

Д. А. Соловков

ЕГЭ по биологии

Практическая подготовка

5-е издание

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2017

УДК 58+59(075.3)
ББК 28я72
С60

Соловков Д. А.

С60 ЕГЭ по биологии. Практическая подготовка. — 5-е изд., испр. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2017. — 640 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-3843-5

Рассмотрены разделы школьного курса биологии, необходимые для подготовки абитуриентов к сдаче ЕГЭ по этому предмету: ботаника, зоология, анатомия и общая биология. Материал систематизирован по разделам и темам: сначала компактно излагаются теоретические знания, далее для закрепления материала предлагаются тесты по отдельным темам и по всему пройденному разделу, и как завершение — итоговые тесты по всему курсу в формате ЕГЭ, составленные на основе анализа вопросов ЕГЭ из открытого банка заданий. В пособии делается акцент на анатомию человека и общую биологию, вопросы по которым составляют основную часть заданий ЕГЭ. Учтены возросшие требования в связи с усложнением ЕГЭ, приводятся итоговые тесты в формате ЕГЭ с учетом спецификатора 2017 года с ответами.

В пятом издании переработаны некоторые рисунки и добавлены ответы ко всем тематическим тестам.

Для образовательных учреждений

УДК 58+59(075.3)
ББК 28я72

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Людмила Еремеевская</i>
Зав. редакцией	<i>Екатерина Капалыгина</i>
Редактор	<i>Анна Кузьмина</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн обложки	<i>Марины Дамбиевой</i>

Подписано в печать 31.07.17.
Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 51,6.
Тираж 3000 экз. Заказ №
"БХВ-Петербург", 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.
ООО "Печатное дело",
142300, МО, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1

ISBN 978-5-9775-3843-5

© Соловков Д. А., 2017
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2017

Оглавление

Предисловие	15
Предисловие к четвертому и пятому изданиям	16
Глава 1. Ботаника	17
Строение клетки растения.....	19
Ткани растений	20
Образовательные ткани (меристемы)	20
Покровные ткани	21
Механические ткани	22
Проводящие ткани	23
Выделительные ткани.....	25
Основные ткани	26
Органы растений.....	26
Вегетативные органы растений	26
Корень.....	26
Побег	32
Почка	33
Лист.....	34
Стебель	40
Вегетативное размножение	44
Генеративные органы растений.....	45
Семя	45
Цветок	48
Соцветия	51
Плоды.....	53
Тест по анатомии и морфологии растений.....	56
Систематика растений.....	61
Водоросли.....	62
Отдел Зеленые водоросли	62
Отдел Бурые водоросли	65
Отдел Красные водоросли (Багрянки)	66
Значение водорослей в природе и использование их человеком	66

Отдел Мохообразные	67
Общие признаки.....	67
Класс Печеночники или Печеночные мхи.....	67
Класс Листостебельные мхи или Мхи	67
Подкласс Зеленые мхи	68
Подкласс Сфагновые мхи (Белые мхи, Торфяные мхи).....	69
Образование торфа	70
Значение моховидных	70
Отдел Риниофиты (Псилофиты).....	70
Папоротникообразные.....	70
Общие признаки.....	70
Отдел Папоротниковидные (Папоротники)	71
Отдел Плауновидные.....	72
Отдел Хвощевидные.....	73
Древние папоротникообразные	74
Образование каменного угля	75
Значение папоротникообразных.....	75
Семенные растения.....	75
Отдел Голосеменные	75
Значение голосеменных	78
Отдел Покрытосеменные (Цветковые).....	78
Генетические наборы у растений	86
Растительные сообщества (фитоценозы).....	87
Тест по систематике растений.....	88
Царство Дробянки	92
Бактерии	93
Строение	93
Размножение	93
Питание.....	94
Условия жизни	94
Значение бактерий	95
Цианобактерии.....	95
Царство Грибы	96
Питание.....	96
Размножение	96
Классификация грибов	97
Отдел Зигомицеты	97
Отдел Аскомицеты	97
Отдел Базидиомицеты	98
Значение грибов	100
Лишайники	100
Значение лишайников.....	102
Тест по бактериям, грибам и лишайникам	102
Итоговый тест по ботанике.....	105
Глава 2. Зоология	113
Систематика животных	114
Подцарство Одноклеточные (Простейшие)	114
Строение простейших	115

Жизнедеятельность простейших	115
Систематика простейших	116
Тип Саркожгутиконосцы	116
Тип Апикомплекса	119
Тип Инфузории	120
Значение простейших	122
Подцарство Многоклеточные	122
Тип Кишечнополостные	122
Строение и общие черты организации	122
Систематика типа	123
Значение кишечнополостных	126
Тип Плоские черви	126
Общие признаки	126
Происхождение	127
Систематика типа	127
Тип Круглые черви	134
Общие признаки	134
Класс Собственно Круглые черви (Нематоды)	135
Происхождение	137
Меры профилактики глистных болезней. Борьба с червями-паразитами	137
Тип Кольчатые черви	137
Общие признаки	137
Происхождение	138
Систематика типа	138
Значение кольчатых червей	141
Тип Моллюски (Мягкотелые)	142
Общие признаки	142
Систематика моллюсков	142
Значение моллюсков	146
Тип Членистоногие	146
Общие признаки	146
Происхождение членистоногих	147
Классификация типа	147
Тест по беспозвоночным животным	159
Тип Хордовые	165
Общие признаки	166
Происхождение хордовых	166
Систематика типа	166
Систематика подтипа Позвоночные	172
Тест по теме "Тип Хордовые"	218
Итоговый тест по зоологии	225
Глава 3. Анатомия	233
Ткани человека	233
Эпителиальная ткань	233
Соединительная ткань	236
Клетки соединительной ткани	236
Волокна соединительной ткани	237
Виды соединительной ткани	237

Нервная ткань.....	239
Мышечная ткань	241
Тест по теме "Ткани"	242
Органы и системы органов	245
Нервная система	245
Отделы нервной системы.....	247
Спинной мозг	247
Головной мозг	248
Соматическая и вегетативная нервная система.....	252
Тест по теме "Нервная система"	254
Эндокринная система	258
Гипоталамус	258
Гипофиз	259
Эпифиз (шишковидное тело)	259
Щитовидная железа	260
Околощитовидные (паращитовидные) железы	260
Вилочковая железа (тимус).....	261
Надпочечники	261
Поджелудочная железа.....	262
Половые железы.....	262
Желтое тело	262
Плацента	262
Нейроэндокринная регуляция.....	263
Тест по теме "Эндокринная система"	264
Опорно-двигательный аппарат	267
Скелет	267
Череп.....	267
Скелет туловища	268
Верхняя конечность.....	270
Нижняя конечность	270
Состав костей	272
Строение кости.....	272
Классификация костей.....	273
Соединение костей.....	273
Повреждения скелета	274
Заболевания опорно-двигательного аппарата	275
Мышцы человека	275
Строение скелетной мышцы	276
Работа мышц	276
Тест по теме "Опорно-двигательный аппарат"	277
Внутренняя среда организма	281
Тканевая жидкость.....	281
Лимфа	282
Кровь.....	282
Состав крови	282
Свертывание крови	285
Группы крови	285

