

УДК 58+59(075.3)
ББК 28я72
С60

Соловков Д. А.

С60 ЕГЭ по биологии. Практическая подготовка. — 6-е изд., испр. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2020. — 624 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-6622-3

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 учтены возросшие требования в связи с усложнением ЕГЭ, делается акцент на анатомию человека и общую биологию, вопросы по которым составляют основную часть заданий ЕГЭ.

В 6-м издании полностью заменены тематические тесты, а также изменены итоговые тесты ЕГЭ в соответствии с утвержденными изменениями формата ЕГЭ-2020.

Для образовательных учреждений

УДК 58+59(075.3)
ББК 28я72

Группа подготовки издания:

Руководитель проекта	<i>Людмила Еремеевская</i>
Зав. редакцией	<i>Екатерина Сависте</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Дизайн обложки	<i>Марины Дамбиевой</i>
Оформление обложки	<i>Карины Соловьевой</i>

Подписано в печать 05.11.19.

Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 50,31.

Тираж 3000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.

Отпечатано в ОАО "Можайский полиграфический комбинат",
143200, г. Можайск, ул. Мира, д. 93

ISBN 978-5-9775-6622-3

© ООО "БХВ", 2020
© Оформление. ООО "БХВ-Петербург", 2020

Оглавление

Предисловие	15
Введение	16
Глава 1. Ботаника	17
Строение клетки растения.....	20
Ткани растений	20
Образовательные ткани (меристемы)	20
Покровные ткани	22
Механические ткани	23
Проводящие ткани	24
Выделительные ткани.....	26
Основные ткани	27
Органы растений.....	27
Вегетативные органы растений	27
Корень.....	27
Побег.....	33
Почка	34
Лист.....	35
Стебель	41
Вегетативное размножение.....	46
Генеративные органы растений.....	47
Семя	47
Цветок.....	49
Соцветия.....	53
Плоды.....	55
Итоговый Тест по анатомии и морфологии растений.....	58
Систематика растений.....	62
Основные термины	63
Водоросли.....	63
Отдел Зеленые водоросли	64
Отдел Бурые водоросли	67
Отдел Красные водоросли (Багрянки).....	68
Значение водорослей в природе и использование их человеком	68

Отдел Мохообразные	68
Общие признаки.....	68
Класс Печеночники или Печеночные мхи.....	69
Класс Листостебельные мхи или Мхи	69
Подкласс Зеленые мхи	69
Подкласс Сфагновые мхи (Белые мхи, Торфяные мхи).....	70
Образование торфа	71
Значение моховидных	71
Отдел Риниофиты (Псилофиты).....	72
Папоротникообразные.....	72
Общие признаки.....	72
Отдел Папоротниковидные (Папоротники)	72
Отдел Плауновидные.....	74
Отдел Хвощевидные.....	75
Древние папоротникообразные	76
Образование каменного угля	76
Значение папоротникообразных.....	77
Семенные растения	77
Отдел Голосеменные	77
Значение голосеменных	80
Отдел Покрытосеменные (Цветковые)	80
Генетические наборы у растений	88
Растительные сообщества (фитоценозы).....	89
Итоговый тест по систематике растений.....	90
Бактерии	94
Архебактерии (археи).....	94
Эубактерии	95
Строение	95
Размножение	96
Питание.....	96
Условия жизни	97
Значение бактерий	97
Цианобактерии	98
Царство Грибы	98
Систематика грибов.....	98
Строение грибов	99
Питание.....	99
Размножение	100
Экологические группы грибов.....	100
Плесневые грибы	100
Дрожжевые грибы	101
Паразитические грибы	101
Шляпочные грибы	102
Значение грибов	103
Лишайники	104
Значение лишайников.....	105
Итоговый тест по бактериям, грибам и лишайникам	105
Итоговый тест по ботанике.....	107

Глава 2. Зоология	112
Систематика животных	113
Подцарство Одноклеточные (Простейшие)	114
Строение простейших	114
Жизнедеятельность простейших	115
Систематика простейших	115
Тип Саркожгутиконосцы	115
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	127
Происхождение	127
Систематика типа	128
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	143
Значение моллюсков	146
Тип Членистоногие	147
Общие признаки	147
Происхождение членистоногих	148
Классификация типа	148
Тип Иглокожие	162
Общие признаки	162
Систематика типа	163
Итоговый тест по беспозвоночным животным	164
Тип Хордовые	168
Общие признаки	168
Происхождение хордовых	169
Систематика типа	169
Систематика подтипа Позвоночные	175
Итоговый тест по теме "Тип Хордовые"	221
Итоговый тест по зоологии	226

Глава 3. Анатомия.....	231
Ткани человека.....	231
Эпителиальная ткань	231
Соединительная ткань	234
Клетки соединительной ткани	234
Волокна соединительной ткани.....	235
Виды соединительной ткани.....	235
Нервная ткань.....	237
Мышечная ткань	239
Тест по теме "Ткани"	240
Органы и системы органов	242
Нервная система	242
Отделы нервной системы.....	244
Спинной мозг	244
Головной мозг.....	245
Соматическая и вегетативная нервная система.....	249
Тест по теме "Нервная система".....	251
Эндокринная система.....	253
Гипоталамус	255
Гипофиз	255
Эпифиз (шишковидное тело).....	256
Щитовидная железа	256
Околощитовидные (паращитовидные) железы	256
Вилочковая железа (тимус).....	257
Надпочечники	257
Поджелудочная железа.....	258
Половые железы.....	258
Желтое тело	258
Плацента	258
Нейроэндокринная регуляция.....	259
Тест по теме "Эндокринная система"	260
Опорно-двигательный аппарат	262
Скелет	262
Череп.....	262
Скелет туловища.....	263
Верхняя конечность.....	265
Нижняя конечность	265
Состав костей.....	267
Строение кости.....	267
Классификация костей.....	268
Соединение костей.....	268
Повреждения скелета	269
Заболевания опорно-двигательного аппарата	270
Мышцы человека.....	270
Строение скелетной мышцы	271
Работа мышц	271
Тест по теме "Опорно-двигательный аппарат"	272

Внутренняя среда организма	275
Тканевая жидкость	275
Лимфа	275
Кровь	275
Состав крови	276
Свертывание крови	278
Группы крови	278
Иммунитет	280
Нарушения иммунитета	281
Тест по теме "Кровь"	282
Кровеносная система	284
Сердце	284
Строение сердца	284
Работа сердца	286
Сосуды	287
Круги кровообращения	288
Первая помощь при кровотечениях	289
Факторы, приводящие к болезням кровеносной системы	289
Лимфатическая система	290
Тест по теме "Кровеносная и лимфатическая системы"	291
Пищеварительная система	293
Методы изучения пищеварения	294
Строение пищеварительной системы	295
Отделы пищеварительного тракта	296
Пищеварительные железы	299
Слюнные железы	299
Печень	299
Поджелудочная железа	300
Пищеварение	301
Пищеварение в ротовой полости	301
Пищеварение в желудке	301
Пищеварение в кишечнике	302
Всасывание	302
Болезни желудочно-кишечного тракта	303
Влияние курения и алкоголя на пищеварение	304
Тест по теме "Пищеварительная система"	304
Обмен веществ и энергии	307
Обмен белков	307
Обмен углеводов	308
Обмен жиров	308
Обмен воды и минеральных веществ	309
Режим питания	310
Витамины	310
Тест по теме "Обмен веществ. Витамины"	312
Дыхательная система	314
Строение дыхательной системы	314
Воздухоносные пути	314
Респираторная часть	316

