

# Оглавление

<b>Предисловие .....</b>	<b>14</b>
<b>Благодарности .....</b>	<b>16</b>
<b>Литература .....</b>	<b>17</b>
<b>Глава 1. Строение и развитие растения: общие сведения.....</b>	<b>19</b>
Внутренняя организация растения.....	21
Тело сосудистого растения состоит из трех систем тканей .....	21
Стебель, лист и корень различаются главным образом относительным расположением проводящих и основных тканей .....	21
Обзор типов клеток и тканей .....	24
Развитие растения.....	25
Общий план строения растения закладывается в ходе эмбриогенеза .....	25
Эмбрион возобновляет рост при прорастании семени и последовательно развивается во взрослое растение .....	29
Литература к главе 1 .....	30
<b>Глава 2. Протопласт: плазматическая мембрана, ядро и органеллы цитоплазмы.....</b>	<b>32</b>
Прокариотические и эукариотические клетки .....	33
Цитоплазма .....	35
Плазматическая мембрана.....	36
Ядро.....	39
Клеточный цикл .....	41
Пластиды .....	42
Хлоропласти содержат пигменты — хлорофиллы и каротиноиды .....	43
Хромопласти содержат только каротиноиды .....	45
Лейкопласти — пластиды без пигментов.....	47
Все пластиды образуются из пропластид .....	47
Митохондрии .....	49
Пероксисомы .....	50
Вакуоли.....	52
Рибосомы.....	54
Литература к главе 2 .....	55
<b>Глава 3. Протопласт: система внутренних мембран, секреторные пути, цитоскелет и запасные вещества .....</b>	<b>62</b>
Система внутренних мембран .....	62
Эндоплазматический ретикулум — непрерывная трехмерная система мембран, пронизывающая весь цитозоль .....	62
Аппарат Гольджи — сильно поляризованная мембранный система, связанная с секрецией.....	65
Цитоскелет .....	66
Микротрубочки — цилиндрические структуры из тубулиновых субъединиц .....	67
Актиновые филаменты состоят из двух линейных цепочек молекул актина в виде спирали .....	68

Запасные вещества .....	69
Крахмал откладывается в пластидах в виде зерен .....	69
Место возникновения алейронового зерна зависит от составляющих его белков .....	70
Масляные тельца отделяются от мембран гладкого ЭР при помощи олеозина .....	71
Танины, как правило, находятся в вакуолях, но встречаются также в клеточной стенке.....	72
Кристаллы оксалата кальция обычно развиваются в вакуолях, но могут также находиться в клеточной стенке и кутикуле .....	73
Кремний чаще всего откладывается в клеточных стенках .....	76
Литература к главе 3 .....	76
<b>Глава 4. Клеточная стенка .....</b>	<b>82</b>
Макромолекулярные компоненты клеточной стенки .....	83
Целлюлоза — основной компонент клеточных стенок растений... <td>83</td>	83
Целлюлозные микрофибриллы погружены в матрикс из нецеллюлозных молекул.....	84
Каллоза — широко распространенный полисахарид клеточной стенки .....	86
Лигнины — фенольные полимеры, которые в основном откладываются в стенках клеток механических и проводящих тканей .....	87
Кутин и суберин — нерастворимые липидные полимеры, обычно присутствующие в покровных тканях растений .....	88
Слои клеточной стенки.....	89
Определение границы между срединной пластинкой и первичной клеточной стенкой часто представляет затруднения .....	89
Первичная клеточная стенка формируется пока клетка растет ....	89
Вся вторичная клеточная стенка или большая ее часть формируется внутри первичной клеточной стенки, после того как площадь ее поверхности перестает увеличиваться .....	91
Поры и первичные поровые поля .....	92
Образование клеточной стенки в ходе деления клетки.....	94
Цитокинез происходит посредством формирования фрагмопласта и клеточной пластинки .....	94
Первоначально каллоза служит основным полисахаридом клеточной стенки и присутствует на ранней стадии развития клеточной пластинки .....	96
Препрофазное кольцо намечает место расположения клеточной пластинки.....	96
Рост клеточной стенки .....	98
Ориентация микрофибрилл целлюлозы в первичной клеточной стенке влияет на направление роста клетки .....	100
При рассмотрении механизма роста клеточной стенки необходимо различать рост поверхности (растяжение стенки) и рост в толщину .....	101
Рост первичной клеточной стенки .....	101
Остановка роста клеточной стенки .....	102
Межклетники .....	103
Плазмодесмы .....	104
По своему происхождению плазмодесмы могут быть классифицированы как первичные и вторичные.....	104
Плазмодесмы содержат два типа мембран: плазматическую мембрану и десмотрубочку .....	106
Плазмодесмы обеспечивают взаимодействие клеток .....	108
Симпласт претерпевает реорганизацию в процессе роста и развития растения .....	110
Литература к главе 4 .....	110
<b>Глава 5. Меристемы и дифференциация .....</b>	<b>122</b>
Меристемы.....	122
Классификация меристем .....	123

