

## OBSAH

Predhovor .....	13
<b>1. Štruktúra, vlastnosti a biologické funkcie prírodných látok .....</b>	<b>23</b>
1.1. Sacharidy .....	23
1.1.1. Monosacharidy .....	23
1.1.1.1. Konfigurácia a konformácia – D-cyklická štruktúra monosacharidov .....	25
1.1.1.2. Biologicky významné monosacharidy .....	28
1.1.1.3. Biochemické reakcie monosacharidov .....	29
1.1.1.4. Étery monosacharidov – homoglykozidy a heteroglykozidy .....	31
1.1.1.5. Estery monosacharidov .....	32
1.1.1.6. Ďalšie biologicky významné deriváty sacharidov .....	33
1.1.2. Oligosacharidy .....	34
1.1.3. Polysacharidy .....	35
1.1.3.1. Homopolysacharidy .....	36
1.1.3.2. Heteropolysacharidy .....	39
1.2. Lipidy .....	47
1.2.1. Jednoduché – nehydrolyzovateľné lipidy .....	48
1.2.2. Hydrolyzovateľné lipidy – tzv. neutrálne lipidy – acylglyceroly .....	53
1.2.3. Zložené lipidy – tzv. polárne lipidy .....	57
1.2.4. Odvođené lipidy (izoprenoidové lipidy) .....	63
1.3. Aminokyseliny, peptidy a bielkoviny .....	71
1.3.1. Aminokyseliny a ich rozdelenie .....	72
1.3.2. Peptidy .....	78
1.3.3. Bielkoviny .....	81
1.3.4. Vzťah medzi štruktúrou a vlastnosťami bielkovín .....	85
1.4. Nukleotidy a nukleové kyseliny .....	89
1.4.1. Dusíkaté zásady .....	90
1.4.2. Nukleozidy a nukleotidy .....	91
1.4.3. Deoxiribonukleová kyselina (DNA) .....	94
1.4.4. Ribonukleové kyseliny (RNA) .....	98
<b>2. Biochémia bunky .....</b>	<b>107</b>
2.1. Bunka a subcelulárna lokalizácia biochemických procesov .....	107
2.1.1. Význam topochemických údajov .....	107
2.1.2. Jednotlivé súčasti bunky .....	108
2.1.3. Cytoskeletová sústava .....	115
2.1.4. Cytosól .....	118
2.1.5. Markery organel bunky .....	118
2.2. Bunkové prostredie, vodné roztoky, reakcie .....	119
2.2.1. Nekovalentné sily .....	119
2.2.2. Vlastnosti vodných roztokov .....	120
2.2.3. Chemické reakcie vo vodných roztokoch .....	121

2.2.4. Koloidné roztoky .....	128
2.3. Štruktúra membrán, transport látok cez membrány .....	132
2.3.1. Štruktúra membrán .....	132
2.3.2. Membránový transport .....	137
<b>3. Enzýmy .....</b>	<b>147</b>
3.1. Všeobecná charakteristika enzýmov, ich štruktúra a klasifikácia .....	147
3.1.1. Vlastnosti enzýmov .....	147
3.1.2. Základy termodynamiky enzýmových reakcií .....	147
3.1.3. Usporiadanie enzýmovej molekuly .....	149
3.1.4. Katalytická aktivita .....	151
3.1.5. Koenzýmy .....	151
3.1.5.1. Koenzýmy oxidačno-redukčných reakcií .....	153
3.1.5.2. Koenzýmy prenášajúce skupiny atómov .....	155
3.1.6. Názvoslovie a klasifikácia enzýmov .....	158
3.2. Kinetika enzýmových reakcií .....	159
3.2.1. Závislosť rýchlosti enzýmovej reakcie od koncentrácie substrátu .....	160
3.2.1.1. Rýchlosť jednosubstrátových reakcií .....	160
3.2.1.2. Rýchlosť viacsubstrátových reakcií .....	161
3.2.2. Vplyv teploty na aktivitu enzýmu .....	162
3.2.3. Vplyv pH na aktivitu enzýmu .....	163
3.2.4. Vplyv iónovej sily a oxidoredukčného potenciálu na aktivitu enzýmov .....	164
3.2.5. Vplyv inhibítorov na aktivitu enzýmov .....	164
3.2.5.1. Ireverzibilná inhibícia enzýmov .....	164
3.2.5.2. Reverzibilná inhibícia enzýmov .....	165
