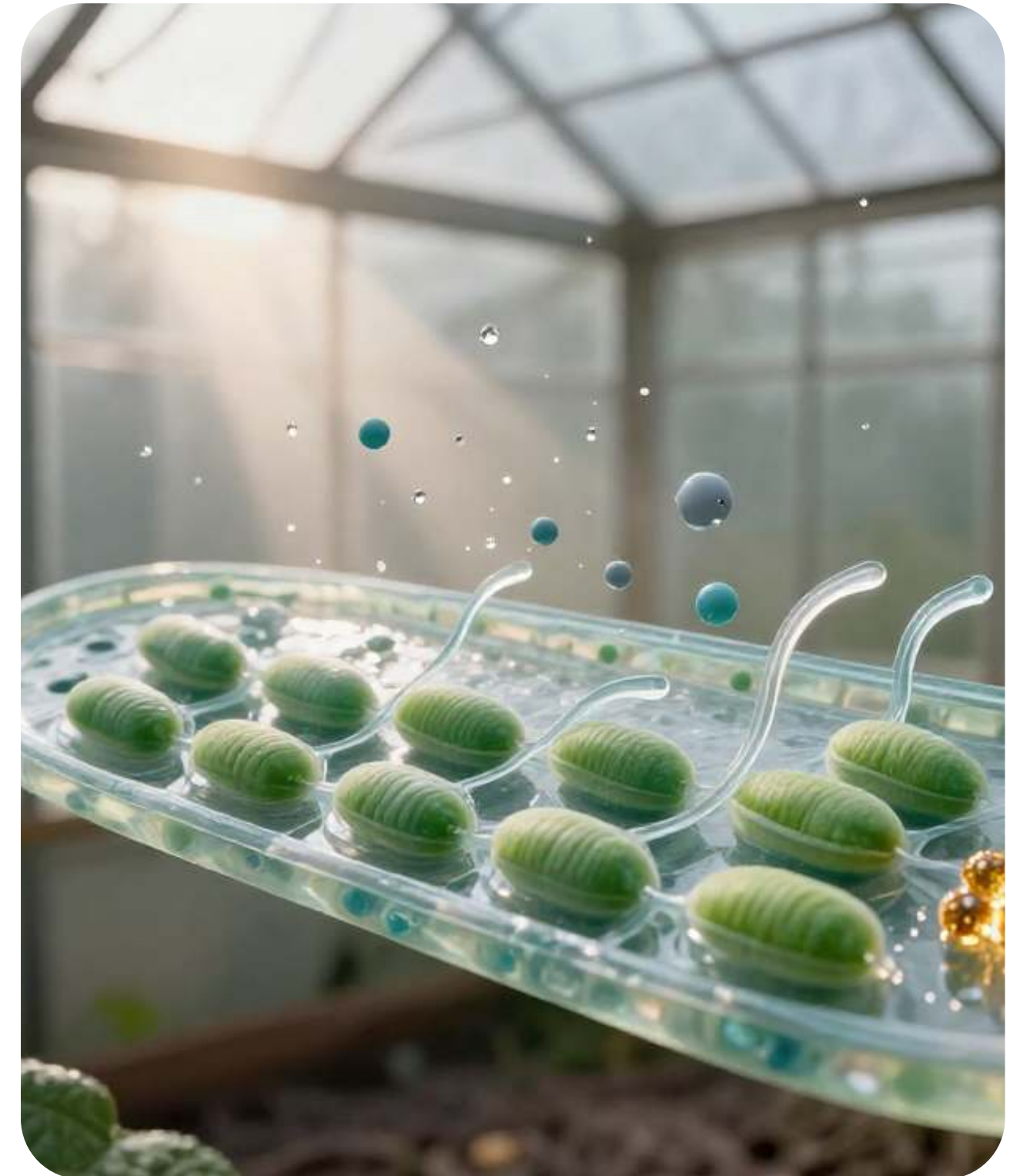




Пластический обмен и фотосинтез: как клетка создает органические вещества

Как клетка строит вещества жизни
и запасает энергию?



Пластический обмен: основа роста и обновления



Пластический обмен объединяет реакции синтеза, благодаря которым клетка наращивает структуры, восстанавливает повреждения и передает наследственную информацию. Для этого нужны АТФ, ферменты и исходные вещества из пищи или углекислого газа.



Анаболизм: общая логика построения клеточных веществ



01

Из простого — сложное

В анаболизме небольшие молекулы соединяются в более крупные и функционально сложные. Эти реакции идут под контролем ферментов, которые ускоряют и направляют синтез.

02

Энергия для синтеза

Построение новых веществ требует затрат энергии. Обычно она поступает в форме АТФ и восстановленных коферментов, обеспечивая сборку белков, липидов, углеводов и нуклеиновых кислот.

03

Где процесс особенно активен

Наибольшая интенсивность анаболизма характерна для растущих тканей, меристем, семян и молодых органов, где идет активное деление клеток и формирование новых структур.

04

Что создается в клетке

К анаболическим процессам относятся синтез белка на рибосомах, образование крахмала, жиров и нуклеиновых кислот — основных молекул, без которых невозможны рост и функционирование клетки.

