# Podrobný obsah

## Kapitola 1 První seznámení s buňkami


**Buňky pod mikroskopem** 1

Vynález světelného mikroskopu vedl k objevu buněk 2

Buňky, organely a dokonce molekuly lze pozorovat pod mikroskopem 3

**Eukaryontní buňka** 9

Jádro je informačním centrem buňky 9

Mitochondrie získávají energii z potravy 10

Chloroplasty zachycují energii ze slunečního světla 12

Vnitřní membrány vytvářejí vnitrobuněčné oddíly s různými funkcemi 13

Cytosol je koncentrovaný vodný gel malých a velkých molekul 15

Cytoskelet zodpovídá za buněčné pohyby 16

**Jednotnost a rozdílnost buněk** 17

Buňky se značně liší svým tvarem a funkcí 19

Všechny živé buňky mají podobný chemický základ 21

Všechny dnešní buňky se zřejmě vyvinuly ze stejného předka 21

Bakterie jsou nejmenší a nejjednodušší buňky 22

Molekulární biologové se zaměřili na *E. coli* 25

*Giardia* může představovat přechodný stav v evoluci eukaryontních buněk 25

Pekařská kvasinka je obyčejnou eukaryontní buňkou 26

Jednobuněčné organismy mohou být velké, složité a dravé: Prvoci 27

*Arabidopsis* byla vybrána z 300 000 druhů jako modelová rostlina 28

Svět živočichů reprezentují moucha, červ, myš a člověk 29

Buňky stejného mnohobuněčného organismu se mohou značně lišit 31

**Základní shrnutí** 34

**Otázky** 35


## Kapitola 2 Chemické složení buňky


**Chemické vazby** 37

Buňky jsou složeny jen z několika druhů atomů 38

Vnější elektrony určují reaktivitu atomů 39

Iontové vazby vznikají ziskem nebo ztrátou elektronů 42

Kovalentní vazby vznikají sdílením elektronů 43

Existují různé typy kovalentních vazeb 45

Voda je nejhojnější látkou v buňkách 48

Některé polární molekuly tvoří ve vodě kyseliny a zásady 49

**Molekuly v buňkách** 52

Buňky jsou vytvořeny ze sloučenin uhlíku 52

Buňky obsahují čtyři hlavní skupiny malých organických molekul 52

Sacharidy jsou zdrojem energie pro buňky a tvoří podjednotky polysacharidů 53

Mastné kyseliny jsou složkami buněčných membrán 55

Aminokyseliny jsou podjednotkami proteinů 60

Nukleotidy jsou podjednotkami DNA a RNA 64

Makromolekuly obsahují specifické sekvence podjednotek 65

Nekovalentní vazby určují přesný tvar makromolekuly 69
Nekovalentní vazby umožňují makromolekule vázat další vybrané molekuly 72
**Základní shrnutí 73**
**Otázky 74**

## Kapitola 3 Energie, katalýza a biosyntéza

**Katalýza a využití energie buňkami 79**
Biologický pořádek je umožňován uvolňováním tepelné energie z buněk 79
Fotosyntetické organismy využívají sluneční světlo k syntéze organických molekul 82
Buňky získávají energii oxidací organických molekul 83
Oxidace a redukce zahrnuje přenosy elektronů 84
Enzymy obcházejí bariéry, které brání průběhu chemických reakcí 85
Jak enzymy nacházejí své substráty: důležitost rychlé difuze 86
Změna volné energie při reakci určuje, zda reakce může proběhnout 89
Na $\Delta G$ má vliv koncentrace reaktantů 89
Pro následné reakce se hodnoty $\Delta G°$ sčítají 93
**Aktivované nosičové molekuly a biosyntéza 94**
Tvorba aktivovaného nosiče je spřažena s energeticky výhodnou reakcí 95
ATP je nejčastěji užívanou nosičovou molekulou 96
Energie uložená v ATP se často využívá ke spojení dvou molekul 97
NADH a NADPH jsou důležité přenašeče elektronů 98
V buňkách existuje mnoho dalších aktivovaných přenašečových molekul 100
Syntéza biologických polymerů vyžaduje přísun energie 103
**Základní shrnutí 105**
**Otázky 105**