Механизмы дыхания.....	317
Внешнее дыхание	317
Транспорт газов кровью.....	319
Тканевое (внутреннее) дыхание	319
Регуляции дыхания	319
Дыхание при повышенном атмосферном давлении	320
Дыхание при пониженном атмосферном давлении	320
Болезни органов дыхания.....	321
Влияние курения на дыхательную систему	321
Первая помощь при остановке дыхания	322
Тест по теме "Дыхательная система"	322
Кожа.....	324
Строение кожи	325
Железы кожи	326
Производные кожи	326
Терморегуляция	327
Нарушение терморегуляции	327
Повреждения кожи	328
Гигиена кожи и одежды	328
Закаливание	329
Выделительная система	329
Строение выделительной системы	329
Почки	329
Мочеточники.....	331
Мочевой пузырь.....	332
Мочеиспускательный канал.....	332
Механизмы мочеобразования.....	332
Регуляция работы выделительной системы.....	333
Болезни мочевыделительной системы	333
Гигиена мочевыделительной системы	333
Тест по теме "Кожа. Почки. Выделение"	334
Анализаторы	336
Зрительный анализатор	336
Строение глаза	336
Зрительное восприятие.....	339
Нарушение зрения	339
Первая помощь при повреждении глаз.....	340
Гигиена зрения	341
Слуховой анализатор.....	341
Строение органа слуха	341
Слуховое восприятие.....	343
Работа вестибулярного аппарата	343
Гигиена слуха	343
Обонятельный анализатор	344
Вкусовой анализатор	344
Кожный анализатор	345
Тест по теме "Анализаторы"	345

Высшая нервная деятельность.....	348
Торможение.....	349
Нарушения высшей нервной деятельности и их профилактика	350
Итоговый тест по анатомии.....	350
Глава 4. Общая биология	356
Методы биологии	356
Признаки живых организмов.....	357
Уровни организации жизни	357
Цитология.....	358
Методы исследования клетки	358
Клеточная теория.....	359
Молекулярный состав клетки	359
Неорганические вещества клетки.....	359
Органические вещества клетки	360
Белки	360
Углеводы	364
Липиды	365
АТФ.....	365
Нуклеиновые кислоты	366
Формы жизни	368
Вирусы.....	369
Вироиды	371
Прокариоты	371
Эукариоты	372
Метаболизм клетки.....	380
Диссимиляция у аэробов	381
Диссимиляция у анаэробов.....	383
Ассимиляция у автотрофов.....	383
Ассимиляция у гетеротрофов	388
Строение гена.....	393
Биотехнология.....	394
Размножение клеток	396
Интерфаза.....	396
Митоз	396
Мейоз	397
Амитоз	398
Итоговый тест по теме "Цитология"	399
Размножение и индивидуальное развитие организмов	404
Бесполое размножение	404
Половое размножение	405
Гаметогенез	406
Сперматогенез.....	406
Овогенез	407
Онтогенез.....	407
Оплодотворение.....	407
Эмбриональный период	408
Постэмбриональный период.....	411
Итоговый тест по теме "Размножение организмов. Гаметогенез. Онтогенез"	411

Генетика.....	415
Методы генетики	416
Основные термины генетики	416
Законы Менделя.....	417
Первый закон Менделя (закон единообразия гибридов F_1)	417
Второй закон Менделя (закон расщепления)	418
Закон (гипотеза) чистоты гамет.....	418
Третий закон Менделя (закон независимого наследования).....	419
Анализирующее скрещивание	420
Взаимодействие генов	421
Взаимодействие аллельных генов	421
Взаимодействие неаллельных генов	422
Сцепленное наследование генов.....	423
Генетика пола.....	425
Сцепленное с полом наследование.....	426
Признаки организма	426
Изменчивость	427
Фенотипическая изменчивость.....	427
Генотипическая изменчивость.....	427
Закон гомологических рядов	430
Генетика человека.....	430
Методы генетики человека	430
Типы наследования признаков у человека	431
Селекция	432
Центры происхождения культурных растений	432
Центры происхождения домашних животных	432
Методы селекции.....	433
Итоговый тест по теме "Генетика и селекция"	435
Эволюция.....	441
Теории эволюции	441
Креационизм	441
Трансформизм.....	441
Эволюционизм	442
Современная теория эволюции.....	443
Доказательства эволюции	444
Микроэволюция	447
Факторы эволюции	447
Приспособленность организмов.....	451
Вид, его критерии и структура	452
Видообразование	453
Макроэволюция	454
Направления макроэволюции	455
Пути макроэволюции	455
Формы макроэволюции.....	456
Возникновение и развитие жизни на Земле.....	456
Геологическая история Земли.....	458
Криптозой.....	459
Фанерозой.....	460

Происхождение человека (антропогенез).....	462
Систематика человека	462
Доказательства происхождения человека от животных.....	462
Эволюция человека.....	464
Расы человека.....	465
Итоговый тест по теме "Эволюция. Развитие жизни на Земле. Антропогенез".....	466
Экология.....	472
Методы экологии.....	472
Экологические факторы.....	472
Действие экологических факторов.....	474
Основные среды жизни.....	475
Основные пути приспособления организмов к среде.....	476
Биологические ритмы организмов.....	477
Популяция.....	477
Характеристики популяции.....	479
Численность популяций.....	480
Сообщества.....	482
Видовая структура сообщества.....	482
Связи в биогеоценозе. Биологическая продуктивность.....	
Экологическая пирамида.....	484
Взаимосвязи популяций в биогеоценозе.....	485
Саморегуляция биогеоценоза.....	487
Примеры естественных биогеоценозов.....	487
Устойчивость биогеоценоза.....	487
Смена сообществ.....	487
Искусственные экосистемы (агроценозы).....	489
Биосфера.....	489
Круговорот веществ в биосфере.....	491
Превращение энергии в биосфере.....	494
Эволюция биосферы.....	494
Основные пути отрицательного воздействия человека на природу.....	495
Основные загрязнители окружающей среды.....	495
Воздействие человека на растительность и животный мир.....	496
Охрана окружающей среды.....	496
Итоговый тест по теме "Экология".....	497
Итоговый тест по общей биологии.....	501
Методика решений заданий 27 и 28.....	509
Задание 27. Решение задач по цитологии на применение знаний в новой ситуации.....	509
Задачи для самостоятельного решения.....	510
Задание 28. Решение задач по генетике на применение знаний в новой ситуации.....	510
Задачи для самостоятельного решения.....	513
Итоговые тесты в формате ЕГЭ.....	515
Вариант 1.....	515
Вариант 2.....	522
Вариант 3.....	529
Вариант 4.....	536
Вариант 5.....	544
Вариант 6.....	552

