

# Оглавление

Предисловие к 35-му немецкому изданию .....	7
Предисловие к 1-му немецкому изданию .....	9
Авторы учебника «Ботаника» .....	11
Издания на иностранных языках .....	11
Хронология .....	12
Предисловие к русскому изданию .....	16
Предисловие научного редактора .....	18
<b>Физиология</b> .....	<b>21</b>
<b>6. ФИЗИОЛОГИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ</b> .....	<b>24</b>
<b>6.1. Энергетика обмена веществ</b> .....	<b>27</b>
6.1.1. Основы биоэнергетики .....	27
6.1.2. Энергетика закрытых систем .....	28
6.1.3. Энергетика открытых систем .....	31
6.1.4. Химический потенциал .....	32
6.1.4.1. Общее определение .....	32
6.1.4.2. Водный потенциал .....	32
6.1.4.3. Химический потенциал ионов и трансмембранный потенциал .....	34
6.1.4.4. Окислительно-восстановительный потенциал .....	34
6.1.5. Превращение энергии и энергетическое сопряжение .....	36
6.1.6. Ферментативный катализ .....	40
6.1.6.1. Основные принципы катализа .....	40
6.1.6.2. Молекулярные механизмы ферментативного катализа .....	42
6.1.6.3. Кинетика .....	44
6.1.6.4. Влияние среды на активность ферментов .....	45
6.1.7. Регуляция ферментативной активности .....	47
6.1.7.1. Контроль количества фермента .....	47
6.1.7.2. Контроль ферментативной активности .....	48
6.1.7.3. Регуляция за счет объединения ферментов в мультиферментные комплексы или компартменты .....	50
<b>6.2. Минеральное питание</b> .....	<b>51</b>
6.2.1. Химический состав тела растения .....	51
6.2.1.1. Содержание воды .....	51
6.2.1.2. Сухая масса и содержание золы .....	52
6.2.2. Питательные элементы .....	53
6.2.2.1. Значение минеральных элементов для растения .....	54
6.2.2.2. Макроэлементы .....	55
6.2.2.3. Микроэлементы .....	57
6.2.2.4. Минеральные соли как факторы мест обитания растений .....	59
6.2.3. Поглощение и распределение минеральных элементов в растении .....	62
6.2.3.1. Доступность минеральных элементов .....	62
6.2.3.2. Поглощение минеральных элементов корнем .....	64
<b>6.3. Водный обмен</b> .....	<b>71</b>
6.3.1. Механизмы транспорта .....	72
6.3.1.1. Диффузия .....	72
6.3.1.2. Массовый ток .....	74
6.3.2. Водный обмен клетки .....	74
6.3.2.1. Осмос .....	74

6.3.2.2. Матричные эффекты .....	77
6.3.3. Поглощение воды растением .....	78
6.3.4. Выделение воды растением .....	81
6.3.4.1. Транспирация .....	82
6.3.4.2. Гуттация .....	88
6.3.5. Проведение воды .....	88
6.3.6. Водный баланс .....	93
<b>6.4. Фотосинтез. Световые реакции .....</b>	<b>93</b>
6.4.1. Свет и световая энергия .....	94
6.4.2. Фотосинтетические пигменты .....	97
6.4.3. Строение светособирающих антенн .....	105
6.4.4. Транспорт электронов и протонов при фотосинтезе .....	108
6.4.5. Фотосистема II .....	114
6.4.6. Цитохром- <i>b<sub>6</sub>/f</i> -комплекс .....	115
6.4.7. Фотосистема I .....	116
6.4.8. Механизмы регуляции и защиты световой реакции .....	118
6.4.9. Фотофосфорилирование .....	119
6.4.10. Световые реакции бактериального фотосинтеза .....	121
<b>6.5. Фотосинтез: пути ассимиляции углерода .....</b>	<b>125</b>
6.5.1. Карбоксилирующая фаза цикла Кальвина .....	126
6.5.2. Восстановительная фаза цикла Кальвина .....	128
6.5.3. Фаза регенерации цикла Кальвина .....	128
6.5.4. Переработка первичных продуктов ассимиляции углерода .....	130
6.5.5. Механизмы регуляции синтеза и распределения углеводов .....	133
6.5.6. Фотодыхание .....	134
6.5.7. Поглощение CO <sub>2</sub> растением .....	137
6.5.8. Предварительная фиксация CO <sub>2</sub> у C <sub>4</sub> -растений .....	140
6.5.9. Предварительная фиксация CO <sub>2</sub> у САМ-растений .....	147
6.5.10. Дополнительное повышение концентрации CO <sub>2</sub> посредством гидрокарбонатного насоса .....	149
6.5.11. Влияние внешних факторов на ассимиляцию углерода .....	149
6.5.11.1. Влияние освещения .....	150
6.5.11.2. Влияние концентрации углекислого газа .....	152
6.5.11.3. Влияние температуры .....	153
6.5.11.4. Влияние воды .....	153
<b>6.6. Ассимиляция нитратов .....</b>	<b>154</b>
6.6.1. Фотосинтетическая ассимиляция нитратов .....	155
6.6.2. Ассимиляция нитратов в фотосинтетически неактивных тканях .....	157
<b>6.7. Ассимиляция сульфатов .....</b>	<b>157</b>
<b>6.8. Транспорт ассимилятов в растении .....</b>	<b>159</b>
6.8.1. Состав флоэмного сока .....	159
6.8.2. Загрузка флоэмы .....	160
6.8.3. Транспорт ассимилятов по флоэме .....	161
6.8.4. Разгрузка флоэмы .....	162
<b>6.9. Хемоавтотрофия .....</b>	<b>163</b>
6.9.1. Поставляющие энергию реакции .....	163
6.9.2. Транспорт электронов и фосфорилирование в хемосинтезе .....	164
<b>6.10. Выработка энергии в результате расщепления углеводов .....</b>	<b>165</b>
6.10.1. Гликолиз .....	166
6.10.2. Виды брожения .....	167
6.10.2.1. Спиртовое брожение .....	168
6.10.2.2. Кисломолочное брожение и другие виды брожения .....	168
6.10.3. Клеточное дыхание .....	169
6.10.3.1. Образование ацетилкоэнзима А из пирувата .....	169
6.10.3.2. Цитратный цикл (цикл Кребса) .....	170
6.10.3.3. Дыхательная цепь в митохондриях .....	170
6.10.3.4. Связь цикла Кребса с другими метаболическими путями .....	177
6.10.3.5. Окислительный пентозофосфатный путь .....	179
6.10.3.6. Зависимость дыхания от внешних факторов .....	181