## Kapitola 4 Jak buňky získávají energii z potravy

**Odbourání cukrů a tuků 108**
Molekuly potravy jsou odbourávány ve třech fázích a dávají tak vzniknout ATP 108
Glykolýza je ústřední dráhou tvorby ATP 110
Fermentace umožňuje produkci ATP za nepřítomnosti kyslíku 114
Glykolýza je příkladem enzymového spřažení oxidace s ukládáním energie 114
Cukry i tuky se odbourávají na acetyl-CoA v mitochondriích 118
Cyklus kyseliny citronové vytváří NADH oxidací acetylových skupin na $CO_2$ 119
Transport elektronů pohání syntézu ATP ve většině buněk 124
**Ukládání a zužitkování potravy 125**
Organismy ukládají molekuly potravy ve speciálních zásobárnách 125
Mnoho biosyntetických drah začíná glykolýzou nebo citrátovým cyklem 127
Metabolismus je organizován a regulován 128
**Základní shrnutí 129**
**Otázky 130**

## Kapitola 5 Proteiny: struktura a funkce

**Tvar a struktura proteinů 134**
Tvar proteinu je dán pořadím jeho aminokyselin 134
Proteiny se skládají do konformace s nejnižší energií 139
Proteiny se skládají do celé řady komplikovaných tvarů 140
Běžnými strukturními motivy jsou α-šroubovice a β-struktura 141
Proteiny mají několik různých úrovní organizace 145

Jen několik z mnoha možných polypeptidových řetězců bude užitečných 147
Proteiny lze rozdělit do rodin 147
Molekuly větších proteinů často obsahují více než jeden polypeptidový řetězec 148
Proteiny se mohou sdružovat do vláken, listů či kuliček 149
Šroubovice je běžným motivem v biologických strukturách 152
Některé druhy proteinů mají podobu dlouhých vláken 152
Extracelulární proteiny jsou často stabilizovány kovalentním zesíťováním 154

**Jak proteiny pracují** **154**

Proteiny se vážou k jiným molekulám 155
Vazebná místa protilátek jsou zvláště rozmanitá 156
Měřítkem pevnosti vazby je rovnovážná konstanta 157
Enzymy jsou mocné a vysoce specifické katalyzátory 167
Lysozym ilustruje práci enzymu 167
Účinnost enzymu vyjadřují konstanty $v_{lim}$ a $K_m$ 169
Pevně vázané malé molekuly přidávají proteinům další funkce 171
Katalytická aktivita enzymů je regulována 172
Allosterické enzymy mají dvě vazebná místa, která interagují 173
Konformační změna může být vyvolána fosforylací proteinu 174
Proteiny vázající GTP mohou podstupovat rozsáhlé konformační změny 176
Motorové proteiny generují rozsáhlé pohyby v buňce 176
Proteiny často vytvářejí velké komplexy, které fungují jako proteinové stroje 178

**Základní shrnutí** **179**
**Otázky** **180**

## Kapitola 6 DNA

**Struktura a funkce DNA** **184**

Geny jsou tvořeny DNA 184
DNA je složena ze dvou komplementárních řetězců nukleotidů 185
Struktura DNA umožňuje zachování dědičnosti 188

**Replikace DNA** **189**

Syntéza DNA začíná v replikačních počátcích 190
K syntéze DNA dochází v replikačních vidličkách 191
Replikační vidlička je asymetrická 193
DNA-polymeráza opravuje své chyby 194
Oligoribonukleotidy jsou používány jako primery pro syntézu DNA 194
Proteiny v replikační vidličce tvoří replikační aparát 196

**Oprava DNA** **197**

Změny v DNA jsou příčinou mutací 198
Systém opravy chybného párování bází napravuje chyby, které unikly replikačnímu aparátu 200
DNA v buňkách podléhá kontinuálnímu poškozování 201
Stabilita genů je závislá na opravách DNA 202
Díky vysoké přesnosti, s jakou je DNA uchovávána, mají blízce příbuzné druhy proteiny s velmi podobnými sekvencemi 205

**Základní shrnutí** **206**
**Otázky** **207**

## Kapitola 7 Od DNA k proteinu

**Od DNA k RNA** **212**

Části DNA jsou přepisovány do RNA 212
Transkripcí vzniká RNA komplementární k jednomu řetězci DNA 213
V buňce vzniká několik typů RNA 215
Signály v DNA říkají RNA-polymeráze, kde má začít a kde skončit přepis 216
Eukaryontní RNA podléhají v jádře úpravám 218
Eukaryontní geny jsou přerušovány nekódujícími sekvencemi 219