ПРИЛОЖЕНИЯ	561
Приложение 1. Ученые, внесшие вклад в развитие биологии.....	563
Приложение 2. Черепно-мозговые нервы	566
Приложение 3. Некоторые скелетные мышцы человека	567
Приложение 4. Половая система. Размножение и развитие человека.....	568
Мужская половая система.....	568
Женская половая система	568
Развитие человека.....	569
Гигиена беременной женщины.....	570
Возрастные периоды развития человека	570
Приложение 5. Таблица генетического кода (иРНК).....	572
Приложение 6. Некоторые хромосомные болезни человека	573
Приложение 7. Правила макроэволюции.....	574
Ответы к тематическим тестам	577
Глава 1. Ботаника.....	577
Итоговый тест по анатомии и морфологии растений.....	577
Итоговый тест по систематике растений.....	578
Итоговый тест по бактериям, грибам и лишайникам	579
Итоговый тест по ботанике.....	580
Глава 2. Зоология.....	581
Итоговый тест по беспозвоночным животным	581
Итоговый тест по теме "Тип Хордовые"	582
Итоговый тест по зоологии.....	584
Глава 3. Анатомия	585
Тест по теме "Ткани"	585
Тест по теме "Нервная система".....	585
Тест по теме "Эндокринная система"	586
Тест по теме "Опорно-двигательный аппарат"	586
Тест по теме "Кровь"	587
Тест по теме "Кровеносная и лимфатическая системы"	587
Тест по теме "Пищеварительная система"	588
Тест по теме "Обмен веществ. Витамины"	589
Тест по теме "Дыхательная система".....	589
Тест по теме "Кожа. Почки. Выделение"	590
Тест по теме "Анализаторы".....	590
Итоговый тест по анатомии	591
Глава 4. Общая биология	592
Итоговый тест по теме "Цитология"	592
Итоговый тест по теме "Размножение организмов. Гаметогенез. Онтогенез".....	593
Итоговый тест по теме "Генетика и селекция"	594
Итоговый тест по теме "Эволюция. Развитие жизни на Земле. Антропогенез".....	596

Итоговый тест по теме "Экология"	597
Итоговый тест по общей биологии	598
Ответы к заданиям 27 и 28	600
К заданиям 27	600
К заданиям 28	600
Ответы к итоговым тестам в формате ЕГЭ	603
Часть 1	603
Часть 2	604
Вариант 1	604
Вариант 2	605
Вариант 3	606
Вариант 4	607
Вариант 5	608
Вариант 6	610
Список иллюстраций	612
Предметный указатель	618

Предисловие

В шестом издании наибольшим изменениям подверглись тематические тесты ко всем разделам биологии: из них удалена часть А, заключающаяся в выборе одного правильного ответа из четырех, и преобразованы части В и С. Все тематические тесты построены по единому плану и состоят из двух частей. Часть 1 включает 1—2-балльные вопросы с выбором нескольких вариантов ответов, установления соответствия и последовательностей и т. д. Часть 2 включает в себя одно двухбалльное задание и несколько трехбалльных со свободным ответом.

Итоговые тесты в формате ЕГЭ приведены в соответствии со спецификатором 2020 года: в них заменено только задание № 2, остальные задания оставлены без изменений. К итоговым тестам имеются ответы.

В данное издание добавлена новая глава, посвященная подготовке и решению заданий 27 (задачи по цитологии) и 28 (задачи по генетике). Приведены наиболее типичные задания ЕГЭ с решениями, а также задачи для самостоятельной работы (к ним есть ответы в конце книги).

Также в новое издание добавлено 45 новых рисунков и схем. Кроме этого, в шестое издание добавлены новые тексты или существенно переработаны старые по следующим темам: "Грибы", "Архебактерии", "Тип Иглокожие", "Методы биологии", "Вироиды", "Биотехнологии", "Фотосинтез", "Теории эволюции", материалы по физиологии и систематике растений.

Введение

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!



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 сложившуюся 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 низ-

ших 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). Основные группы растений представлены на рис. 1.1.

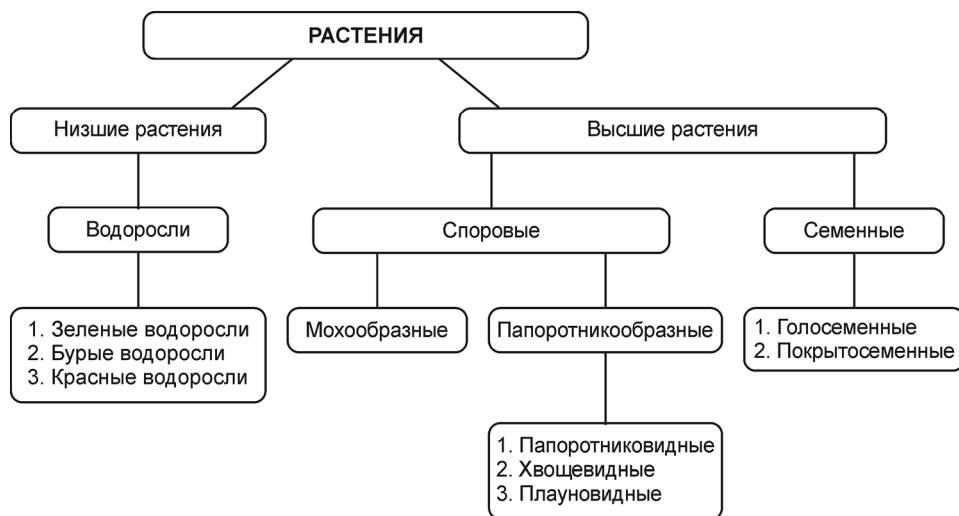


Рис. 1.1. Основные группы растений

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. 1.2) — это внешний облик растения, отражающий приспособленность к определенным условиям среды обитания.