Иммунитет	286
Нарушения иммунитета	287
Тест по теме "Кровь"	288
Кровеносная система	291
Сердце	291
Строение сердца	291
Работа сердца	293
Сосуды	293
Круги кровообращения	294
Первая помощь при кровотечениях	296
Факторы, приводящие к болезням кровеносной системы	296
Лимфатическая система	297
Тест по теме "Кровеносная и лимфатическая системы"	298
Пищеварительная система	302
Методы изучения пищеварения	302
Строение пищеварительной системы	303
Отделы пищеварительного тракта	304
Пищеварительные железы	307
Слюнные железы	307
Печень	307
Поджелудочная железа	308
Пищеварение	309
Пищеварение в ротовой полости	309
Пищеварение в желудке	309
Пищеварение в кишечнике	310
Всасывание	311
Болезни желудочно-кишечного тракта	311
Влияние курения и алкоголя на пищеварение	312
Тест по теме "Пищеварительная система"	312
Обмен веществ и энергии	316
Обмен белков	316
Обмен углеводов	317
Обмен жиров	317
Обмен воды и минеральных веществ	318
Режим питания	318
Витамины	319
Тест по теме "Обмен веществ. Витамины"	320
Дыхательная система	324
Строение дыхательной системы	324
Воздухоносные пути	324
Респираторная часть	326
Механизмы дыхания	327
Внешнее дыхание	327
Транспорт газов кровью	329
Тканевое (внутреннее) дыхание	329
Регуляции дыхания	329
Дыхание при повышенном атмосферном давлении	330
Дыхание при пониженном атмосферном давлении	330

Болезни органов дыхания.....	331
Влияние курения на дыхательную систему.....	331
Первая помощь при остановке дыхания.....	332
Тест по теме "Дыхательная система".....	332
Кожа.....	336
Строение кожи.....	336
Железы кожи.....	337
Производные кожи.....	338
Терморегуляция.....	338
Нарушение терморегуляции.....	339
Повреждения кожи.....	339
Гигиена кожи и одежды.....	340
Закаливание.....	340
Выделительная система.....	341
Строение выделительной системы.....	341
Почки.....	342
Мочеточники.....	343
Мочевой пузырь.....	343
Мочеиспускательный канал.....	343
Механизмы мочеобразования.....	344
Регуляция работы выделительной системы.....	344
Болезни мочевыделительной системы.....	344
Гигиена мочевыделительной системы.....	345
Тест по теме "Кожа. Почки. Выделение".....	345
Анализаторы.....	349
Зрительный анализатор.....	349
Строение глаза.....	350
Зрительное восприятие.....	352
Нарушение зрения.....	352
Первая помощь при повреждении глаз.....	353
Гигиена зрения.....	354
Слуховой анализатор.....	354
Строение органа слуха.....	354
Слуховое восприятие.....	355
Работа вестибулярного аппарата.....	356
Гигиена слуха.....	356
Обонятельный анализатор.....	356
Вкусовой анализатор.....	357
Кожный анализатор.....	357
Тест по теме "Анализаторы".....	358
Высшая нервная деятельность.....	361
Торможение.....	362
Нарушения высшей нервной деятельности и их профилактика.....	363
Итоговый тест по анатомии.....	364
Глава 4. Общая биология.....	373
Признаки живых организмов.....	373
Уровни организации жизни.....	373

Цитология.....	374
Методы исследования клетки	374
Клеточная теория	375
Молекулярный состав клетки	375
Неорганические вещества клетки.....	376
Органические вещества клетки	376
Белки	377
Углеводы	378
Липиды	379
АТФ.....	380
Нуклеиновые кислоты	380
Формы жизни	382
Вирусы.....	383
Прокариоты	384
Эукариоты	385
Метаболизм клетки.....	394
Диссимиляция у аэробов	395
Диссимиляция у анаэробов	396
Ассимиляция у автотрофов.....	397
Ассимиляция у гетеротрофов	399
Строение гена.....	402
Биотехнология.....	404
Размножение клеток	404
Интерфаза.....	404
Митоз	404
Мейоз	406
Амитоз	407
Тест по теме "Цитология"	407
Размножение и индивидуальное развитие организмов	413
Бесполое размножение	413
Половое размножение	414
Гаметогенез	415
Сперматогенез.....	415
Оогенез	416
Онтогенез.....	416
Оплодотворение	416
Эмбриональный период	417
Постэмбриональный период.....	419
Тест по теме "Размножение организмов. Гаметогенез. Онтогенез"	420
Генетика.....	426
Методы генетики	426
Основные термины генетики	427
Законы Менделя.....	428
Первый закон Менделя (закон единообразия гибридов F_1)	428
Второй закон Менделя (закон расщепления)	428
Закон (гипотеза) чистоты гамет.....	429
Третий закон Менделя (закон независимого наследования).....	429
Анализирующее скрещивание	431

Взаимодействие генов	431
Взаимодействие аллельных генов	431
Взаимодействие неаллельных генов	432
Сцепленное наследование генов.....	433
Генетика пола.....	435
Сцепленное с полом наследование.....	436
Признаки организма	437
Изменчивость	437
Фенотипическая изменчивость.....	437
Генотипическая изменчивость.....	438
Закон гомологических рядов	440
Генетика человека.....	440
Методы генетики человека	441
Типы наследования признаков у человека	442
Селекция	442
Центры происхождения культурных растений	442
Центры происхождения домашних животных	443
Методы селекции.....	443
Тест по теме "Генетика и селекция".....	445
Эволюция.....	451
Теории эволюции.....	451
Креационизм	451
Трансформизм.....	452
Эволюционизм	452
Доказательства эволюции	454
Микроэволюция	457
Факторы эволюции	457
Приспособленность организмов.....	461
Вид, его критерии и структура	462
Видообразование	463
Макроэволюция	464
Направления макроэволюции	465
Пути макроэволюции	465
Формы макроэволюции.....	466
Возникновение и развитие жизни на Земле.....	466
Геологическая история Земли.....	468
Криптозой.....	469
Фанерозой.....	470
Происхождение человека (антропогенез).....	472
Систематика человека	472
Доказательства происхождения человека от животных.....	472
Эволюция человека.....	474
Расы человека.....	475
Тест по теме "Эволюция. Развитие жизни на Земле. Антропогенез".....	476
Экология.....	484
Методы экологии	484
Экологические факторы	484
Действие экологических факторов.....	486

Основные среды жизни	487
Основные пути приспособления организмов к среде	488
Биологические ритмы организмов	489
Популяция	489
Характеристики популяции	491
Численность популяций	492
Сообщества.....	493
Видовая структура сообщества	494
Связи в биогеоценозе. Биологическая продуктивность.	
Экологическая пирамида	495
Взаимосвязи популяций в биогеоценозе.....	497
Саморегуляция биогеоценоза	498
Примеры естественных биогеоценозов	498
Устойчивость биогеоценоза.....	499
Смена сообществ	499
Искусственные экосистемы (агроценозы).....	500
Биосфера.....	501
Круговорот веществ в биосфере.....	503
Превращение энергии в биосфере.....	505
Эволюция биосферы.....	506
Основные пути отрицательного воздействия человека на природу	506
Основные загрязнители окружающей среды.....	506
Воздействие человека на растительность и животный мир	507
Охрана окружающей среды	508
Тест по теме "Экология"	508
Итоговый тест по общей биологии	515
Итоговые тесты в формате ЕГЭ.....	523
Вариант 1	523
Вариант 2	530
Вариант 3	537
Вариант 4	544
Вариант 5	552
Вариант 6	560
ПРИЛОЖЕНИЯ	569
Приложение 1. Черепно-мозговые нервы	571
Приложение 2. Некоторые скелетные мышцы человека	572
Приложение 3. Половая система. Размножение и развитие человека.....	573
Мужская половая система.....	573
Женская половая система	573
Развитие человека.....	574
Гигиена беременной женщины.....	575
Возрастные периоды развития человека	575