Introny jsou z RNA odstraněny sestřihem 220
Molekuly RNA jsou v buňce nakonec degradovány 223
Prapůvodní buňky pravděpodobně obsahovaly ve svých genech introny 223
**Od RNA k proteinu 224**
mRNA je dekódována po trojicích nukleotidů 225
Molekuly tRNA přiřazují aminokyseliny ke kodonům v mRNA 226
Specifické enzymy připojují správné aminokyseliny k jejich tRNA 227
mRNA je dekódována na ribosomech 229
Kodony v mRNA signalizují, kde má začít a kde skončit syntéza proteinu 231
Proteiny jsou syntetizovány na polyribosomech 232
Přísně regulovaná degradace proteinů umožňuje buňce určovat množství každého proteinu 233
Je třeba mnoha kroků, než z DNA vznikne protein 234
**RNA a původ života 235**
Jednoduché biologické molekuly mohly vzniknout za prebiotických podmínek 235
RNA může uchovávat informaci i katalyzovat chemické reakce 237
RNA v evoluci pravděpodobně předcházela DNA 239
**Základní shrnutí 240**
**Otázky 241**

## Kapitola 8 Chromosomy a regulace genů

**Struktura eukaryontních chromosomů 246**
Eukaryontní DNA je sbalena do chromosomů 246
Stav chromosomů se mění během buněčného cyklu 247
Specializované sekvence DNA zajišťují účinnou replikaci chromosomů 249
Nukleosomy jsou základní strukturní jednotky chromatinu 250
DNA v chromosomech je kondenzována na několika úrovních 252
Interfázové chromosomy obsahují kondenzované i rozvolněné formy chromatinu 253
Polohový efekt, ovlivňující genovou expresi, odhalil odlišnosti v kondenzaci interfázových chromosomů 256
Interfázové chromosomy jsou v jádře organizovány 256
**Regulace genů 257**
Buňky regulují expresi svých genů 258
Transkripce je regulována proteiny, které se vážou na regulační sekvence DNA 259
Represory vypínají geny a aktivátory je zapínají 261
Iniciace transkripce u eukaryot je komplexní proces 263
Eukaryontní RNA-polymeráza vyžaduje obecné transkripční faktory 264
Eukaryontní regulační proteiny kontrolují expresi genu ze značné vzdálenosti 265
Sbalení promotorové DNA do nukleosomu může ovlivňovat iniciaci transkripce 266
Eukaryontní geny jsou regulovány kombinacemi proteinů 267
Exprese různých genů může být řízena jedním proteinem 268
Kombinační kontrola může dát vznik různým buněčným typům 269
V dceřiných buňkách mohou být exprimovány stejné geny jako v mateřské buňce 271
Tvorba celého orgánu může být spuštěna jedním regulačním proteinem 273
**Základní shrnutí 274**
**Otázky 275**

## Kapitola 9 Genetická rozmanitost

**Genetická rozmanitost u bakterií 278**
Rychlé dělení bakterií znamená, že se mutace objeví v krátké době 279
Mutace u bakterií mohou být selektovány změnou podmínek prostředí 280
Bakteriální buňky mohou získávat geny od jiných bakterií 281
Bakteriální geny mohou být přenášeny procesem zvaným bakteriální konjugace 282
Bakterie mohou přijímat DNA ze svého okolí 284

Mezi dvěma molekulami DNA s obdobnou nukleotidovou sekvencí může probíhat homologní rekombinace 285
Bakteriální viry mohou přenášet geny mezi bakteriemi 288
Transponovatelné elementy vytvářejí genetickou rozmanitost 289
**Zdroje genetických změn v eukaryontních genomech 291**
Náhodnými duplikacemi DNA vznikají rodiny příbuzných genů 292
Geny kódující nové proteiny mohou být vytvořeny rekombinací exonů 293
Velká část DNA mnohobuněčných eukaryot je tvořena opakujícími se nekódujícími sekvencemi 294
Přibližně 10 % lidského genomu je tvořeno dvěma rodinami transponovatelných sekvencí 295
Evoluce genomů byla urychlena transponovatelnými elementy 296
Viry jsou plně mobilní genetické elementy, které mohou opustit buňky 297
Retroviry obracejí normální tok genetické informace 300
Retroviry, které získaly hostitelské geny, mohou měnit buňky v nádorové 302
**Pohlavní rozmnožování a reorganizace genů 304**
Pohlavní rozmnožování udílí organismům výhody v konkurenčním, nepředvídatelně se měnícím prostředí 304
Pro pohlavní rozmnožování je třeba diploidních i haploidních buněk 305
V procesu meiozy jsou haploidní buňky tvořeny z diploidních 306
Meiozou se vytváří velká genetická rozmanitost 307
**Základní shrnutí 309**
**Otázky 310**