Пластический и энергетический обмен: ключевые различия

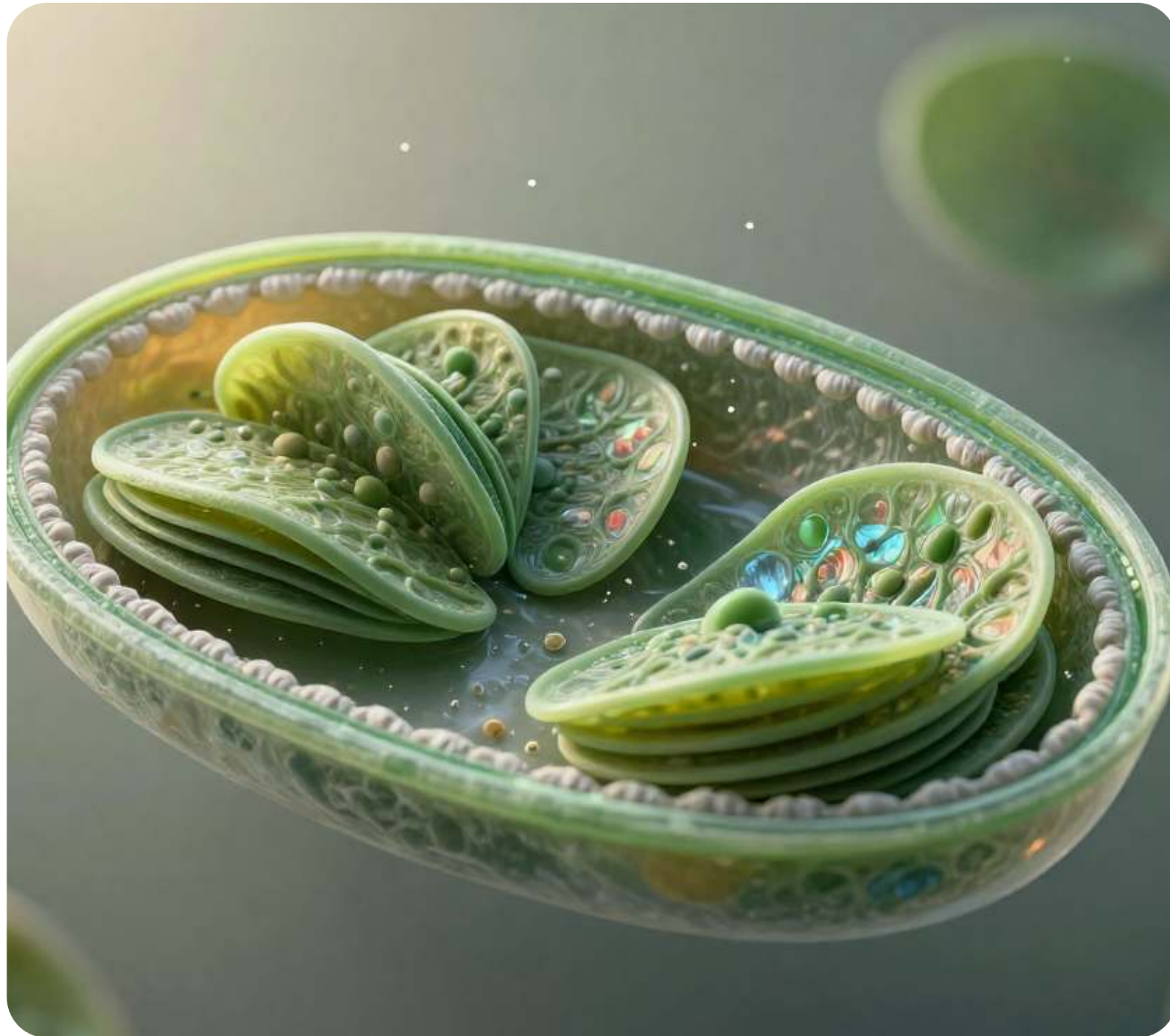
Признак	Пластический	Энергетический
Направление	синтез	распад
Энергия	расходуется	выделяется
Результат	сложные молекулы	простые вещества
Значение	рост и обновление	питание энергией

Школьный курс биологии

Сравнение показывает, что два вида обмена дополняют друг друга: один строит, другой обеспечивает энергией.

Пластический обмен создает клеточные структуры и требует энергии, а энергетический обмен освобождает ее для жизнедеятельности.

Хлоропласт как органоид фотосинтеза



Двойная оболочка

Хлоропласт окружен двумя мембранами, которые отделяют его внутреннее содержимое от цитоплазмы и создают условия для согласованной работы фотосинтетических систем.



Тилакоиды и граны

Внутри хлоропласта расположены тилакоиды — мембранные структуры, собранные в граны. Именно на их мембранах проходят световые реакции фотосинтеза.



Строма хлоропласта

В строме находятся ферменты, необходимые для темновой фазы фотосинтеза. Здесь происходит фиксация углекислого газа и последующий синтез углеводов.

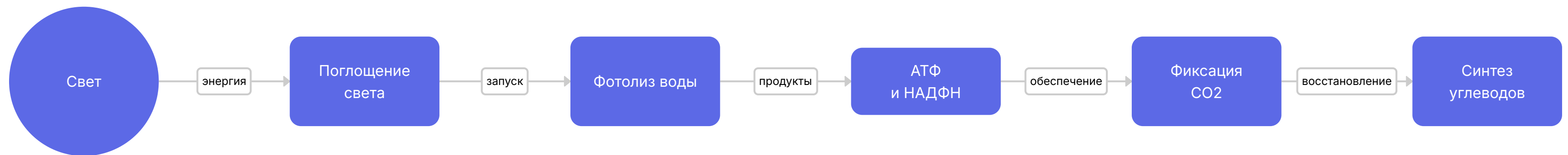


Почему листья зеленые

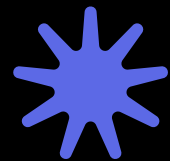
Хлорофилл лучше поглощает красный и синий свет, а зеленую часть спектра отражает. Поэтому листья кажутся зелеными, хотя именно они наиболее активно улавливают свет.

Этапы фотосинтеза

Схема показывает переход энергии света в химическую энергию и связь световой и темновой фаз.



Световая фаза: превращение энергии света в химическую



01 Работа фотосистем

Фотосистемы II и I расположены в мембранах тилакоидов и действуют последовательно. Они улавливают свет и переводят электроны в более высокое энергетическое состояние.

02 Перенос электронов

Возбужденные электроны проходят по цепи переноса, а выделяющаяся энергия используется для перемещения протонов через мембрану и накопления энергетического потенциала.

03 Фотолиз воды

При расщеплении воды образуются электроны, протоны и молекулярный кислород. Этот процесс восполняет утраченные электроны и делает возможным дальнейший ход световой стадии.

04 Синтез АТФ

Разность концентраций протонов по обе стороны мембраны запускает АТФ-синтазу. Так энергия света превращается в химическую энергию молекул АТФ.