Приложение 4. Некоторые психические процессы человека	577
Память	577
Эмоции	577
Речь	578
Мышление	578
Сон	578
Темперамент	579
Приложение 5. Таблица генетического кода (и-РНК)	580
Приложение 6. Некоторые хромосомные болезни человека	581
Приложение 7. Наследственность и изменчивость организмов по Дарвину	582
Приложение 8. Правила макроэволюции.....	583
Ответы к тематическим тестам	585
Глава 1. Ботаника.....	585
Тест по анатомии и морфологии растений	585
Часть А.....	585
Часть В.....	585
Часть С.....	586
Тест по систематике растений	586
Часть А.....	586
Часть В.....	587
Часть С.....	587
Тест по бактериям, грибам и лишайникам	588
Часть А.....	588
Часть В.....	588
Часть С.....	588
Итоговый тест по ботанике.....	589
Часть А.....	589
Часть В.....	589
Часть С.....	589
Глава 2. Зоология.....	590
Тест по беспозвоночным животным	590
Часть А.....	590
Часть В.....	590
Часть С.....	591
Тест по теме "Тип Хордовые"	591
Часть А.....	591
Часть В.....	592
Часть С.....	592
Итоговый тест по зоологии.....	593
Часть А.....	593
Часть В.....	593
Часть С.....	593

Глава 3. Анатомия	594
Тест по теме "Ткани"	594
Часть А.....	594
Часть В.....	594
Часть С.....	594
Тест по теме "Нервная система"	595
Часть А.....	595
Часть В.....	595
Часть С.....	595
Тест по теме "Эндокринная система"	595
Часть А.....	595
Часть В.....	596
Часть С.....	596
Тест по теме "Опорно-двигательный аппарат"	596
Часть А.....	596
Часть В.....	596
Часть С.....	597
Тест по теме "Кровь"	597
Часть А.....	597
Часть В.....	597
Часть С.....	597
Тест по теме "Кровеносная и лимфатическая системы"	598
Часть А.....	598
Часть В.....	598
Часть С.....	598
Тест по теме "Пищеварительная система"	599
Часть А.....	599
Часть В.....	599
Часть С.....	599
Тест по теме "Обмен веществ. Витамины"	600
Часть А.....	600
Часть В.....	600
Часть С.....	600
Тест по теме "Дыхательная система"	601
Часть А.....	601
Часть В.....	601
Часть С.....	601
Тест по теме "Кожа. Почки. Выделение"	602
Часть А.....	602
Часть В.....	602
Часть С.....	602
Тест по теме "Анализаторы"	603
Часть А.....	603
Часть В.....	603
Часть С.....	603
Итоговый тест по анатомии	604
Часть А.....	604
Часть В.....	604
Часть С.....	604

Глава 4. Общая биология	605
Тест по теме "Цитология"	605
Часть А.....	605
Часть В.....	606
Часть С.....	606
Тест по теме "Размножение организмов. Гаметогенез. Онтогенез"	606
Часть А.....	606
Часть В.....	607
Часть С.....	607
Тест по теме "Генетика и селекция".....	608
Часть А.....	608
Часть В.....	608
Часть С.....	608
Тест по теме "Эволюция. Развитие жизни на Земле. Антропогенез"	609
Часть А.....	609
Часть В.....	609
Часть С.....	609
Тест по теме "Экология"	610
Часть А.....	610
Часть В.....	611
Часть С.....	611
Итоговый тест по общей биологии	612
Часть А.....	612
Часть В.....	612
Часть С.....	612
Ответы к итоговым тестам в формате ЕГЭ.....	615
Часть 1	615
Часть 2	616
Вариант 1	616
Вариант 2.....	617
Вариант 3	618
Вариант 4.....	619
Вариант 5.....	620
Вариант 6.....	622
Список иллюстраций.....	625
Предметный указатель	631

Предисловие

Итак, вы держите в руках пособие по биологии для поступающих в вузы, и у вас возникает логичный вопрос: а чем же оно отличается от других книг со схожим названием? Стоит ли его покупать? Поможет ли эта книга в подготовке к ЕГЭ и к другим экзаменам? Я с удовольствием отвечу на эти вопросы.

Во-первых, мое пособие разрабатывалось и апробировалось в течение нескольких лет, поэтому перед вами не "скороспелое" издание, а книга, материал которой отшлифовывался годами работы с абитуриентами, а каждая глава проходила многократную проверку. Все темы, которые изложены в ней, необходимы для успешной сдачи ЕГЭ на самые высокие баллы. Во-вторых, тесты в книге составлены на основе анализа вопросов ЕГЭ из открытого банка заданий и полностью соответствуют требованиям программы по биологии, предъявляемым к выпускнику 11 классов. В-третьих, книга имеет четкую структуру: сначала изложены теоретические основы данного раздела биологии, затем идут тематические тесты, а каждая глава оканчивается итоговым тестом по всему пройденному материалу.

Если говорить непосредственно о ЕГЭ и подготовке к нему, то основной особенностью программы по биологии является огромный объем фактического материала. На экзамене от абитуриента требуется за очень короткий срок (3 часа) воспроизвести материал, который изучается в школе за годы учебы в 6—11 классах, поэтому абитуриент должен обладать глубокими, структурированными знаниями по предмету, а также четко представлять себе план ответа на каждый вопрос.

Курс биологии, необходимый абитуриенту для успешной сдачи ЕГЭ, состоит из четырех разделов: ботаника, зоология, анатомия и общая биология, т. е. по сути экзамен по биологии включает в себя 4 предмета. Распределение их в тесте неравномерное, поэтому основной упор в книге сделан на анатомию человека и общую биологию, составляющие свыше 75% экзамена.

При работе с теоретическими материалами абитуриент должен четко понимать, что просто прочитать тему и сделать по ней тест недостаточно для усвоения информации. Для того чтобы знания сохранились в голове, а не выветрились из памяти через несколько недель, необходимо регулярно повторять пройденное и не пытаться механически запоминать информацию — это надо делать осмысленно, с полным погружением в предмет.

И последнее: я всегда говорю своим ученикам, что высокие баллы на экзамене — это сочетание трех вещей: знаний, психологической устойчивости и удачи. Первые две вещи зависят от вас, и только от вас. Поэтому я желаю вам удачи на экзамене!