## Kapitola 10 DNA-technologie

**Jak se molekuly DNA analyzují 315**
Restrikční endonukleázy štěpí DNA ve specifických místech 315
Gelová elektroforéza dělí fragmenty DNA podle velikosti 317
Stanovení nukleotidové sekvence DNA 320
**Hybridizace nuleových kyselin 320**
Hybridizace DNA umožňuje prenatální diagnostiku genetických chorob 321
Hybridizací in situ lze určit polohu sekvencí nukleových kyselin v buňkách nebo na chromosomech 323
**Klonování DNA 324**
DNA-ligáza spojuje dva fragmenty za vzniku rekombinantní molekuly DNA 325
Bakteriální plasmidy mohou být využity pro klonování DNA 326
Lidské geny se izolují klonováním DNA 327
Knihovny cDNA reprezentují mRNA vznikající v určité tkáni 329
Hybridizace umožňuje identifikaci i vzdáleně příbuzných genů 331
Polymerázovou řetězovou reakcí lze amplifikovat vybrané sekvence DNA 332
**Genové inženýrství 335**
Je možné vytvořit zcela nové molekuly DNA
Klonováním DNA můžeme získat vzácné buněčné proteiny ve velkém množství 337
RNA může vznikat transkripcí in vitro 338
Mutantní organismy nejlépe odrážejí funkci studovaného genu 339
Transgenní živočichové obsahují geneticky pozměněné geny 340
**Základní shrnutí 342**
**Otázky 343**

## Kapitola 11 Struktura membrán


**Lipidová dvojná vrstva** 348

Membránové lipidy tvoří ve vodě dvojné vrstvy 349

Lipidová vrstva je dvourozměrnou tekutinou 352

Tekutost lipidové dvojné vrstvy závisí na jejím složení 353

Lipidová dvojná vrstva je asymetrická 354

Asymetrie lipidů se rodí uvnitř buňky 355

Lipidové dvojné vrstvy jsou nepropustné pro nenabité molekuly i pro ionty 356

**Membránové proteiny** 357

Membránové proteiny asociují s lipidovou dvojnou vrstvou různými způsoby 358

Polypeptidový řetězec obvykle prochází dvojnou vrstvou jako α-šroubovice 358

Membránové proteiny mohou být solubilizovány detergentem a přečištěny 360

Úplná struktura je známa jen u několika málo membránových proteinů 361

Plasmatická membrána je zesílena buněčným kortexem 362

Povrch buněk je vybaven pláštěm sacharidů 364

Buňky mohou omezit pohyb membránových proteinů 365

**Základní shrnutí** 368

**Otázky** 368


## Kapitola 12 Přenos látek přes membrány


Koncentrace iontů uvnitř buňky a v jejím okolí se mohou značně lišit 372

**Přenašečové proteiny a jejich funkce** 373

Rozpuštěné látky se přes membránu dostávají aktivním nebo pasivním transportem 375

Pasivní transport může být poháněn jak koncentračním gradientem tak elektrickými silami 375

Aktivní transport pohání rozpuštěné látky proti gradientu jejich (elektro)chemického potenciálu 377

Živočišné buňky využívají k odstraňování $Na^+$ energii hydrolýzy ATP 378

$Na^+/K^+$-ATPáza je poháněna přechodnou adicí fosforylové skupiny 379

Živočišné buňky využívají k pohonu aktivního transportu živin gradient $Na^+$ 380

Sodno-draselná pumpa pomáhá udržovat osmotickou rovnováhu v živočišných buňkách 381

Koncentrace $Ca^{2+}$ uvnitř buňky jsou udržovány nízké s pomocí $Ca^{2+}$-pump 383

Gradient $H^+$ se využívá k pohonu membránového transportu u rostlin, hub a bakterií 384