Результаты световой и темновой стадий фотосинтеза

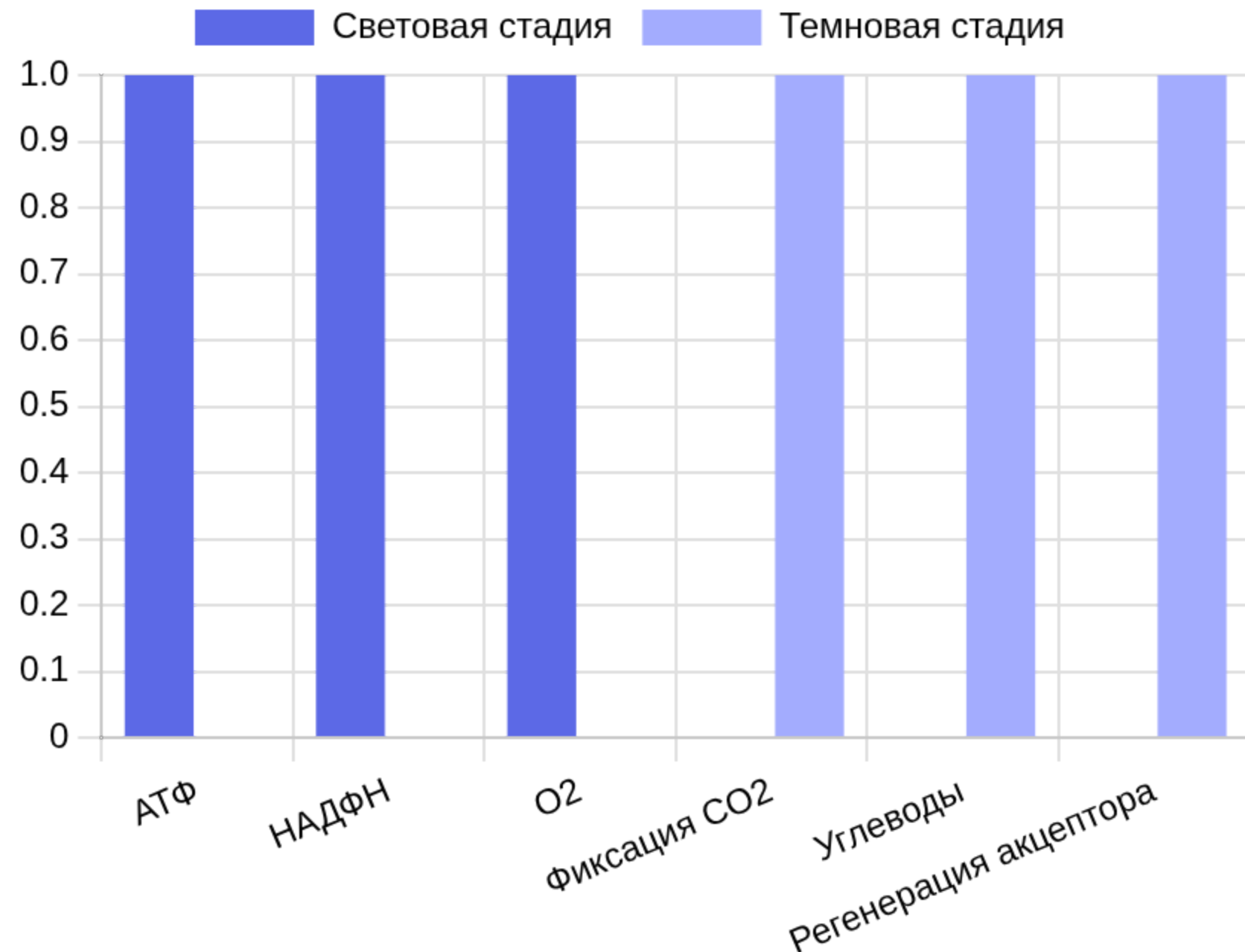
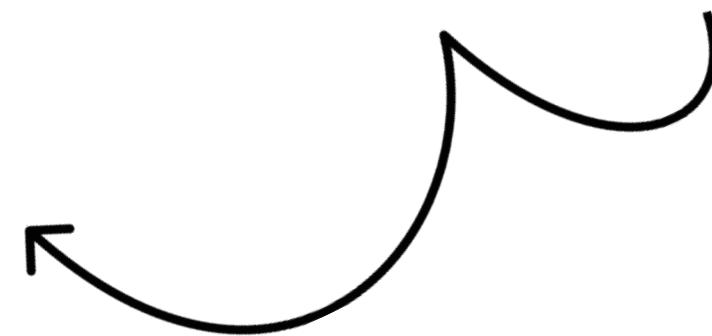


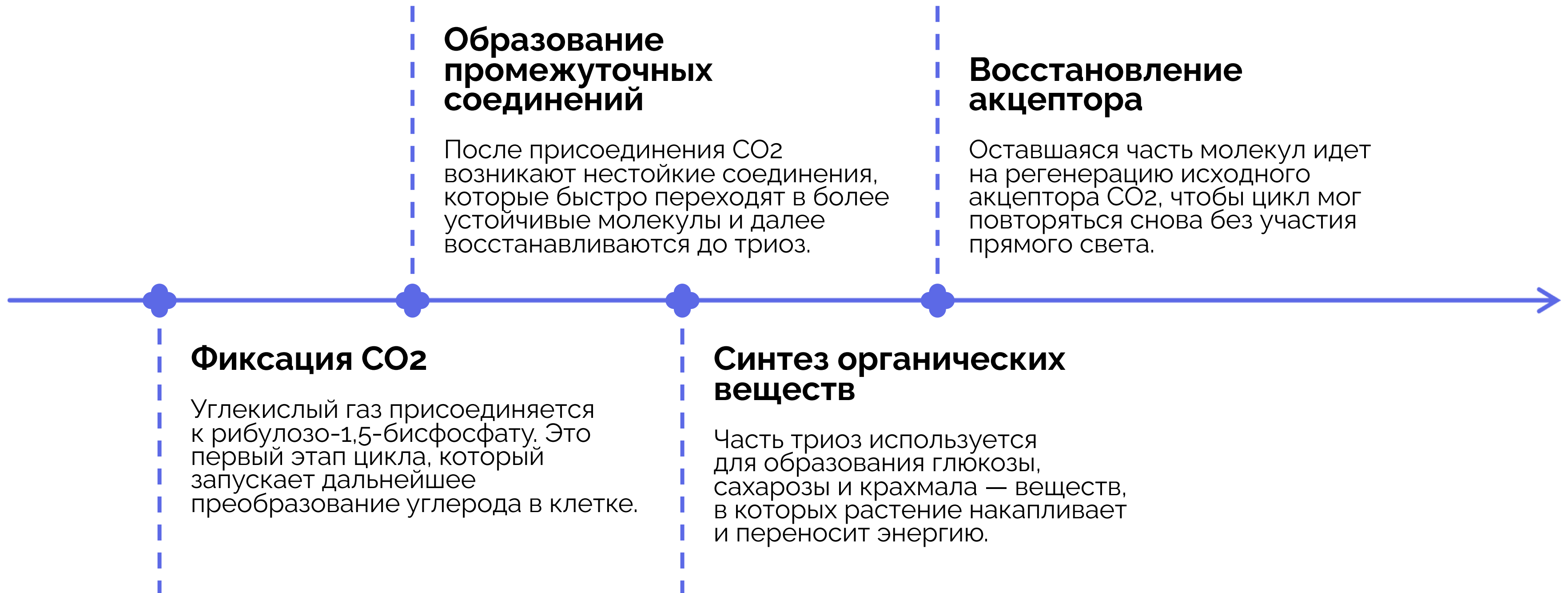
Диаграмма показывает, что стадии фотосинтеза не дублируют друг друга, а работают как единая система.

