

# Obsah

Předmluva ... 15

## I. Život a jeho formy ... 21

### 1. Charakteristika živého ... 21

Život ... 21

Reaktivita a pohyb ... 21

Metabolismus ... 22

Homeostáze, složitost a organizace ... 23

Růst ... 24

Adaptace a dědičnost ... 25

Reprodukce ... 25

Živé soustavy jako celek vlastností ... 26

### 2. Evoluce ... 27

Přírozený výběr ... 27

Alely ... 28

Od jednoduchého ke složitému ... 30

Zdroje různorodosti ... 31

Preadaptace ... 32

Kooperace sobeckých alel ... 33

Projev genu ... 34

Evolučně stabilní strategie ... 35

Adaptivní krajina ... 36

Genetický posun ... 39

Schopnost evoluce ... 40

### 3. Formy života ... 42

Prokaryota ... 42

Archea a bakterie ... 44

Eukaryota ... 48

Viry ... 53

Původ virů ... 55

## II. Organické molekuly a prostředí ... 59

### 1. Planeta Země ... 59

Vznik Země ... 59

Struktura planety ... 60

První stovky milionů let ... 61

Původ vody ... 63

2. Voda	... 66
Kovalentní vazba	... 66
Iontová vazba	... 67
Dipóly	... 68
Voda jako polární rozpouštědlo	... 69
Energie vazby	... 72
Význam vody	... 73
3. Nekovalentní interakce	... 74
Dipólové interakce	... 74
Entropie	... 76
Hydrofobní efekt	... 77
4. Atmosféra a redoxní reakce	... 78
Atmosféra a redoxní potenciál	... 78
Redoxní reakce	... 80
Složení atmosféry	... 81
Vývoj atmosféry	... 82
K organickým molekulám	... 83
5. Organické molekuly	... 85
Co jsou zač?	... 85
Typy organických molekul	... 86
Deriváty uhlovodíků	... 87
Biopolymery	... 88
Chiralita	... 92

### **III. Původ biomolekul** ... 95

1. Vesmír	... 95
Z vesmíru na Zemi	... 95
Organické molekuly ve vesmíru	... 95
Sluneční soustava	... 97
Volba izomerů	... 98
2. První reakce	... 100
Voda a hydrolýza	... 100
Katalyzátory	... 101
Kovy	... 102
Enzymy a ribozymy	... 103
Kovy jako součásti živých systémů	... 104
Kofaktory	... 106
Autokatalytické soustavy	... 108
Formování anorganicko-organického světa	... 109
Zdroje, gradienty a ATP	... 110

Zrození organických molekul	... 112
Fixace uhlíku	... 115
Pufry a pH	... 116
<b>3. Proteiny</b>	<b>... 117</b>
Stavba bílkovin	... 117
Aminokyseliny	... 121
Nepolární aminokyseliny	... 121
Polární aminokyseliny	... 124
Původ aminokyselin	... 125
<b>4. Kooperace</b>	<b>... 127</b>
Pozitivní zpětná vazba	... 127
Enzymy	... 128
<b>IV. RNA</b>	<b>... 131</b>
<b>1. Svět RNA</b>	<b>... 131</b>
Co bylo první?	... 131
Svět jílu	... 132
Nukleové báze	... 133
Svět RNA	... 134
Nukleosidfosfáty	... 135
Polymerace	... 136
Kopírování	... 136
Organizace RNA a prostředí	... 140
RNA-polymeráza a kooperace	... 141
Prostorové uspořádání a vliv parazitů	... 142
Růst a homeostáza	... 143
Kooperace a interakce	... 145
<b>2. Nukleotidy</b>	<b>... 146</b>
Místo vzniku	... 146
Fosfáty	... 147
Vznik nukleotidu	... 149
Formamid	... 152
Párování bází	... 153
<b>V. Genetický kód</b>	<b>... 155</b>
<b>1. Význam a ustavení genetického kódu</b>	<b>... 155</b>
Spolupráce	... 155
Kodony	... 156
Role RNA	... 159
Vlastnosti kódu a odolnost k mutacím	... 161

2. Voda	Horizontální přenos genů ...	163
	Tok genů a kód ...	164
	Vznik kódu ...	164
	Kódování aminokyselin ...	166
	Transferová RNA ...	167
	Role peptidů ...	169
2. Ribozomy ...		170
	Stavba a funkce ribozomu ...	170
	Translace ...	171
	Postupné vylepšování ...	172
3. DNA ...		174
	Prvenství ...	174
	Rozdíly mezi RNA a DNA ...	175
	Od RNA k DNA ...	176
	DNA posledního společného předka ...	179
4. Geny ...		180
	Co je to gen? ...	180
	Rozrůžňování genomu ...	181
	Nové geny ...	183
	Spojování genů – modulární uspořádání proteinů ...	184

