

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	9
ПРЕДИСЛОВИЕ	10
ГЛАВА 1	12
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПИГМЕНТОВ	12
1.1 Световое излучение и его характеристики.....	12
1.2 Спектральный состав излучения Солнца и распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела.....	15
1.3 Электрон как частица и волна	17
1.3.1 Электрон в одномерном потенциальном ящике. Уравнение Шредингера	19
1.3.2 Электрон в атоме	21
1.4 Взаимодействие света с веществом. Поглощение света	22
1.4.1 Возбужденные электронные состояния молекулы. Диаграмма Яблонского	22
1.4.2 Дипольный момент перехода.....	31
1.4.3 Условия поглощения электромагнитного излучения.....	32
1.4.4 Молекулярные орбитали и электронные переходы в молекулах.....	34
1.4.5 Закон Бугера – Ламберта – Бера	35
1.4.6 Спектры поглощения.....	39
1.4.7 Молекулярные параметры объекта	40
1.5 Спектрофлуориметрия.....	42
1.5.1 Основные характеристики люминесценции	44
1.5.2 Электронные переходы в возбужденной молекуле.....	45
1.5.3 Законы флуоресценции	50
1.5.4 Количественный и качественный флуоресцентный анализ.....	56
1.6 Пути дезактивации возбужденного состояния.....	58
1.6.1 Соотношение между вероятностью поглощения и излучения. Время жизни возбужденного состояния молекул	59
1.6.2 Естественное время жизни и действительное время жизни молекулы в возбужденном состоянии.....	64
1.6.3 Квантовый выход процесса дезактивации возбужденного состояния.....	65
1.6.4 Квантовый выход флуоресценции при наличии конкурентных процессов. Соотношение Штерна–Фольмера	66
1.6.5 Кинетика дезактивации триплетного состояния.....	67
1.7 Регистрация спектров флуоресценции.	71
1.7.1 Влияние микроокружения на спектры и квантовые выходы флуоресценции.....	73
1.7.2 Эффект экранирования флуоресценции	76
1.7.3 Явление реабсорбции флуоресценции.....	77
1.7.4 Измерение квантового выхода флуоресценции	79
1.8 Спектры возбуждения флуоресценции	80
1.9 Резонансная передача энергии	84
1.10 Регистрация спектров фосфоресценции и замедленной флуоресценции	87
ГЛАВА 2	95
ПРИРОДА ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА А В ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ МЕМБРАНАХ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ И ВОДОРОСЛЕЙ	95
2.1 Общие представления о фотосинтезе	96
2.1.1 Организация фотосинтетического аппарата растений	96
2.1.2 Регуляция фотосинтеза растений	105

2.2 Флуоресценция хлорофилла и её использование для биоиндикации растительных организмов	111
2.2.1 Природа флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в фотосинтетических мембранах растений и водорослей	111
2.2.2 Метод РАМ флуориметрии для регистрации световых зависимостей флуоресценции	119
2.2.3 Методы анализа индукционных изменений интенсивности флуоресценции	121
2.2.4 Оценка энергетических потоков при фотосинтезе по параметрам индукционной кривой	138
ГЛАВА 3	143
ЗАМЕДЛЕННАЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ И ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ХЛОРОФИЛЛА В РАСТЕНИЯХ И ВОДОРΟΣЛЯХ	143
3.1 Замедленная флуоресценция хлорофилла в фотосинтетических мембранах растений и микроводорослей	143
3.1.1 Зависимость выхода замедленной флуоресценции от состояния переносчиков на донорной стороне фотосистемы 2	148
3.1.2 Зависимость выхода замедленной флуоресценции от электрохимического градиента протонов на фотосинтетической мембране	151
3.2 Фотосинтетическая термолюминесценция хлорофилла	156
ГЛАВА 4	163
ПРИБОРЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	163
4.1 Приборы для работы с лабораторными культурами водорослей при биотестировании и для биомониторинга природного фитопланктона	165
4.1.1 Погружной зонд-флуориметр	167
4.1.2 Бортовой флуориметр	168
4.1.3 Флуориметр Water-PAM	172
4.1.4 Флуориметр AquaPen-C AP-C 100	175
4.1.5 Флуориметр M-PEA-2 для регистрации индукционных кривых быстрой и замедленной флуоресценции хлорофилла <i>a</i> и редокс превращения P ₇₀₀ (ФС1)	176
4.2 Оценка состояния растений в условиях антропогенного загрязнения с использованием портативных флуориметров	185
4.2.1 Изучение физиологического состояния древесных растений по характеристикам флуоресценции в коре однолетних побегов деревьев	185
4.2.2 Использование параметров индукции флуоресценции хлорофилла <i>a</i> в листьях для оценки физиологического состояния растений	191
4.2.3 Изучение особенностей фотосинтеза лишайников с использованием методов флуоресценции хлорофилла	199
ГЛАВА 5	204
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА КУЛЬТУРАХ МИКРОВОДОРΟΣЛЕЙ И ПРИРОДНОМ ФИТОПЛАНКТОНЕ <i>IN SITU</i> С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛУОРИМЕТРИИ	204
ГЛАВА 6	233
МЕТОДЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА	233
ЛИТЕРАТУРА	264

Список сокращений и обозначений

- ФСА – фотосинтетический аппарат
ЭТЦ – электрон-транспортная цепь
ETR – Electron Transport Rate, скорость электронного транспорта
ФС1, ФС2, PSI, PSII – фотосистема 1, фотосистема 2
РЦ – реакционный центр (англ. RC – Reaction Center), фотохимически активный реакционный центр ФС2, который может редуцировать Q_A
 P_{680} , P_{700} – пигменты реакционных центров фотосистем 2 и 1 соответственно
ССК – светособирающий комплекс
Хл, Хл а, Хл b – хлорофилл, хлорофилл а, хлорофилл b
ФАР – фотосинтетически активная радиация (PAR – Photosynthetically Active Radiation);
ABS – поток фотонов, поглощаемых молекулами пигмента в антенне
Фф – феофитин – первичный акцептор электронов в ФС2
 Q_A , Q_B – первичный и вторичный хиноновые акцепторы электрона в ФС2
Пх – пластохинон – диффундирующий, переносчик электронов между фотосистемами в мембране
ПЦ – пластоцианин
Z – вторичный донор электрона в ФС2
КВК, КВС – кислород-выделяющий комплекс/система (англ. OEC – Oxygen Evolving Complex);
ФНР, FNR – ферредоксин-НАДФ редуктаза
НАДФ – никотинамидадениндинуклеотидфосфат, один из акцепторов электронов ФС1
 F_0 – минимальная флуоресценция хлорофилла а (фоновый уровень) в адаптированных к темноте объектах (все РЦ ФС2 находятся в «открытом» состоянии) – флуоресценции
 F_m – максимальная флуоресценция хлорофилла а в адаптированных к темноте объектах (все РЦ ФС2 находятся в «закрытом» неактивном состоянии)
РАМ – Pulse Amplitude Modulation, флуориметр с импульсной модуляцией амплитуды возбуждающего света
ЗФ, DF – замедленная флуоресценция
Флуорофор – это флуоресцентное химическое соединение, которое может повторно излучать свет при возбуждении света.