Предисловие

к четвертому и пятому изданиям

В предисловии к 5-му изданию мне бы хотелось сказать об изменениях в его составе. Самое существенное изменение коснулось итоговых тестов в формате ЕГЭ, т. к. с 2017 г. в ЕГЭ по биологии полностью изменена часть 1: из нее убраны вопросы с одним правильным ответом из четырех. Часть 2 при этом осталась без изменений. В этом издании все итоговые тесты полностью приведены к новому формату и добавлены ответы к ним. Также добавлены ответы к тематическим тестам в главах.

В 4-м издании был серьезно скорректирован *разд. "Экология"* в *главе 4*, добавлено в общей сложности 54 новых рисунка и схемы (из них 17 в *главу 1* ("Ботаника"), 19 — в *главу 2* ("Зоология"), 8 — в *главу 3* ("Анатомия") и 10 — в *главу 4* ("Общая биология")), а также около 10 таблиц. Наиболее важными таблицами можно считать следующие: по генетическим наборам растений (*см. главу 1*), характеристике основных типов червей, классов типа Членистоногие и классов типа Хордовые (*см. главу 2*) и эндокринным железам и их гормонам (*см. главу 3*).

Необходимо отметить, что за прошедшие 2 года наблюдается усложнение ЕГЭ по биологии, в связи с чем серьезно возросли требования ко многим разделам. Поэтому в 4-е издание были добавлены новые тексты или существенно переработаны старые по следующим темам: "Строение стебля однодольных", "Цианобактерии", "Нарушения иммунитета", "Вирусы", "Хемосинтез", "Репликация ДНК", "Амитоз".



ГЛАВА 1

Ботаника

Ботаника (от греч. "*ботане*" — зелень, трава) — это наука о растениях, изучающая их внешнее и внутреннее строение, процессы их жизнедеятельности, значение и распространение в природе, взаимодействие растений и окружающей среды. В Европе первые работы о растениях были написаны греческим ученым Теофрастом, который и считается основателем ботаники.

Растения распространены на Земле повсеместно. За исключением высокогорных районов и полюсов, вся суша покрыта растительными сообществами. Исторически сложившаяся совокупность видов растений, обитающих на определенной территории, называют *флорой*. Ее обычно подразделяют на дикорастущую и культурную. Совокупность растительных сообществ (фитоценозов) Земли или отдельных ее регионов называют *растительностью*. Распределение растительности зависит от условий обитания (прежде всего, от типа почвы и климата) и подчиняется законам географической зональности и поясности.

Основные признаки растений

- ☐ Автотрофный тип питания — растения способны синтезировать органические вещества из неорганических в процессе фотосинтеза.
- ☐ Особенности строения клетки: наличие жесткой клеточной оболочки из целлюлозы и пектиновых веществ, центральной вакуоли, пластид. В клетках высших растений отсутствует клеточный центр.
- ☐ Поглощение веществ только в виде жидкостей или газов.
- ☐ Неспособность к передвижению (*искл.*: некоторые одноклеточные водоросли).
- ☐ Рост в течение всей жизни.
- ☐ Запасное вещество — крахмал.

Высшие и низшие растения

По морфологической организации выделяют две группы растений: высшие и низшие. Тело низших растений не разделено на органы и ткани, оно представлено одной клеткой или слоевищем (многоклеточное образование). Большинство низших

растений обитает в воде. Согласно современным представлениям, к низшим растениям относятся только водоросли.

Высшие растения имеют органы и ткани и преимущественно обитают на суше (хотя встречаются виды, обитающие в воде). К ним относятся споровые (Мохообразные, Папоротниковидные, Хвощевидные и Плауновидные) и семенные растения (Голосеменные и Покрытосеменные).

Значение растений

□ В природе:

- выделение кислорода, необходимого для дыхания живых организмов;
- переводят энергию Солнца в энергию химических связей (космическая роль);
- начальное звено цепей питания.

□ В жизни человека:

- употребляются в пищу;
- декоративное;
- используются в строительстве;
- топливо;
- сырье для текстильной, химической, бумажной, парфюмерной и косметической промышленности;
- получение лекарств.

Жизненные формы растений

Жизненная форма растения (рис. 1.1) — это внешний облик растения, отражающий приспособленность к определенным условиям среды обитания.

Выделяют 4 основные жизненные формы.

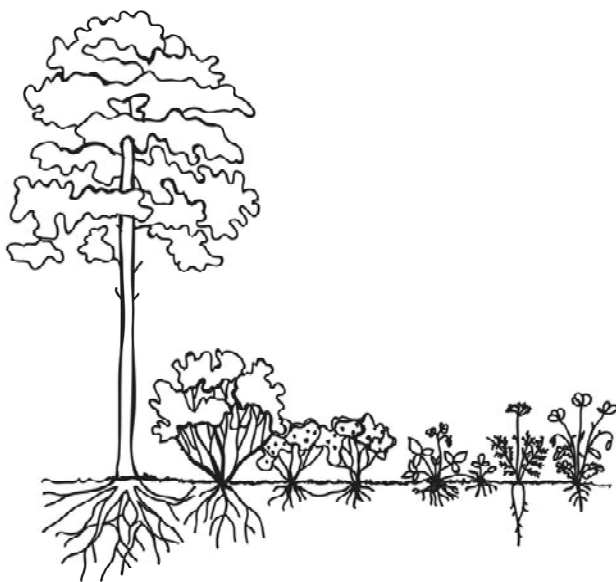
□ *Дерево* — это многолетнее растение с одним главным стеблем (стволом) и совокупностью боковых побегов, образующих крону. Стебель обычно одревесневший и прямостоячий. Продолжительность жизни может достигать несколько тысяч лет.

□ *Кустарник* — это многолетнее растение с несколькими стеблями (стволиками). Стебель обычно также одревесневший и прямостоячий. Продолжительность жизни отдельного стволика составляет от 2 (малина) до 20—25 лет (орешник), но общая продолжительность жизни всего растения может составлять несколько сотен лет. Необходимо отметить, что в зависимости от условий произрастания некоторые растения могут быть либо кустарниками, либо деревьями (например, рябина).

□ *Кустарничек* — это небольшие кустарники, не превышающие в высоту 50 см (в среднем 10—30 см). Часто они имеют длинные корневища. Продолжительность жизни отдельных кустиков составляет в среднем 5—10 лет, растение в це-

лом может существовать несколько сотен лет. К кустарничкам относятся черника, брусника, клюква, мирт, вереск.

- *Травы* — это растения, имеющие неодревесневший стебель. В умеренном поясе надземные побеги трав чаще всего живут всего один вегетационный период, после чего отмирают. По продолжительности жизни травы делят на однолетние, двулетние и многолетние. Однолетние травы за один сезон проходят один или несколько циклов развития от семени до взрослого растения, которое после образования плодов погибает (пастушья сумка, ярутка). Двулетние травы в первый год существования формируют только вегетативные органы, а на второй год образуют генеративные органы и после образования плодов погибают (морковь, свекла, капуста). Многолетние травы живут несколько десятков лет, ежегодно образуя новые надземные побеги, отмирающие в конце вегетационного периода. К многолетним травам относится большинство травянистых растений. Самым высоким травянистым растением является банан, достигающий 8—10 м.