## **VI. Membrány a metabolismus ... 187**

1. Původ membrán ...		187
	Uspořádání lipidů ...	187
	Koenzym A ...	191
	Formování membrán a vznik cytosolu ...	191
	Přechod k buňce ...	193
	Tvar lipidu a vlastnosti membrány ...	194
	Nekovalentní interakce ...	196
	Sladkovodní prostředí ...	198
	Svět váčků ...	199
	Moře ...	200
	Ionty a lipidy ...	202
	Spolupráce membránových molekul ...	202
	Osmóza a růst ...	204
2. Fixace uhlíku ...		206
	Od anorganického k organickému ...	206
	Volná energie ...	207
	Redoxní reakce ...	208
	Přenašeče elektronů ...	209

Alkalické hydrotermální prameny ...	212
Oxidační síla prostředí ...	214
Fixace uhlíku ...	216
Archea ...	218
Bakterie ...	220
První systémy ...	221
Chinony ...	223
Fixace uhlíku v hydrotermálních útvarech ...	224
Gradienty iontů ...	225
Osamostatnění ...	227
3. Ionty ...	229
Ionty v buňce a okolí ...	229
O čem vypovídají buněčné ionty ...	230
4. Poslední společný předek ...	232
Nástup buněk ...	232
Genom posledního předka archeí a bakterií ...	234
Obrácený citrátový cyklus ...	236
Citrát ...	238
Nejmenší možný genom ...	239
<b>VII. Transmembránové bílkoviny a evoluce membrán ...</b>	<b>243</b>
1. Vznik transmembránových proteinů ...	243
Buněčná membrána ...	243
Proteiny a membrána ...	244
Translokon ...	245
Rozpoznávání ...	247
Částice rozpoznávající signál ...	248
Chaperony ...	250
Činnost chaperonů ...	252
Proteiny s C-koncovým helixem ...	252
Původ translokonu ...	254
2. Membránové proteiny ...	257
Membrány buněk a buněčné stěny ...	257
Členění dle funkce ...	260
Membránové enzymy ...	260
Proteiny transportu ...	261
Signalizace ...	262
3. Buněčná membrána ...	263
Archea a bakterie ...	263
Glycerolfosfát ...	266

Membrána společného předka archeí a bakterií ...	267
Membrány a prostředí ...	269
<b>VIII. Gradienty iontů a výroba ATP ...</b>	<b>271</b>
1. ATP-syntáza ...	271
ATP ...	271
Struktura F-ATPázy ...	272
Průchod protonů ...	274
Výroba ATP ...	276
Salinita prostředí ...	277
Evoluční původ ATP-syntázy ...	279
Od transportu nukleových kyselin k transportu iontů ...	281
2. Gradient sodíku a dýchání ...	283
Koncový oxidační řetězec ...	283
Využití prostředí ...	285
Na <sup>+</sup> , nebo H <sup>+</sup> ? ...	286
Pumpy pro sodík ...	288
<b>IX. Energetika ...</b>	<b>291</b>
1. Koncový dýchací řetězec ...	291
Chinon ...	291
Komplex I ...	291
Vznik a původ komplexu I ...	293
Komplex III: cytochrom-c-reduktáza ...	294
Q-cyklus ...	295
Cytochrom-c-oxidáza a kyslík ...	298
Komplex II ...	299
2. Využívané redoxní soustavy ...	300
Zdroje energie, uhlíku a elektronů ...	300
Přizpůsobení organismů ...	300
Různorodost ...	301
3. Heterotrofie ...	303
Autotrofie nebo heterotrofie? ...	303
Původ heterotrofie ...	304
Nové strategie ...	305
Od katabolismu k anabolismu, od rozkladu k výstavbě ...	306
4. Fotosyntéza ...	307
Fotosyntéza a oxidační řetězec ...	307
Barviva a přenašeče elektronů ...	308
Fotosystémy ...	310

Fotosystém II ...	311
Cyklická cesta ...	313
Lineární cesta bakterií – fotosystém I ...	313
Spojení fotosystémů – sinice ...	317
Oxidace vody – vznik O <sub>2</sub> ...	319
UV záření a původ barviv ...	320

## **X. Transport a signalizace ... 323**

### **1. Transport ... 323**

Propustnost membrán ...	323
ABC transportéry ...	323
P-ATPázy ...	325
Iontové kanály ...	327
Membránový potenciál ...	331
Složitější stavbou k regulaci ...	332
Bakteriorhodopsin ...	333
Uniport, symport, antiport ...	335

### **2. Signalizace ... 337**

Principy ...	337
Prokaryota ...	338
K eukaryotům ...	340
Alarmony ...	341
Od získávání ATP k signalizaci ...	342
Vápník a iontové kanály ...	344
Rozrůstání sítě ...	345

