text{CO}_2$ : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

20. По химической природе P700 это - \_\_\_\_\_ форма пигмента \_\_\_\_\_

### Задания с развернутым ответом

21. Почему лист зеленый? Какие части солнечного спектра и при участии каких фотосенсибилизаторов используются при фотосинтезе?

22. Почему в молодых не полностью дифференцированных клетках мезофилла преобладают альтернативные пути фотосинтетического метаболизма углерода?

### Вариант 6

1. Для синтеза 1 молекулы глюкозы требуется: 1; 2; 4; 6; 10; 12 молекул углекислого газа.

2. Темновая фаза фотосинтеза происходит: 1) в строме хлоропласта 2) в цитоплазме 3) в тилакоидах хлоропласта 4) на наружной мембране хлоропласта 5) на поверхности крахмальных зерен

3. Первичным акцептором электронов в фотосистеме II является: 1) тушитель флуоресценции Qa 2) феофетин 3) анион-радикалы хлорофилла  $A_1$  4) углекислый газ 5) рибулезобисфосфат

4. Пластоцианин - это белок: 1) интегральный 2) полуинтегральный 3) периферический 4) стромальный

5. Гидрофобные свойства хлорофилла обусловлены наличием: 1) фитола, 2) метанола, 3) порфирина 4) металлорганической связи

6. Компонентом водоокисляющего комплекса не является: 1) Mg 2) Mn 3) Cl 4) Fe

7. Максимум поглощения каротиноидов – в части спектра: 1) красной 2) желтой 3) зеленой 4) синей
8. Соавторами М.Кальвина по расшифровке путей метаболизма углеводов при фотосинтезе являлись \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
9. Гидролиз крахмала в хлоропласте осуществляется ферментом \_\_\_\_\_
10. При биосинтезе хлорофилла свет необходим на этапе: \_\_\_\_\_
11. При циклическом фосфорилировании кислород \_\_\_\_\_, НАДФ\*Н \_\_\_\_\_, АТФ \_\_\_\_\_, участвует \_\_\_\_\_ фотосистема
12. После выключения света в листе: 1) увеличивается содержание РБФ 2) уменьшается содержание РБФ 3) содержание РБФ не изменяется
13. Световой компенсационный пункт - это концентрация углекислоты, при которой фотосинтез равен \_\_\_\_\_.
14. Листовой индекс – это \_\_\_\_\_, диапазон его оптимальных значений - от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_.
15. Увеличению фотодыхания способствует: 1) высокая концентрация  $O_2$  2) высокая концентрация  $CO_2$  3) высокая концентрация углеводов в клетках 4) низкая концентрация  $O_2$  5) низкая концентрация углеводов в клетках
16. Донором электронов при псевдоциклическом потоке электронов является \_\_\_\_\_, а терминальным акцептором - \_\_\_\_\_
17. ИМХ – это индекс \_\_\_\_\_, который определяется как \_\_\_\_\_
18. Транзиторный крахмал – это крахмал, локализованный в \_\_\_\_\_
19. При взаимодействии хлорофилла с соляной кислотой образуются: \_\_\_\_\_
20. Второе синглетное состояние молекулы хлорофилла связано с поглощением кванта \_\_\_\_\_ света

**Задания с развернутым ответом**

21. Напишите последовательно, начиная с 3-ФГК уравнения реакции образования аланина в альтернативных путях фотосинтеза
22. Найдите черты сходства и различия в поглощении углекислоты С-4 и САМ растениями.