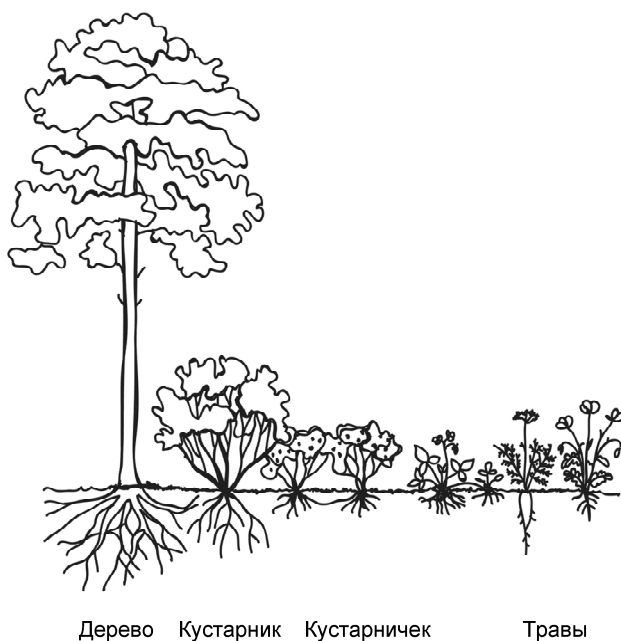


Рис. 1.2. Жизненные формы растений

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 целом может существовать несколько сотен лет. К кустарничкам относятся черника, брусника, клюква, мирт, вереск.
- *Травы* — это растения, имеющие недревесневший 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 об-

разования 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.

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 6 типов тканей (рис. 1.3).

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



Рис. 1.3. Типы тканей растений

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. 1.4), 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.

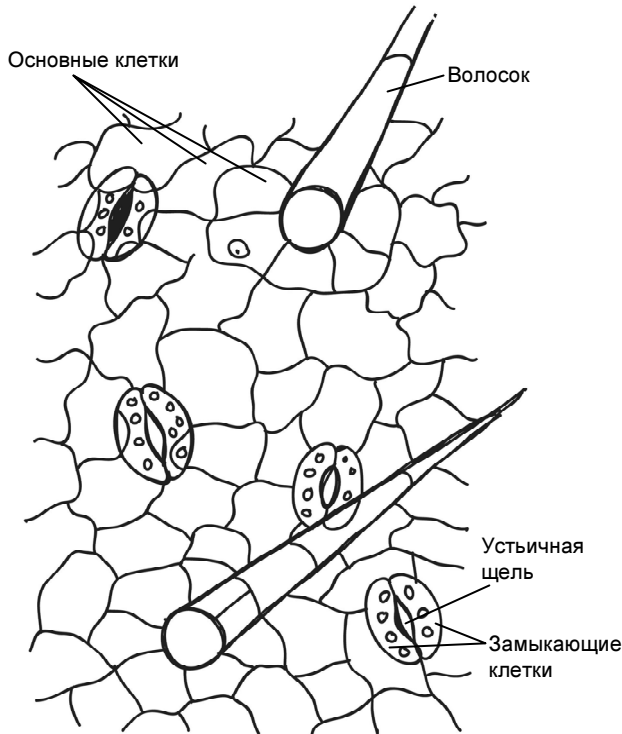


Рис. 1.4. Строение эпидермы

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. 1.5) 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.

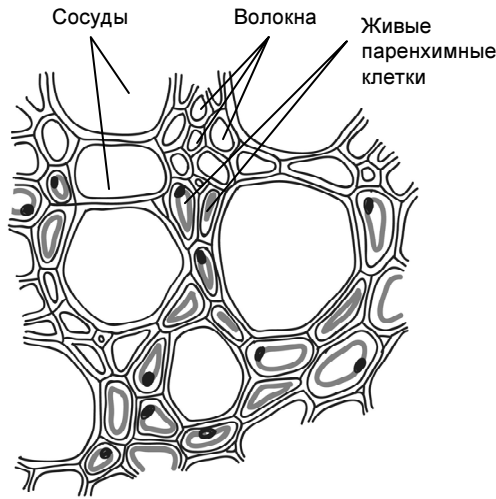


Рис. 1.5. Строение ксилемы

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

Флоэма (рис. 1.6) 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

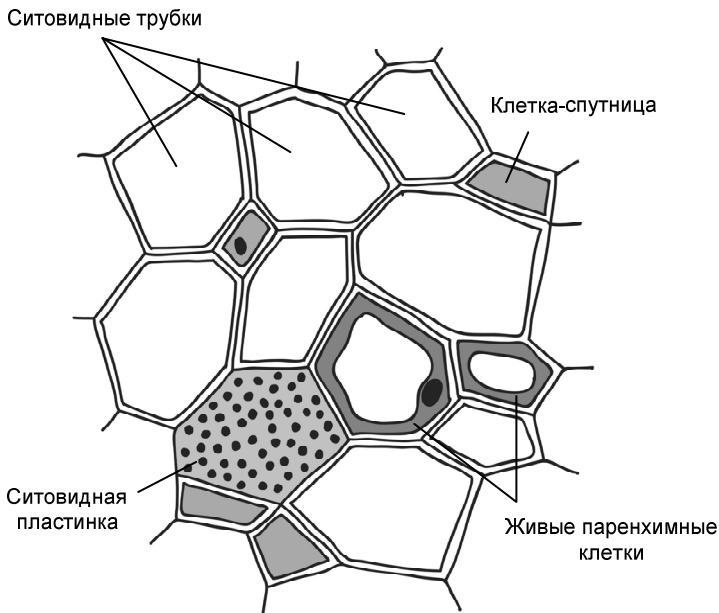


Рис. 1.6. Строение флоэмы

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.

Запасаящая — находится чаще всего в корнях и побегах или в специализированных органах (клубни, луковицы или корневища). В основном запасаящие ткани в вегетативных органах формируются у многолетних растений, у однолетних запасаящие 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.

Водоносная — 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 образуются 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. 1.7):

- 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).

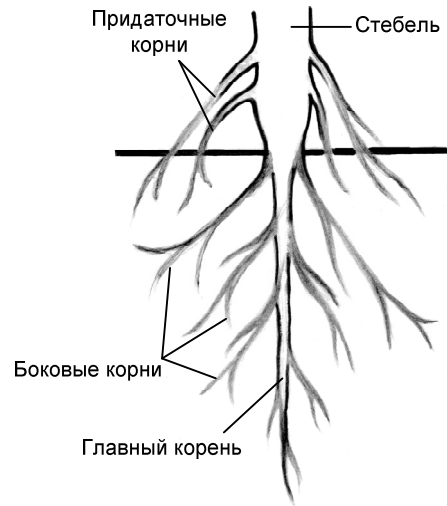


Рис. 1.7. Виды корней растения

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. 1.8):

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

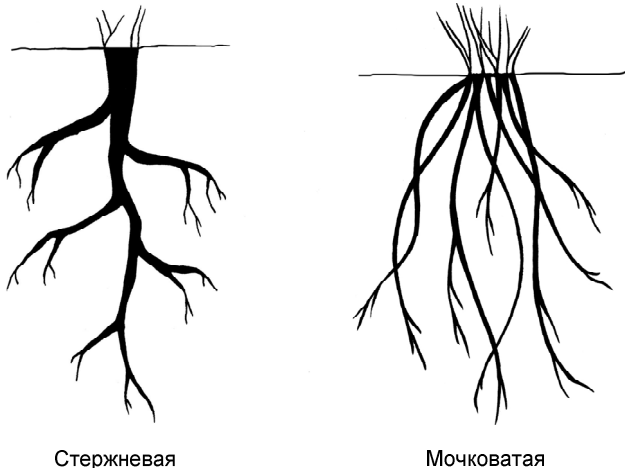


Рис. 1.8. Типы корневых систем

- *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. 1.9. 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.