3.2.6. Typy enzýmovej katalýzy .....	168
3.3. Regulácia aktivity enzýmov .....	168
3.3.1. Kompartimentácia enzýmových reakcií .....	168
3.3.2. Zmena aktivity enzýmu v dôsledku zmeny absolútneho množstva enzýmu .....	169
3.3.3. Zmena aktivity enzýmu bez zmeny celkového množstva enzýmu .....	170
3.3.3.1. Regulácia modifikáciou enzýmovej molekuly .....	170
3.3.3.2. Regulácia enzýmovej aktivity alosterickými efektormi .....	171
3.4. Využitie enzýmov v medicíne .....	174
3.4.1. Využitie enzýmov v klinicko-biochemickej diagnostike .....	174
3.4.1.1. Využitie stanovenia enzýmov v krvnej plazme .....	174
3.4.1.2. Aktivity enzýmov v iných biologických tekutinách .....	177
3.4.2. Využitie enzýmov pri stanovení koncentrácie metabolitov a aktivity enzýmov .....	178
3.4.3. Využitie enzýmov v terapii .....	178
3.4.3.1. Substitúcia a posilnenie účinku telu vlastných enzýmov .....	178
3.4.3.2. Enzýmy ako cieľová štruktúra pôsobenia farmák .....	178
3.4.3.3. Využitie enzýmov pri individuálnom nastavení pacienta na liečbu .....	179
<b>4. Metabolizmus .....</b>	<b>181</b>
4.1. Energetika bunky, termodynamika, biologické oxidácie .....	181
4.1.1. Intermediárny metabolizmus .....	181
4.1.2. Základy biologických oxidácií .....	182
4.1.3. Spôsoby oxidácie látok .....	185
4.1.4. Oxidoredukčné systémy, redoxný potenciál .....	185
4.1.5. Energetika oxidoredukčných reakcií .....	186
4.1.6. Makroergické zlúčeniny .....	187
4.1.7. Enzýmy oxidoredukčných reakcií .....	189
4.1.8. Koenzýmy oxidoredukčných enzýmov .....	191
4.1.9. Tvorba ATP v živých systémoch .....	193
4.1.10. Tvorba ATP v mitochondriách .....	194

4.1.11. Prenos redukovaných ekvivalentov do mitochondrie .....	204
4.2. Citrátový cyklus .....	205
4.2.1. Tvorba acetylkoenzýmu A .....	206
4.2.2. Tvorba acetylkoenzýmu A z pyruvátu .....	207
4.2.3. Reakcie citrátového cyklu .....	210
4.3. Metabolizmus sacharidov .....	214
4.3.1. Význam sacharidov, ich trávenie, resorpcia a transport .....	214
4.3.2. Prehľad metabolizmu glukózy .....	215
4.3.3. Metabolizmus glykogénu .....	216
4.3.4. Glykolýza .....	224
4.3.5. Glukoneogenéza .....	234
4.3.6. Pentózafosfátový cyklus .....	239
4.3.7. Metabolizmus fruktózy .....	242
4.3.8. Metabolizmus galaktózy .....	244
4.3.9. Metabolizmus urónových kyselín .....	246
4.3.10. Biosyntéza aminosacharidov .....	246
4.4. Metabolizmus lipidov a steroidov .....	249
4.4.1. Biosyntéza lipidov .....	249
4.4.2. Biosyntéza a degradácia triacylglycerolov .....	256
4.4.3. Katabolizmus mastných kyselín .....	259
4.4.4. Metabolizmus ketolátok .....	266
4.4.5. Metabolizmus zložených lipidov .....	268
4.4.6. Metabolizmus steroidov .....	275
4.4.7. Metabolizmus eikozanoidov .....	282
4.4.8. Trávenie, resorpcia lipidov a metabolizmus lipoproteínov .....	285
4.5. Metabolizmus aminokyselín a bielkovín .....	292
4.5.1. Postavenie bielkovín a aminokyselín v metabolizme .....	292
4.5.2. Štiepenie bielkovín a peptidov v tráviacom systéme .....	294
4.5.2.1. Proteolytické enzýmy .....	294
4.5.2.2. Resorpcia aminokyselín a ich transport krvou .....	297