## **XI. Eukaryota ... 347**

### **1. Vznik eukaryot ... 347**

Evoluce ...	347
Eukaryota ...	348
Fagocytóza ...	351
Archezoa – organismy bez mitochondrií ...	352
Z predátora mitochondrií ...	353
Výhody soužití ...	355
Předchůdci ...	356
Prorůstání ven ...	357
Symbióza ...	360
Sekrece váčků ...	361
Asgardský kořen ...	362
Rozvoj eukaryotických znaků ...	364

- 2. Cytoskelet ... 366
  - Mikrotubuly ... 366
  - Aktin a další ... 366
  - Molekulární motory ... 368
  - Původ cytoskeletu ... 370
  - Aktinová mikrofilamenta ... 371
- 3. Váčková přeprava ... 372
  - Různorodost organel a membrán ... 372
  - Přepravní váčky ... 373
  - Plášť ... 375
  - Endozomy a lysozomy ... 378
  - Splývání váčků a společný původ ... 381
- 4. Peroxizomy ... 382
  - Význam ... 382
  - Peroxizomy a ostatní organely ... 384
  - Jak vznikly, z čeho pocházejí ... 384
  - Radikály a organické substráty ... 385
- 5. Membrána eukaryot ... 386
  - Sfingolipidy ... 386
  - Cholesterol a lipidové rafty ... 388

## **XII. Jádro a DNA ... 391**

- 1. Chromozomy ... 391
  - Přesun genů ... 391
  - Histony ... 392
  - Chromozomy ... 393
- 2. Dělení jádra ... 395
  - Mitóza ... 395
  - Diploidie, haploidie, meióza ... 397
  - Crossing-over ... 398
  - Polyploidie ... 400
  - Původ meiózy ... 401
  - Vznik druhů ... 402
  - Mitochondrie ... 403
- 3. Eukaryotický genom ... 405
  - Struktura ... 405
  - Sobecká DNA ... 406
  - K čemu introny a exony? ... 407
  - Nárůst množství DNA ... 409
  - Linearizace chromozomů ... 410



Předmluva	... 411
Telomery	... 411
Centromery	... 413
Eukaryota a prokaryota	... 414

Doslov ... 417

Pojmy ... 423

Literatura ... 441

Rejstřík ... 477

Buňka je zcela oprávněně považována za základní stavební jednotku života. Její objevuje se však na planetě Zemi znenadání a jejím vývojem prošel období, jež muselo být příznivé pro ustavení potřebných podmínek optimálního prostředí. Do značné míry se tak hledání kořenů života jako takového odhalováním kořenů života jako takového. Buňky tvoří naše těla, stejně jako tkáně ostatních živočichů, pletiva rostlin a hub. Přestože nejnápadnější projevy života souvisí s mnohobuněčnými organismy, pozoruhodnou různorodost typů buněk nalezneme také ve světě jednobuněčných. Mezi ně nepatří jen z učebnic známé prvoky, jsou to například krevinky, měňavky či trypanozomy, ale především nepřehledná skupina prokaryotických, mezi něž náleží běžné bakterie a méně známé archeobakterie. Můžeme pozorovat celou řadu uzpůsobení, funkcí a strategií, které buňky vyvinuly v neustálém závodě o přežití. I když se nakonec mezi sebou buňky různých biologických druhů, i když žijí v rámci jednoho individua, odlišují velice výrazně, stále nacházíme vlastnosti a struktury, které jsou nejrozličnějším buňkám společné. Právě tyto vlastnosti budou v následujícím vyprávění zajímat nejvíce, jelikož vypovídají o tom, jak skutečně je pro každou buňku podstatné a bez čeho se žádná z nich nemůže obejít. Jak uvidíme dále, existují složky živého systému, které musí být přítomny a musí fungovat v zásadě stejným způsobem. A tak každá buňka nese dědičnou informaci obsaženou v DNA, každá buňka vyrábí proteiny a každá buňka je od okolí ohraničena buněčnou membránou složenou z molekulami lipidů.

Existuje řada knih a pojednání, které jsou cíleny na rozličné publikum. V popisu stavby a fungování buňky používají různý jazyk a seznamují nás s odlišným objemem informací. Vzdělávací systém základních, a pak středních škol poskytuje dostatek zdrojů pro vytvoření obecné představ o buňce, její struktuře, metabolismu a projevech. Zvláště v dnešní době nabízejí stále rostoucí množství poznatků na poli buněčné či molekulární biologie, je třeba prohlubovat a rozšiřovat chápání toho, jaké principy drží tuto základní jednotku života – buňku – při životě.

Biologie buňky se většinou soustředí na popis toho, jak buňka vypadá a jak funguje, což nese nesporný význam pro objasňování původu různých onemocnění. Znalost příčinných souvislostí nám umožňuje vyvíjet prostředky potřebné pro obnovení zdravého uspořádání. Základní i aplikované využívající rozmanité vědecké přístupy kráčí ruku v ruce a z různých pohledů nahlíží na buňku a její život. Poněkud stranou zájmu ovšem