

за. Считается, что пластохинон участвует в ранних стадиях переноса электрона от возбужденных молекул хлорофилла. Цинк, железо, магний и марганец — вот некоторые из ионов металлов, обнаруженных в ламеллах хлоропластов.

3.3. Фотосинтетическая единица

Молекулы хлорофилла объединяются в функциональные комплексы. Фотосинтетической единицей называют такой комплекс пигментов и других молекул, в котором реакционный центр связан процессами переноса энергии возбуждения с антенной, состоящей из светособирающих пигментов (рис. 3.11). В соответствии с этим представлением любой квант энергии, поглощенный одной из примерно 250 молекул хлорофилла, передается на реакционный центр. Реакционный центр содержит специальную пару молекул хлорофилла *a*. Попав на реакционный центр, энергия кванта света запускает процесс переноса электрона. Идея о существовании фотосинтетической единицы возникла на основе следующих наблюдений:

1. Для фотосинтетического восстановления 1 молекулы CO_2 и выделения 1 молекулы O_2 необходимо, чтобы молекулы хлорофилла поглотили примерно 8 квантов света. Если бы каждая молекула хлорофилла в растении была способна к фотохимическим реакциям, то под действием достаточно мощной вспышки света произошло бы выделение примерно 1 молекулы O_2 на каждые 8 имеющихся молекул хлорофилла. Однако опыты Эмерсона и Арнольда со вспышками света (гл. 2) показали, что в суспензии клеток *Chlorella* наибольший выход кислоро-

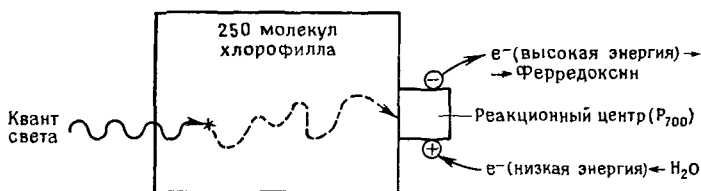


Рис. 3.11. Схема фотосинтетической единицы. Каждый квант света взаимодействует с ансамблем, состоящим из 250 молекул хлорофилла и содержащим один реакционный центр P_{700} .

да на вспышку составлял всего лишь 1 молекулу O_2 примерно на 2500 молекул хлорофилла. Следовательно, квант света поглощается одной молекулой из группы, состоящей примерно из 300 молекул.

2. Гафрон (Gaffron) и Воль (Wohl) рассчитали, что в растении, которое находится на слабом свете, каждая молекула хлорофилла поглощает квант света примерно один раз в несколько минут. В таких условиях отдельно взятой молекуле хлорофилла пришлось бы ждать почти час, чтобы накопить необходимое количество квантов и выделить одну молекулу O_2 . Однако опыт показывает, что, когда растение начинают освещать, скорость поглощения CO_2 и выделения O_2 быстро достигает максимального значения. Поэтому Гафрон и Воль постулировали, что энергия, собранная большим числом молекул хлорофилла, передается на один реакционный центр.

3. Гафрон и его сотрудники обнаружили также, что в золотисто-желтых листьях табака, содержащих очень мало хлорофилла, фотосинтез может идти почти с нормальной скоростью, но лишь при очень высоких интенсивностях света. Такие листья должны были содержать более значительную долю молекул хлорофилла специального типа, непосредственно связанных с компонентами электрон-транспортной цепи.

4. Данные дифференциальной спектрофотометрии свидетельствуют о важной роли некоторых специфических компонентов клетки, таких, как пигмент P_{700} [Кок (Kok), 1956] и цитохромы [Дюйзенс (Duysens), 1961], в фотохимических реакциях переноса электрона. У высших растений и водорослей на каждые 250 молекул хлорофилла приходится одна молекула цитохрома, участвующего в фотореакции, и одна молекула P_{700} .

3.4. Фотосинтетический аппарат растений C_4 -типа

Листья таких растений, как сахарный тростник, кукуруза, *Sorghum*, *Amaranthus*, а также многих тропических трав, содержат хлоропласты двух различных типов. Для листьев этих растений характерно анатомическое строение Kranz-типа (от нем. Kranz — венчик). Хлоропласты находятся в клетках листа, расположенных вокруг сосу-