**Iontové kanály a membránový potenciál** 385

Iontové kanály jsou iontově selektivní a uzavíratelné 386

Iontové kanály se náhodně otevírají a zavírají 388

Iontové kanály uzavíratelné napětím reagují na změny membránového potenciálu 389

Membránový potenciál je řízen propustností membrány pro specifické ionty 391

**Iontové kanály a signalizace v nervových buňkách** 394

Akční potenciály přispívají k rychlé komunikaci na dlouhé vzdálenosti 394

Akční potenciály jsou obvykle zprostředkovány sodnými kanály ovládanými napětím 395

Napětím ovládané $Ca^{2+}$-kanály přeměňují v nervových zakončeních elektrické signály v chemické 397

Chemicky regulované kanály v cílových buňkách převádějí chemické signály zpět do elektrické podoby 398

Neurony dostávají jak excitační tak inhibiční podněty 400

Synaptické spoje nám umožňují myslet, jednat a vzpomínat 401

**Základní shrnutí** 404

**Otázky** 405

## Kapitola 13 Získávání energie v mitochondriích a chloroplastech


Buňky získávají většinu své energie mechanismem vázaným na membrány 409

**Mitochondrie a oxidační fosforylace 410**

Mitochondrie obsahuje dva membránové oddíly 411

Vysokoenergetické elektrony jsou generovány v cyklu kyseliny citronové 413

Elektrony jsou přenášeny v řetězci proteinů ve vnitřní membráně mitochondrie 414

Přenos elektronů dává vznik protonovému gradientu přes membránu 415

Protonový gradient pohání syntézu ATP 417

Spřažený transport přes vnitřní mitochondriální membránu je poháněn gradientem elektrochemického potenciálu protonů 419

Protonové gradienty vytvářejí většinu buněčného ATP 419

Rychlá přeměna ADP na ATP v mitochondriích udržuje v buňce vysoký poměr ATP:ADP 421

**Elektrontransportní řetězce a čerpání elektronů 421**

Protony se snadno pohybují v důsledku přenosu elektronů 422

Redoxní potenciál je měřítkem elektronové afinity 422

Přenosem elektronů se uvolňuje velké množství energie 423

Kovy vázané na proteiny tvoří nejrůznější přenašeče elektronů 425

Protony jsou čerpány přes membránu třemi dýchacími enzymovými komplexy 427

Dýchání je obdivuhodně účinné 429

**Chloroplasty a fotosyntéza 430**

Chloroplasty připomínají mitochondrie, ale obsahují jeden oddíl navíc 430

Chloroplasty zachycují energii slunečního světla a s její pomocí vážou uhlík 432

Excitované molekuly chlorofylu fungují jako nálevka a svádějí energii do reakčního centra 433

Světelná energie pohání syntézu ATP a NADPH 434

Fixace uhlíku je katalyzována ribulosabisfosfátkarboxylázou 436

Fixací uhlíku v chloroplastech se tvoří sacharosa a škrob 438

Genetický aparát mitochondrií a chloroplastů odráží jejich prokaryontní původ 438

**Naši jednobuněční předkové 439**

Sekvence RNA vydávají svědectví o průběhu evoluce 439

Dávné buňky zřejmě vznikly v horkém prostředí 440

*Methanococcus* žije v temnotě a živí se pouze anorganickými látkami 441

**Základní shrnutí 443**

**Otázky 444**


## Kapitola 14 Vnitrobuněčné oddíly a transport


**Membránové organely 448**

Eukaryontní buňky obsahují základní sadu membránových organel 449

Membránové organely se vyvíjely různými cestami 450

**Třídění proteinů 452**

Proteiny se dostávají do organel třemi mechanismy 453

Adresová sekvence směruje proteiny do správného oddílu 453

Proteiny vstupují do jádra jadernými póry 454

Při vstupu do mitochondrií a chloroplastů se proteiny rozvinou 457

Proteiny vstupují do endoplasmatického retikula už během své syntézy 458

Rozpustné proteiny se uvolňují do lumen ER 459

Iniciační a terminační signál určují uspořádání transmembránového proteinu v dvojné vrstvě lipidů 461

**Vezikulární transport 462**

Transportní váčky přepravují rozpustné proteiny a membrány mezi jednotlivými oddíly buňky 462