Характеристика меристематических клеток .....	126
Модели роста меристем .....	126
Меристематическая активность и рост растений.....	128
Дифференциация .....	129
Термины и понятия .....	129
Старение (программируемая гибель клеток) .....	131
Изменения клеток при дифференциации.....	132
Факторы, влияющие на дифференциацию .....	134
Технологии культуры ткани позволяют изучить условия, необходимые для роста и дифференциации .....	135
Анализ генетических мозаик помогает определить особенности клеточного деления и судьбу клеток в развивающихся растениях .....	136
Генная инженерия значительно расширила наши знания о развитии растений .....	138
Полярность играет ключевую роль в формировании биологических структур и связана с наличием градиентов .....	138
Клетки растений дифференцируются в соответствии со своим положением .....	140
Гормоны растений .....	140
Ауксины.....	141
Цитокинины .....	142
Этилен.....	143
Абсцисовая кислота .....	143
Гиббереллины .....	143
Литература к главе 5 .....	144
<b>Глава 6. Апикальные меристемы .....</b>	<b>152</b>
Эволюция представлений об организации апекса .....	153
Раньше считалось, что апикальные меристемы имеют всего одну инициальную клетку .....	153
Теорию апикальной клетки сменяет гистогенная теория .....	153
Модель организации апикальной меристемы «туника-корпус» применима в основном к покрытосеменным .....	154
В апексах побегов большинства голосеменных и покрытосеменных наблюдается цитогистологическая зональность.....	154
Изучение свойств апикальных инициалей .....	155
Апекс вегетативного побега.....	157
Для апексов побегов споровых сосудистых растений характерно наличие апикальной клетки .....	158
Зональность в апексе гинкго — основа для объяснения организации апексов побегов других голосеменных .....	159
Для апексов побегов покрытосеменных характерна зональность, наложенная на структуру «туника-корпус» .....	161
Апекс вегетативного побега арабидопсиса .....	163
Образование листьев.....	165
На протяжении вегетационного периода апикальная меристема образует листья в определенном порядке .....	165
Инициация листовых примордииев связана с увеличением частоты периклинальных делений в месте инициации .....	167
Филлотаксис побега определяет места инициации листовых примордииев .....	169
Образование ветвей.....	170
У большинства семенных растений пазушные меристемы берут начало от обособленных меристем .....	171
Побеги могут развиваться из придаточных почек .....	173
Апекс корня .....	173
Строение апекса в корнях может быть открытым или закрытым .....	173
В нормальных условиях покоящийся центр не полностью лишен митотической активности .....	179
Апекс корня арабидопсиса .....	181