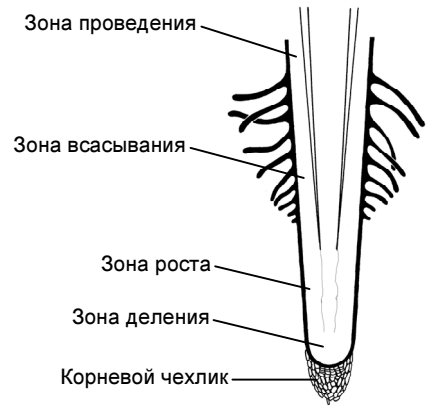


Рис. 1.9. Строение корня на продольном разрезе

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 перикамбия 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. Водные растения способны поглощать воду всей поверхностью тела, а у наземных растений главным органом поступления воды является корень. Всасывание воды происходит всеми зонами корня, но наиболее активно идет в зоне всасывания (рис. 1.10). Из корневых волос-

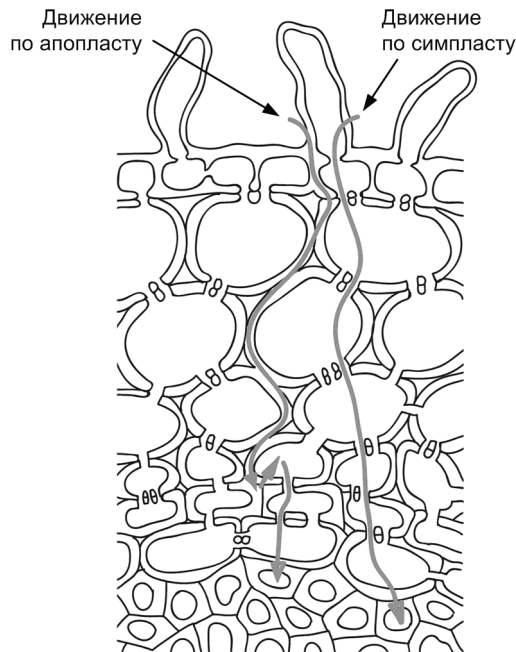


Рис. 1.10. Схема движения веществ по корню от ризодермы к древесине

ков вода и минеральные соли попадают в кору корня, а из нее в ксилему, по которой осуществляется дальнейший транспорт в стебель.

Существуют два пути поступления 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. Поступление воды происходит по закону осмоса: вода движется в сторону большей концентрации растворенных веществ. Так как концентрация солей в почве меньше, чем в клетках корня, вода движется внутрь корня. Если же концентрация солей в почве становится больше, чем в корне, то растение будет неспособно поглощать почвенный раствор и погибнет.

Поступление воды в клетку не бесконечно: как только давление воды внутри клетки станет равным силе, способствующей поступлению молекул воды в клетку, возникает равновесие, во время которого скорость движения воды в/из клетки одинаково. Давление водного раствора изнутри клетки на клеточную стенку называют *осмотическим давлением*. Его величина зависит от концентрации растворенных веществ.

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 исчезающие (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. 1.11.

Корнеплод — это орган, в образовании которого участвует нижняя часть стебля и главный корень (морковь, свекла, репа, редис). Основная функция корнеплода — запасание питательных веществ.

Корневые клубни или корневые шишки — это утолщение придаточных корней (георгин, батат, чистяк). Основная функция — запас питательных веществ и вегетативное размножение.

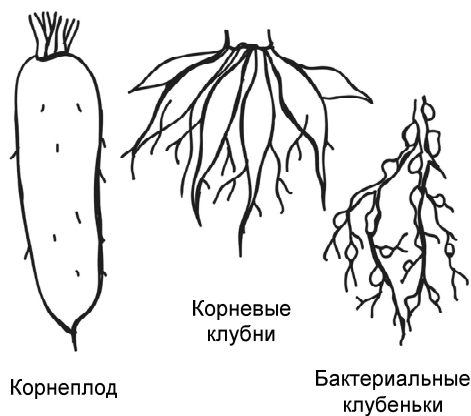


Рис. 1.11. Видоизменения корня

Присасывающие корни (корни-присоски) — находятся в воздушной среде и обеспечивают растению возможность подниматься по вертикальным опорам, а также — дополнительное питание (плющ).

Бактериальные клубеньки (бобовые) — это утолщения на корнях, внутри которых находятся бактерии. Бактерии переводят азот из атмосферы в вещества, которые усваиваются растением; растение дает бактериям органические вещества, т. е. это пример симбиоза.

Воздушные корни — образуются у растений эпифитов (орхидеи). Эти корни свободно висят в воздухе и поглощают воду и минеральные вещества, попадающие на них в виде росы или после дождя. На их поверхности формируется своеобразная покровная ткань (веламен).

Дыхательные корни — хорошо развиты у растений, обитающих по болотистым побережьям или в приливно-отливной зоне. Эти корни находятся в наземно-воздушной среде и поглощают из воздуха кислород (болотный кипарис, мангровые деревья).

Столбовидные корни или *корни-подпорки* — это придаточные корни, которые образуются на горизонтальных ветках дерева. Достигнув почвы, они утолщаются и выполняют роль подпорок (баньян).

Влияние человека на корневые системы растений

Рыхление — это один из видов обработки почвы, при котором землю не переворачивают, а только разрушают поверхностную корку, что уменьшает испарение воды из глубоких слоев почвы. После рыхления воздух легче проникает в почву, поэтому улучшается дыхание почвенных организмов и корней растений и ускоряется распад мертвых органических останков. Также при рыхлении уничтожаются всходы сорняков.

Полив. Должен быть равномерным и достаточным. Для каждого растения своя норма. В сельском хозяйстве есть направление — гидропоника, когда выращивание растений осуществляется в водных питательных растворах без почвы.

Удобрения. Бывают минеральные и органические удобрения. Минеральные подразделяются на азотные (селитра, мочеви́на), фосфорные (суперфосфат, двойной суперфосфат), калийные (сульфат калия, хлорид калия), комплексные (содержат фосфор, азот и калий, например нитрофоска) и микроудобрения (содержат микроэлементы — цинк, железо, бор, молибден). К органическим относят навоз, торф, птичий помет (гуано).

Азотные удобрения отвечают за рост и более быстрое развитие растений (увеличение вегетативной массы). Калийные способствуют улучшению качества плодов, усиливают стойкость растений к некоторым заболеваниям, повышают морозостойкость и засухоустойчивость. Фосфорные улучшают рост корневой системы, увеличивают урожай и улучшают его качество, ускоряют созревание растений, повышают их устойчивость к засухе. Микроудобрения способствуют синтезу в растении необходимых для роста и развития веществ.