Дерево Кустарник Кустарничек Травы

Рис. 1.1. Жизненные формы растений

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ РАСТЕНИЯ

Клетка растений характеризуется наличием *оболочки*, которая состоит из целлюлозы и пектиновых веществ. Под оболочкой располагается цитоплазматическая мембрана. Внутри клетки находится цитоплазма с комплексом органоидов, присущих всем эукариотам, и ядро. Необходимо отметить, что в клетке растений содержатся органоиды, не характерные для других эукариот: вакуоль и пластиды.

Более подробно строение клетки рассмотрено в *главе 4*.

ТКАНИ РАСТЕНИЙ

Ткань — это группа клеток и межклеточного вещества, схожих по строению, происхождению, которая приспособлена к выполнению одной или нескольких функций. Ткани бывают простые (состоят из однородных клеток) и сложные (состоят из различных по форме клеток).

Клетки, относящиеся к одной ткани, могут быть рассеяны поодиночке среди клеток других тканей и разобщены между собой. Такие клетки называют *идиобластами*.

У растений выделяют образовательные, покровные, проводящие, механические, основные и выделительные ткани.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (МЕРИСТЕМЫ)

Они образуют новые клетки и обеспечивают рост растения. Способность к делению сохраняется только у клеток меристем. Возникающие из меристем клетки дифференцируются и дают начало всем тканям растений. Меристемы могут сохраняться в течение всей жизни растений (у некоторых деревьев — тысячи лет и более).

Все образовательные ткани состоят из недифференцированных клеток. Их клетки характеризуются небольшими размерами, тонкой оболочкой, относительно крупным ядром, занимающим центральное положение, отсутствием крупной центральной вакуоли и хлоропластов. В цитоплазме много рибосом и митохондрий, что связано с интенсивно протекающими процессами синтеза белков и других веществ.

Выделяют несколько типов меристем.

- ❑ *Верхушечные (апикальные) меристемы* — находятся на вершине вегетативных органов (побег, корень). Они наращивают соответствующие органы в длину.
- ❑ *Боковые меристемы* — находятся в осевых органах и образуют цилиндрические слои, на поперечном разрезе имеющие вид колец. Одни из боковых меристем возникают непосредственно на вершине органа в тесной связи с верхушечными меристемами — их называют первичными (прокамбий и перицикл). Другие боковые меристемы возникают позже и их называют вторичными (камбий и феллоген). Вторичные боковые меристемы у большинства однодольных растений отсутствуют. *Камбий* определяет рост органа в толщину. Клетки камбия двух типов: длинные веретеновидные и короткие.
- ❑ *Вставочные меристемы* — находятся в основаниях междоузлий (например, у злаков). Они обеспечивают быстрый вставочный рост побега, имеют временный характер и в конце концов превращаются в постоянные ткани. Также вставочные меристемы встречаются в основании черешков листьев.
- ❑ *Раневые (травматические) меристемы* — возникают при залечивании поврежденных тканей и органов. Они возникают у поврежденного участка путем дедифференциации живых клеток с последующим образованием пробки или других тканей.

ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

Они располагаются на поверхности органов растений. Функции: барьерная, защита от высыхания, повреждения и поедания животными; газообмен, испарение воды, поглощение веществ.

Выделяют первичные (образуются из первичных меристем) и вторичные (возникают из феллогена) покровные ткани.

Эпидерма, или *кожица* (рис. 1.2), находится на поверхности листьев, молодых стеблей, цветков. Клетки эпидермы живые, прозрачные и очень прочно соединены друг с другом, межклеточное вещество практически отсутствует. Снаружи находится кутикула (это вещество, состоящее из растительных восков). Эпидерма защищает растение от потери воды и механических повреждений, выполняет барьерную функцию, участвует в выделении разных веществ, может функционировать как всасывающая ткань.

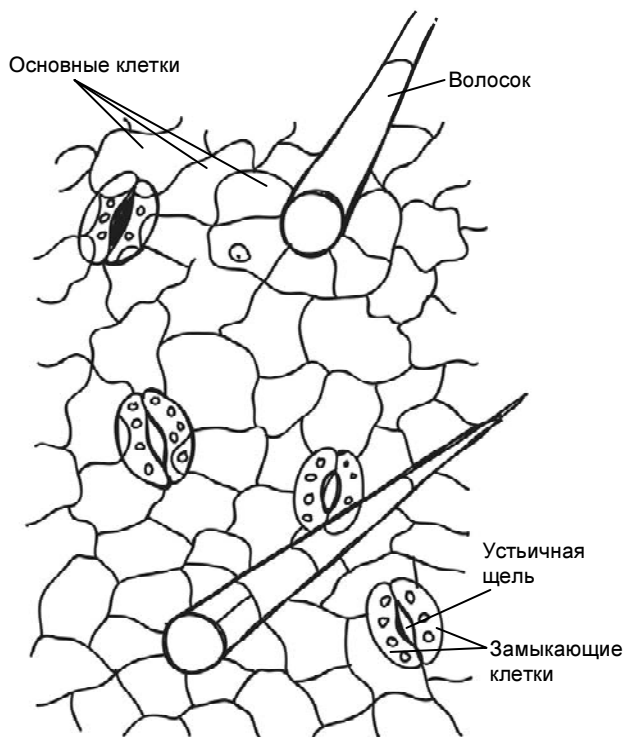


Рис. 1.2. Строение эпидермы

Эпидерма также имеет составляющие.

- *Основные клетки* — это основная масса эпидермы. Часто данные клетки имеют извилистые стенки для увеличения прочности. Хлоропласты этих клеток мелкие и немногочисленные.

□ *Устьища* состоят из замыкающих клеток с неравномерно утолщенными оболочками, между которыми находится устьичная щель. Эта щель может изменять свой просвет, регулируя транспирацию и газообмен. Иногда клетки, прилегающие к замыкающим, отличаются от основных клеток эпидермы, — тогда их называют околоустьичными клетками. Околоустьичные клетки вместе с замыкающими клетками образуют устьичный комплекс. Днем, во время фотосинтеза, замыкающие клетки поглощают ионы калия, в них повышается осмотическое давление и увеличивается объем (за счет всасывания воды), оболочка неравномерно растягивается и устьичная щель открывается. Ближе к вечеру интенсивность фотосинтеза падает, происходит отток ионов и воды из замыкающих клеток, их объем уменьшается и устьичная щель закрывается.

□ *Трихомы (волоски)* — это наружные выросты эпидермы.

Ризодерма (эпиблема) — первичная покровная ткань молодого корня. Клетки расположены в один ряд, они живые, с тонкой оболочкой, содержат много рибосом и митохондрий. В зоне всасывания клетки ризодермы образуют выросты — корневые волоски.

Перидерма — это вторичная покровная ткань. Она образуется на стебле и корне и состоит из нескольких слоев клеток. В умеренном климате у растений появляется в середине лета.

В перидерме выделяют три части: *пробку* (расположена на поверхности органов и составляет основную массу перидермы; клетки пробки мертвые и плотно прилегают друг к другу), *феллоген* (вторичная меристема, состоящая из одного слоя клеток; за счет его работы перидерма растет в толщину) и *феллодерму* (выполняет функцию питания феллогена). Основные функции: защита от потери влаги, барьер, механическая защита, защита от переохлаждения и перегрева. В пробке есть участки с рыхло расположенными клетками — чечевичками (служат для газообмена). На зиму чечевички закрываются.