Световая стадия создает АТФ и НАДФН, а темновая использует их для фиксации CO₂ и образования органических веществ.

Школьный курс биологии



Темновая фаза: цикл Кальвина



Условия, влияющие на интенсивность фотосинтеза

Фактор	Влияние	Пример
Освещенность	ускоряет	теневые листья
CO ₂	ограничивает	теплица
Температура	снижает	холод
Вода	замедляет	закрытие устьиц
Хлорофилл	уменьшает	пожелтение

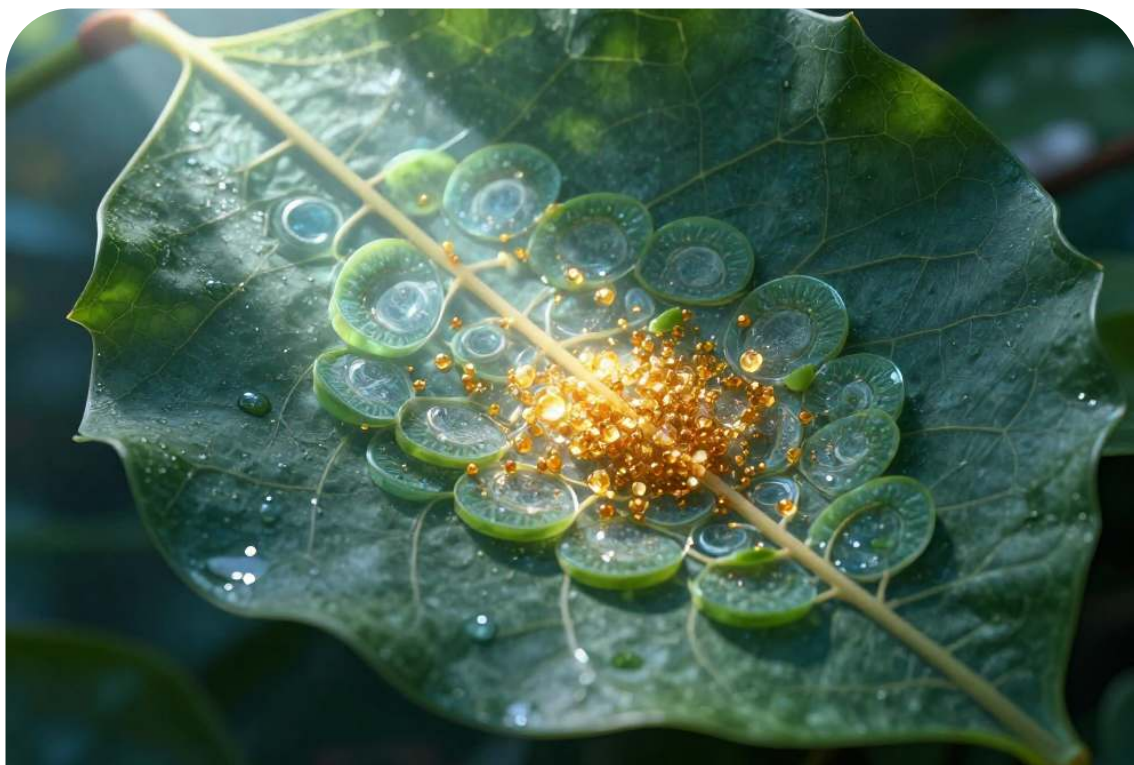
Интенсивность фотосинтеза определяется несколькими факторами одновременно, но сильнее всего — самым ограничивающим из них.

Скорость фотосинтеза падает при дефиците любого ключевого условия; особенно резко процесс тормозится при нехватке воды и низкой температуре.

Школьная биология



От энергии света к дыханию клетки



Фотосинтез: накопление запаса

В листьях растений свет превращается в химическую энергию, которая закрепляется в молекулах органических веществ. Так клетка создает запас, пригодный для дальнейшего использования. Этот запас затем становится частью пищи для самого растения и для других организмов.



Дыхание: высвобождение энергии

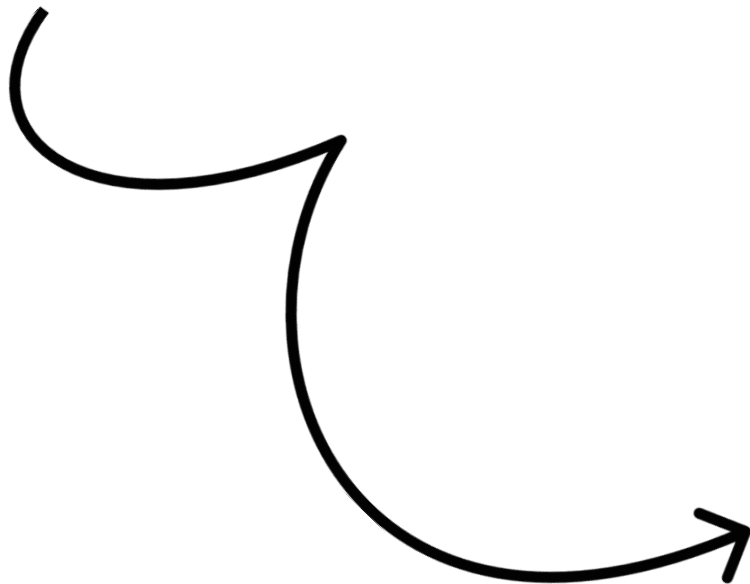
Когда клетке нужна энергия для роста, транспорта веществ или деления, она расщепляет органические молекулы при дыхании. При этом глюкоза и кислород используются как исходные вещества, а энергия освобождается постепенно и становится доступной для работы клеточных структур.