4.5.3. Všeobecný metabolizmus aminokyselín .....	299
4.5.3.1. Transaminácia aminokyselín .....	299
4.5.3.2. Dekarboxylácia aminokyselín, biogénne amíny .....	302
4.5.3.3. Oxidačná deaminácia aminokyselín .....	303
4.5.3.4. Transport a detoxikácia amoniaku .....	304
4.5.3.5. Tvorba močoviny (ureosyntéza) .....	306
4.5.4. Metabolizmus uhlíkovej kostry aminokyselín .....	309
4.5.5. Metabolizmus jednotlivých aminokyselín .....	311
4.5.5.1. Metabolizmus glycínu .....	311
4.5.5.2. Metabolizmus serínu .....	315
4.5.5.3. Metabolizmus alanínu .....	316
4.5.5.4. Metabolizmus treonínu .....	316
4.5.5.5. Metabolizmus metionínu .....	318
4.5.5.6. Metabolizmus cysteínu .....	319
4.5.5.7. Metabolizmus histidínu .....	321
4.5.5.8. Metabolizmus fenylalanínu a tyrozínu .....	322
4.5.5.9. Metabolizmus valínu, leucínu a izoleucínu .....	327
4.5.5.10. Metabolizmus lyzínu .....	329
4.5.5.11. Metabolizmus kyseliny glutámovej a glutamínu .....	330
4.5.5.12. Metabolizmus kyseliny asparágovej a asparagínu .....	332
4.5.5.13. Metabolizmus arginínu a prolínu .....	334
4.5.5.14. Metabolizmus hydroxyprolínu .....	335
4.5.5.15. Metabolizmus tryptofánu .....	335
4.5.6. Transport a interorgánová výmena aminokyselín .....	338

4.6. Metabolizmus nukleotidov .....	343
4.6.1. Biosyntéza purínových a pyrimidínových nukleotidov .....	345
4.6.2. Biosyntéza nukleotidových koenzýmov .....	355
4.6.3. Odbúranie purínových a pyrimidínových nukleotidov .....	359
4.6.4. Záchranné reakcie (recyklačné reakcie) .....	364
4.7. Metabolizmus tetrapyrolov .....	366
4.8. Vzájomné prepojenie metabolických procesov pri niektorých fyziologických a patologických stavoch organizmu .....	372
4.8.1. Všeobecné princípy regulácie .....	372
4.8.2. Význam acetylkoenzýmu A v metabolizme .....	374
4.8.3. Vzájomné vzťahy metabolizmu substrátov .....	376
4.8.4. Postprandiálny stav – metabolizmus živín po prijme potravy (resorpčná fáza) .....	378
4.8.5. Postresorpčný stav – metabolizmus živín nalačno .....	379
4.8.6. Stav hladovania .....	380
4.8.7. Obezita .....	382
4.8.8. Metabolizmus pri fyzickej záťaži .....	383
4.8.9. Tehotnosť .....	384
4.8.10. Laktácia .....	384
4.8.11. Zmeny metabolizmu pri poškodení tkanív a stresovej odpovedi .....	385
<b>5. Princípy regulácie živých systémov .....</b>	<b>387</b>
5.1. Všeobecné princípy regulácie .....	387
5.1.1. Ovplyvnenie metabolických dráh .....	387
5.1.2. Ovplyvnenie citlivosti receptorov .....	389
5.2. Prenos signálu do bunky .....	390
5.2.1. Prenos signálu hydrofóbnymi signálnymi molekulami .....	391
5.2.2. Prenos signálu hydrofilnými signálnymi molekulami .....	393
5.2.3. Oxid dusnatý ako špecifická signálna molekula .....	401
5.3. Hormóny a neurotransmitery .....	406
5.3.1. Biochemická štruktúra hormónov a ich hlavné funkcie .....	409
5.3.2. Metabolizmus hormónov .....	409
5.3.2.1. Biosyntéza a uvoľnenie hormónov .....	409
5.3.2.2. Transport a inaktivácia hormónov .....	410
5.4. Charakteristika hormónov regulujúcich metabolizmus .....	412
5.4.1. Hormóny pankreasu .....	412
5.4.1.1. Inzulín .....	412
5.4.1.2. Glukagón .....	419