Корка (ритидом) — образуется у большинства деревьев на смену перидерме (у яблони через 6—8 лет, у граба — через 50 лет). У некоторых деревьев не образуется (эвкалипт). Корка состоит из чередующихся слоев пробки и прочих отмерших тканей коры. Клетки корки мертвые и не могут растягиваться, поэтому на ней периодически образуются трещины, которые не доходят до живых тканей.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Функции: защитная, поддержание определенного положения органов в пространстве. У водных растений механические ткани развиты слабо или не развиты вообще.

Колленхима — это первичная механическая ткань молодых побегов, которая состоит из живых клеток с неравномерно утолщенными клеточными стенками. Ее клетки не одревесневают и благодаря этому растяжимы, что позволяет расти органу в целом. Чаще всего находится непосредственно под эпидермой. Выделяют уголковую и пластинчатую колленхиму. Клетки уголковой колленхимы характеризуются оболочкой, утолщенной по углам; при этом оболочки соседних клеток сливаются меж-

ду собой, образуя многоугольники. В клетках пластинчатой колленхимы утолщенные части оболочки расположены параллельно поверхности стебля.

Склеренхима состоит из мертвых клеток, с очень толстыми, равномерно утолщенными и одревесневшими оболочками. Склеренхима находится сразу под покровными тканями или располагается около проводящих тканей. По прочности клетки склеренхимы близки к стали, а по способности противостоять динамическим нагрузкам превосходят ее. Выделяют первичную (возникает из первичных меристем) и вторичную (образуется из клеток камбия) склеренхиму.

Различают два основных типа склеренхимы: волокна и склереиды. *Волокна* представляют собой сильно вытянутые клетки, с очень толстой оболочкой и узкой полостью. Волокна, входящие в состав флоэмы, называются лубяными, а входящие в состав ксилемы — древесинными. *Склереиды* могут быть округлыми, ветвистыми или иной формы. Могут образовывать сплошные группы (скорлупа ореха, косточка сливы) или располагаться среди других тканей поодиночке, в виде идиобластов (плоды груши).

ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

Основная функция — транспорт веществ по растению. Проводящие ткани разделяются на первичные (развиваются из первичных образовательных тканей) и вторичные (образуются из производных камбия). Включают две группы — ксилему (древесина) и флоэму (луб). По ксилеме снизу вверх (от корней к листьям — восходящий ток) поднимается вода с растворенными в ней минеральными веществами; также по ксилеме двигаются органические вещества, синтезируемые в корнях. По флоэме сверху вниз двигаются органические вещества (нисходящий ток); но они могут двигаться и вверх (например, к цветкам, плодам или на вершину побега).

Обе ткани образуют внутри растения непрерывную разветвленную систему, соединяя все органы растения. Обе ткани являются сложными, основными их элементами являются проводящие, которые вытянуты по направлению тока веществ.

Ксилема (рис. 1.3) состоит из перечисленных далее клеток.

- *Проводящие элементы*: сосуды и трахеиды. *Трахеиды* (у риниофитов, папоротникообразных, голосеменных и покрытосеменных) — сильно вытянутые в длину клетки с ненарушенными первичными стенками. Движение веществ из одной трахеиды в другую происходит путем фильтрации через поры. *Сосуды* (у покрытосеменных) — мертвые клетки с толстой оболочкой, между соседними клетками возникают сквозные отверстия, поэтому сосуд напоминает собой трубку. Оба типа проводящих элементов могут проводить вещества и в поперечном направлении. Трахеиды эволюционно более древние элементы, сосуды появились позже путем преобразования трахеид.
- *Механические волокна* — клетки с толстыми оболочками, увеличивающие прочность ткани.
- *Запасающие элементы* — живые паренхимные клетки, расположенные между проводящими элементами.

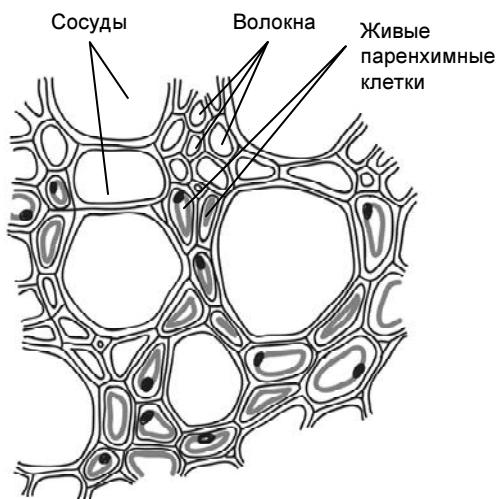


Рис. 1.3. Строение ксилемы

- *Лучевые элементы* — образованы живыми паренхимными клетками, выполняют функцию транспорта веществ в радиальном направлении.

Флоэма (рис. 1.4) состоит из перечисленных далее клеток.

- *Проводящие элементы* — это ситовидные трубки (у цветковых) и ситовидные клетки (у папоротникообразных и голосеменных). Это живые клетки, также образующие вертикальный ряд, на поперечных перегородках находится множество

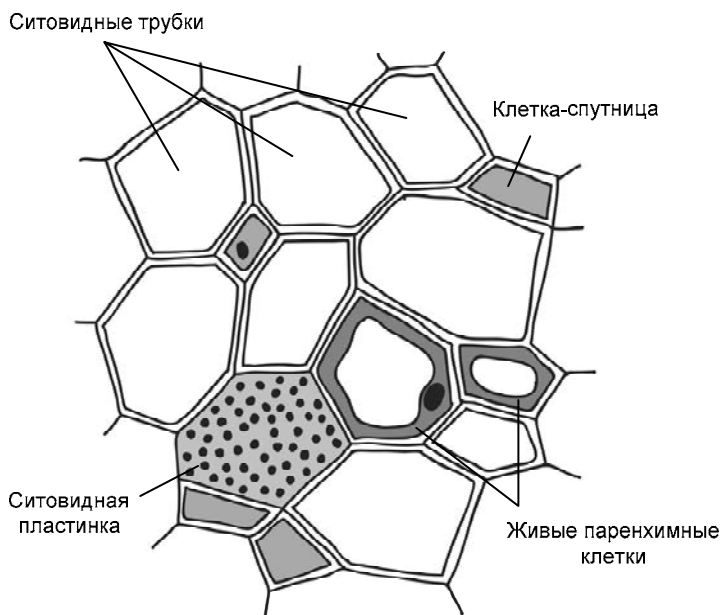


Рис. 1.4. Строение флоэмы

отверстий (перфораций; поэтому данная сторона напоминает сито — отсюда и название). Около отдельных клеток ситовидных трубок находятся клетки-спутницы, которые обеспечивают питание проводящих элементов. Клетки проводящих элементов в зрелом состоянии не содержат центральной вакуоли и ядер, но остаются живыми.

- *Механические элементы* — это лубяные волокна. Чаще всего залегают в виде прослоек, между которыми и под их защитой находятся живые тонкостенные элементы луба.
- *Лубяная паренхима* — образует вертикальные и горизонтальные (лубяные лучи) тяжи. Вертикальные тяжи выполняют функцию запаса веществ, горизонтальные — транспорта веществ в этом направлении.