Рост кончика корня .....	183
Литература к главе 6 .....	186
<b>Глава 7. Паренхима и колленхима .....</b>	<b>197</b>
Паренхима.....	197
Паренхимные клетки могут образовывать непрерывные скопления — паренхимные ткани — или вместе с клетками других типов входить в состав морфологически гетерогенных тканей.....	198
Содержимое клеток паренхимы отражает их функции .....	198
Клеточные стенки паренхимных клеток могут быть толстыми или тонкими .....	200
Некоторые клетки паренхимы — передаточные клетки — имеют выросты клеточной стенки .....	201
Паренхимные клетки значительно различаются по форме и расположению .....	203
Паренхима особого типа — аэренахима — содержит очень большие межклеточные пространства.....	204
Колленхима .....	206
Структура клеточной стенки колленхимы — наиболее характерная особенность этой ткани .....	206
Колленхима обычно располагается по периферии .....	208
Колленхима чрезвычайно хорошо приспособлена для поддержки растущих листьев и стеблей.....	208
Литература к главе 7 .....	210
<b>Глава 8. Склеренхима .....</b>	<b>214</b>
Волокна.....	214
Волокна широко распространены в теле растения .....	215
Волокна могут быть подразделены на две группы — ксилемные и экстраксилярные.....	217
Ксилемные и экстраксилярные волокна могут быть септированными или желатинозными .....	219
Промышленные волокна подразделяют на мягкие и жесткие .....	221
Склереиды .....	221
На основании формы и размера склереиды могут быть подразделены на несколько групп .....	222
Склереиды, как и волокна, широко распространены в теле растения .....	222
Возникновение и развитие волокон и склереид .....	226
Факторы, контролирующие развитие волокон и склереид .....	230
Литература к главе 8 .....	231
<b>Глава 9. Эпидерма .....</b>	<b>234</b>
Неспециализированные клетки эпидермиса .....	237
Клеточные стенки эпидермиса различаются по толщине .....	237
Наличие кутикулы — наиболее характерный признак внешней клеточной стенки эпидермальных клеток.....	238
Устьица .....	243
Устьица встречаются на всех надземных частях растения.....	243
Замыкающие клетки обычно имеют почковидную форму .....	245
Стенки замыкающих клеток обычно неравномерно утолщенные, с радиально расположенными микрофибрillами целлюлозы ....	247
Синий свет и абсцисовая кислота — основные сигналы, контролирующие движения устьиц .....	248
В ходе развития устьичного аппарата происходит одно или более асимметричных клеточных делений .....	249
Разные последовательности событий развития приводят к различным конфигурациям устьичного аппарата.....	252
Трихомы.....	254
Трихомы имеют множество функций .....	254
Трихомы подразделяются на несколько морфологических категорий .....	255

Трихома инициируется как вырост эпидермальной клетки .....	257
Закономерности расположения клеток в эпидермисе.....	262
Пространственное распределение устьиц и трихом в листьях ненеслучайно .....	262
В ризодерме покрытосеменных существует три основных типа расположения корневых волосков .....	263
Другие специализированные клетки эпидермы .....	265
Окремневшие и опробковевые клетки часто встречаются вместе парами .....	265
Пузыревидные клетки сильно вакуолизированы .....	266
Некоторые эпидермальные волоски содержат цистолиты .....	267
Литература к главе 9 .....	269
<b>Глава 10. Ксилема: типы клеток и особенности развития .....</b>	<b>280</b>
Типы клеток ксилемы .....	281
Трахеальные элементы — трахеиды и членики сосудов — проводящие клетки ксилемы .....	281
Вторичные клеточные стенки большинства трахеальных элементов содержат поры .....	285
Сосуды проводят воду эффективнее, чем трахеиды .....	288
Волокна — специализированные опорные элементы ксилемы ..	291
Живые паренхимные клетки встречаются как в первичной, так и во вторичной ксилеме .....	291
У некоторых видов паренхимные клетки образуют тылы — впячивания в полость сосудов .....	293
Филогенетическая специализация трахеальных элементов и волокон .....	293
Основные направления эволюции члеников сосудов связаны с уменьшением их длины .....	294
Существуют отклонения от направлений эволюции члеников сосудов .....	296
Волокна, так же как трахеиды и членики сосудов, претерпели укорочение в филогенезе .....	297
Первичная ксилема .....	299
Между ранней и поздней первичной ксилемой существуют различия в структуре и развитии .....	299
Для первичных трахеальных элементов характерны разнообразные вторичные утолщения клеточной стенки .....	300
Дифференциация трахеальных элементов.....	302
В дифференцировке трахеальных элементов участвуют гормоны .....	306
Изолированные клетки мезофилла в культуре могут напрямую трансдифференцироваться в трахеальные элементы .....	309
Литература к главе 10.....	310
<b>Глава 11. Ксилема: вторичная ксилема и разнообразие строения древесины .....</b>	<b>318</b>
Общий план строения вторичной ксилемы .....	319
Вторичная ксилема состоит из двух отдельных систем клеток — осевой и лучевой .....	319
Древесина бывает ярусной или неярусной .....	320
Кольца прироста — результат периодической активности сосудистого камбия .....	321
По мере старения древесина перестает выполнять функции проведения и запасания .....	324
Реактивная древесина — тип древесины, который формируется в ветвях и наклонных и искривленных стволах .....	326
Типы древесин .....	329
Древесина хвойных устроена относительно просто .....	329
Осенняя система древесины хвойных полностью или почти полностью состоит из трахеид .....	330
Лучи хвойных могут состоять как из паренхимных клеток, так и из трахеид.....	331