Круговорот веществ в биосфере

Углекислый газ и вода, образующиеся при дыхании, возвращаются в среду и снова включаются в фотосинтез. Поэтому растения, животные и атмосфера связаны единым обменом веществ, в котором энергия проходит путь от Солнца к живым организмам и обратно через круговорот.

Этот показатель отражает масштаб роли фотосинтезирующих организмов в составе атмосферы и устойчивости жизни на суше.

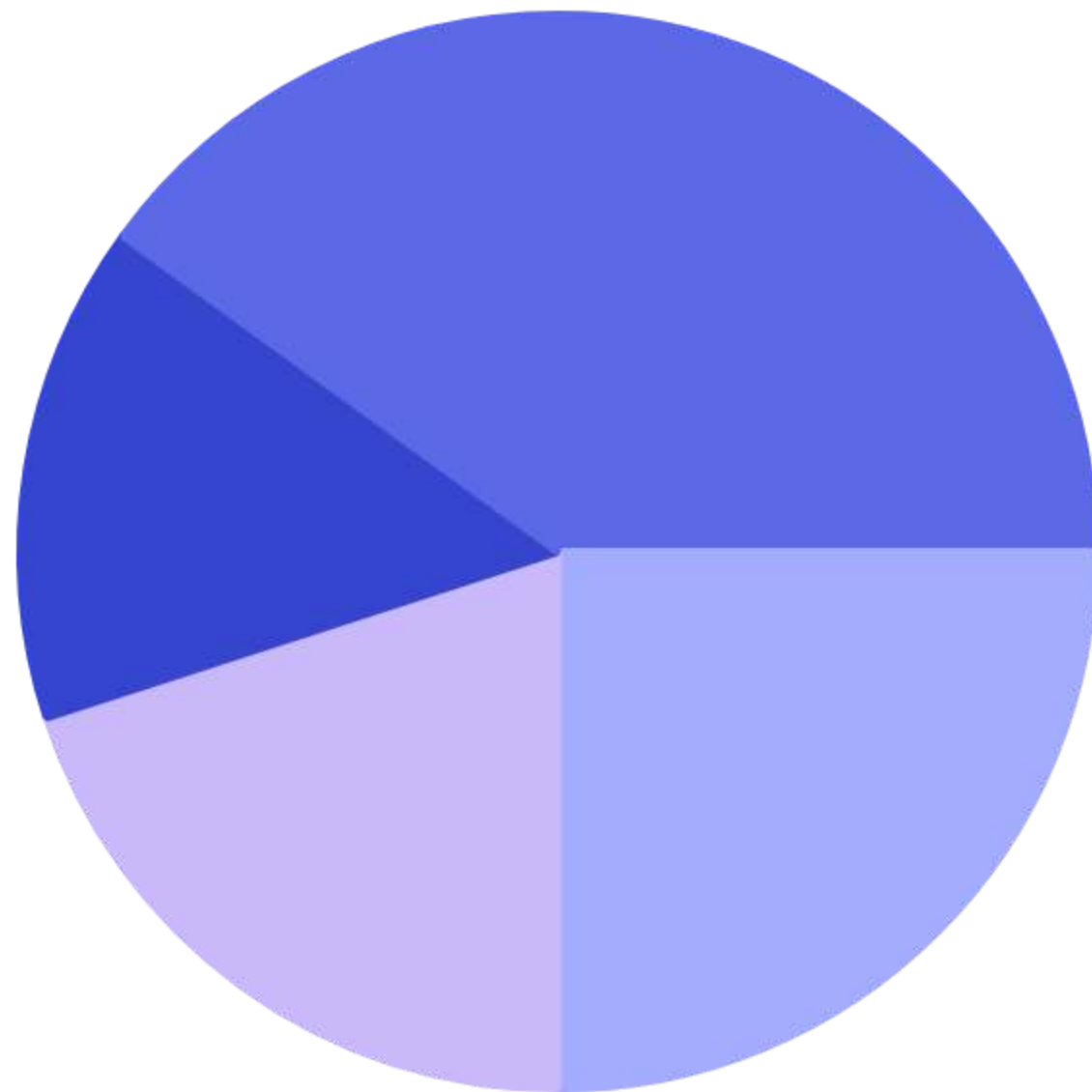


21%

объема атмосферы Земли составляет кислород, поддерживаемый прежде всего фотосинтезом.

Какие условия определяют продуктивность растений

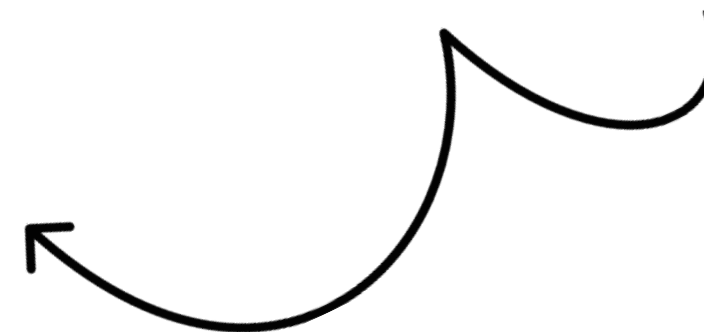
Освещенность Вода Минеральное питание
Температура Состояние листовой поверхности



Даже при хорошем освещении фотосинтез снижается, если устьица закрыты или не хватает минеральных веществ для синтеза хлорофилла и белков.