Часто ксилема и флоэма располагаются вместе, образуя проводящие пучки. Пучки бывают открытые (в них есть камбий, обычны у двудольных) и закрытые (нет камбия, обычны у однодольных).

ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Функции: удаление продуктов обмена веществ и излишней воды; накопление и изоляция от других органов продуктов обмена веществ.

Виды выделительной ткани

- *Млечники* — это живые клетки, содержащие в вакуолях млечный сок, обычно белого цвета (у чистотела — ярко-оранжевый). Млечный сок, вытекающий при повреждении млечника тропического растения гевея, называют *латексом*. Из латекса путем обработки получают натуральный каучук. Млечники бывают членистые и нечленистые. Членистые млечники образуются при слиянии содержимого отдельных клеток, контактирующих друг с другом (астровые, маковые, колокольчиковые). Нечленистые млечники представляют собой гигантскую клетку, которая непрерывно растет и ветвится (молочайные).
- Выделительные ткани наружной секреции.

Железистые волоски — это производные эпидермы и/или более глубоко лежащих тканей. Они содержат различные вещества, в том числе жгучие (крапива).

Нектарники выделяют сахаристую жидкость для привлечения насекомых-опылителей. Чаще всего находятся в цветках.

Гидатоды выделяют наружу воду и растворенные в ней соли. Также они работают при временном избыточном поступлении воды (например, по утрам после прохладных и влажных летних ночей на поверхности листьев манжетки или земляники можно наблюдать капельки воды).

- Выделительные ткани внутренней секреции.

Клетки-идиобласты рассеяны внутри органа. Они накапливают различные вещества (оксалат кальция, слизи и т. п.), в том числе ядовитые.

Вместилища выделений бывают схизогенные (возникают из межклетников; это смоляные ходы у хвойных) и лизигенные (возникают на месте группы клеток, которые распадаются после накопления веществ; встречаются у цитрусовых).

ОСНОВНЫЕ ТКАНИ

Ассимиляционная — отвечает за фотосинтез. Имеет относительно простое строение и состоит из довольно однородных тонкостенных паренхимных клеток, в которых содержится большое число хлоропластов. Эта ткань располагается в листьях и молодых стеблях непосредственно под эпидермой, реже она находится в глубине стебля, под механической тканью.

Запасающая — находится чаще всего в корнях и побегах или в специализированных органах (клубни, луковицы или корневища). В основном запасающие ткани в вегетативных органах формируются у многолетних растений, у однолетних запасающие ткани находятся в семенах и плодах. Эти ткани представлены живыми паренхимными клетками.

Воздухоносная (аэренхима) — это ткань с сильно развитыми межклетниками, основная функция которой — вентиляция. Клетки в ней могут иметь разную форму (округлую, звездчатую и т. п.). Иногда в ее состав входят механические и выделительные клетки. Наиболее сильно она развита у растений, погруженных в воду или обитающих на болоте.

Водonosная — это ткань, чаще всего развивающаяся у растений, обитающих в условиях недостаточного увлажнения (кактусы, агавы, алоэ). Ее основная функция — запасание воды.

ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

У растений выделяют следующие органы: корень, побег, состоящий из стебля, листьев и почек, цветок, семя, плод. Все перечисленные органы встречаются только у покрытосеменных растений; у голосеменных нет цветка и плода, у папоротникообразных отсутствуют цветок, семя и плод, у мохообразных есть только побег.

Корень и побег относятся к вегетативным органам, остальные — к генеративным. Вегетативные органы отвечают за питание и обмен веществ растения, т. е. обеспечивают его существование. Генеративные органы осуществляют семенное размножение растений.

Иногда встречается термин "репродуктивные органы" — это органы, служащие для размножения, т. е. к ним можно отнести и вегетативные, и генеративные органы.

ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

Корень

Корень — вегетативный осевой орган растения, обладающий радиальной симметрией и чаще всего находящийся в почве. На корнях растений никогда не образуется генеративных органов и листьев.

Функции:

- ☐ поглощение воды и минеральных веществ (минеральное питание растений);
- ☐ опора;
- ☐ запас питательных веществ;
- ☐ синтез органических веществ (фитогормоны, алкалоиды);
- ☐ втягивающая — затягивает семя в почву при прорастании.

Виды корней (рис. 1.5):

- ☐ главный (развивается из зародышевого корешка семени);
- ☐ придаточные (развиваются на подземных или надземных частях побега);
- ☐ боковые (возникают при боковом ветвлении корней, т. е. они развиваются на главном, придаточных и боковых корнях).

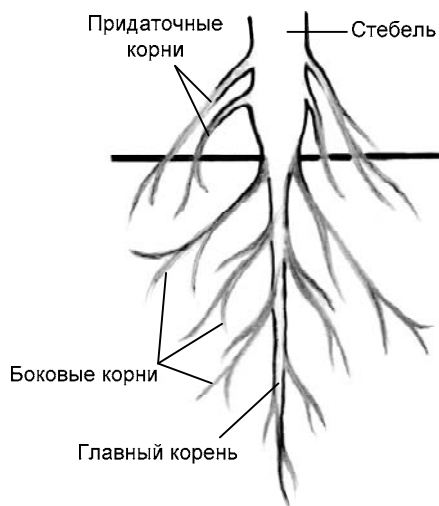
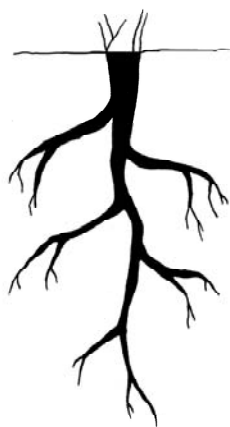


Рис. 1.5. Виды корней растения

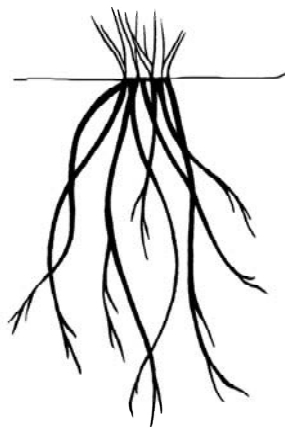
По расположению в субстрате выделяют: подземные корни (находятся в почве, у большинства растений), воздушные (орхидеи), подводные (ряска) и корни-паразиты или гаустории, развитые у растений, ведущих паразитический образ жизни (повилика).

Все корни растения образуют *корневую систему*. Типы корневых систем (рис. 1.6):

- ☐ *стержневая* — главный корень четко выражен (фасоль, клен). Стержневая корневая система образована в основном главным и боковыми корнями;



Стержневая



Мочковатая

Рис. 1.6. Типы корневых систем

- *мочковатая* — главный корень развит слабо или отсутствует (пшеница, лук). Мочковатая корневая система в основном образована придаточными и боковыми корнями.

Ранее считалось, что у двудольных растений стержневая корневая система, у однодольных — мочковатая. В настоящее время установлено, что у многих двудольных растений мочковатая корневая система (лютик, мать-и-мачеха, земляника, подорожник большой и т. д.).