Pučení váčků je poháněno skládáním proteinového pláště 463
Specifita navádění váčků k jejich cílům závisí na SNARE-proteinech 464
**Sekreční dráhy 466**
Většina proteinů je kovalentně modifikována v ER 467
Kvalita proteinů je zajištěna kontrolou při výstupu z ER 468
Proteiny jsou dále chemicky upravovány a tříděny v Golgiho aparátu 469
Sekreční proteiny se z buňky uvolňují exocytozou 470
**Endocytotické dráhy 472**
Specializované fagocytotické buňky pohlcují velké částice 472
Kapaliny a makromolekuly jsou přijímány pinocytozou 473
Endocytoza zprostředkovaná receptory poskytuje specifickou cestu do živočišných buněk 474
Endocytované makromolekuly jsou tříděny v endosomech 475
Lyzosomy jsou základními místy vnitrobuněčného trávení 476
**Základní shrnutí 478**
**Otázky 479**

## Kapitola 15 Komunikace mezi buňkami

**Obecné principy buněčné signalizace 482**
Signály mohou působit na dlouhou nebo krátkou vzdálenost 482
Každá buňka odpovídá na omezený soubor signálů 484
Receptory předávají signály po vnitrobuněčných signálních drahách 486
Některé signální molekuly mohou prostupovat plasmatickou membránou 488
Oxid dusnatý může vstupovat do buněk a aktivovat enzymy přímo 489
Existují tři hlavní třídy receptorů na povrchu buněk 490
Receptory spojené s iontovými kanály převádějí chemické signály na elektrické 491
Signální kaskády uvnitř buňky fungují jako řada molekulových přepínačů 492
**Receptory spojené s G-proteiny 493**
Stimulace receptorů spojených s G-proteiny aktivuje G-proteinové podjednotky 493
Některé G-proteiny regulují iontové kanály 495
Některé G-proteiny aktivují enzymy vázané v membráně 496
Dráha cyklického AMP může aktivovat enzymy a zapínat geny 497
Dráha přes fosfolipázu C vede ke vzrůstu hladiny $Ca^{2+}$ uvnitř buňky 499
$Ca^{2+}$-signál spouští řadu biologických dějů 501
Signální kaskády uvnitř buňky mohou být velmi rychlé rychlé, citlivé a přizpůsobivé: fotoreceptory v oční sítnici 502
**Receptory spojené s enzymy 504**
Aktivované receptorové tyrosinkinázy vytvářejí komplex intracelulárních signálních proteinů 505
Receptorové tyrosinkinázy aktivují GTP-vázající protein Ras 506
Síťě proteinkináz integrují informace pro řízení složitého chování buněk 508
**Základní shrnutí 510**
**Otázky 511**

## Kapitola 16 Cytoskelet

**Střední filamenta 514**
Střední filamenta jsou pevná a odolná 515
Díky středním filamentům jsou buňky odolné vůči mechanickému namáhání 515
**Mikrotubuly 518**
Mikrotubuly jsou duté trubice se strukturně odlišnými konci 519
Mikrotubuly udržuje rovnováha mezi jejich růstem a rozpadem 519
Centrosom je v živočišných buňkách hlavním centrem, které organizuje mikrotubuly 520

Rostoucí mikrotubuly vykazují dynamickou nestabilitu 521
Mikrotubuly organizují vnitřek buňky 523
Molekulové motory pohánějí vnitrobuněčný transport 524
Organely se pohybují podél mikrotubulů 525
Řasinky a bičíky obsahují stabilní mikrotubuly, jimiž pohybuje dynein 527

**Aktinová vlákna 529**

Aktinová vlákna jsou tenká a pružná 530
Mechanismus polymerace aktinu a tubulinu je podobný 530
Řada proteinů se váže k aktinu a mění jeho vlastnosti 532
Většina eukaryontních buněk má pod plasmatickou membránou buněčný kortex 533
Pohyb buňky závisí na aktinu 533
Aktin se spojuje s myosinem a vytváří kontraktilní struktury 536
Během svalového stahu se aktinová vlákna posunují proti myosinovým vláknům 538
Svalový stah je zapínán náhlým vzrůstem koncentrace $Ca^{2+}$ 539

**Základní shrnutí 543**
**Otázky 544**

## Kapitola 17 Buněčné dělení

**Přehled buněčného cyklu 549**

Eukaryontní buněčný cyklus je rozdělen do čtyř fází 549
Cytoskelet se účastní mitozy i cytokineze 551
Některé organely se v průběhu mitozy dělí 551