Продуктивность зависит от совокупности факторов: дефицит одного из них быстро становится ограничивающим и уменьшает образование органических веществ.

Школьный курс биологии; условная схема влияния факторов



Какие пигменты улавливают свет



Хлорофилл а

Основной пигмент фотосинтеза поглощает свет в красной и синей областях спектра и запускает первичные реакции преобразования энергии в хлоропластах.



Хлорофилл b

Дополнительный пигмент расширяет спектр поглощения и передает энергию хлорофиллу а, повышая эффективность работы фотосинтетического аппарата.



Каротиноиды

Эти пигменты поглощают часть света, которую хлорофиллы используют слабее, и защищают мембраны хлоропластов от повреждения при избытке освещения.



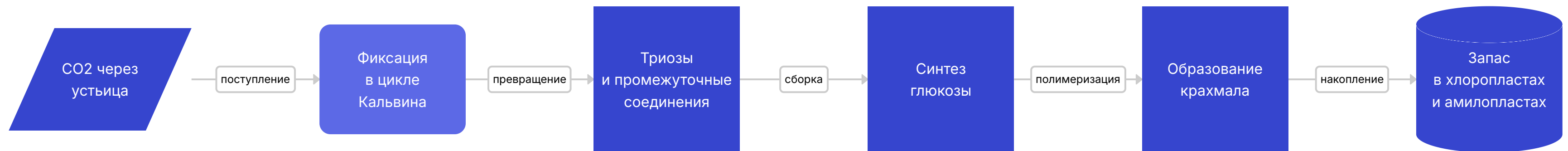
Почему листья зеленые

Зеленая часть спектра отражается сильнее, чем поглощается, поэтому листья кажутся зелеными. Это внешний признак особенностей работы пигментов.



Путь углерода от воздуха к запасному веществу

Схема показывает, как углекислый газ включается в органические соединения и превращается в крахмал в клетке растения.



Зачем клетке нужен пластический обмен



01

Рост и обновление

Пластический обмен обеспечивает увеличение массы организма, образование новых клеток и постоянное обновление тканей. Без синтеза сложных молекул невозможны развитие, восстановление после повреждений и нормальная работа органов.

02

Синтез жизненно важных веществ

Из простых соединений клетка строит ферменты, гормоны, антитела, мембраны и другие структуры. Именно поэтому анаболизм лежит в основе обмена веществ и поддержания внутреннего порядка клетки.

03

Растение как производитель

У растений пластический обмен связан с образованием семян, плодов и запасных веществ. Эти процессы определяют не только выживание самого растения, но и его роль в питании других организмов.

04

Связь с урожайностью

В сельском хозяйстве интенсивность фотосинтеза влияет на массу зерна, накопление сахаров в корнеплодах и качество зеленой массы. Поэтому условия выращивания напрямую отражаются на продуктивности культур.

Продукты фотосинтеза и их роль



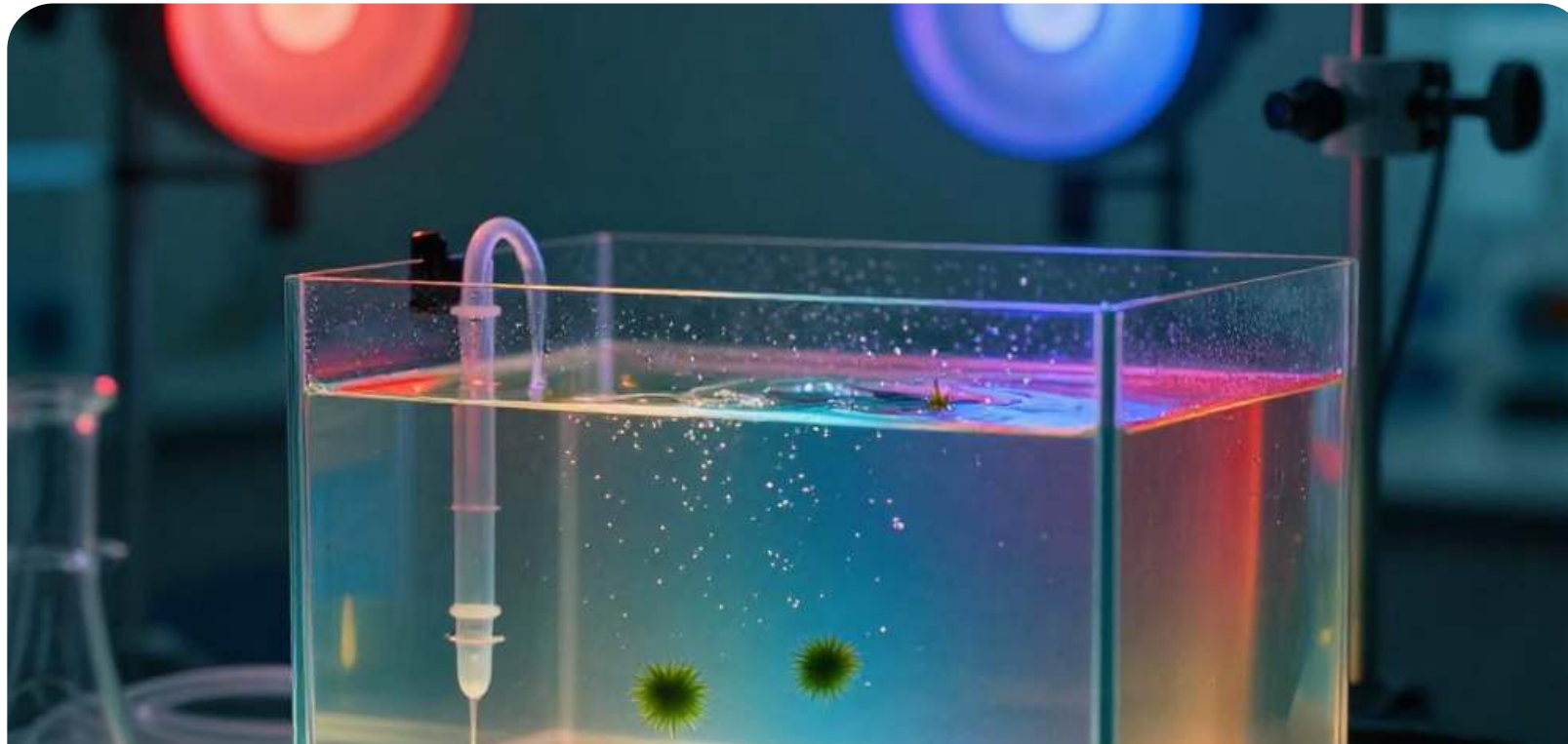
Продукт	Источник	Роль
Глюкоза	CO ₂ + H ₂ O	Энергия
Крахмал	Глюкоза	Запас
Целлюлоза	Глюкоза	Клеточные стенки
Липиды	Углеводные предшественники	Запас и мембраны
Аминокислоты	Превращения углерода	Белки
Кислород	Фотолиз воды	Дыхание

Школьный курс биологии

Краткая таблица показывает, какие вещества образуются в ходе фотосинтеза и для чего они нужны живым организмам.

