

I

14-111

OBEČNÉ MOLEKULÁRNÍ A BUNĚČNÉ ZÁKLADY

Obsah

1 Chemické základy živých soustav | 14

Ivana Felnerová

1.1 Biogenní prvky | 14

1.2 Voda | 15

1.3 Další anorganické látky v živočišném těle | 16

1.4 Sacharidy | 18

1.4.1 Monosacharidy | 18

1.4.2 Oligosacharidy | 18

1.4.3 Polysacharidy | 19

1.5 Lipidy a steroidy | 21

1.5.1 Jednoduché lipidy | 21

1.5.2 Složené lipidy | 23

1.5.3 Steroidy | 24

1.6 Proteiny | 25

1.6.1 Aminokyseliny | 25

1.6.2 Peptidy | 27

1.6.3 Proteiny | 27

1.6.4 Složené proteiny | 28

1.6.5 Přehled funkčních skupin proteinů | 28

1.7 Nukleotidy a nukleové kyseliny | 30

1.7.1 Nukleotidy | 30

1.7.2 Nukleové kyseliny | 31

1.7.3 Exprese genetické informace | 32

2 Buňka – základní funkční jednotka organismu | 35

Ivana Felnerová

2.1 Stavba eukaryotní živočišné buňky | 35

2.1.1 Biologické membrány a jejich základní složky | 36

2.1.2 Membránové organely buňky | 39

2.1.3 Nemembránové organely buňky | 43

2.2 Buněčný cyklus | 45

2.2.1 Mitóza | 46

2.2.2 Meióza | 49

2.3 Zánik buňky | 51

3 Buněčný transport | 56

Ivana Felnerová

3.1 Vnitřní a vnější prostředí buňky a organismu | 56

3.2 Obecné principy buněčného transportu | 57

3.2.1 Charakteristika transportních proteinů | 57

3.3 Transport prostřednictvím akvaporinů | 58

3.3.1 Rozložení vody v těle a její transport | 59

3.3.2 Akvaporiny a transport vody | 60

3.4 Transport prostřednictvím iontových kanálů | 60

3.5 Transport prostřednictvím přenašečů | 63

3.5.1 Pasivní přenašečový transport – usnadněná difuze | 63

3.5.2 Aktivní přenašečový transport – pumpy | 65

3.6 Cytóza – transport prostřednictvím membránových váček | 67

3.7 Transcelulární a paracelulární transport | 69

I

4. Mezibuněčná komunikace | 72

Ivana Felnerová

4.1. Elektrická forma buněčné signalizace | 73

4.1.1 Klidový membránový potenciál | 73

4.1.2 Akční potenciál | 74

4.2. Chemická forma buněčné signalizace | 74

4.2.1 Signální molekuly | 74

4.2.2 Receptory | 77

4.2.2.1. Intracelulární receptory | 78

4.2.2.2. Membránové receptory | 79

4.3 Signalizace z hlediska vzdálenosti | 85

4.3.1 Kontaktní komunikace | 85

4.3.2 Distanční komunikace | 86

5 Tkáně – obecný úvod do histologie | 90

Ivana Felnerová, Alois Čelechovský

5.1 Tkáň epitelová (epitely) | 92

5.1.1 Obecná charakteristika epitelů | 92

5.1.2 Klasifikace epitelů | 94

5.1.2.1 Morfologická klasifikace | 94

5.1.2.2 Funkční klasifikace | 95

5.1.3 Žlázy a jejich klasifikace | 98

5.1.3.1 Žlázy jednobuněčné | 99

5.1.3.2 Žlázy mnohobuněčné | 99

5.2 Tkáň pojivová (pojiva) | 100

5.2.1 Pojiva výplňová a oporná | 101

5.2.1.1 Vazivo | 103

5.2.1.2 Chrupavka | 106

5.2.1.3 Kost | 107

5.2.1.4 Zubní tkáň | 108

5.2.2 Pojiva trofická – tělní tekutiny | 109

5.3 Tkáň svalová | 109

5.4 Tkáň nervová | 110

II

112-217

6 Homeostatické systémy | 112

Ivana Felnerová

7 Obecná neurofyzologie | 115

Ivana Felnerová

7.1 Buňky nervové tkáně | 116

7.1.2 Gliové buňky (glie, neuroglie) | 118

7.2 Stavba periferních nervů | 120

7.3 Membránový potenciál | 121

7.3.1 Klidový potenciál | 122

7.3.2 Akční potenciál | 123

7.4 Vedení vzruchu | 124

7.5 Synapse – přenos vzruchu mezi neurony | 125

7.6 Integrace, sumace a vyhodnocení signálů na neuronu | 127

7.7 Reflex a reflexní oblouk | 130

7.7.1 Receptor a dostředivá dráha | 131

7.7.2 CNS – integrační centrum | 133

7.7.3 Odstředivá dráha a efekторы | 134

8 Srovnávací fyziologie nervové soustavy | 136*Ivana Felnerová***8.1 Nervová soustava bezobratlých | 136**

8.1.1 Rozptýlená nervová soustava | 136

8.1.2 Gangliová nervová soustava | 137

8.1.2.1 Ploštěnci | 138

8.1.2.2 Měkkýši | 138

8.1.2.3 Kroužkovci | 139

8.1.2.4 Členovci | 139

8.1.3 Radiální nervová soustava | 140

8.2 Nervová soustava pláštěnců a bezlebečných | 141**8.3 Nervová soustava obratlovců | 141**

8.3.1 Obecné evoluční trendy vývoje NS obratlovců | 141

8.3.2 Centrální nervová soustava (CNS) | 142

8.3.2.1 Hřbetní mícha (*medulla spinalis*) | 1428.3.2.2 Mozek (*cerebrum*) | 142

8.3.3 Periferní nervová soustava (PNS) | 149

8.3.3.1 Hlavové nervy | 151

8.3.3.2 Míšňní nervy | 152

9 Fyziologie smyslů | 154*Ivana Felnerová***9.1 Obecné principy receptorové signalizace | 154****9.2 Chemorecepce | 155**

9.2.1 Čich | 155

9.2.1.1 Čichová ústrojí bezobratlých | 155

9.2.1.2 Čichová ústrojí obratlovců | 156

9.2.2 Chuť | 157

9.3 Mechanorecepce | 159

9.3.1 Hmatové (taktilní) vnímání | 159

9.3.2 Barorecepce | 161

9.3.3 Proudový smyslový orgán | 161

9.3.4 Propriorecepce | 162

9.3.5 Statokinetické orgány a rovnováha | 163

9.3.6 Vnímání zvuku: sluch | 164

9.3.6.1 Sluchové orgány hmyzu | 164

9.3.6.2 Sluchové orgány obratlovců | 165

9.3.7 Echolokace | 167

9.4 Radiorecepce | 167

9.4.1 Fotorecepce: zrak | 167

9.4.1.1 Fotorecepce u bezobratlých | 168

9.4.1.2 Fotorecepce u obratlovců | 170

9.4.2 Termorecepce | 173

9.5 Bolest a nocicepce | 174**9.6 Zvláštní smysly živočichů | 175****10 Obecná endokrinologie | 177***Ivana Felnerová***10.1 Charakteristika endokrinních žláz | 178****10.2 Charakteristika hormonů | 179**

10.2.1 Klasifikace hormonů podle chemické stavby | 180

10.2.2 Mechanismus účinku lipofilních hormonů | 181

10.2.3 Mechanismus účinku hydrofilních hormonů | 181

10.3 Obecné účinky hormonů | 182

II

11 Srovnávací endokrinologie | 185

Jiří Bezdíček

11.1 Hypothalamus a hypofýza | 185

11.1.1 Hormony hypothalamu | 185

11.1.2 Hormony adenohipofýzy | 185

11.2 Štítná žláza | 186

11.3 Příštítná tělíska | 186

11.4 Epifýza (šišinka, corpus pineale) | 187

11.5 Pankreas (slinivka břišní) | 187

11.6 Ledvina a nadledvina | 187

11.7 Gonády | 188

11.8 Tuková tkáň | 189

11.9 Hormony trávicí soustavy (gastrointestinální hormony) | 190

11.10 Další významné hormony | 190

11.11 Hormony u bezobratlých | 190

11.12 Vnější chemické signály ovlivňující chování živočichů | 192

12 Fyziologie imunitního systému | 196

Ivana Felnerová

12.1 Složky imunitního systému | 197

12.1.1 Lymfatické tkáně a orgány | 197

12.1.2 Buňky imunitního systému (imunocyty) | 200

12.1.3 Molekuly imunitního systému | 201

12.2 Imunitní reakce | 202

12.2.1 Vrozená („nespecifická“) imunita | 202

12.2.2 Adaptivní (specifická) imunita | 205

12.2.2.1 B-lymfocyty a specifická protilátková imunita | 205

12.2.2.2 T-lymfocyty a specifická buněčná imunita | 208

12.2.3 Zánět | 212

12.2.3.1 Akutní zánět | 212

12.2.3.2 Chronický zánět a patologická zánětlivá reakce | 213

12.3 Fylogeneze imunitních systémů | 214

12.3.1 Bezobratlí | 214

12.3.2 Obratlovci | 215

III

218–278

13 Tělní tekutiny | 218

Ivana Felnerová

13.1 Dýchací barviva v tělních tekutinách | 218

13.2 Tělní tekutiny bezobratlých | 219

13.3 Tělní tekutiny obratlovců | 221

13.3.1 Krev | 221

13.3.1.1 Krvetvorba (hemopoéza, hematopoéza) | 222

13.3.1.2 Červené krvinky – erytrocyty | 223

13.3.1.3 Antigenní systém erytrocytů (krevní skupiny) | 224

13.3.1.4 Bílé krvinky – leukocyty | 226

13.3.1.5 Krevní destičky – trombocyty | 229

13.3.1.6 Hemostáza | 230

13.3.2 Tkáňový mok | 235

13.3.3 Míza (lymfa) | 235

13.3.4 Mozkomíšní mok (cerebrospinalní tekutina, liquor) | 236

13.3.5 Synoviální tekutina kloubů | 236

13.3.6 Perilymfa | 236

13.3.7 Endolymfa | 237

14 Kardiovaskulární systém | 239*Ivana Felnerová***14.1 Obecné aspekty oběhového systému | 239**

14.1.1 Kapilární systém | 239

14.1.2 Krevní tlak a tepová frekvence | 240

14.1.3 Řízení srdeční činnosti | 241

14.1.4 Anatomické adaptace cévního systému | 242

14.2 Srovnávací fyziologie kardiovaskulárního systému | 242

14.2.1 Otevřené cévní soustavy bezobratlých | 243

14.2.1.1 Měkkýši (*Mollusca*) | 24314.2.1.2 Členovci (*Arthropoda*) | 24414.2.1.3 Ostnokožci (*Echinodermata*) | 245

14.2.2 Uzavřené cévní soustavy bezobratlých | 245

14.2.2.1 Kroužkovci (*Annelida*) | 246

14.2.3 Uzavřené cévní systémy obratlovců | 246

14.2.3.1 Primárně vodní obratlovci (paryby, ryby, dvojdyšní) | 247

14.2.3.2 Obojživelníci | 248

14.2.3.3 Želvy, šupinatí a krokodýli | 249

14.2.3.4 Ptáci (*Aves*) | 249

14.2.3.5 Savci | 252

15 Dýchací soustava | 258*Ivana Felnerová***15.1 Dýchací barviva | 260****15.2 Voda jako zdroj kyslíku – dýchání ve vodním prostředí | 261**

15.2.1 Bezobratlí využívající kyslík z vody | 262

15.2.2 Strunatci využívající kyslík z vody | 264

15.3 Vzduch jako zdroj kyslíku – dýchání v suchozemském prostředí | 267

15.3.1 Bezobratlí dýchající vzdušný kyslík | 267

15.3.2 Obratlovci dýchající vzdušný kyslík | 270

15.3.2.1 Obojživelníci | 271

15.3.2.2 Želvy, šupinatí a krokodýli | 272

15.3.2.3 Ptáci | 272

15.3.2.4 Savci | 274

16 Obecná enzymologie | 279*Ivana Felnerová***16.1 Kofaktory | 279****16.2 Třídy a názvosloví enzymů | 280****16.3 Mechanismus enzymové katalýzy | 281****16.4 Enzymová kinetika | 281****16.5 Regulace enzymové katalýzy | 282****16.6 Význam enzymů | 284****17 Metabolismus | 286***Jiří Bezdíček***17.1 Úvod | 286****17.2 Cíl metabolismu | 286**

17.2.1 Exergonické a endergonické reakce | 286

17.2.2 ATP (adenosintrifosfát) | 286

17.3 Enzymy a jejich uplatnění při metabolismu | 287

17.3.1 Aktivační energie enzymu | 288

IV

279–345

IV

17.3.2 Regulace enzymatické aktivity | 288

17.4 Buněčné dýchání | 289

17.4.1 Oxidace a redukce při buněčném dýchání | 289

17.4.2 Molekuly přenášející elektrony a chemické skupiny | 290

17.4.3 Části buněčného dýchání | 290

17.4.3.1 Glykolýza | 290

17.4.3.2 Krebsův cyklus | 292

17.4.3.3 Dýchací řetězec a oxidační fosforylace | 293

17.4.3.4 Energetická bilance buněčného dýchání | 294

17.4.4 Výroba ATP bez kyslíku | 294

17.4.5 Katabolismus lipidů a proteinů | 294

17.5 Výroba energie při různě intenzivní svalové práci | 295

17.6 Metabolismus u ektotermních a endotermních živočichů | 296

18 Trávení a vstřebávání | 299

Jiří Bezdíček

18.1 Úvod | 299

18.2 Cíl trávení | 299

18.3 Trávení nitrobuněčné (intracelulární) | 299

18.4 Trávení smíšené | 299

18.5 Trávení mimobuněčné (extracelulární) | 299

18.5.1 Trávicí soustava bezobratlých | 299

18.5.2 Trávicí soustava obratlovců | 300

18.5.2.1 Trávení u ptáků | 301

18.5.2.2 Trávení u ryb | 301

18.5.2.3 Trávení u savců | 302

18.5.2.4 Zpracování potravy u přežvýkavců | 307

18.6 Shrnutí enzymatického trávení | 309

18.7 Vstřebávání živin | 310

18.7.1 Membránový transport živin v tenkém střevě | 311

18.8 Regulace trávicí soustavy | 312

18.9 Zajímaví potravní specialisté | 312

19 Termoregulace | 315

Jiří Bezdíček

19.1 Termoregulace | 315

19.1.1 Rozdělení živočichů podle zdroje tepla a kolísání teploty těla | 315

19.2 Mechanismy termoregulace | 315

19.2.1 Výměna tepla s okolím; kondukce, konvekce, radiace, evaporace | 316

19.3 Produkce tepla a jeho regulace v organismu obratlovců | 318

19.3.1 Zabránění teplotním ztrátám u obratlovců | 319

19.3.2 Překonání nepříznivého období u obratlovců hypotermií | 321

19.4 Termoregulace a teplota těla u bezobratlých | 322

20 Tělní pokryv | 325

Jiří Bezdíček

20.1 Stavba kůže | 325

20.2 Kožní žlázy | 326

20.3 Kožní útvary | 326

20.4 Kůže a kožní útvary u vybraných druhů zvířat | 327

20.5 Celkové shrnutí významu kůže | 328

21 Exkrece a osmoregulace | 331

Jiří Bezdíček

21.1 Zajištění hospodaření s vodou a solemi u mořských a sladkovodních ryb | 331

21.2 Hospodaření s vodou u mořských ptáků | 332

21.3 Odstranění amoniaku u živočichů | 332

21.4 Odstranění odpadních látek metabolismu a toxických látek | 333

21.4.1 Odstranění odpadních látek u bezobratlých | 333

21.4.2 Odstranění odpadních látek u obratlovců | 334

21.5 Močová soustava savců | 334

21.5.1 Ledviny | 334

21.5.2 Nefron | 335

21.5.3 Tvorba moči | 336

21.5.4 Vývodné cesty močové | 339

21.6 Regulace funkce ledvin a jejich endokrinní produkce | 340

21.7 Význam ledvin pro udržení acidobazické rovnováhy organismu | 342

21.8 Shrnutí vylučovací a regulační funkce ledvin | 343

22 Opěrné soustavy živočichů – kostra | 346

Ivana Felnerová

22.1 Kostra bezobratlých | 346

22.2 Kostra strunatců | 346

22.3 Kost | 347

22.3.1 Stavba dlouhé kosti | 348

22.3.2 Stavba ploché a krátké kosti | 348

22.3.3 Typy kostní tkáně | 349

22.3.4 Vznik a vývoj kostní (osteogeneze) | 351

23 Svalová soustava a pohyb | 355

Ivana Felnerová

23.1 Molekulární podstata pohybu | 355

23.1.1 Cytoskelet | 355

23.1.2 Molekulární motory | 355

23.2 Svalová tkáň – základní anatomicko-funkční jednotka | 357

23.2.1 Fyziologie příčně pruhovaných svalů | 357

23.2.1.1 Stavba svalového vlákna (buňky) | 358

23.2.1.2 Molekulární princip fungování příčně pruhovaných svalů | 360

23.2.1.3 Energetické zdroje pro svalovou kontrakci | 364

23.2.1.4 Regulace napětí příčně pruhovaných svalů | 365

23.2.2 Fyziologie hladkých svalů | 366

23.2.2.1 Stavba buňky hladké svaloviny | 366

23.2.2.2 Princip fungování hladkých svalů | 367

23.2.3 Srdeční svalovina | 370

23.3 Svaly a formy pohybu u bezobratlých | 371

23.3.1 Pohyb jednobuněčných živočichů | 371

23.3.2 Svaly a pohyb mnohobuněčných bezobratlých živočichů | 373



346-375

24 Fyziologie rozmnožování živočichů | 376*Jiří Bezdíček***24.1 Úvod, obecné rozdělení způsobu rozmnožování | 376****24.2 Nepohlavní rozmnožování živočichů (asexuální) | 376**

24.2.1 Nepohlavní rozmnožování živočichů dělením, pučením, fragmentací | 377

24.2.2 Pohlavní rozmnožování živočichů | 377

24.2.2.1 Samčí pohlavní soustava | 378

24.2.2.2 Samičí pohlavní soustava | 378

24.2.2.3 Oogeneze a spermatogeneze | 379

24.2.2.4 Rozmnožovací a ovulační cykly | 381

24.2.2.5 Hormonální řízení reprodukce | 382

24.2.2.6 Vývoj vajíčka před ovulací a ovulace | 383

24.2.2.7 Oplození (fertilizace) | 383

24.2.2.8 Embryogeneze | 385

24.2.2.9 Organogeneze | 387

24.2.2.10 Délka gravidity u savců | 387

24.3 Reprodukční strategie u vybraných živočišných druhů | 38824.3.1 Reprodukce u členovců (*Arthropoda*) | 388

24.3.2 Reprodukce u paryb | 389

24.3.3 Reprodukce u paprskoploutvých (*Actinopterygi*) | 389

24.3.4 Reprodukce u obojživelníků | 390

24.3.5 Reprodukce u krokodýlů, želv, krajt a dalších | 390

24.3.6 Reprodukce u ptáků (*Aves*) | 39124.3.7 Reprodukce u savců (*Mammalia*) | 392

24.3.8 Reprodukce u kytovců | 393

24.4 Specifické rozmnožovací strategie | 394

24.4.1 Partenogeneze | 394

24.4.2 Hermafroditismus | 394

24.4.3 Metogeneze (rodozměna) | 395

25 Základy etologie živočichů | 397*Jiří Bezdíček***25.1 Zakladatelé etologie zvířat | 397****25.2 Etologie a fyziologie chování zvířat | 397**

25.2.1 Fitness (biologická zdatnost) | 397

25.2.2 Altruismus a biologická zdatnost | 399

25.2.3 Inkluzivní a exkluzivní fitness | 399

25.2.4 Imprinting (vtištění) | 400

25.2.5 Uplatnění hormonů při různém chování (projevu) zvířat | 400

Seznam použitých zkratk | 402**Literatura | 404**