

**ЛХХІХ чтения им. К.А. Тимирязева
ИФР РАН, Москва, 4 Июня 2018 г.**



**Альтернативная
энергетика с точки
зрения физиолога
растений**

Сулейман И. Аллахвердиев

(к.ф. – м.н., д.б.н.)

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва;

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пуцино;

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва;

Московский физико-технический институт, Долгопрудный;

Институт молекулярной биологии и биотехнологии НАНА, Баку, Азербайджан;

Department of New Biology, Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology (DGIST), Daegu, Republic of Korea

Ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что запасы ископаемых видов топлива истощаются, их использование становится все более энергозатратным и сопровождается неконтролируемым загрязнением окружающей среды. Для решения глобальных энергетических проблем все большее применение находят различные альтернативные экологически чистые возобновляемые источники энергии (АИЭ). К альтернативным источникам энергии традиционно относят ветровую, геотермальную и солнечную энергетику, а также энергетику на основе переработанной биомассы. Однако АИЭ пока недостаточно эффективны. В качестве перспективного направления использования АИЭ современная наука рассматривает природный фотосинтез. В результате фотосинтеза за счет солнечной энергии из воды и CO_2 синтезируются органические соединения и выделяется кислород, а при определенных условиях – и водород. При сгорании водорода образуется вода, которая является экологически чистым продуктом, и выделяется энергия; при этом энергии выделяется значительно больше, чем при использовании многих других видов топлива. Это делает получение водорода с помощью систем искусственного фотосинтеза (при использовании только света и воды) весьма перспективной и приоритетной задачей.

Для решения этой крупной задачи (в зависимости от конструкции преобразователя) можно выделить два основных способа утилизации солнечной энергии: (1) прямая конверсия солнечной энергии в электричество и (2) использование солнечной энергии для выделения молекулярного водорода из воды.

Наши усилия были направлены на создание и исследование преобразователей солнечной энергии (солнечных ячеек) на основе компонентов фотосинтетических систем, которые дают возможность получения экологически чистой энергии.

Для создания таких солнечных ячеек необходимо выяснить механизмы преобразования солнечной энергии в энергию химических связей, разработать и синтезировать эффективные катализаторы окисления воды и создать систему эффективного запасаения полученной энергии. Кроме того, для разработки, проектирования и построения устройств по производству водорода необходимы знания оптимальных условий эффективного выделения водорода системами искусственного фотосинтеза. Основные проблемы, возникающие при создании таких преобразователей, касаются, прежде всего, иммобилизации фотосинтетических комплексов на подложке, их стабильности и удельной эффективности функционирования.

Нами была сконструирована оригинальная установка, которая позволяет исследовать функционирование солнечных ячеек на основе фотосинтетических систем в широком диапазоне температур и интенсивностей света. С помощью этой установки было изучено функционирование солнечных ячеек с компонентами фотосинтетического аппарата растений, способных генерировать фототок.

Будут рассмотрены оригинальные данные по «работе» солнечной ячейки с различными компонентами фотосинтетического аппарата, в том числе с препаратами тилакоидных мембран и фотосистемы II. Кроме того, будет представлен анализ процессов генерации фототока в различных условиях в солнечных ячейках на основе тилакоидных мембран хлоропластов, иммобилизованных на поверхности диоксида титана. Особое внимание при этом уделяется поиску эффективных катализаторов окисления воды, поскольку такие катализаторы являются ключевыми компонентами солнечных ячеек, производящих на свету молекулярный водород из воды. Нами установлено, что самым эффективным катализатором окисления воды в условиях искусственного фотосинтеза является марганец-содержащий комплекс.

Фотосинтетический аппарат представляет собой эффективный и слаженно работающий механизм, который является крайне перспективным объектом для моделирования процессов преобразования энергии. Известно, что в природе энергия квантов поглощенного света превращается в химическую энергию с эффективностью около 100 %, то есть квантовый выход первичных процессов фотосинтеза близок к 1.

В данный момент эффективность функционирования искусственных фотосинтезирующих систем достигает лишь 16–17 %. С нашей точки зрения, повышение эффективности работы таких систем в несколько раз является вполне решаемой задачей.

В современной науке считается перспективным промышленное производство молекулярного "фотоводорода" из воды на основе искусственных систем, имитирующих фотосинтез. С помощью различных модификаций фотосистемы I нам удалось создать искусственную систему, способную производить молекулярный водород за счет энергии света.

Важнейшая задача, которую предстоит решить в недалеком будущем, заключается в повышении КПД солнечной ячейки на основе искусственного фотосинтеза. Для ее решения необходимым условием является поиск оптимальных для выполнения этой задачи компонентов – антенны для улавливания и сбора солнечной энергии, преобразователя солнечной энергии в энергию разделенных зарядов и систем запасаения полученной электрической энергии или водорода.

Анализу и обсуждению фундаментальных и прикладных проблем альтернативной энергетики, иллюстрированных конкретными примерами из работ лаборатории искусственного фотобиосинтеза ИФР РАН, будут посвящены LXXIX чтения им. К.А. Тимирязева.