Все удобрения вносят в строго определенном количестве. Азотные удобрения вносят весной, калийные и фосфорные — обычно осенью. Применение удобрений возможно в сухом виде (весной перед посевом или осенью при перекопке) и в жидком виде — корневые и внекорневые подкормки во время вегетации.

Пикировка — это прищипывание кончика главного корня. Применяется при выращивании рассады томатов, капусты, астр и т. д. Вследствие этого главный корень прекращает рост, и растение начинает активно образовывать боковые корни. В целом корневая система такого растения становится более мощной и расположенной в наиболее плодородной части почвы.

Побег

Это орган, состоящий из стебля, листьев и почек и чаще всего располагающийся в наземно-воздушной среде. Для побега характерно метамерное строение (метамерия — это закономерная повторяемость строения). Метамером побега является узел с листом и лежащее ниже междоузлие (рис. 1.12).

Узел — это участок стебля, на котором находится лист и пазушная почка. **Междоузлие** — это участок стебля между двумя соседними узлами. Угол, образованный листом и расположенным выше стеблем, называется **пазухой листа**.

Разнообразие побегов:

□ по положению (рис. 1.13):

- прямостоячие — стебель занимает вертикальное положение;
- стелющиеся — стебель занимает горизонтальное положение;

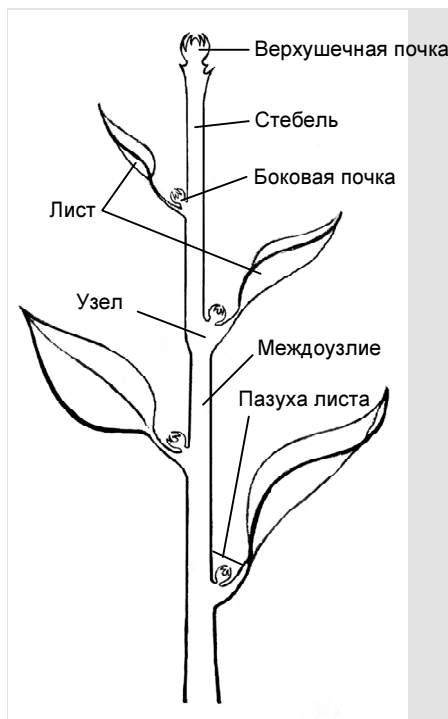


Рис. 1.12. Строение побега

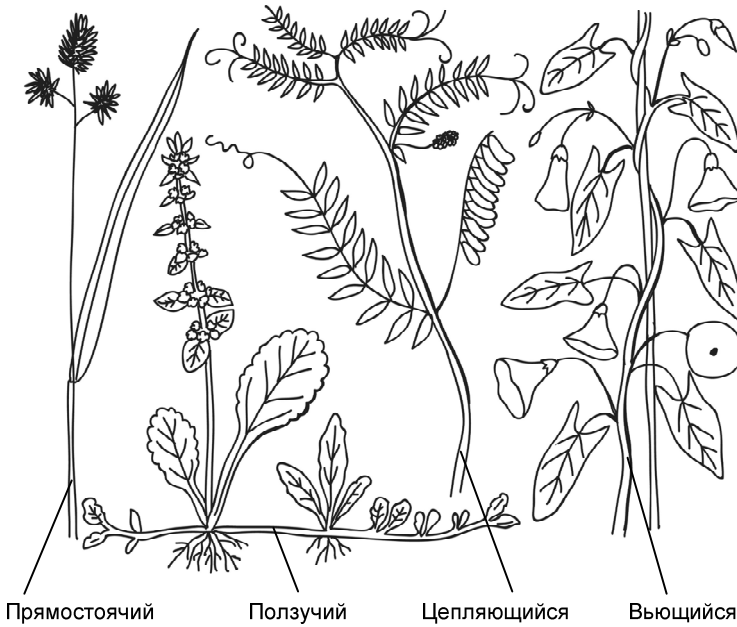


Рис. 1.13. Типы побегов

- ползучие — стебель занимает горизонтальное положение, и на нем образуются придаточные корни (луговой чай);
 - вьющиеся (фасоль);
 - цепляющиеся (чина);
- в зависимости от структуры: деревянистые и травянистые;
- в зависимости от степени выраженности междоузлий: укороченные и удлиненные.

Почка

Почка — это зачаточный побег.

Строение почки

Снаружи большинство почек покрыты почечными чешуями, которые защищают почку и предохраняют ее внутреннее содержимое от пересыхания (рис. 1.14). Внутри находятся зачатки всех органов растения: зачаточные листья, зачаточный стебель, зачаточные почки. Также внутри почки могут содержаться зачатки будущих цветков. На вершине зачаточного стебля расположен конус нарастания — это образовательная ткань.

Виды почек

По положению на стебле бывают *верхушечные* (на вершине побега) и *боковые* или *пазушные* почки (расположены в пазухе листьев).

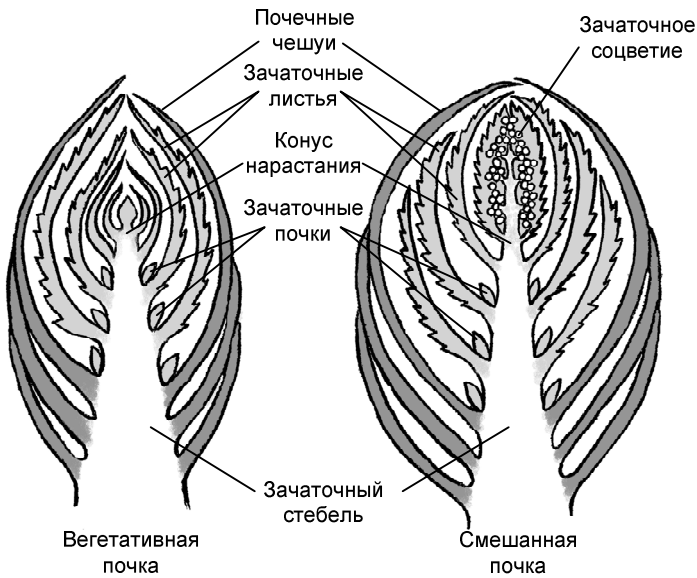


Рис. 1.14. Строение почек

По наличию или отсутствию почечных чешуй — *закрытые* (почечные чешуи есть — дуб, тополь, липа) или *открытые* почки (почечных чешуй нет — клевер, крушина, элодея).

По характеру внутреннего содержимого — *вегетативные*, *генеративные* (цветочные, у вишни) и *смешанные* почки (бузина, сирень). Вегетативные почки содержат зачатки только вегетативных органов, генеративные — только генеративных, смешанные — и генеративных, и вегетативных.

По количеству в узле — *одиночные* (береза, дуб), *серийные* (почки образуют вертикальный ряд в узле; жимолость) и *коллатеральные* (почки образуют горизонтальный ряд в узле; чеснок) почки.

Часто у растений образуются *придаточные* почки, по строению ничем не отличающиеся от других почек. Они находятся на междоузлиях стеблей, на листьях и на корнях. Основная роль придаточных почек заключается в обеспечении вегетативного возобновления и вегетативном размножении (например, у корнеотпрысковых растений).

Также бывают *спящие* почки, располагающиеся на стебле, но не раскрывающиеся сразу после образования. Они являются как бы резервом побега (именно из-за наличия спящих почек тополя формируют новые побеги после сильной обрезки).

Лист

Лист — это вегетативный орган растения, занимающий боковое положение и осуществляющий воздушное питание растений. В отличие от других вегетативных органов, для листа не характерен неограниченный (т. е. в течение всей жизни) рост.

Функции:

- фотосинтез;
- транспирация (испарение воды);
- газообмен.

Внешнее строение листа

Лист состоит из основания, черешка, листовой пластинки и прилистников (рис. 1.15). Основание — это часть листа, с помощью которой лист прикреплен к стеблю. Если основание разрастается и охватывает стебель, то образуется влагалище листа (пшеница, кукуруза, пырей).

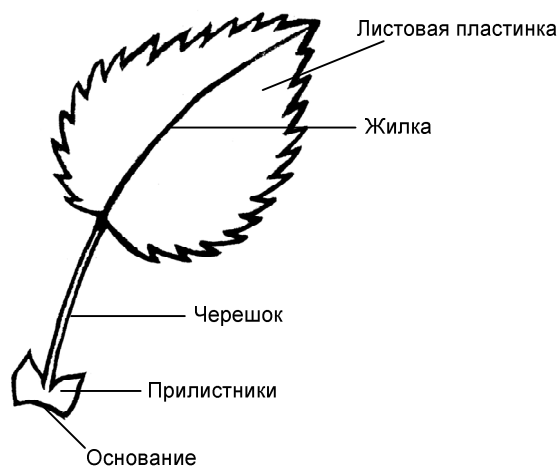


Рис. 1.15. Внешнее строение листа

Черешок — это участок листа от основания до листовой пластинки. Он усиливает механическую прочность пластинки. Если черешок есть, лист называется черешковым (липа, клен), если отсутствует — сидячим (алоэ, лилия).

Листовая пластинка — это самая широкая часть листа. Она выполняет функцию фотосинтеза и представляет собой основную часть листа, но может отсутствовать (чина луговая).

Прилистники могут быть развиты (горох), быть опадающими (липа) или отсутствовать (капуста). Часто прилистники зеленые и фотосинтезируют (чина), иногда видоизменены в колючки и выполняют защитную функцию (желтая акация). Прилистники могут срастаться, охватывая стебель — при этом образуется раструб (щавель).

Типы листьев

В зависимости от количества листовых пластинок листья делят на *простые* и *сложные* (рис. 1.16).

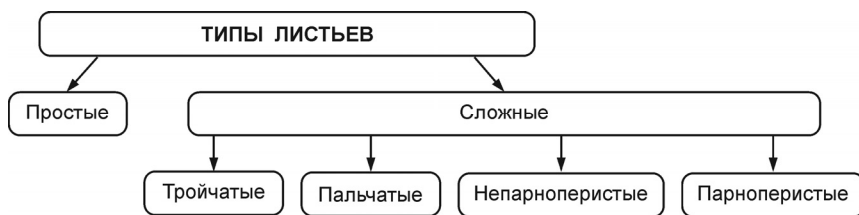


Рис. 1.16. Типы листьев

Простые листья имеют одну листовую пластинку, между ней и черешком нет сочленения. У сложных листьев одна или много листовых пластинок, обособленных от общего черешка — рахиса.

По характеру листовой пластинки среди простых листьев выделяют *перисто-* и *пальчатолопастные*, *перисто-* и *пальчатораздельные*, *перисто-* и *пальчаторасщепленные* листья. Среди сложных листьев (рис. 1.17) выделяют: *тройчатые* (клевер, земляника, кислица), *пальчатосложные* (конский каштан), *парноперистые* (желтая акация) и *непарноперистые* (ясень, рябина).



Рис. 1.17. Типы сложных листьев

Жилкование

Это расположение проводящих пучков (жилок) в листовой пластинке. Жилкование бывает (рис. 1.18):

- перистое (сирень, береза, липа);
- пальчатое (манжетка, клен);

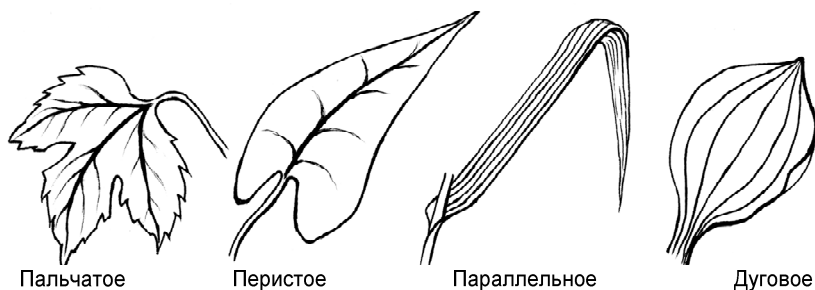


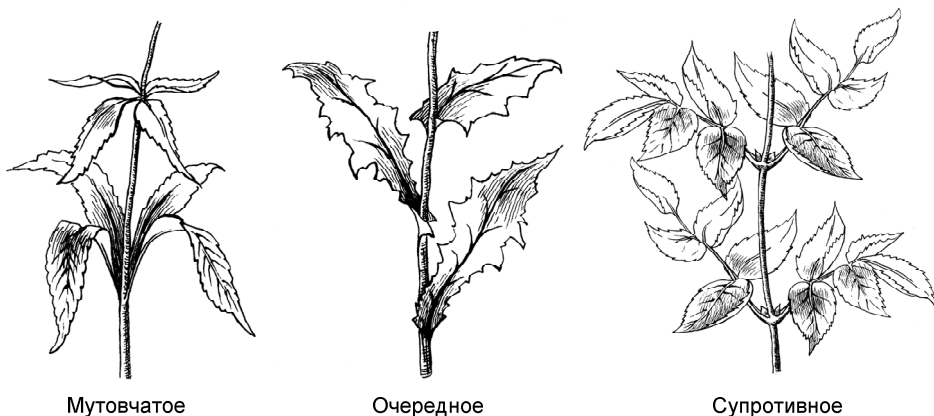
Рис. 1.18. Типы жилкования

- дуговое (подорожник большой, ландыш);
- параллельное (рожь, кукуруза, мятлик).

Листорасположение

Листорасположение — это порядок размещения листьев на стебле. Различают (рис. 1.19):

- очередное листорасположение — от каждого узла отходит только один лист (береза, тополь, дуб);
- супротивное листорасположение — от каждого узла отходят два листа (сирень, клен, бузина);
- мутовчатое листорасположение — от каждого узла отходят три листа и более (олеандр, вороний глаз, элодея).



Мутовчатое

Очередное

Супротивное

Рис. 1.19. Типы листорасположения

Листовая мозаика

Листовая мозаика — это расположение листьев растений в одной плоскости. Листья в мозаике расположены горизонтально, при этом листья имеют разные размеры и практически не затеняют друг друга, что позволяет максимально полно использовать солнечную энергию. Чаще всего листовая мозаика встречается у горизонтально расположенных побегов.

Внутреннее строение листа

Снаружи листа находится покровная ткань — эпидерма (рис. 1.20). Она состоит из одного ряда прозрачных, плотно соединенных между собой клеток. В эпидерме находятся устьица, через которые происходит испарение воды и газообмен. Устьица располагаются в основном с нижней стороны листа (у водных растений с плавающими листьями (кувшинка), наоборот, устьица, в основном, расположены на верхней стороне листьев). Покровная ткань листа выделяет особый слой, состоящий из восков, — кутикулу, что уменьшает испарение с поверхности листа.

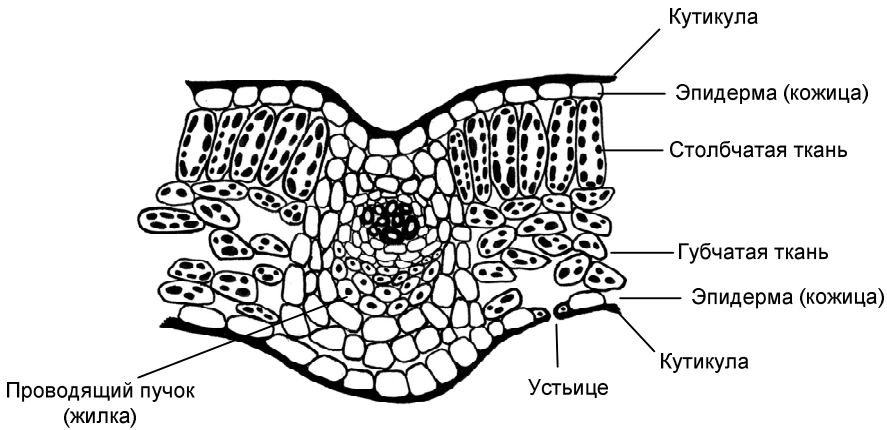


Рис. 1.20. Внутреннее строение листа

Также эпидерма может иметь одноклеточные или многоклеточные выросты (волоски), которые могут быть образованы живыми или мертвыми клетками. Волоски защищают лист от поедания (крапива) или от излишнего испарения (коровяк медвежье ухо), отвечают за выделение эфирных масел (герань) или запасание воды.

Между верхней и нижней эпидермой расположена основная ткань листа (мезофилл), которая состоит из столбчатой и губчатой паренхимы (хлоренхимы). Столбчатая (палисадная) паренхима расположена под верхней эпидермой и образована клетками, вытянутыми в перпендикулярном направлении к эпидерме. Ее клетки обычно образуют 1—2 ряда и содержат большое количество хлоропластов. У некоторых растений (например, у эвкалипта, гладиолуса) столбчатая паренхима расположена и под верхней, и под нижней эпидермой. Губчатая паренхима находится под столбчатой тканью и состоит из рыхло расположенных клеток с большим количеством межклетников.

Жилки листа представлены проводящими пучками закрытого типа, причем ксилема располагается ближе к верхней поверхности листа, а флоэма — ближе к нижней. Снаружи проводящего пучка обычно располагается склеренхима (волокна), а над и под пучком — колленхима.

Строение листьев одного и того же растения может отличаться в зависимости от того, где они расположены — на свету или в тени. Световые листья (расположенные на свету) отличаются хорошо развитой столбчатой тканью, клетки которой становятся более длинными, и большим количеством проводящих пучков по сравнению с теневыми.

В листьях водных растений очень сильно развиты межклетники. Если листья полностью погружены в воду, устьиц и столбчатых клеток у них нет.

Процессы, происходящие в листе

Фотосинтез — это процесс образования органических веществ из неорганических при помощи солнечного света. Характерен для растений, бактерий и некоторых

простейших (например, для эвглены). Для фотосинтеза необходимо наличие зеленого пигмента — *хлорофилла*.

Газообмен растений осуществляется в листьях через устьица. Днем в растение поступает и углекислый газ, и кислород, выделяется и кислород, и углекислый газ, т. е. днем в клетках растений параллельно идут два процесса — фотосинтез и дыхание. Ночью фотосинтез не происходит, в клетках происходит дыхание (в основном за счет кислорода, содержащегося в межклетниках).

Испарение воды (транспирация). Выделение воды растением происходит в основном через устьица эпидермы (небольшая часть воды испаряется через поверхность других клеток кожицы). Основным орган транспирации — лист, хотя испаряют воду также цветки, плоды, стебли. Скорость транспирации зависит от многих факторов, из которых наиболее важны свет, температура и влажность воздуха и почвы, а также ветер. Так, в жаркую и ветреную погоду скорость транспирации будет существенно выше, чем в прохладное безветренное время. Скорость также зависит от возраста: молодые листья испаряют больше воды, чем взрослые. При транспирации происходит охлаждение растения, что спасает от перегрева; кроме того, поддерживается непрерывный ток воды из корней к листьям. Когда очень жарко, замыкающие клетки устьиц теряют воду и закрываются, и испарение уменьшается.

От излишнего испарения растения могут защищаться следующим образом:

- уменьшение и (или) видоизменение листовой пластинки (ковыль, кактус);
- хорошо развитая кутикула (агава);
- большое количество волосков в эпидерме (сенполия);
- изменение положения листовой пластинки в пространстве (поворот ребром к Солнцу).

Листопад

Листопад — это естественное опадение листьев. В связи с этим растения делятся на листопадные и вечнозеленые. Для *вечнозеленых* растений характерны многолетние листья (листья сосны живут 2—4 года, ели — 5—7 лет). У *листопадных* растений в конце вегетационного периода ежегодно опадают все листья (дуб, береза, клен). Также в нашем климате встречаются травянистые растения, у которых под снегом сохраняется часть зеленых листьев (копытень, живучка, земляника).

К концу лета — началу осени листья начинают стареть, в них уменьшается интенсивность обмена веществ, начинает разрушаться хлорофилл и хлоропласты, листья приобретают другую окраску (не у всех растений: например, листья сирени остаются зелеными). Между основанием листа и стеблем начинает формироваться отделительный слой клеток, состоящий из мертвых клеток пробки. В пазухе листа в это время окончательно сформировывается почка, после чего лист опадает. След от опавшего листа на стебле называется *листовым рубцом*.

Значение листопада:

- удаление из организма ненужных веществ;
- уменьшение испарения, что особенно важно зимой, когда практически прекращается поступление воды из почвы;