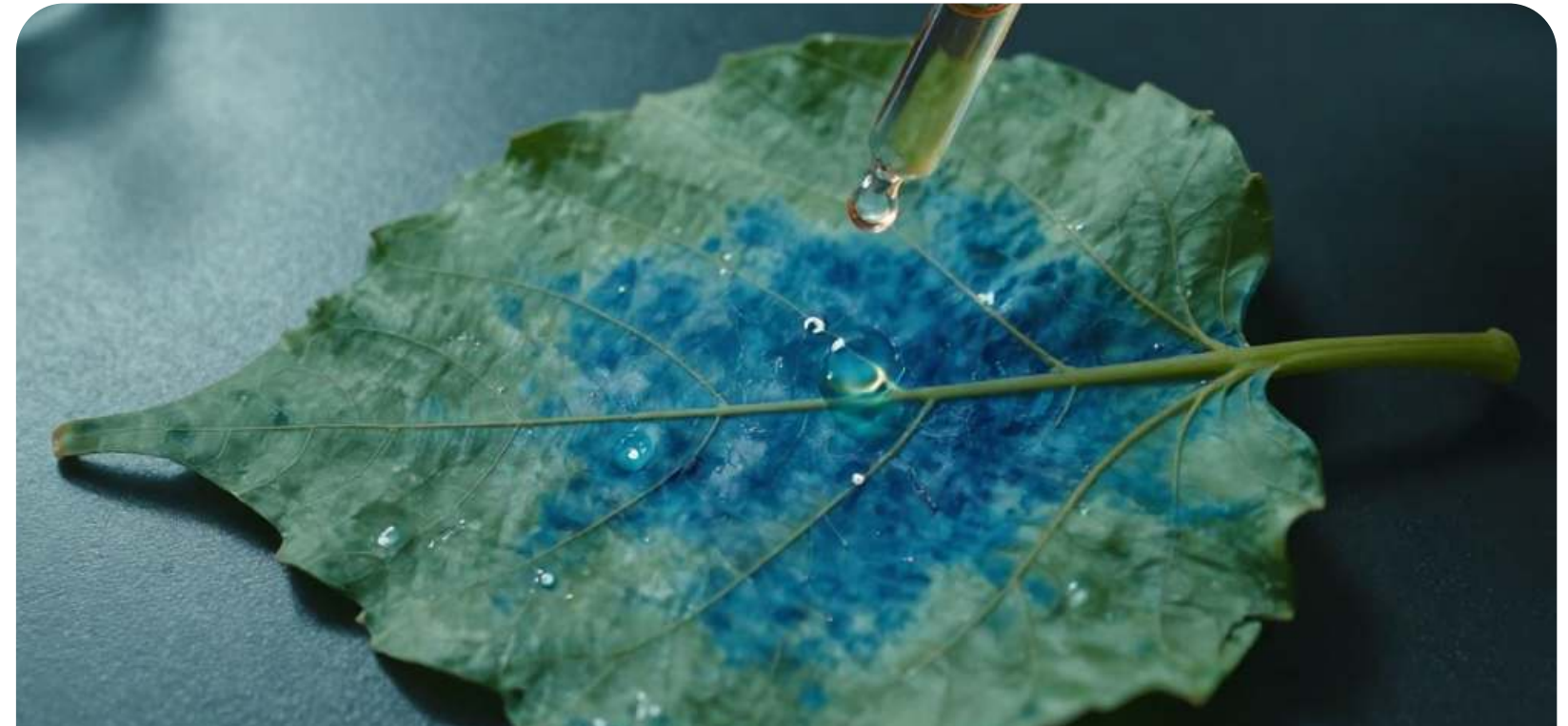
Фотосинтез дает не только органическую основу биомассы, но и кислород, необходимый для дыхания большинства организмов.