**Mitoza 552**

Mitotické vřeténko se začíná skládat v profázi 552
Chromosomy se připojují na mitotické vřeténko v prometafázi 553
V metafázi se chromosomy řadí v ekvatoriální rovině vřeténka 557
K segregaci dceřiných chromosomů dochází v anafázi 557
Jaderný obal znovu vzniká v telofázi 559

**Cytokineze 560**

Mitotické vřeténko určuje rovinu dělení cytoplasmy 560
Kontraktilní prstenec živočišných buněk je tvořen aktinem a myosinem 561
Cytokineze u rostlinných buněk zahrnuje tvorbu nové buněčné stěny 562

**Meioza 563**

Homologní chromosomy se v průběhu meiozy rozcházejí 563
V meioze dochází ke dvěma buněčným dělením místo jednoho 564

**Základní shrnutí 567**
**Otázky 568**

## Kapitola 18 Kontrola buněčného cyklu a buněčná smrt

**Systém regulace buněčného cyklu 572**

Centrální regulační systém spouští hlavní procesy buněčného cyklu 572
Systém regulace buněčného cyklu je založen na cyklicky aktivovaných proteinkinázách 574
MPF je komplex cyklin-Cdk, který kontroluje vstup do M-fáze 575
Cyklin-dependentní proteinkinázy jsou regulovány akumulací a degradací cyklinu 576
Aktivita Cdk-kináz je dále regulována jejich fosforylací a defosforylací 577
Různé komplexy cyklin-Cdk spouštějí různé kroky buněčného cyklu 578
Buněčný cyklus může být zastaven v $G_1$-fázi Cdk-inhibičními proteiny 579
Buňky mohou odbourat svůj regulační systém a uniknout tak z buněčného cyklu 581

**Regulace počtu buněk u mnoho buněčných organismů 582**

Buněčná proliferace je závislá na signálech od ostatních buněk 582

Živočišné buňky mají vnitřně limitovaný počet buněčných dělení, kterými mohou projít 584
Živočišné buňky vyžadují signály od okolních buněk, aby se vyhnuly programované buněčné smrti 584
Programovaná buněčná smrt je realizována intracelulární proteolytickou kaskádou 586
Rakovinné buňky se neřídí regulačními signály buněčného dělení a přežívání, pocházejícími z buněčného společenství 587
**Základní shrnutí 589**
**Otázky 590**

## Kapitola 19 Tkáně

**Extracelulární matrix a pojivové tkáně 594**
Rostlinné buňky mají pevné vnější stěny 595
Vlákna celulosy udílejí rostlinné buněčné stěně její pevnost v tahu 596
Pojivové tkáně živočichů jsou převážně tvořeny extracelulární matrix 600
Kolagen poskytuje pojivovým tkáním živočichů pevnost v tahu 600
Buňky uspořádávají kolagen, který secernují 602
Integriny spojují matrix vně buňky s cytoskeletem uvnitř buňky 603
Gely z polysacharidů a proteinů vyplňují prostory a zajišťují odolnost vůči tlaku 604
**Epitely a mezibuněčné spoje 605**
Epitely jsopu polarizovány a spočívají na bazální membráně 606
Těsné spoje zaručují epitelu nepropustnost a oddělují jeho apikální a bazální povrch 607
Spoje propojené s cytoskeletem pevně vážou epiteliální buňky navzájem a připojují je k bazální membráně 609
Mezerové spoje umožňují výměnu iontů a malých molekul mezi buňkami 612
**Udržování a obnova tkáně a její dezintegrace při rakovině 613**
Různé tkáně jsou obnovovány různou rychlostí 615
Kmenové buňky neustále produkují terminálně diferencované buňky 615
Mutace v jedné dělící se buňce mohou způsobit narušení normální kontroly této buňky i jejího potomstva 618
Rakovina je následkem mutace a přirozeného výběru v populaci buněk, které tvoří tělo 619
Pro vznik rakoviny je třeba akumulace mutací 620
**Vývoj 621**
Programovaný pohyb buněk vytváří plán těla živočichů 622
Buňky zapínají odlišné sady genů podle své polohy a historie 622
Difuzní signály mohou buňkám poskytnout polohovou informaci 624
Studie drosofily poskytly klíč k porozumění vývoji obratlovců 626
Podobné geny jsou využívány v celé živočišné říši, aby poskytovaly buňkám vnitřní záznam o jejich poloze 627
**Základní shrnutí 628**
**Otázky 629**