

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

**О.А. МАРАКАЕВ**

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

## **ФОТОСИНТЕЗ И СВЕТ**

*Текст лекций*

*Рекомендовано  
Научно-методическим советом университета  
для студентов специальности Биология*

Ярославль 2005

УДК 581.1+574  
ББК Е 573я73  
М 25

*Рекомендовано  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2005 года*

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор кафедры  
физиологии растений биологического факультета МГУ  
им. М.В. Ломоносова Ю.В. Балнокин;  
кафедра ботаники Московского педагогического  
государственного университета

**Маракаев, О.А.** Экологическая физиология растений :  
М 25 фотосинтез и свет : Текст лекций / О.А. Маракаев ;  
Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2005. – 95 с.  
ISBN 5-8397-0373-7

Представлены сведения о фотосинтезе как основном процессе жизнедеятельности растений. Приведена литература для расширения и углубления представлений по эколого-физиологическим и биохимическим аспектам фотосинтеза.

Курс лекций предназначен для студентов 5 курса, обучающихся по специальности 011600 Биология («Экологическая физиология растений», блок СД), очной и заочной форм обучения.

Ил. 22. Табл. 2. Библиогр.: 53 назв.

УДК 581.1+574  
ББК Е 573я73

ISBN 5-8397-0373-7

© Ярославский  
государственный  
университет, 2005  
© О.А. Маракаев, 2005

# Введение

Экологическая физиология растений – важнейшее направление современной фитофизиологии, рассматривающее процессы жизнедеятельности растительных организмов во взаимосвязи с условиями среды. Это относительно молодое и активно развивающееся направление возникло на стыке двух наук – физиологии растений и экологии. Вопросы взаимодействия растений со средой обсуждаются в настоящее время в самых разнообразных аспектах. При этом выделяются два основных подхода. В первом – *физиологическом* – основное внимание уделяется рассмотрению отдельных функций растительного организма (фотосинтеза, дыхания, водного обмена, минерального питания, роста и др.) на фоне изменяющихся экологических факторов. Во втором – *экологическом* – обсуждается действие различных факторов среды (света, температуры, газового состава и др.) на функциональные особенности растений. Первый и второй подходы являются взаимодополняющими и позволяют наиболее адекватно оценить физиологическое состояние растения в нестабильной среде.

В рамках настоящего курса лекций рассмотрен один из важнейших вопросов экологической физиологии растений – экология фотосинтеза, а именно регулирование фотосинтетической функции светом. Фотосинтез – уникальный процесс на нашей планете, являющийся основой для жизни всех гетеротрофных организмов – от бактерий до человека. Он состоит в способности растений синтезировать органические соединения из неорганических с одновременным запасанием энергии света в энергию химических связей. Фотосинтез обуславливает космическую и планетарную роль зеленых растений, состоящую в накоплении органической массы, обеспечении постоянства содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере, устранении парникового эффекта, накоплении в атмосфере кислорода, необходимого для дыхания гетеротрофных и автотрофных организмов, образования озонового экрана.

Под *экологией фотосинтеза* понимают зависимость интенсивности и продуктивности фотосинтеза от факторов внешней среды – света, концентрации  $\text{CO}_2$ , температуры, водного режима, содержания элементов минерального питания и др. В естественных условиях фотосинтетическая функция испытывает действие целого комплекса экологических факторов, каждый из которых может изме-

няться. Влияние экзогенных факторов реализуется через конкретные механизмы, сопряженные с многочисленными фотофизическими, фотохимическими и энзиматическими реакциями фотосинтеза. Познание этих механизмов дает возможность понять основные закономерности и оптимальные условия функционирования фотосинтетического аппарата как целостной системы. Способность фотосинтетических процессов адаптироваться к условиям среды является решающей для жизнедеятельности растения.

Свет играет особенно важную роль в жизнедеятельности растений и занимает центральное место в регуляции фотосинтеза. Именно энергия света является движущей силой фотосинтеза и запасается в продуктах его реакций. Свет обусловил появление и развитие царства растений, так как используется растительными организмами в процессе питания как источник энергии. Растения в ходе длительной эволюции максимально приспособились для поглощения света и его использования. Действие светового фактора определяет количественные и качественные параметры фотосинтеза на всех уровнях его формирования – организменном, органном, тканевом, клеточном и молекулярном.

В настоящем курсе лекций приведены современные сведения об особенностях организации фотосинтетического аппарата, формировании хлоропластов и пигментных систем, световых и темновых реакциях фотосинтеза при различных световых режимах. Эти стороны влияния света на фотосинтез друг с другом связаны и взаимообусловлены. Их раздельное рассмотрение вызвано лишь удобством изложения материала. Приведенные данные характеризуют изменчивость структурных и функциональных основ фотосинтеза растений. Они раскрывают лабильность фотосинтетической функции растений, показывают ее уникальные адаптационные возможности. Фотосинтетические реакции растений протекают при изменении трех основных характеристик света – интенсивности, спектрального состава и продолжительности. В соответствии с этим механизмы физиологического ответа на изменение каждого параметра освещенности рассмотрены по отдельности.

## Список сокращений

АДФ	- аденозин-5-дифосфат
АТФ	- аденозин-5-трифосфат
ИК	- инфракрасная радиация
ИЛП	- индекс листовой поверхности
К-5-Ф	- ксилулозо-5-фосфат
лк	- люкс
НАД	- никотинамидадениндинуклеотид
НАДФ	- никотинамидадениндинуклеотидфосфат
ПВК	- пировиноградная кислота
РДФ	- рибулозо-1,5-дифосфат
Р-5-Ф	- рибозо-5-фосфат
Ру-5-Ф	- рибулозо-5-фосфат
РЦ	- реакционный центр
СДФ	- седогептулозо-1,7-дифосфат
СКП	- световой компенсационный пункт
ССК	- светособирающий комплекс
С-7-Ф	- седогептулозо-7-фосфат
ТПФ	- тиаминпирофосфат
УФ	- ультрафиолетовая радиация
Фд	- ферредоксин
Ф <sub>н</sub>	- фосфат неорганический
ФАД	- флавинадениндинуклеотид
ФАР	- фотосинтетически активная радиация
ФГА	- фосфоглицериновый альдегид
ФГК	- фосфоглицериновая кислота
ФГлу	- фосфоглюконовая кислота
ФДА	- фосфодиоксиацетон
ФДФ	- фруктозо-1,6-дифосфат
ФЕП	- фосфоенолпировиноградная кислота
ФМН	- флавинмононуклеотид
ФС I	- фотосистема I
ФС II	- фотосистема II
Ф-6-Ф	- фруктозо-6-фосфат
ЦК	- центральный комплекс
ЩУК	- щавелевоуксусная кислота
ЭТЦ	- электронтранспортная цепь
Э-4-Ф	- эритрозо-4-фосфат
PQ	- пластохинон
Q	- коэнзим Q (убихинон)