Как ученые доказали фотосинтез



Опыт Ингельмана

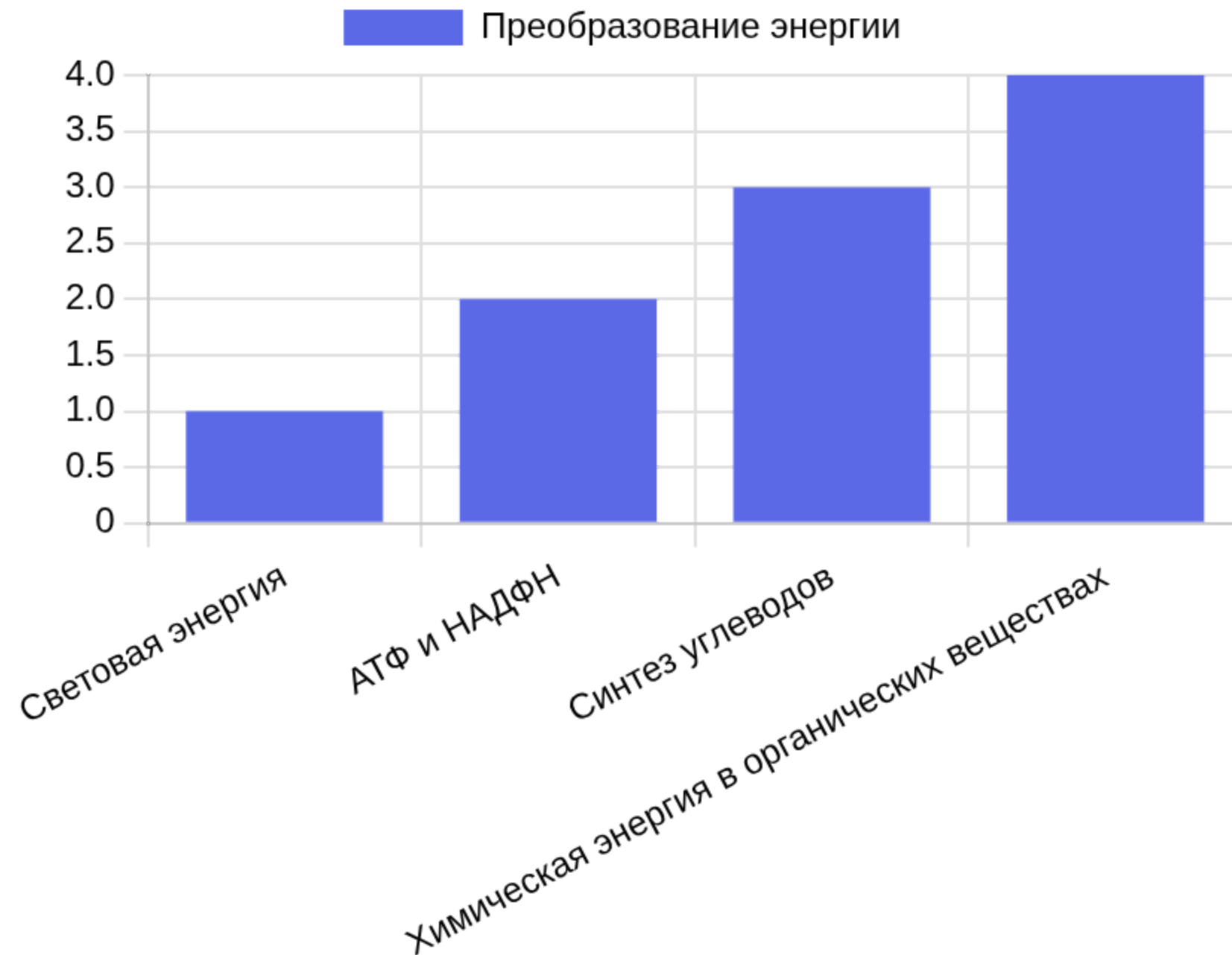
В эксперименте с водорослью и аэробными бактериями было показано, что микроорганизмы собираются там, где выделяется больше кислорода. Максимум оказался в красной и синей областях спектра, что подтвердило связь фотосинтеза с действием света разного цвета.



Проба на крахмал в листе

Классические опыты с листьями показали: на свету в них образуется крахмал, а в темноте — нет. После обработки йодом участки, где накопился крахмал, окрашиваются в синий цвет, и это наглядно подтверждает работу фотосинтеза.

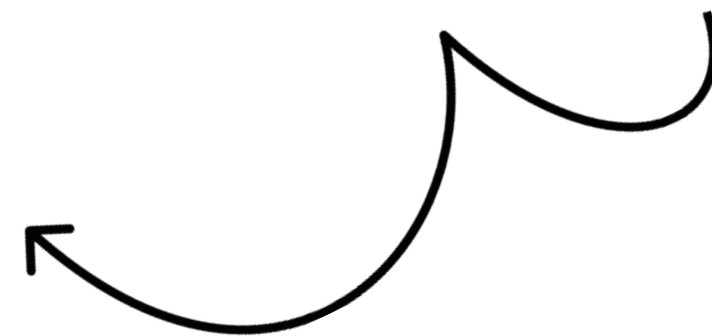
Как энергия проходит через фотосинтез



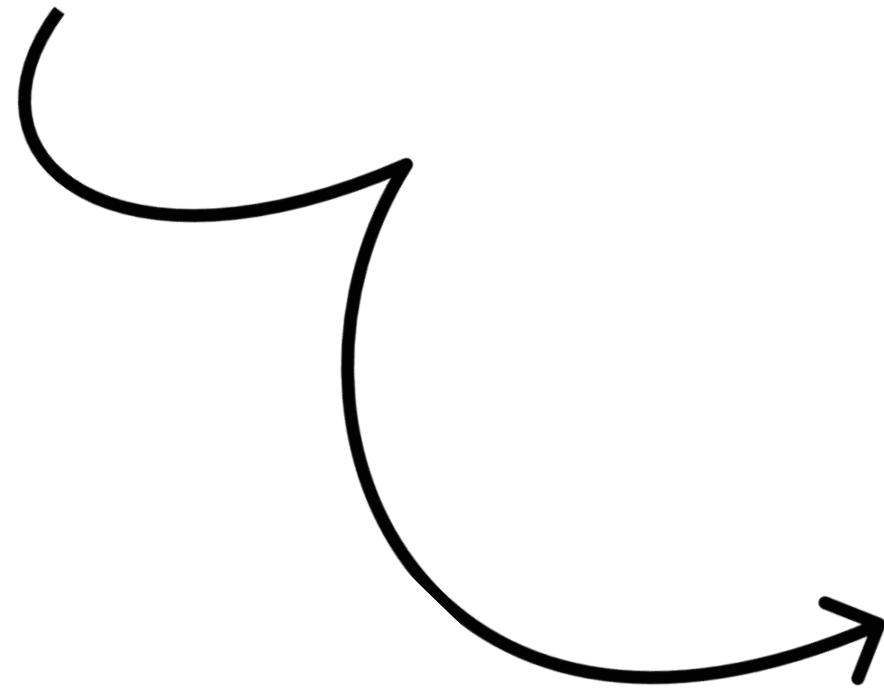
Вода служит источником электронов, а углекислый газ — источником углерода для будущих органических молекул.

Фотосинтез переводит энергию Солнца в химическую форму, которую затем могут использовать сами растения и другие организмы.

Школьный курс биологии; упрощенная схема фотосинтеза



Фотосинтез объединяет клетку и биосферу



Пластический обмен строит вещества клетки, а фотосинтез показывает, как из света, воды и CO_2 возникает органическая материя. Именно поэтому он лежит в основе питания, роста и устойчивости жизни на Земле.