5.4.2. Hormóny drene nadobličky – katecholamíny .....	421
5.4.2.1. Biosyntéza katecholamínov .....	421
5.4.2.2. Sekrécia a metabolizmus katecholamínov .....	421
5.4.2.3. Mechanizmus účinku katecholamínov .....	423
5.4.2.4. Fyziologický význam katecholamínov .....	426
5.4.3. Hormón prištítnej žľazy – parathormón .....	427
5.4.4. Hormóny hypotalamo-hypofýzového systému .....	427
5.4.4.1. Účasť hypotalamo-hypofýzového systému na regulácii vylučovania hormónov .....	427
5.4.5. Rastový hormón .....	429
5.4.6. Prolaktín .....	430
5.4.7. Hormóny štítnej žľazy .....	430
5.4.8. Steroidové hormóny .....	432
5.4.8.1. Pohlavné hormóny .....	432
5.4.8.2. Hormóny kôry nadobličky .....	436
5.4.8.3. Hormóny neurohypofýzy .....	440

<b>6. Biochemické základy uchovávania a prenosu genetickej informácie</b> .....	441
6.1. Štruktúra a organizácia genómu .....	442
6.1.1. Štruktúra a organizácia prokaryotického genómu .....	442
6.1.2. Štruktúra a organizácia eukaryotického genómu .....	443
6.1.3. Usporiadanie genetického materiálu v DNA .....	445
6.1.4. Mimojadrové formy DNA .....	449
6.2. Biosyntéza DNA (replikácia) .....	449
6.2.1. Biosyntéza DNA v bunkách baktérií .....	450
6.2.2. Replikácia DNA v eukaryotických bunkách .....	457
6.2.3. Opravy DNA .....	461
6.2.4. Inhibitory syntézy DNA .....	465
6.3. Transkripcia .....	465
6.3.1. Iniciácia, elongácia a terminácia transkripcie .....	468
6.3.2. Syntéza rRNA .....	471
6.3.3. Syntéza tRNA .....	473
6.3.4. Syntéza mRNA .....	473
6.3.5. Syntéza miRNA .....	477
6.3.6. Posttranskripčné úpravy v prokaryotoch .....	478
6.3.7. Inhibitory transkripcie a posttranskripčných procesov .....	478
6.3.8. Reverzná transkripcia .....	479
6.4. Translácia mRNA – syntéza bielkovín .....	480
6.4.1. Kolinearita DNA a bielkovín, genetický kód .....	481
6.4.2. Proteosyntéza ako výsledný stupeň expície génov .....	483
6.4.3. Proteosyntéza v eukaryotických bunkách .....	485
6.4.4. Proteosyntéza v prokaryotických bunkách .....	489
6.4.5. Proteosyntéza v mitochondriách .....	493
6.4.6. Kotranslačná a posttranslačná modifikácia bielkovín .....	493
6.4.7. Skladanie bielkovín .....	495
6.4.8. Syntéza sekrečných a membránových bielkovín .....	497
6.4.9. Cielená distribúcia novosyntetizovaných bielkovín (targeting) .....	498
6.4.10. Inhibícia proteosyntézy exogénnymi látkami .....	501
6.4.11. Poruchy proteosyntézy .....	511
6.4.12. Mutácie génov a ich vplyv na proteosyntézu .....	502
6.5. Regulácia expície génov v eukaryotických bunkách .....	505
6.5.1. Úroveň DNA a transkripcie .....	506
6.5.2. Dozrievanie mRNA .....	512
6.5.3. Transport mRNA z jadra a jej lokalizácia v cytoplazme .....	513
6.5.4. Stabilita mRNA .....	514
6.5.5. Regulácia na translačnej úrovni .....	515
6.5.6. Posttranslačné modifikácie a kontrola aktivity bielkovín .....	516
6.6. Využitie techník rekombinantnej DNA v medicíne .....	519
6.6.1. Restričné endonukleázy .....	519
6.6.2. Knižnice DNA .....	520
6.6.3. Techniky identifikácie sekvencií DNA .....	521
6.6.4. Techniky množenia DNA .....	525
6.7. Využitie techník rekombinantnej DNA v diagnostike .....	529
