

# OBSAH

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>15</b>
1.1 Definice a vymezení předmětu bioorganická chemie .....	15
1.2 Cíle zkoumání v bioorganické chemii .....	15
<b>2 STRUKTURA BIOPOLYMERŮ</b> .....	<b>19</b>
2.1 Makromolekuly v živých systémech - biopolymery .....	19
2.2 Popis struktury biopolymerů .....	20
2.2.1 Kovalentní struktura biopolymerů ( <i>primární struktura</i> ) .....	21
2.2.2 Prostorová struktura biopolymerů ( <i>sekundární–kvartérní struktura</i> ) .....	22
2.3 Nevazebné interakce v živých systémech .....	24
<b>3 AMINOKYSELINY</b> .....	<b>27</b>
3.1 Kódované aminokyseliny .....	27
3.1.1 Přehled kódovaných aminokyselin .....	28
3.1.2 Dělení kódovaných aminokyselin .....	30
3.1.3 Specifické vlastnosti jednotlivých kódovaných aminokyselin .....	32
3.2 Vybrané nekódované aminokyseliny .....	35
3.3 Acidobazické vlastnosti aminokyselin .....	37
3.4 Příprava 2-aminokyselin (ve formě racemátu) .....	39
3.4.1 Příprava z 2-halogenkyselin (Gabriellova syntéza) .....	39
3.4.2 Příprava z derivátů kys. malonové .....	39
3.4.2.1 Ftalimidomalonátová syntéza .....	39
3.4.2.2 Galatova syntéza .....	40
3.4.2.3 Azidová metoda .....	40
3.4.3 Příprava z aldehydů .....	40
3.4.3.1 Streckerova syntéza .....	40
3.4.3.2 Azlaktonová syntéza .....	41
3.5 Příprava 2-aminokyselin v neracemické formě .....	41
3.5.1 Typy dělení racemické směsi .....	41
3.5.1.1 Dělení racemátu přes diastereoizomerní směs .....	42
3.5.1.2 Dělení racemátu biochemickými postupy .....	43
3.5.1.3 Dělení racemátu pomocí chirálních separačních metod .....	44
3.5.2 Příprava 2-aminokyselin asymetrickou syntézou .....	44
<b>4 PEPTIDY A POLYPEPTIDY</b> .....	<b>47</b>
4.1 Peptidová vazba .....	47
4.1.1 Konformace vazeb v peptidech .....	47

<b>4.2</b>	<b>Názvosloví a klasifikace peptidů .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3</b>	<b>Příklady biologicky významných peptidů .....</b>	<b>49</b>
4.3.1	Peptidové neurotransmitery .....	50
4.3.1.1	Endorfiny a Enkefaliny .....	50
4.3.2	Peptidové hormony .....	52
4.3.3	Peptidová antibiotika a toxické látky .....	53
<b>4.4</b>	<b>Syntéza peptidů .....</b>	<b>55</b>
4.4.1	Obecný postup (jednotlivé kroky) při syntéze peptidů .....	56
4.4.1.1	Příprava karboxylové komponenty – chránění aminové skupiny .....	56
4.4.1.2	Příprava aminové komponenty – chránění karboxylové skupiny .....	57
4.4.1.3	Chránění dalších reaktivních skupin na postranních řetězcích aminokyselin ....	57
4.4.1.4	Aktivace karboxylové skupiny AK s chráněnou aminovou skupinou .....	58
4.4.2	Způsob provedení syntézy peptidů .....	61
4.4.2.1	Syntéza v homogenním prostředí .....	61
4.4.2.2	Syntéza v heterogenním prostředí .....	62
<b>4.5</b>	<b>Proteiny .....</b>	<b>63</b>
4.5.1	Funkce proteinů .....	63
4.5.2	Klasifikace proteinů .....	64
4.5.3	Struktura proteinů .....	65
4.5.3.1	Primární struktura .....	65
4.5.3.2	Sekundární struktura .....	67
4.5.3.3	Terciární struktura .....	69
4.5.3.4	Kvartérní struktura .....	70
4.5.3.5	Denaturace proteinů .....	70
<b>5</b>	<b>MONOSACHARIDY A OLIGOSACHARIDY .....</b>	<b>71</b>
5.1	Definice .....	71
5.2	Přehled monosacharidů .....	71
5.3	Názvosloví a konfigurace monosacharidů .....	72
5.4	Stereochemické vzorce monosacharidů .....	74
5.5	Anomerie a mutarotace .....	75
5.6	Konformace monosacharidů .....	76
5.7	Reakce monosacharidů .....	77
5.7.1	Reakce na hydroxylových skupinách .....	77
5.7.2	Reakce na karbonylové skupině (s nukleofily) .....	78
5.7.3	Oxidace monosacharidů .....	79
5.7.4	Redukce monosacharidů .....	81
5.8	Přeměny monosacharidů .....	82
5.8.1	Výstavba monosacharidů .....	82
5.8.2	Odbourávání monosacharidů .....	83

