

Полный цикл включает фиксацию четырех молекул CO_2 . Возможно, что у бактерий фотосинтетическая фиксация CO_2 происходит в обоих циклах — и в восстановительном пентозофосфатном цикле (цикле Кальвина — Бенсона), и в восстановительном цикле карбоновых кислот.

7.4. Экологическая и эволюционная роль фотосинтезирующих бактерий

В анаэробных (бескислородных) условиях органические вещества сбраживаются различными микроорганизмами (хемосинтезирующими анаэробами), которые получают энергию в результате субстратного фосфорилирования¹. При этом образуются различные конечные продукты метаболизма, например CO_2 , H_2 , этиловый спирт, простые жирные кислоты. Эти соединения могут накапливаться в среде при условии, что они не будут потребляться в качестве питательных веществ другими микроорганизмами, неспособными использовать кислород в качестве конечного акцептора электронов в процессе дыхания. Сульфатредуцирующие и нитрофицирующие бактерии способны потреблять часть конечных продуктов брожения хемосинтезирующих анаэробов. Фототрофные бактерии (зеленые и пурпурные фотосинтезирующие бактерии) получают энергию, поглощая солнечный свет. Они способны метаболизировать большинство конечных продуктов анаэробного брожения — спирты, кислоты, водород и т. п., а также конечные продукты сульфатного и нитратного дыхания — H_2S и N_2 . Таким образом, соединения, образующиеся в клетках зеленых и пурпурных фотосинтезирующих бактерий, могут быть в дальнейшем использованы в качестве субстратов хемосинтезирующими анаэробами, которые в свою очередь продуцируют вещества, играющие роль питательных веществ у фототрофных бактерий. Таким образом, в анаэробных условиях бактерии этих двух типов могут сосуществовать.

Геохимические исследования свидетельствуют о том, что древняя атмосфера Земли (пребиотическая атмосфера

¹ То есть АТФ образуется за счет энергии, содержащейся в органических субстратах. — *Прим. перев.*

ра) была бескислородной и состояла из H_2 , N_2 , CH_4 , NH_3 , H_2S , H_2O , CO_2 и т. д. Самые первые фотобактерии, по-видимому, появились около 3 млрд. лет назад, когда возраст Земли составлял примерно 2 млрд. лет. В тех условиях первые фотобактерии использовали солнечный свет скорее всего для запасания энергии в ходе циклического транспорта электронов. Поскольку кислород в нынешней атмосфере Земли имеет биологическое происхождение (он выделяется в результате фотосинтетической деятельности у водорослей и высших растений), зеленые и пурпурные фотосинтезирующие бактерии можно считать представителями очень древних генеалогических линий организмов. В глубокой древности, в условиях бескислородной атмосферы, эти бактерии были единственными организмами, способными использовать для своего роста солнечную энергию.

Для того чтобы проследить эволюционные связи между различными таксономическими группами организмов, биохимики используют сейчас сравнительный анализ аминокислотных последовательностей какого-либо белка, имеющегося у всех этих организмов. Так, например, Fe-S-белок ферредоксин обнаружен у многих бактерий, осуществляющих брожение, и у всех фотосинтезирующих бактерий и растений; цитохромы найдены у всех фотосинтезирующих организмов. Результаты сравнительного анализа аминокислотного состава и последовательности аминокислотных остатков ферредоксинов и цитохромов из различных организмов дают основание думать, что в эволюционном ряду фотосинтезирующие бактерии за-

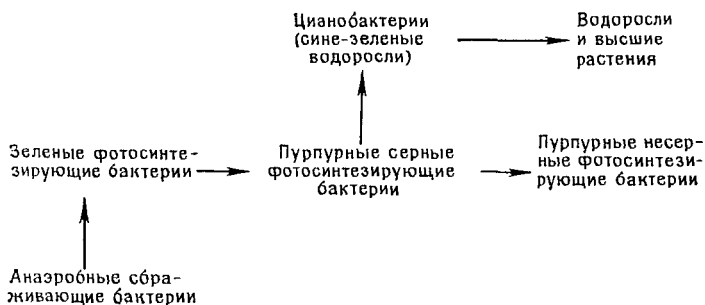


Рис. 7.5. Схематическое изображение эволюции фотосинтеза.

нимают промежуточное положение между древними анаэробными бактериями, осуществляющими брожение, и появившимися позднее водорослями и растениями (рис. 7.5).

Химические термины

Наименования различных соединений, упоминавшихся в книге, изменились в связи с введением новой международной номенклатуры. Для сравнения новых и старых названий мы приводим ниже список некоторых соединений.

Старое название	Новое название
Альдегид уксусной кислоты, ацетальдегид	Этаналь
Уксусная кислота	Этановая кислота (можно использовать и старое название)
Ацетилен	Этин
Лимонная кислота	2-Гидроксипропан-1, 2, 3-трикарбоновая кислота
Этиловый спирт	Этанол
Этилен	Этен
Фумаровая кислота	<i>транс</i> -Бутандикислота
Глутаминовая кислота	2-Аминопентакислота
Изолимонная кислота	1-Гидроксипропан-1, 2, 3-трикарбоновая кислота
α -Кетоглутаровая кислота	1-Оксобутандикислота
Яблочная кислота	2-Гидроксипропан-2, 3-дикарбоновая кислота
Малоновая кислота	Пропандикислота
Щавелевоуксусная кислота	2-Оксобутандикислота
Щавелевоянтарная кислота	1-Оксoproпан-1, 2, 3-трикарбоновая кислота
Пировиноградная кислота	2-Оксoproпановая кислота
Янтарная кислота	Бутандикислота