6.8. Využitie techník rekombinantnej DNA pri liečbe humánnych ochorení .....	533
6.9. Využitie techník rekombinantnej DNA v experimentálnej medicíne .....	535
<b>7. Funkčná biochémia</b> .....	539
7.1. Biochémia krvi a krvných elementov .....	539
7.1.1. Prehľad funkcií krvi.....	539
7.1.2. Chemické zloženie krvi .....	539

7.1.2.1. Bielkoviny krvnej plazmy a séra .....	539
7.1.2.2. Nízkomolekulové organické súčasti krvnej plazmy .....	544
7.1.3. Tetrapyrolové farbivá ľudskej krvi a tkanív .....	546
7.1.4. Metabolizmus morfológických súčastí krvi .....	559
7.1.5. Zrážanie krvi .....	562
7.1.6. Zloženie niektorých telových tekutín v porovnaní s krvnou plazmou .....	570
7.2. Biochémia vnútorného prostredia, acidobázická rovnováha, minerály a stopové prvky ..	571
7.2.1. Udržiavanie fyziologického pH v organizme .....	571
7.2.2. Regulačné systémy .....	572
7.2.3. Poruchy acidobázickej rovnováhy .....	575
7.2.4. Metabolická acidóza .....	577
7.2.5. Metabolická alkalóza .....	580
7.2.6. Respiračná acidóza .....	580
7.2.7. Respiračná alkalóza .....	581
7.2.8. Vnútorné prostredie, voda a ióny .....	583
7.2.8.1. Funkcia vody, sodíka, draslíka a chloridov .....	584
7.2.8.2. Funkcia a regulácia vápnika, fosforu a horčíka .....	587
7.2.8.3. Metabolizmus stopových prvkov .....	590
7.3. Biochémia pečene .....	594
7.3.1. Štruktúra pečene .....	594
7.3.2. Funkcie pečene .....	594
7.4. Biochémia obličky .....	600
7.4.1. Stavba a metabolizmus obličky .....	600
7.4.2. Využitie stanovenia kreatinínu na hodnotenie funkcie obličiek .....	601
7.4.3. Využitie stanovenia močoviny na posúdenie funkcie obličiek .....	603
7.4.4. Ďalšie funkcie obličiek .....	605
7.4.5. Význam hodnotenia nálezov niektorých metabolitov v moči .....	606
7.5. Biochémia svalového tkaniva .....	609
7.5.1. Molekulový mechanizmus kontrakčno-relaxačného cyklu kostrových svalov .....	613
7.5.2. Srdcový kontrakčno-relaxačný cyklus .....	616
7.5.3. Kontrakčno-relaxačný cyklus hladkého svalu .....	617
7.5.4. Anaeróbne pracujúce svaly – rýchle a intenzívne cvičenie .....	621
7.5.5. Aeróbne pracujúce svaly – dlhšie trvajúce cvičenie .....	622
7.6. Spojivové tkanivo .....	625
7.6.1. Druhy spojivového tkaniva .....	625
7.6.2. Bunky spojivového tkaniva .....	627
7.6.3. Medzibunková hmota spojivového tkaniva .....	628
7.6.4. Medzivláknová hmota spojivových tkanív .....	636
7.6.5. Bazálne membrány .....	641
7.7. Metabolizmus tvrdých tkanív .....	642
7.7.1. Zloženie minerálnej zložky kostí a zubov .....	642
7.7.2. Zloženie organickej zložky kostí a zubov .....	643
7.7.3. Regulácia koncentrácie $Ca^{2+}$ a fosforečnanov v organizme .....	644
7.7.4. Mineralizácia kostného tkaniva .....	645
7.8. Biochémia nervového tkaniva .....	645
7.8.1. Akčný potenciál .....	646
7.8.2. Synaptický prenos .....	647
7.8.3. Neurogenéza a nervová plasticita .....	648
7.8.4. Centrálné neurotransmitery .....	650
7.8.5. Biochémia pamäti .....	656
7.9. Biochémia kože .....	657
7.9.1. Stavba a metabolizmus kože .....	657
7.9.2. Funkcie kože .....	658
7.9.3. Kožné adnexe .....	660

7.10. Biochémia oka a videnia .....	663