Древесина многих хвойных содержит смоляные ходы .....	332
Древесина покрытосеменных сложнее и более разнообразна, чем у хвойных .....	334
По характеру порозности выделяют два основных типа древесины покрытосеменных: рассеяннососудистая	
и кольцесосудистая .....	334
Существует множество типов расположения осевой паренхимы, переходящих друг в друга .....	337
Лучи покрытосеменных обычно содержат только паренхимные клетки.....	339
В древесине покрытосеменных встречаются межклеточные полости, сходные со смоляными ходами голосеменных .....	340
Некоторые особенности развития вторичной ксилемы .....	340
Определение древесин .....	343
Литература к главе 11.....	345
<b>Глава 12. Сосудистый камбий.....</b>	<b>351</b>
Строение камбия .....	351
Сосудистый камбий содержит инициали двух типов — веретеновидные и лучевые .....	351
Камбий может быть ярусным и неярусным .....	353
Образование вторичной ксилемы и вторичной флоэмы.....	354
Инициали и их непосредственные производные.....	356
Изменения в ходе развития .....	359
Образование новых лучевых инициалей из веретеновидных инициалей или их сегментов представляет собой обычное явление .....	360
В камбии могут быть выделены домены.....	364
Сезонные изменения в ультраструктуре клеток камбия.....	365
Цитокинез веретеновидных клеток .....	369
Сезонная активность.....	371
Величина ежегодного прироста ксилемы обычно больше, чем флоэмы.....	372
Выраженная сезонность активности камбия может проявляться и во многих тропических регионах .....	375
Причинные связи активности камбия .....	377
Литература к главе 12.....	378
<b>Глава 13. Флоэма: типы клеток и развитие.....</b>	<b>386</b>
Типы клеток флоэмы.....	388
Членник ситовидной трубки покрытосеменных .....	389
В некоторых таксонах стенки членников ситовидной трубы значительно утолщены .....	390
Ситовидные пластинки обычно возникают на поперечных стенках .....	393
Каллоза играет существенную роль в развитии ситовидных пор .....	394
К ранним индикаторам развития членников ситовидной трубы относятся изменения структуры пластид и появление Ф-белка...396	
Дегенерация ядра может происходить путем лизиса хроматина или пикнотической дегенерации .....	403
Клетки-спутницы .....	403
Механизм флоэмного транспорта у покрытосеменных .....	409
Листья — источники ассимилятов. Флоэма мелких жилок .....	413
В листьях двудольных присутствует несколько типов мелких жилок .....	414
Виды с мелкими жилками типа 1 со специализированными клетками-спутницами (клетками-посредниками) относятся к симпластическим загрузчикам.....	414
Виды с мелкими жилками типа 2 относятся к апопластическим загрузчикам .....	415
Накопление фотоассимилятов мелкими жилками в некоторых листьях может происходить без активного этапа .....	415