5.8.3	Jiné přeměny monosacharidů .....	84
5.9	Glykosidy .....	84
5.9.1	Názvosloví glykosidů .....	84
5.9.2	Příprava glykosidů .....	85
5.9.3	Výskyt glykosidů .....	85
5.9.4	Glykosany .....	86
5.10	Oligosacharidy .....	86
5.10.1	Názvosloví oligosacharidů .....	87
5.10.1.1	Názvosloví redukujících oligosacharidů .....	87
5.10.1.2	Názvosloví neredukujících oligosacharidů .....	87
5.11	Vybrané disacharidy .....	88
5.11.1	Sacharosa .....	88
5.11.2	Trehalosa .....	89
5.11.3	Maltosa a Cellobiosa .....	90
5.11.4	Laktosa a Laktulosa .....	90
6	POLYSACHARIDY .....	91
6.1	Homopolysacharidy .....	91
6.1.1	Škrob (amylum) .....	91
6.1.2	Glykogen .....	92
6.1.3	Celulosa .....	93
6.1.3.1	Využití celulosy - buničina .....	94
6.1.3.2	Etherické deriváty celulosy .....	94
6.1.3.3	Esterové deriváty celulosy .....	95
6.1.3.4	Jiné deriváty celulosy .....	96
6.1.4	Inulin .....	97
6.1.5	Dextran .....	98
6.1.6	Chitin .....	98
6.2	Heteropolysacharidy .....	99
6.2.1	Glykosaminoglykany .....	99
6.2.1.1	Hyaluronová kyselina (HA) .....	99
6.2.1.2	Chondroitin-6-sulfát .....	100
6.2.1.3	Heparin .....	100
6.2.2	Jiné heteropolysacharidy .....	101
6.2.2.1	Agar .....	101
7	LIPIDY .....	103
7.1	Mastné kyseliny .....	104
7.1.1	Dělení mastných kyselin .....	104
7.1.2	Názvosloví a označování mastných kyselin .....	104
7.1.3	Biologický význam mastných kyselin .....	106

7.1.3.1	Nasyčené mastné kyseliny (SAFA) .....	107
7.1.3.2	Mononenasyčené mastné kyseliny (MUFA) .....	107
7.1.3.3	Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) řady n–6 .....	107
7.1.3.4	Polynenasycené mastné kyseliny (PUFA) řady n–3 .....	107
7.1.3.5	PUFA a MUFA s konfigurací <i>trans</i> .....	108
<b>7.2</b>	<b>Glyceridy .....</b>	<b>108</b>
7.2.1	Názvosloví glyceridů .....	108
7.2.2	Vlastnosti glyceridů .....	109
7.2.3	Reakce glyceridů .....	110
7.2.3.1	Oxidace na dvojně vazbě .....	110
7.2.3.2	Hydrogenace tuků .....	111
7.2.3.3	Pyrolýza glyceridů .....	111
7.2.3.4	Reesterifikace glyceridů – výroba Bionafty .....	112
7.2.3.5	Alkalická hydrolyza glyceridů – výroba mýdla .....	112
<b>7.3</b>	<b>Vosky .....</b>	<b>114</b>
<b>7.4</b>	<b>Složené lipidy .....</b>	<b>114</b>
7.4.1	Fosfolipidy .....	114
7.4.1.1	Glycerofosfolipidy .....	114
7.4.1.2	Sfingofosfolipidy .....	116
7.4.2	Glykolipidy .....	116
<b>7.5</b>	<b>Ikosanoidy .....</b>	<b>117</b>
<b>8</b>	<b>NUKLEOSIDY, NUKLEOTIDY A NUKLEOVÉ KYSELINY .....</b>	<b>119</b>
8.1	Nukleové báze .....	119
8.1.1	Přehled nejvýznamnějších nukleových bází .....	119
8.1.2	Struktura a fyzikálně-chemické vlastnosti .....	120
8.1.3	Příprava .....	121
8.1.4	Jiné deriváty purinu a pyrimidinu .....	123
8.1.4.1	Hypoxanthin, xanthin a jeho methylderiváty .....	123
8.1.4.2	Kyselina močová .....	124
8.1.4.3	Syntetické nukleové báze .....	124
8.2	Nukleosidy .....	125
8.2.1	Názvosloví .....	125
8.2.2	Vlastnosti .....	126
8.2.3	Nukleosidy jako léčiva .....	126
8.3	Nukleotidy .....	126
8.3.1	Přehled, názvosloví a vlastnosti .....	126
8.3.2	Nukleotidy s více jednotkami kys. fosforečné .....	127
8.3.3	Cyklické nukleotidy .....	128
8.3.4	Nukleotidy jako léčiva .....	128