7.10.1. Štruktúra oka .....	663
7.11. Biochémia gastrointestinálneho systému .....	668
7.11.1. Štruktúry gastrointestinálneho systému a ich účasť na trávení živín .....	669
7.11.2. Trávenie jednotlivých zložiek potravy v tráviacom systéme .....	673
7.12. Vitamíny a ich úloha v metabolických a funkčných procesoch .....	680
7.12.1. Vitamíny rozpustné vo vode .....	680
7.12.2. Vitamíny rozpustné v tukoch .....	693
<b>8. Špeciálna časť .....</b>	<b>701</b>
8.1. Xenobiochémia .....	701
8.1.1. Xenobiotiká – cudzorodé látky .....	701
8.1.1.1. Resorpcia, väzba, ukladanie a eliminácia xenobiotík .....	701
8.1.1.2. Metabolizmus xenobiotík .....	701
8.1.1.3. Biotransformačné reakcie – prvá fáza metabolizmu xenobiotík .....	703
8.1.1.4. Konjugácia – druhá fáza biotransformačných reakcií .....	710
8.2. Voľné radikály a iné reaktívne formy kyslíka a dusíka .....	715
8.2.1. Charakteristika voľných radikálov .....	715
8.2.2. Vznik a premeny voľných radikálov v organizme .....	716
8.2.3. Oxidačné poškodenia lipidov, bielkovín a nukleových kyselín .....	719
8.2.4. Antioxidanty .....	723
8.2.5. Reaktívne formy kyslíka a dusíka a bunková signalizácia .....	727
8.2.6. Reaktívne formy kyslíka a dusíka, choroby a starnutie .....	727
8.3. Biochémia apoptózy a nekrózy .....	729
8.3.1. Morfológické charakteristiky apoptózy a nekrózy .....	729
8.3.2. Hlavné dráhy apoptózy .....	729
8.3.3. Biochémia nekrózy .....	731
8.4. Karcinogenéza .....	732
8.4.1. Charakteristika malígnych buniek .....	733
8.4.2. Metabolizmus malígnych buniek .....	736
8.4.3. Príčiny malignej transformácie .....	736
8.4.4. Nádorové markery .....	738
<b>9. Biochémia a patobiochémia ústnej dutiny .....</b>	<b>739</b>
9.1. Ústna dutina .....	739
9.1.1. Chuť .....	740
9.2. Metabolizmus vápnika a regulácia kalcémie .....	741
9.3. Tvrdé tkanivá ústnej dutiny a mineralizácia .....	743
9.3.1. Kosť .....	744
9.3.2. Zuby .....	745
9.3.3. Mineralizácia tkaniva .....	747
9.4. Biochémia tvorby a sekrécie slín .....	748
9.4.1. Zloženie slín a ich funkcia, slinný kameň .....	749
9.5. Mikróbný zubný povlak .....	753
9.6. Biochémia zubného kazu a prevencia kariogenézy .....	755
9.7. Patobiochémia zápalových ochorení parodontia .....	759
9.7.1. Fagocytárna koncepcia patogenézy parodontopatií .....	760
9.7.2. Farmakobiochémia antibiotickej terapie parodontopatií .....	762
9.8. Orálna karcinogenéza a biochémia účinku cytostatík .....	763
9.9. Ústna dutina pri rôznych stavoch organizmu .....	765
<b>10. Základy klinickej biochémie .....</b>	<b>767</b>
10.1. Klinická biochémia a jej úlohy .....	767
10.2. Klinickobiochemické vyšetrenia a ich rozdelenie .....	768

---

10.2.1. Jednotlivé fázy klinickobiochemického vyšetrenia .....	769
10.2.1.1. Predanalytická fáza .....	769
10.2.1.2. Analytická fáza .....	773
10.2.1.3. Postanalytická fáza – interpretácia výsledkov .....	776
10.2.2. Referenčné hodnoty .....	780
10.3. Kontrola kvality laboratórneho vyšetrenia .....	782
10.3.1. Vnútoraná kontrola kvality .....	782
10.3.2. Vonkajšia kontrola kvality .....	782
Register .....	783