Строение корня на продольном срезе

Корень показан на рис. 1.7. Верхушка корня покрыта корневым чехликом (это живые клетки, которые защищают верхушечную меристему корня). У паразитов и некоторых водных растений чехлик отсутствует. Начиная с верхушки, выделяют перечисленные далее зоны корня.

- *Зона деления* — находится сразу под чехликом. В ней расположена верхушечная меристема корня, которая образует новые клетки.
- *Зона роста*, в которой также происходит деление клеток, но несколько реже, и где начинается рост и дифференцировка клеток.
- *Зона всасывания*, в которой клетки ризодермы имеют выросты — корневые волоски, через которые корни растений всасывают из почвы воду и минеральные вещества. Благодаря корневым волоскам поверхность всасывания увеличивается в 10 и более раз. В корневом волоске есть крупная вакуоль, ядро смещено на кончик волоска.
- *Зона проведения и ветвления*, в которой происходит образование боковых корней, а также транспорт веществ в стебель и из стебля.

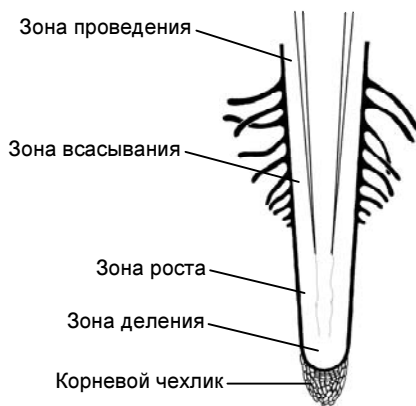


Рис. 1.7. Строение корня на продольном разрезе

Строение корня на поперечном срезе

Первичное строение корня. В зоне деления располагаются клетки образовательной ткани, клетки которой интенсивно делятся. В зоне роста отдельные клетки продолжают делиться, а также начинается дифференцировка покровной, основной и проводящей тканей корня. Ризодерма достигает своего полного развития в зоне всасывания, где на ее клетках формируются корневые волоски. Под ризодермой расположена первичная кора, состоящая из тонкостенных живых паренхимных клеток.

Центральный цилиндр (осевой цилиндр или стела) начинает дифференцироваться в зоне роста. Его самый наружный слой образует перицикл, который впоследствии будет участвовать во вторичном утолщении корня. Под перициклом расположены

клетки прокамбия, которые дифференцируются в первичные проводящие ткани. Сначала формируется флоэма, затем ксилема (в центре корня). Ксилема образует звезду, между лучами которой расположены клетки флоэмы — так возникает радиальный проводящий пучок. Сердцевина в корне не образуется.

Первичное строение корня сохраняется в корне до начала утолщения с помощью вторичных боковых меристем — камбия и феллогена. У однодольных и папоротникообразных первичное строение сохраняется в течение всей жизни, т. к. вторичные меристемы у них в корне отсутствуют. У двудольных и голосеменных по мере роста корень утолщается и приобретает в конечном итоге вторичное строение. Между ксилемой и флоэмой возникает камбий, из клеток перицикла возникает феллоген. Ткани первичной коры не могут следовать за вторичным утолщением и погибают, а благодаря работе феллогена на поверхности корня появляется вторичная покровная ткань — перидерма. Вторичная структура корня сохраняется до конца жизни растения.

Рост корня

В длину рост осуществляется за счет работы верхушечной образовательной ткани корня, в толщину — работает камбий и феллоген.

Поглощение корнями воды и минеральных солей происходит всеми зонами корня, но наиболее активно идет в зоне всасывания (рис. 1.8). Из корневых волосков вода и минеральные соли попадают в кору корня, а из нее в ксилему, по которой осуществляется дальнейший транспорт в стебель. Существуют два пути посту-

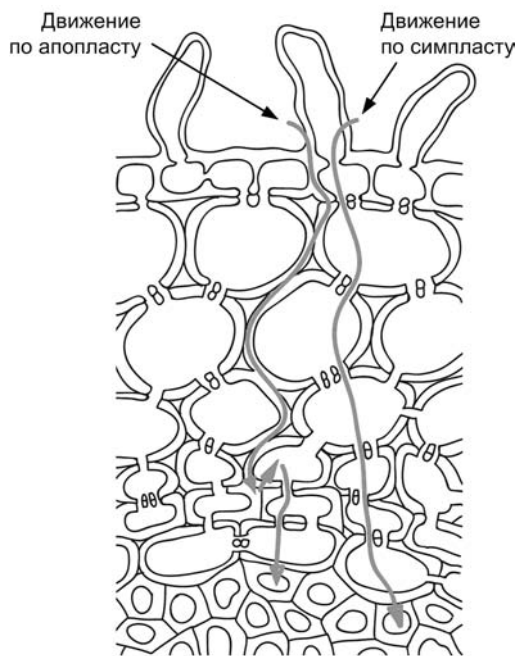


Рис. 1.8. Схема движения веществ по корню от ризодермы к древесине

пления воды и растворенных в ней веществ: через клеточные стенки (по апопласту) или через живое содержимое клеток по цитоплазматическим канальцам (по симпласту).

В симпласт вода и растворенные в ней вещества попадают через оболочку и мембрану. Так как концентрация солей снаружи меньше, чем в клетке, вода двигается внутрь клетки. *Осмоз* — это засасывание воды более концентрированным раствором в клетку. *Осмотическое давление* — это давление изнутри клетки на клеточную стенку водным раствором. Благодаря осмосу создается *корневое давление* — сила, способствующая одностороннему движению воды по ксилеме снизу вверх (из корня в стебель). Вертикальное перемещение по сосудам возникает в результате совместного действия корневого давления, транспирации и силы сцепления между молекулами воды.

Если почва плохо снабжена воздухом, то большинство корней расположено в поверхностном слое почвы (10—15 см в глубину). У пустынных и полупустынных растений в связи с тем, что водоносный слой почвы располагается очень глубоко, развиваются либо очень длинные корни — до 20 м (например, верблюжья колючка), либо поверхностные корни, использующие весеннюю влагу и конденсат (кактусы).

У водных растений также либо очень длинные, мощные корни, достигающие дна (например, у рогоза), либо тонкие, короткие и почти исчезнувшие (у ряски).

Дыхание корней

Корень поглощает кислород и выделяет углекислый газ в процессе дыхания. Это подтверждается следующим опытом: если в пробирку на некоторое время поместить корень растения, затем вынуть его и опустить в пробирку горящую спичку, то спичка практически мгновенно погаснет.

Видоизменения корней

Некоторые видоизменения корней показаны на рис. 1.9.

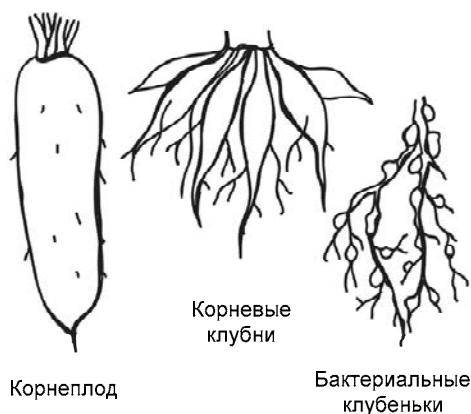


Рис. 1.9. Видоизменения корня