8.3.5	Dinukleotidy .....	129
8.3.5.1	Pyridinové nukleotidy .....	129
8.3.5.2	Flavinové nukleotidy .....	130
8.3.5.3	Koenzym A (CoA).....	131
8.4	Nukleové kyseliny .....	132
8.4.1	DNA .....	132
8.4.1.1	Funkce DNA .....	132
8.4.1.2	Struktura DNA .....	132
8.4.2	RNA .....	134
8.4.2.1	Typy RNA .....	134
8.4.2.2	Struktura RNA .....	135
8.4.3	Syntéza oligonukleotidů .....	135
8.4.3.1	H-Fosfonátová metoda .....	136
8.4.3.2	Fosfodiesterová metoda .....	137
8.4.3.3	Fosfotriesterová metoda .....	138
8.4.3.4	Fosfitová metoda .....	139
8.4.3.5	Fosforamiditová metoda .....	140
9	ALKALOIDY .....	143
9.1	Definice .....	143
9.2	Vlastnosti .....	143
9.3	Biogeneze .....	144
9.4	Klasifikace alkaloidů .....	146
9.5	Alkaloidy fenylethylaminového typu .....	147
9.5.1	Meskalin .....	147
9.5.2	Efedrin a Pseudoefedrin .....	148
9.6	Pyrrolidinové alkaloidy .....	149
9.6.1	Nikotin .....	149
9.7	Tropanové alkaloidy .....	149
9.7.1	Atropin .....	150
9.7.2	Skopolamin .....	151
9.7.3	Kokain .....	151
9.8	Indolové alkaloidy .....	152
9.8.1	Psilocin a psilocybin .....	152
9.8.2	Bufotenin .....	152
9.8.3	Námelové alkaloidy .....	153
9.9	Chinolinové alkaloidy .....	155
9.9.1	Chinin .....	156
9.10	Isochinolinové alkaloidy .....	156
9.10.1	Papaverin .....	156

9.10.2 Narkotin .....	157
9.10.3 Morfin .....	158
9.10.4 Kodein .....	159
9.10.5 Heroin (diamorfin) .....	159
9.10.6 Berberin .....	160
9.10.7 Tubokurarin .....	160
9.11 Nebázické alkaloidy .....	161
9.11.1 Muskarin .....	161
9.11.2 Kolchicin .....	161
9.11.3 Kapsaicin .....	162
9.12 Příklady jiných alkaloidů .....	162
9.12.1 Akonitin .....	162
<b>10 TERPENY .....</b>	<b>163</b>
10.1 Struktura a biogeneze terpenů .....	163
10.1.1 Členění terpenů .....	164
10.1.2 Biogeneze terpenů .....	164
10.2 Vlastnosti a funkce terpenů .....	167
10.3 Monoterpeny .....	168
10.3.1 Acyklické uhlovodíky .....	168
10.3.2 Acyklické alkoholy .....	168
10.3.3 Acyklické aldehydy .....	169
10.3.4 Monocyklické uhlovodíky .....	170
10.3.5 Monocyklické alkoholy .....	171
10.3.6 Monocyklické karbonylové sloučeniny .....	173
10.3.7 Bicyklické monoterpeny .....	174
10.4 Seskviterpeny .....	177
10.5 Diterpeny .....	179
10.6 Triterpeny .....	180
10.7 Tetraterpeny .....	181
10.8 Polyterpeny .....	184
<b>11 STEROIDY .....</b>	<b>185</b>
11.1 Biogeneze steroidů .....	185
11.2 Struktura a číslování steranového systému .....	187
11.3 Nomenklatura alkylových derivátů steranu .....	188
11.4 Přehled významných tříd steroidů .....	189
11.5 Steroly .....	190
11.5.1 Cholesterol .....	190
11.5.2 Ergosterol .....	192

