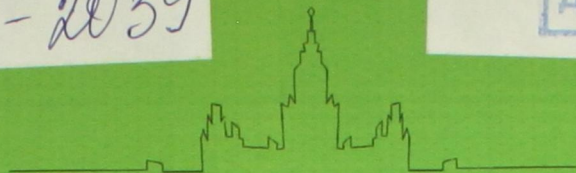


20-2039

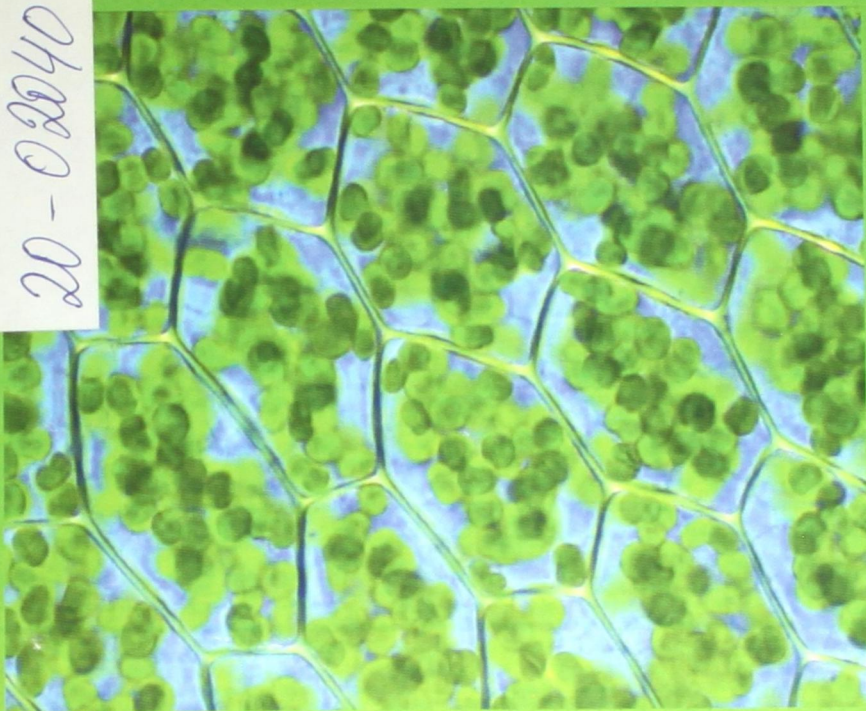
ДУБЯЕТ



Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова
Биологический факультет

Д.Н. Маторин, О.В. Яковлева

ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ РАСТЕНИЙ





Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова
Биологический факультет

Д.Н. Маторин, О.В. Яковлева

ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ РАСТЕНИЙ

Москва
«Альтекс»
2019

УДК 581.132

ББК 28.57

М 11

Рецензенты:

**Профессор биологического факультета Московского государственного университета
имени М.В.Ломоносова, доктор физико-математических наук**
Шайтан Константин Вальдемарович

**Заведующий кафедрой общей физики
Московского государственного областного университета
доктор физико-математических наук, профессор**
Богданов Дмитрий Леонидович

Маторин Д.Н., Яковлева О.В.

Фотолюминесценция растений. – М. – «Альтекс», 2019. – 255 с.

В данной монографии по экологической биофизике изложены теоретические основы и техника методов исследования фотолюминесценции пигментов. Основные определения и формулировки законов сопровождаются пояснениями и примерами. Рассмотрена природа флуоресценции и термолюминесценции хлорофилла в растениях и их связь с активностью фотосинтетического аппарата. Кратко приведена информация о приборах, выпускаемых в разных странах и на кафедре биофизики МГУ. Освещены перспективы развития флуоресцентных методов для оценки состояния высших растений и водорослей в разных экологических условиях и при биомониторинге.

Книга предназначена для студентов, аспирантов, преподавателей и всех научных сотрудников, специализирующихся по экологии, физиологии, гидробиологии, биофизики и интересующихся этими проблемами. Изложенные теоретические основы и методические рекомендации могут помочь исследователям при освоении современных методик исследования.