В некоторых мелких жилках содержатся клетки-спутницы нескольких типов .....	416
Метафлоэма мелких жилок в листовых пластинках злаков содержит два типа ситовидных трубок .....	416
Ситовидные клетки голосеменных .....	417
Стенки ситовидных клеток характеризуют как первичные .....	417
Каллоза не участвует в развитии ситовидных пор у голосеменных .....	417
Дифференцировка ситовидных клеток среди голосеменных различается незначительно .....	418
Клетки Страсбургера .....	420
Механизм флоэмного транспорта у голосеменных .....	421
Клетки паренхимы .....	421
Клетки склеренхимы .....	422
Продолжительность жизни ситовидных элементов .....	422
Направления специализации членников ситовидных трубок .....	423
Ситовидные элементы споровых сосудистых растений .....	424
Первичная флоэма .....	424
Литература к главе 13 .....	430
<b>Глава 14. Флоэма: вторичная флоэма и разнообразие ее структуры .....</b>	<b>437</b>
Флоэма хвойных .....	439
Флоэма покрытосеменных .....	444
Особенности расположения волокон могут иметь таксономическое значение .....	444
Членники ситовидных трубок вторичной флоэмы разнообразны по строению и особенностям распределения .....	444
Дифференциация вторичной флоэмы .....	448
Клетки склеренхимы во вторичной флоэме обычно подразделяются на волокна, склереиды и волокнистые склереиды .....	449
Проводящая флоэма составляет лишь небольшую часть внутренней коры .....	452
Непроводящая флоэма .....	454
Непроводящая флоэма структурно отличается от проводящей .....	454
Дилатация (рост в ширину) — способ, которым флоэма приспосабливается к увеличению окружности побега вследствие вторичного роста .....	455
Литература к главе 14 .....	456
<b>Глава 15. Перидерма .....</b>	<b>458</b>
Расположение перидермы .....	458
Свойства компонентов перидермы .....	460
Феллоген устроен относительно просто .....	460
Феллоген может образовывать несколько типов клеток феллемы .....	460
Толщина и состав феллодермы значительно варьируют .....	462
Развитие перидермы .....	464
Феллоген может возникать в различных местах .....	464
Феллоген закладывается благодаря делению клеток различных типов .....	465
Время возникновения первого и последующих слоев перидермы может быть различным .....	467
Морфология перидермы и ритидома .....	468
Полидерма .....	470
Защитная ткань у однодольных .....	470
Раневая перидерма .....	471
Чечевички .....	472
У древесных покрытосеменных встречаются три структурных типа чечевичек .....	473
Первые чечевички часто образуются под устьицами .....	474

Литература к главе 15.....	474
<b>Глава 16. Внешние секреторные структуры.....</b>	<b>478</b>
Солевые железки.....	480
Солевые пузырьки секретируют ионы в крупную центральную вакуоль .....	480
Некоторые железки секретируют соли непосредственно наружу .....	480
Гидатоды .....	482
Нектарники .....	484
Нектарники жимолости японской выделяют нектар из одноклеточных трихом .....	487
Нектарники абулитаона полосатого выделяют нектар из многоклеточных трихом .....	487
Нектарники конских бобов выделяют нектар через устьица .....	489
Наиболее распространенные нектарные сахара — сахароза, глюкоза и фруктоза .....	490
Существуют структуры, промежуточные между нектарниками и гидатодами .....	491
Коллетееры .....	491
Осмофоры .....	493
Железистые волоски, секрецирующие липофильные соединения .....	495
Развитие железистых волосков.....	496
Железистые структуры насекомоядных растений.....	497
Жгучие волоски.....	498
Литература к главе 16.....	499
<b>Глава 17. Внутренние секреторные структуры.....</b>	<b>505</b>
Внутренние секреторные клетки.....	505
Масляные клетки секретируют масла в масляную полость .....	506
Слизевые клетки запасают слизь между протопластом и целлюлозной клеточной стенкой .....	507
Танин — наиболее заметное включение многих секреторных клеток .....	509
Секреторные полости и каналы .....	510
Наиболее известные секреторные каналы — смоляные ходы хвойных .....	510
Развитие секреторных полостей, по-видимому, происходит схизогенно .....	511
Секреторные ходы и полости могут возникать при повреждении .....	514
Каналы, содержащие кино, представляют собой особый тип травматических ходов .....	515
Млечники .....	516
По структуре млечники разделяются на два типа: членистые и нечленистые.....	516
Латекс различается по внешнему виду и составу.....	519
Членистые и нечленистые млечники, по-видимому, отличаются друг от друга цитологически.....	520
Млечники распространены по всему телу растения, что отражает их развитие .....	522
Главным промышленным источником каучука служит кора гевеи бразильской .....	527
Функции млечников не ясны .....	528
Литература к главе 17.....	529
<b>Дополнительная литература .....</b>	<b>536</b>
<b>Указатель имен .....</b>	<b>554</b>
<b>Словарь терминов .....</b>	<b>574</b>
<b>Указатель терминов .....</b>	<b>593</b>