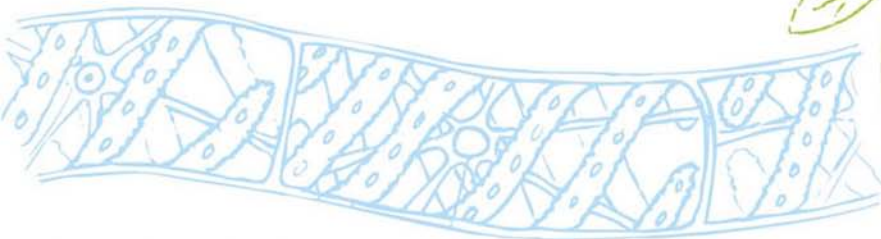


Д. А. Соловков

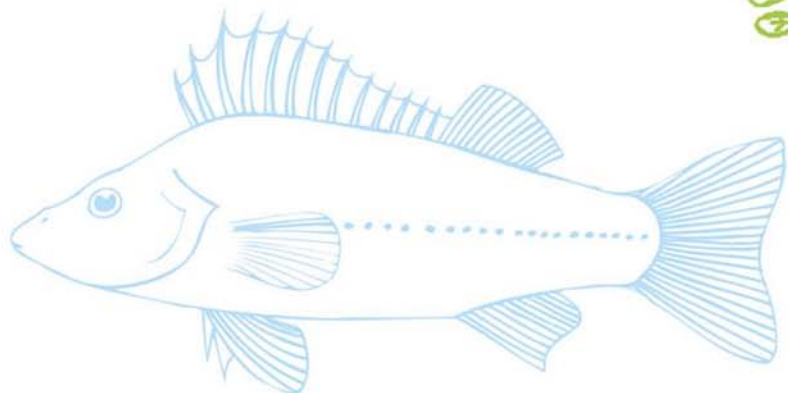


ЕГЭ по биологии

Практическая подготовка

2-е издание

- **Разделы биологии: ботаника, зоология, анатомия, общая биология**
- **Тесты по отдельным темам и по каждому разделу**
- **Итоговые тесты в формате ЕГЭ по всему курсу**



Д. А. Соловков

ЕГЭ по биологии

Практическая подготовка

2-е издание

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»

2014

УДК 58+59(075.3)
ББК 28я72
С60

Соловков Д. А.

С60 ЕГЭ по биологии. Практическая подготовка. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 560 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-3301-0

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 в формате ЕГЭ по всему курсу, составленные на основе анализа вопросов ЕГЭ из открытого банка заданий с дополнениями заданий ЕГЭ-2013. В пособии делается акцент на анатомию человека и общую биологию, вопросы по которым составляют основную часть заданий ЕГЭ.

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 30.12.13.
Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 45,15.
Тираж 1700 экз. Заказ №
"БХВ-Петербург", 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.
Первая Академическая типография "Наука"
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12/28

ISBN 978-5-9775-3301-0

© Соловков Д. А., 2014
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2014

Оглавление

Предисловие от автора	15
Глава 1. Ботаника	17
Строение клетки растения.....	19
Ткани растений	20
Образовательные ткани (меристемы)	20
Покровные ткани	21
Механические ткани	22
Проводящие ткани	22
Выделительные ткани.....	23
Основные ткани	24
Органы растений.....	25
Вегетативные органы растений	25
Корень.....	25
Побег.....	30
Почка	30
Лист.....	32
Стебель	37
Вегетативное размножение	40
Генеративные органы растений.....	41
Семя	41
Цветок	43
Соцветия	46
Плоды.....	48
Тест по анатомии и морфологии растений.....	50
Систематика растений	55
Водоросли.....	55
Общая характеристика водорослей.....	55
Отдел Зеленые водоросли	56
Отдел Бурые водоросли	58
Отдел Красные водоросли (Багрянки)	58
Значение водорослей в природе и использование их человеком	58
Отдел Мохообразные	59
Общие признаки.....	59
Класс Печеночники или Печеночные мхи.....	59