<b>6.11. Образование структурных и запасных липидов</b> .....	183
6.11.1. Биосинтез жирных кислот .....	183
6.11.2. Биосинтез мембранных липидов .....	187
6.11.3. Биосинтез запасных липидов .....	187
<b>6.12. Мобилизация запасных липидов</b> .....	188
<b>6.13. Синтез аминокислот</b> .....	191
6.13.1. Семейства аминокислот .....	191
6.13.2. Ароматические аминокислоты .....	191
6.13.3. Непротеиногенные аминокислоты и производные аминокислот .....	193
<b>6.14. Синтез пуринов и пиримидинов</b> .....	195
<b>6.15. Синтез тетрапирролов</b> .....	197
<b>6.16. Вторичный метаболизм</b> .....	199
6.16.1. Фенолы .....	201
6.16.2. Терпеноиды .....	206
6.16.3. Алкалоиды .....	211
6.16.4. Глюкозинолаты и цианогенные гликозиды .....	213
6.16.5. Химическая коэволюция .....	214
<b>6.17. Основные типичные для растений полимеры</b> .....	217
6.17.1. Полисахариды .....	217
6.17.1.1. Структурные полисахариды .....	218
6.17.1.2. Запасные полисахариды .....	219
6.17.2. Лигнин .....	221
6.17.3. Кутин и суберин .....	223
6.17.4. Запасные белки .....	224
<b>6.18. Механизмы выделения веществ у растений</b> .....	226
<b>7. ФИЗИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ</b> .....	229
<b>7.1. Основные принципы физиологии развития</b> .....	230
7.1.1. Рост .....	233
<b>7.2. Генетические основы развития</b> .....	235
7.2.1. Генетические системы растительной клетки .....	236
7.2.1.1. Ядерный геном .....	236
7.2.1.2. Пластидный геном .....	254
7.2.1.3. Митохондриальный геном .....	257
7.2.2. Основы активности генов .....	258
7.2.2.1. Структура гена .....	259
7.2.2.2. Ход транскрипции .....	260
7.2.2.3. Контроль транскрипции .....	268
<b>7.3. Клеточные основы развития</b> .....	269
7.3.1. Обмен веществ и распределение белков внутри клетки .....	269
7.3.1.1. Генетический код .....	270
7.3.1.2. Биосинтез белков .....	274
7.3.1.3. Распад белков .....	277
7.3.1.4. Сортировка белков в клетке: биогенез клеточных органелл .....	278
7.3.2. Клеточный цикл и контроль клеточного цикла .....	283
7.3.3. Дифференцировка клеток .....	287
<b>7.4. Взаимодействие клеток в процессе развития</b> .....	293
7.4.1. Контроль эмбриогенеза .....	295
7.4.2. Процесс самоорганизации в слоях ткани (разметка) .....	297
7.4.3. Контроль формирования меристем и органов в меристеме побега .....	298
7.4.4. Механизмы коммуникации клеток .....	301
7.4.4.1. Обмен макромолекулами между клетками .....	301
<b>7.5. Системный контроль развития</b> .....	303
<b>7.6. Контроль развития с помощью фитогормонов</b> .....	305
7.6.1. Ауксины .....	305
7.6.1.1. Многообразии ауксинов .....	306
7.6.1.2. Метаболизм .....	306
7.6.1.3. Транспорт индолил-3-уксусной кислоты .....	309