11.5.3 Fytosteroly .....	192
11.5.4 Deriváty fytosterolů .....	193
11.6 Žlučové kyseliny .....	194
11.7 Steroidní hormony .....	197
11.7.1 Kortikoidy .....	197
11.7.1.1 Glukokortikoidy .....	198
11.7.1.2 Mineralokortikoidy .....	199
11.7.2 Androgeny .....	200
11.7.2.1 Testosteron .....	201
11.7.2.2 Dihydrotestosteron .....	201
11.7.2.3 Dehydroepiandrosteron .....	202
11.7.2.4 Androsteron .....	202
11.7.2.5 Syntetické deriváty testosteronu .....	202
11.7.3 Estrogeny .....	203
11.7.3.1 Estradiol .....	203
11.7.3.2 Estron .....	204
11.7.3.3 Estriol .....	204
11.7.3.4 Fytoestrogeny a xenoestrogeny .....	204
11.7.4 Gestageny .....	205
11.7.4.1 Progesteron .....	205
<b>12 VITAMINY .....</b>	<b>207</b>
12.1 Přehled vitaminů a terminologie v chemii vitaminů .....	207
12.2 Vitaminy rozpustné v tucích .....	208
12.2.1 Vitamin A .....	209
12.2.1.1 Funkce vitaminu A .....	209
12.2.1.2 Výskyt vitaminu A .....	209
12.2.1.3 Doporučený denní příjem vitaminu A .....	210
12.2.1.4 Výroba vitaminu A .....	210
12.2.2 Vitamin D .....	210
12.2.2.1 Funkce vitaminu D .....	211
12.2.2.2 Výskyt vitaminu D .....	212
12.2.2.3 Doporučený denní příjem vitaminu D .....	213
12.2.2.4 Výroba vitaminu D .....	213
12.2.3 Vitamin E .....	214
12.2.3.1 Funkce vitaminu E .....	214
12.2.3.2 Výskyt vitaminu E .....	215
12.2.3.3 Doporučený denní příjem vitaminu E .....	215
12.2.3.4 Výroba vitaminu E .....	216
12.2.4 Vitamin K .....	216

12.2.4.1	Funkce vitamínu K .....	217
12.2.4.2	Výskyt vitamínu K .....	218
12.2.4.3	Doporučený denní příjem vitamínu K .....	218
12.2.4.4	Výroba vitamínu K .....	218
<b>12.3</b>	<b>Vitamíny rozpustné ve vodě .....</b>	<b>219</b>
<b>12.3.1</b>	<b>Vitamin B<sub>1</sub> .....</b>	<b>219</b>
12.3.1.1	Funkce vitamínu B <sub>1</sub> .....	219
12.3.1.2	Výskyt vitamínu B <sub>1</sub> .....	220
12.3.1.3	Doporučený denní příjem vitamínu B <sub>1</sub> .....	220
12.3.1.4	Výroba vitamínu B <sub>1</sub> .....	220
<b>12.3.2</b>	<b>Vitamin B<sub>2</sub> .....</b>	<b>220</b>
12.3.2.1	Funkce vitamínu B <sub>2</sub> .....	221
12.3.2.2	Výskyt vitamínu B <sub>2</sub> .....	221
12.3.2.3	Doporučený denní příjem vitamínu B <sub>2</sub> .....	221
12.3.2.4	Výroba vitamínu B <sub>2</sub> .....	221
<b>12.3.3</b>	<b>Vitamin B<sub>3</sub> .....</b>	<b>222</b>
12.3.3.1	Funkce vitamínu B <sub>3</sub> .....	222
12.3.3.2	Výskyt vitamínu B <sub>3</sub> .....	223
12.3.3.3	Doporučený denní příjem vitamínu B <sub>3</sub> .....	223
12.3.3.4	Výroba vitamínu B <sub>3</sub> .....	223
<b>12.3.4</b>	<b>Vitamin B<sub>5</sub> .....</b>	<b>224</b>
12.3.4.1	Funkce vitamínu B <sub>5</sub> .....	224
12.3.4.2	Výskyt vitamínu B <sub>5</sub> .....	224
12.3.4.3	Doporučený denní příjem vitamínu B <sub>5</sub> .....	224
12.3.4.4	Výroba vitamínu B <sub>5</sub> .....	225
<b>12.3.5</b>	<b>Vitamin B<sub>6</sub> .....</b>	<b>225</b>
12.3.5.1	Funkce vitamínu B <sub>6</sub> .....	226
12.3.5.2	Výskyt vitamínu B <sub>6</sub> .....	226
12.3.5.3	Doporučený denní příjem vitamínu B <sub>6</sub> .....	226
12.3.5.4	Výroba vitamínu B <sub>6</sub> .....	226
<b>12.3.6</b>	<b>Vitamin B<sub>7</sub> .....</b>	<b>227</b>
12.3.6.1	Funkce vitamínu B <sub>7</sub> .....	227
12.3.6.2	Výskyt vitamínu B <sub>7</sub> .....	228
12.3.6.3	Doporučený denní příjem vitamínu B <sub>7</sub> .....	228
12.3.6.4	Výroba vitamínu B <sub>7</sub> .....	228
<b>12.3.7</b>	<b>Vitamin B<sub>9</sub> .....</b>	<b>229</b>
12.3.7.1	Funkce vitamínu B <sub>9</sub> .....	230
12.3.7.2	Výskyt vitamínu B <sub>9</sub> .....	230
12.3.7.3	Doporučený denní příjem vitamínu B <sub>9</sub> .....	230
12.3.7.4	Výroba vitamínu B <sub>9</sub> .....	231