Класс Листостебельные мхи или Мхи	59
Подкласс Зеленые мхи	60
Подкласс Сфагновые мхи (Белые мхи, Торфяные мхи).....	60
Образование торфа	61
Значение моховидных	61
Отдел Риниофиты (Псилофиты).....	61
Папоротникообразные.....	62
Общие признаки.....	62
Отдел Папоротниковидные (Папоротники)	62
Отдел Плауновидные.....	63
Отдел Хвощевидные.....	63
Древние папоротникообразные	64
Образование каменного угля	64
Значение папоротникообразных.....	64
Семенные растения.....	64
Отдел Голосеменные	65
Значение голосеменных	67
Отдел Покрытосеменные (Цветковые)	67
Растительные сообщества (фитоценозы).....	73
Тест по систематике растений.....	74
Царство Дробянки	78
Бактерии	78
Строение.....	79
Размножение	79
Питание.....	79
Условия жизни	79
Значение бактерий	80
Сине-зеленые водоросли (цианеи, цианобактерии).....	80
Царство Грибы	81
Питание.....	81
Размножение	81
Классификация грибов	82
Отдел Зигомицеты	82
Отдел Аскомицеты	82
Отдел Базидиомицеты	83
Значение грибов	84
Лишайники	85
Питание.....	85
Строение	85
Размножение	85
Значение лишайников.....	86
Тест по бактериям, грибам и лишайникам	86
Итоговый тест по ботанике.....	89
Глава 2. Зоология	97
Систематика животных	98
Подцарство Одноклеточные (Простейшие)	98
Строение простейших	99
Жизнедеятельность простейших	99

Систематика простейших.....	100
Тип Саркожгутиконосцы	100
Тип Апикомплекса.....	103
Тип Инфузории	104
Значение простейших	105
Подцарство Многоклеточные.....	106
Тип Кишечнополостные.....	106
Строение и общие черты организации.....	106
Размножение кишечнополостных	107
Систематика типа.....	107
Значение кишечнополостных	110
Тип Плоские черви	110
Общие признаки.....	110
Происхождение.....	111
Систематика типа.....	111
Тип Круглые черви	116
Общие признаки.....	116
Класс Собственно Круглые черви (Нематоды).....	117
Происхождение.....	119
Меры профилактики глистных болезней. Борьба с червями-паразитами	119
Тип Кольчатые черви	119
Общие признаки.....	119
Происхождение.....	120
Систематика типа.....	120
Значение кольчатых червей	122
Тип Моллюски (Мягкотелые).....	123
Общие признаки.....	123
Систематика моллюсков	124
Значение моллюсков.....	127
Тип Членистоногие.....	128
Общие признаки.....	128
Происхождение членистоногих.....	128
Классификация типа	128
Тест по беспозвоночным животным	140
Тип Хордовые	146
Общие признаки.....	146
Происхождение хордовых	146
Систематика типа.....	146
Систематика подтипа Позвоночные.....	151
Тест по теме "Тип Хордовые"	186
Итоговый тест по зоологии.....	193
Глава 3. Анатомия.....	201
Ткани человека.....	201
Эпителиальная ткань	201
Соединительная ткань	204
Клетки соединительной ткани	204
Волокна соединительной ткани.....	204
Виды соединительной ткани.....	205

Нервная ткань.....	206
Мышечная ткань	207
Тест по теме "Ткани"	209
Органы и системы органов	212
Нервная система	212
Отделы нервной системы.....	213
Спинальный мозг	213
Головной мозг.....	214
Соматическая и вегетативная нервная система.....	217
Тест по теме "Нервная система".....	219
Эндокринная система	222
Гипоталамус	223
Гипофиз	224
Эпифиз (шишковидное тело).....	224
Щитовидная железа	224
Околощитовидные (паращитовидные) железы	225
Вилочковая железа (тимус).....	225
Надпочечники	225
Поджелудочная железа.....	226
Половые железы.....	226
Желтое тело.....	227
Плацента	227
Нейроэндокринная регуляция.....	227
Тест по теме "Эндокринная система"	227
Опорно-двигательный аппарат.....	231
Скелет	231
Череп.....	231
Скелет туловища.....	232
Верхняя конечность.....	233
Нижняя конечность	234
Состав костей.....	234
Строение кости.....	235
Классификация костей.....	235
Соединение костей.....	236
Повреждения скелета	237
Заболевания опорно-двигательного аппарата	237
Мышцы человека	238
Строение скелетной мышцы	238
Работа мышц	239
Особенности опорно-двигательного аппарата человека, связанные с прямохождением и развитием второй сигнальной системы	240
Тест по теме "Опорно-двигательный аппарат"	241
Внутренняя среда организма	245
Тканевая жидкость.....	245
Лимфа	245
Кровь.....	245
Состав крови	246
Свертывание крови.....	247
Группы крови	247

Иммунитет.....	248
Аллергия.....	249
Тест по теме "Кровь".....	250
Кровеносная система.....	253
Сердце.....	253
Строение сердца.....	253
Работа сердца.....	255
Сосуды.....	255
Круги кровообращения.....	256
Первая помощь при кровотечениях.....	257
Факторы, приводящие к болезням кровеносной системы.....	258
Лимфатическая система.....	258
Тест по теме "Кровеносная и лимфатическая системы".....	259
Пищеварительная система.....	263
Методы изучения пищеварения.....	264
Строение пищеварительной системы.....	265
Отделы пищеварительного тракта.....	265
Пищеварительные железы.....	267
Слюнные железы.....	267
Печень.....	268
Поджелудочная железа.....	268
Пищеварение.....	268
Пищеварение в ротовой полости.....	268
Пищеварение в желудке.....	269
Пищеварение в кишечнике.....	270
Всасывание.....	270
Болезни желудочно-кишечного тракта.....	271
Влияние курения и алкоголя на пищеварение.....	271
Тест по теме "Пищеварительная система".....	272
Обмен веществ и энергии.....	276
Обмен белков.....	276
Обмен углеводов.....	276
Обмен жиров.....	277
Обмен воды и минеральных веществ.....	277
Режим питания.....	278
Регуляция обмена веществ и энергии.....	279
Витамины.....	279
Тест по теме "Обмен веществ. Витамины".....	280
Дыхательная система.....	284
Строение дыхательной системы.....	284
Воздухоносные пути.....	284
Респираторная часть.....	285
Механизмы дыхания.....	287
Внешнее дыхание.....	287
Транспорт газов кровью.....	288
Тканевое (внутреннее) дыхание.....	288
Регуляции дыхания.....	289
Дыхание при повышенном атмосферном давлении.....	289
Дыхание при пониженном атмосферном давлении.....	290

Болезни органов дыхания.....	290
Влияние курения на дыхательную систему.....	291
Первая помощь при остановке дыхания.....	291
Тест по теме "Дыхательная система".....	291
Кожа.....	295
Строение кожи.....	295
Железы кожи.....	296
Производные кожи.....	297
Терморегуляция.....	297
Нарушение терморегуляции.....	298
Повреждения кожи.....	298
Гигиена кожи и одежды.....	299
Закаливание.....	299
Выделительная система.....	299
Строение выделительной системы.....	300
Почки.....	300
Мочеточники.....	301
Мочевой пузырь.....	301
Мочеиспускательный канал.....	302
Механизмы мочеобразования.....	302
Регуляция работы выделительной системы.....	302
Болезни мочевыделительной системы.....	303
Гигиена мочевыделительной системы.....	303
Тест по теме "Кожа. Почки. Выделение".....	304
Анализаторы.....	307
Зрительный анализатор.....	308
Строение глаза.....	308
Зрительное восприятие.....	309
Нарушение зрения.....	310
Первая помощь при повреждении глаз.....	310
Гигиена зрения.....	311
Слуховой анализатор.....	311
Строение органа слуха.....	311
Слуховое восприятие.....	312
Работа вестибулярного аппарата.....	312
Гигиена слуха.....	313
Обонятельный анализатор.....	313
Вкусовой анализатор.....	314
Кожный анализатор.....	314
Тест по теме "Анализаторы".....	315
Высшая нервная деятельность.....	318
Торможение.....	319
Нарушения высшей нервной деятельности и их профилактика.....	320
Итоговый тест по анатомии.....	321
Глава 4. Общая биология.....	331
Признаки живых организмов.....	331
Уровни организации жизни.....	331

Цитология.....	332
Методы исследования клетки.....	332
Клеточная теория.....	333
Молекулярный состав клетки.....	333
Неорганические вещества клетки.....	334
Органические вещества клетки.....	334
Белки.....	335
Углеводы.....	336
Липиды.....	337
АТФ.....	337
Нуклеиновые кислоты.....	338
Формы жизни.....	339
Вирусы.....	339
Прокариоты.....	340
Эукариоты.....	341
Метаболизм клетки.....	349
Диссимиляция.....	350
Ассимиляция у автотрофов.....	351
Ассимиляция у гетеротрофов.....	353
Биотехнология.....	356
Размножение клеток.....	356
Интерфаза.....	356
Митоз.....	356
Амитоз или прямое деление ядер.....	358
Мейоз.....	358
Тест по теме "Цитология".....	359
Размножение и индивидуальное развитие организмов.....	365
Бесполое размножение.....	365
Половое размножение.....	366
Гаметогенез.....	366
Сперматогенез.....	366
Овогенез.....	367
Онтогенез.....	368
Оплодотворение.....	368
Эмбриональный период.....	368
Постэмбриональный период.....	371
Тест по теме "Размножение организмов. Гаметогенез. Онтогенез".....	371
Генетика.....	377
Методы генетики.....	377
Основные термины генетики.....	378
Законы Менделя.....	379
Первый закон Менделя (закон единообразия гибридов F ₁).....	379
Второй закон Менделя (закон расщепления).....	380
Закон (гипотеза) чистоты гамет.....	380
Третий закон Менделя (закон независимого наследования).....	381
Анализирующее скрещивание.....	382
Взаимодействие генов.....	383
Взаимодействие аллельных генов.....	383
Взаимодействие неаллельных генов.....	383

Сцепленное наследование генов.....	384
Генетика пола.....	386
Сцепленное с полом наследование.....	386
Признаки организма.....	387
Изменчивость.....	387
Фенотипическая изменчивость.....	388
Генотипическая изменчивость.....	388
Закон гомологических рядов.....	391
Генетика человека.....	391
Методы генетики человека.....	391
Селекция.....	392
Центры происхождения культурных растений.....	393
Центры происхождения домашних животных.....	393
Методы селекции.....	393
Тест по теме "Генетика и селекция".....	395
Эволюция.....	402
Теории эволюции.....	402
Креационизм.....	402
Трансформизм.....	402
Эволюционизм.....	402
Доказательства эволюции.....	404
Микроэволюция.....	407
Факторы эволюции.....	407
Приспособленность организмов.....	411
Вид, его критерии и структура.....	412
Видообразование.....	413
Макроэволюция.....	414
Направления макроэволюции.....	414
Пути макроэволюции.....	415
Формы макроэволюции.....	415
Возникновение и развитие жизни на Земле.....	416
Геологическая история Земли.....	418
Криптозой.....	418
Фанерозой.....	419
Происхождение человека (антропогенез).....	421
Систематика человека.....	421
Доказательства происхождения человека от животных.....	422
Эволюция человека.....	423
Расы человека.....	425
Тест по теме "Эволюция. Развитие жизни на Земле. Антропогенез".....	426
Экология.....	433
Методы экологии.....	433
Экологические факторы.....	433
Действие экологических факторов.....	434
Основные среды жизни.....	435
Основные пути приспособления организмов к среде.....	436
Биологические ритмы организмов.....	436
Популяция.....	437
Взаимосвязь отдельных популяций.....	438

Характеристики популяции	438
Численность популяций	439
Сообщества.....	440
Видовая структура сообщества	440
Связи в биогеоценозе. Биологическая продуктивность.	
Экологическая пирамида	441
Взаимосвязи популяций в биогеоценозе.....	442
Саморегуляция биогеоценоза	443
Примеры естественных биогеоценозов	443
Устойчивость биогеоценоза.....	443
Сукцессии	444
Искусственные экосистемы (агроценозы).....	444
Биосфера.....	445
Круговорот веществ в биосфере.....	447
Превращение энергии в биосфере.....	448
Эволюция биосферы.....	448
Основные пути отрицательного воздействия человека на природу	448
Основные загрязнители окружающей среды.....	449
Воздействие человека на растительность и животный мир	449
Охрана окружающей среды	450
Тест по теме "Экология"	450
Итоговый тест по общей биологии	457
Итоговые тесты в формате ЕГЭ.....	465
Вариант 1.....	465
Вариант 2.....	472
Вариант 3.....	479
Вариант 4.....	485
Вариант 5.....	492
Вариант 6.....	498
ПРИЛОЖЕНИЯ	507
Приложение 1. Черепно-мозговые нервы	509
Приложение 2. Некоторые скелетные мышцы человека	510
Приложение 3. Половая система. Размножение и развитие человека.....	511
Мужская половая система.....	511
Женская половая система	511
Развитие человека	512
Гигиена беременной женщины.....	513
Возрастные периоды развития человека	513
Приложение 4. Некоторые психические процессы человека.....	515
Память	515
Эмоции	515
Речь	516
Мышление	516
Сон	516
Темперамент	517

Приложение 5. Таблица генетического кода (и-РНК)	518
Приложение 6. Некоторые хромосомные болезни человека	519
Приложение 7. Наследственность и изменчивость организмов по Дарвину	520
Приложение 8. Правила макроэволюции.....	521
Ответы.....	523
Глава 1. Ботаника.....	523
Тест по анатомии и морфологии растений	523
Часть А.....	523
Часть В.....	523
Часть С.....	524
Тест по систематике растений	524
Часть А.....	524
Часть В.....	525
Часть С.....	525
Тест по бактериям, грибам и лишайникам	526
Часть А.....	526
Часть В.....	526
Часть С.....	526
Итоговый тест по ботанике	527
Часть А.....	527
Часть В.....	527
Часть С.....	527
Глава 2. Зоология.....	528
Тест по беспозвоночным животным	528
Часть А.....	528
Часть В.....	528
Часть С.....	529
Тест по теме "Тип Хордовые"	529
Часть А.....	529
Часть В.....	530
Часть С.....	530
Итоговый тест по зоологии.....	531
Часть А.....	531
Часть В.....	531
Часть С.....	531
Глава 3. Анатомия	532
Тест по теме "Ткани".....	532
Часть А.....	532
Часть В.....	532
Часть С.....	532
Тест по теме "Нервная система".....	533
Часть А.....	533
Часть В.....	533
Часть С.....	533

Тест по теме "Эндокринная система"	533
Часть А.....	533
Часть В.....	534
Часть С.....	534
Тест по теме "Опорно-двигательный аппарат"	534
Часть А.....	534
Часть В.....	534
Часть С.....	535
Тест по теме "Кровь".....	535
Часть А.....	535
Часть В.....	535
Часть С.....	535
Тест по теме "Кровеносная и лимфатическая системы"	536
Часть А.....	536
Часть В.....	536
Часть С.....	536
Тест по теме "Пищеварительная система"	537
Часть А.....	537
Часть В.....	537
Часть С.....	537
Тест по теме "Обмен веществ. Витамины".....	538
Часть А.....	538
Часть В.....	538
Часть С.....	538
Тест по теме "Дыхательная система"	539
Часть А.....	539
Часть В.....	539
Часть С.....	539
Тест по теме "Кожа. Почки. Выделение"	540
Часть А.....	540
Часть В.....	540
Часть С.....	540
Тест по теме "Анализаторы".....	541
Часть А.....	541
Часть В.....	541
Часть С.....	541
Итоговый тест по анатомии	542
Часть А.....	542
Часть В.....	542
Часть С.....	542
Глава 4. Общая биология	543
Тест по теме "Цитология"	543
Часть А.....	543
Часть В.....	544
Часть С.....	544
Тест по теме "Размножение организмов. Гаметогенез. Онтогенез".....	544
Часть А.....	544
Часть В.....	545
Часть С.....	545

Тест по теме "Генетика и селекция".....	546
Часть А.....	546
Часть В.....	546
Часть С.....	546
Тест по теме "Эволюция. Развитие жизни на Земле. Антропогенез".....	547
Часть А.....	547
Часть В.....	547
Часть С.....	547
Тест по теме "Экология".....	548
Часть А.....	548
Часть В.....	549
Часть С.....	549
Итоговый тест по общей биологии.....	550
Часть А.....	550
Часть В.....	550
Часть С.....	550
Предметный указатель.....	553

Предисловие от автора

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-х 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 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 и Папоротникообразные) 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 — 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.

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ РАСТЕНИЯ

Клетка растений характеризуется наличием *оболочки*, в которой выделяют первичную и вторичную оболочку. Отверстия во вторичной оболочке называются порами. Оболочка состоит из целлюлозы и пектиновых веществ и может подвергаться одревеснению (проникновение в нее веществ, увеличивающих твердость и уменьшающих эластичность) и минерализации (проникновение кремнезема и т. д.). Оболочка обеспечивает защиту, прочность клетки и растения, форму клетки, участвует в транспорте 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.

Вакуоль — мембранный органоид в центре клетки, заполненный клеточным соком. Поддерживает внутреннее давление клетки, придает окраску (красную или фиолетовую), а также выполняет запасующую функцию.

Пластиды — это двумембранные органоиды клетки. Различают три типа пластид.

- *Лейкопласты (бесцветные)* — встречаются в клетках тех органов, которые скрыты от солнечного света. Запасают вещества в виде крахмала, масел и белков.
- *Хлоропласты* — отвечают за фотосинтез и придают зеленую окраску растению. Есть практически во всех клетках органов растений, куда проникает свет. Хорошо развита внутренняя мембранная поверхность, имеющая форму плоских мешков — тилакоидов. Часть тилакоидов собрана наподобие стопки в группы, называемые гранами.
- *Хромопласты* — отвечают за запас веществ и окраску (желтую, оранжевую, красную). Встречаются в окрашенных органах — лепестках, плодах, корнеплодах и осенних листьях. Внутренняя мембрана обычно отсутствует.

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 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.

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.
- *Устьица* 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 (эпителима) — 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 участ-

ки 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 угловую и пластинчатую колленхиму. Клетки угловой колленхимы характеризуются оболочкой, утолщенной по углам; при этом оболочки соседних клеток сливаются между 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 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.
- *Лучевые элементы* — образованы живыми паренхимными клетками, выполняют функцию транспорта веществ в радиальном направлении.

Флоэма 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 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 прослойки, 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*. Латекс представляет собой эмульсию, состоящую из разных веществ; из нее путем обработки получают натуральный каучук. Млечники бывают членистые и нечленистые. Членистые млечники возникают из отдельных клеток, которые в местах соприкосновения друг с другом растворяют оболочки и их внутреннее содержимое сливается в единую систему (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 однолетников 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 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. 1.1):

- 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).

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. 1.2):

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

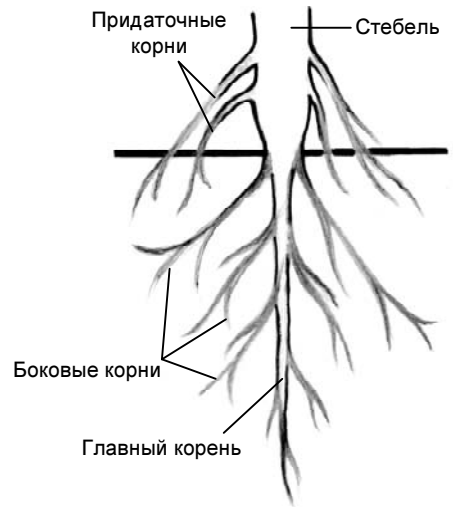


Рис. 1.1. Типы корней растения

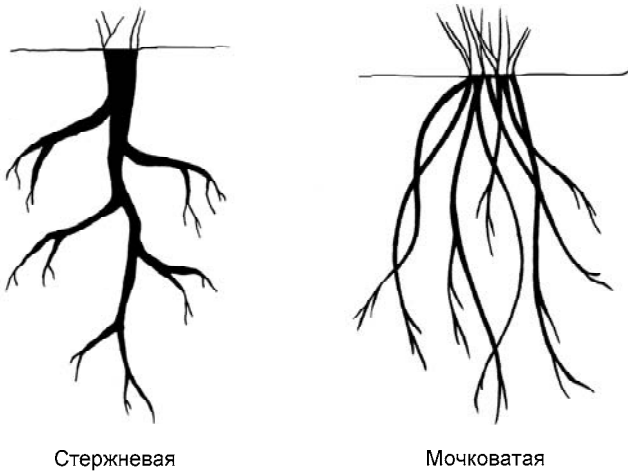


Рис. 1.2. Типы корневых систем

Строение корня на продольном срезе

Корень показан на рис. 1.3. 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.

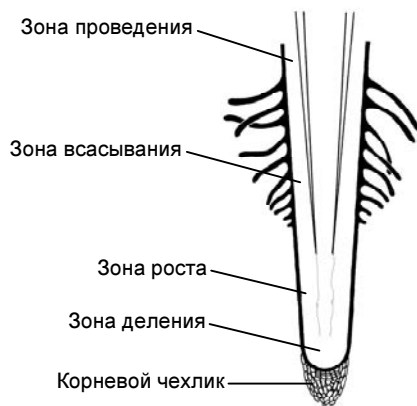


Рис. 1.3. Строение корня на продольном разрезе

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. 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 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. Так как концентрация солей снаружи меньше, чем в клетке, вода движется 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 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

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.

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

Обработка почвы. При перекопке улучшается структура почвы, корни располагаются во всем паханном горизонте, где получают необходимое количество воды и воздуха. При рыхлении верхнего слоя почвы (культивации) разрушается почвенная корка, улучшается водный и воздушный режим.

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 (растворы концентрацией не более 10 и 1% соответственно) во время вегетации.