7.6.1.4. Действие ауксинов .....	311
7.6.1.5. Молекулярные механизмы действия ауксинов .....	316
7.6.2. Цитокинины .....	318
7.6.2.1. Многообразие цитокининов .....	318
7.6.2.2. Метаболизм и транспорт .....	319
7.6.2.3. Действие цитокининов .....	320
7.6.2.4. Молекулярные механизмы действия цитокининов .....	324
7.6.3. Гиббереллины .....	325
7.6.3.1. Многообразие гиббереллинов .....	325
7.6.3.2. Метаболизм и транспорт .....	326
7.6.3.3. Действие гиббереллинов .....	328
7.6.4. Абсцизовая кислота .....	331
7.6.4.1. Метаболизм и транспорт абсцизовой кислоты .....	332
7.6.4.2. Действие абсцизовой кислоты .....	333
7.6.5. Этилен .....	335
7.6.5.1. Метаболизм и транспорт этилена .....	335
7.6.5.2. Физиологическое действие этилена .....	337
7.6.5.3. Молекулярные механизмы действия этилена .....	340
7.6.6. Другие сигнальные вещества с фитогормонподобным действием .....	342
7.6.6.1. Брассиностероиды .....	342
7.6.6.2. Оксипирины .....	343
<b>7.7. Контроль развития внешними факторами .....</b>	<b>344</b>
7.7.1. Действие температуры .....	345
7.7.1.1. Термопериодизм и термоморфозы .....	345
7.7.1.2. Прерывание состояния покоя действием определенной температуры .....	346
7.7.1.3. Индукция цветения действием определенной температуры .....	348
7.7.2. Действие света .....	349
7.7.2.1. Фотоморфогенез и скотоморфогенез .....	349
7.7.2.2. Фотопериодически индуцируемые морфозы .....	352
7.7.2.3. Суточный ритм и физиологические часы .....	357
7.7.2.4. Фоторецепторы и сигнальные пути управляемого светом развития .....	361
7.7.3. Другие внешние факторы .....	371
<b>8. ФИЗИОЛОГИЯ ДВИЖЕНИЙ .....</b>	<b>373</b>
<b>8.1. Основные понятия физиологии раздражения .....</b>	<b>373</b>
<b>8.2. Свободные перемещения .....</b>	<b>375</b>
8.2.1. Таксисы .....	377
8.2.1.1. Хемотаксис .....	377
8.2.1.2. Фототаксис .....	381
8.2.1.3. Другие таксисы .....	385
8.2.2. Внутриклеточные движения .....	385
<b>8.3. Движения живых органов .....</b>	<b>387</b>
8.3.1. Тропизмы .....	388
8.3.1.1. Фототропизм и скототропизм .....	388
8.3.1.2. Гравитропизм .....	392
8.3.1.3. Другие тропизмы .....	400
8.3.2. Настии .....	401
8.3.2.1. Термонастии .....	402
8.3.2.2. Фотонастии .....	402
8.3.2.3. Хемонастии .....	403
8.3.2.4. Тигмонастии и сейсмонастии .....	403
8.3.2.5. Настические движения замыкающих клеток устьиц .....	409
8.3.3. Автономные движения .....	414
8.3.4. Разбрасывательные и взрывные движения, обусловленные тургором .....	415
<b>8.4. Прочие движения .....</b>	<b>416</b>
<b>9. АЛЛЕЛОФИЗИОЛОГИЯ .....</b>	<b>419</b>
<b>9.1. Особенности гетеротрофного питания .....</b>	<b>420</b>

---

9.1.1. Сапрофиты и паразиты .....	420
9.1.2. Хищные растения .....	424
<b>9.2. Симбиоз</b> .....	425
9.2.1. Симбиотическая фиксация атмосферного азота .....	426
9.2.2. Биохимия и физиология азотфиксации .....	433
9.2.3. Микориза .....	435
9.2.4. Лишайники .....	438
<b>9.3. Патогены</b> .....	438
9.3.1. Основные понятия фитопатологии .....	439
9.3.2. Микробные патогены .....	440
9.3.3. Механизмы патогенеза .....	448
9.3.4. Защита от патогена .....	450
<b>9.4. Травоядность</b> .....	452
9.4.1. Защита от травоядных .....	452
9.4.2. Тритрофные взаимодействия .....	456
<b>9.5. Аллелопатия</b> .....	457
Список литературы .....	460
Список сокращений .....	477
Единицы и символы .....	479
Предметный указатель .....	482
Координаты для контактов .....	491