УДК 581.132

ББК 28.57

ISBN 978-5-93121-449-8

© Д.Н. Маторин, О.В.Яковлева, 2019

Оглавление

<i>Список сокращений и обозначений</i>	5
<i>Предисловие</i>	6
<i>Глава 1. Теоретические основы люминесценции пигментов</i>	9
1.1 Световое излучение	9
1.2 Спектральный состав излучения Солнца и распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.....	11
1.3 Взаимодействие света с веществом	13
1.3.1 Поглощение света молекулами. Возбужденные электронные состояния. Диаграмма Яблонского	13
1.3.2 Дипольный момент перехода	18
1.3.3 Условия поглощения электромагнитного излучения	20
1.3.4 Молекулярные орбитали и электронные переходы в молекулах	21
1.3.5 Закон Бугера – Ламберта – Бера	23
1.3.6 Спектры поглощения	26
1.3.7 Молекулярные параметры объекта	27
1.4 Спектрофлуориметрия	29
1.4.1 Электронные переходы в возбужденной молекуле	30
1.4.2 Законы флуоресценции	32
1.4.3 Спектры флуоресценции	34
1.4.4 Регистрация спектров флуоресценции	36
1.4.5 Влияние микроокружения на спектры и квантовые выходы флуоресценции. Флуоресцентные зонды и метки	37
1.4.6 Резонансная передача энергии	40
1.4.7 Спектры возбуждения флуоресценции	43
1.4.8 Эффект экранирования флуоресценции	47
1.4.9 Явление реабсорбции флуоресценции	48
1.5 Тривалентное состояние молекул. Фосфоресценция. Замедленная флуоресценция.....	49
1.5.1 Фосфоресценция	50
1.5.2 Замедленная флуоресценция	54
1.5.3 Кинетика дезактивации триплетного состояния	55
1.6 Пути дезактивации возбужденного состояния	57
1.6.1 Естественное время жизни и действительное время жизни молекулы в возбужденном состоянии	60
1.6.2 Квантовый выход процесса дезактивации возбужденного состояния	61
1.6.3 Квантовый выход флуоресценции при наличии конкурентных процессов. Соотношение Штерна-Фольмера	62
1.6.4 Измерение квантового выхода флуоресценции	63
<i>Глава 2 Природа флуоресценции хлорофилла а в фотосинтетических мембранах высших растений и водорослей</i>	65
2.1 Общие представления о фотосинтезе.....	66
2.1.1 Организация фотосинтетического аппарата растений	66
2.1.2 Регуляция фотосинтеза растений	74
2.2 Флуоресценция хлорофилла и её использование для биоиндикации растительных организмов.....	81
2.2.1 Природа флуоресценции хлорофилла а в фотосинтетических мембранах растений и водорослей	81
2.2.2 Метод РАМ флуориметрии для регистрации световых зависимостей флуоресценции	89
2.2.3 Методы анализа индукционных изменений интенсивности флуоресценции	91
2.2.4 Оценка энергетических потоков при фотосинтезе по параметрам индукционной кривой	110

Глава 3	Замедленная флуоресценция и термалюминесценция хлорофилла в растениях и водорослях.....	115
3.1	Замедленная флуоресценция хлорофилла в фотосинтетических мембранах растений и микроводорослей.....	115
3.1.2	Зависимость выхода замедленной флуоресценции от состояния переносчиков на донорной стороне фотосистемы 2.....	120
3.1.3	Зависимость выхода замедленной флуоресценции от электрохимического градиента протонов на фотосинтетической мембране.....	123
3.2	Фотосинтетическая термалюминесценция хлорофилла.....	129
Глава 4	Приборы для регистрации параметров флуоресценции в экологических исследованиях.....	136
4.1	Приборы для работы с лабораторными культурами водорослей при биотестировании и для биомониторинга природного фитопланктона.....	139
4.1.1	Погружной зонд-флуориметр.....	140
4.1.2	Бортовой флуориметр.....	141
4.1.3	Флуориметр Water-PAM.....	145
4.1.4	Флуориметр AquaPen-C AP-C 100.....	148
4.1.5	Флуориметр M-PEA-2 для регистрации индукционных кривых быстрой и замедленной флуоресценции хлорофилла а и редокс превращения P700 (ФС1).....	149
4.2	Оценки состояния растений в условиях антропогенного загрязнения с использованием портативных флуориметров.....	166
4.2.1	Изучение физиологического состояния древесных растений по характеристикам флуоресценции в коре однолетних побегов деревьев.....	166
4.2.2	Использование параметров индукции флуоресценции хлорофилла а в листьях для оценки физиологического состояния растений.....	174
Глава 5	Методы биотестирования на основе флуоресценции хлорофилла.....	183
	Заключение.....	226
	Использованная литература.....	227