<b>12.3.8 Vitamin B<sub>12</sub></b> .....	<b>231</b>
12.3.8.1 Funkce vitamínu B <sub>12</sub> .....	232
12.3.8.2 Výskyt vitamínu B <sub>12</sub> .....	233
12.3.8.3 Doporučený denní příjem vitamínu B <sub>12</sub> .....	233
12.3.8.4 Výroba vitamínu B <sub>12</sub> .....	233
<b>12.3.9 Vitamin C</b> .....	<b>234</b>
12.3.9.1 Funkce vitamínu C .....	234
12.3.9.2 Výskyt vitamínu C .....	235
12.3.9.3 Doporučený denní příjem vitamínu C .....	235
12.3.9.4 Výroba vitamínu C .....	235
<b>12.4 Flavonoidy (vitamin P)</b> .....	<b>236</b>
12.4.1 Funkce flavonoidů .....	238
12.4.2 Výskyt flavonoidů .....	238
12.4.3 Vybraní zástupci flavonoidů .....	238
<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>241</b>

- Názvoslovní organických sloučenin – umožňuje jednoduše přeměnit sloučeniny identifikovat a klasifikovat.
- Stereochemie organických sloučenin – neboli popis jejich prostorové struktury. Prostorová struktura sloučenin má totiž zásadní vliv na jejich biologické vlastnosti.
- Základní reaktivita organických látek – pro pochopení dějů probíhajících v živé přírodě je nezbytná znalost reaktivity jednotlivých funkčních skupin (např. aminová skupina je dobrým nukleofilem, karbonylová skupina je elektrofilem, karboxylová skupina je zdrojem protonu, sírné skupiny vytvářejí silné koordinační vazby s kovy, v případě primární nebo sekundární hydroxylové skupiny existuje možnost dehydratace nebo oxidace, atd.). Chemické reakce probíhající v živých systémech vyplývají z reaktivity příslušných funkčních skupin přítomných v reagujících molekulách.
- Reakční mechanismy organických reakcí – bylo zjištěno, že chemické reakce uskutečňované v živých systémech probíhají stejnými nebo podobnými reakčními mechanismy, které jsou známy z klasické organické chemie, avšak účastní se jich poněkud složitější sloučeniny.

Bioorganickou chemii lze tedy chápat jako aplikaci organické chemie na popis, zkoumání a řešení výzkumných cílů týkajících se všech aspektů a problematiky biologických procesů v živé přírodě.

## 1.2 Cíle zkoumání v bioorganické chemii

Bioorganická chemie je oblastí chemie, která nemá přesně stanovené hranice. Zasahuje do všech klasických chemických oborů. Kromě organické chemie a biochemie přesahuje rovněž do analytické, fyzikální či výpočetní chemie. Vědecké problémy, kterými se zabývá a snaží se najít jejich řešení, lze kategorizovat do čtyř základních výzkumných směrů: