

Spis treści

PRZEDMOWA	IX
NAJWAŻNIEJSZE STOSOWANE SKRÓTY	XI
1. WPROWADZENIE	1
<i>Jadwiga Baj</i>	
1.1. Krótki zarys historii mikrobiologii	1
1.1.1. Początki	1
1.1.2. Rozwój mikrobiologii medycznej	2
1.1.3. Udoskonalanie mikrobiologicznych metod badawczych	4
1.1.4. Poznawanie różnorodności bakterii	5
1.1.5. Odkrycie wirusów	6
1.1.6. Próby klasyfikacji bakterii	6
1.2. Ogólna charakterystyka mikroorganizmów	7
1.3. Carl Woese i trzy domeny świata żywego	8
1.4. Systematyka prokariotów	9
1.4.1. Nazewnictwo prokariotów	10
1.4.2. System klasyfikacji prokariotów	11
1.4.3. Gatunek, podgatunek i odmiana u prokariotów	12
1.5. Charakterystyka domen prokariotycznych	13
1.5.1. Domena <i>Bacteria</i>	13
1.5.2 Domena <i>Archaea</i>	13
2. BUDOWA I FUNKCJONOWANIE KOMÓREK PROKARIOTYCZNYCH	15
<i>Jadwiga Baj</i>	
2.1. Wielkość i morfologia komórek prokariotycznych oraz tworzone przez nie układy	15
2.2. Ogólna budowa komórki prokariotycznej	17
2.3. Cytoplazma, nukleoid i rybosomy	18
2.4. Ziarnistości stanowiące materiały zapasowe	18
2.4.1. Granule wielocukrowe	19
2.4.2. Polihydroksymaślan i inne polihydroksyalkaniany	19
2.4.3. Cyjanoficyna	20
2.4.4. Lipidy	20
2.4.5. Polifosforany	20
2.4.6. Krople siarki	20
2.5. Inne struktury występujące w cytoplazmie	21
2.5.1. Magnetosomy	21
2.5.2. Bakteryjne mikroprzedziały	22
2.5.3. Pęcherzyki gazowe	23
2.5.4. Węglany	23

2.6. Błona komórkowa prokariotów	24
2.6.1. Budowa błony komórkowej bakterii	25
2.6.2. Błony wewnątrzcytoplazmatyczne bakterii	26
2.6.3. Błona komórkowa archeonów	26
2.6.4. Funkcje błony komórkowej	27
2.6.5. Transport przez błonę komórkową	27
2.7. Ściana komórkowa bakterii	30
2.7.1. Budowa peptydoglikanu	30
2.7.2. Biosynteza peptydoglikanu	31
2.7.3. Ściana komórkowa bakterii gramododatnich	33
2.7.4. Ściana komórkowa bakterii gram ujemnych	36
2.7.5. Barwienie metodą Grama	38
2.7.6. Ściany komórkowe archeonów	38
2.8. Warstwa S archeonów i bakterii	40
2.9. Otoczki i pochewki	40
2.9.1. Rola otoczek	41
2.9.2. Pochewki	41
2.10. Sekrecja	41
2.10.1. Przenoszenie białek do błony cytoplazmatycznej i przestrzeni peryplazmatycznej	42
2.10.2. Przenoszenie białek przez dwie lub trzy błony	42
2.11. Pęcherzyki błonowe i nanorurki	44
2.11.1. Pęcherzyki błonowe	44
2.11.2. Nanorurki	45
2.12. Fimbrie, pilusy i włókienka amyloidowe	45
2.13. Ruch prokariotów	46
2.13.1. Ruch rzęskowy bakterii	47
2.13.2. Inne sposoby poruszania się bakterii	48
2.13.3. Struktury powierzchniowe archeonów	50
2.14. Chemotaksja bakterii	51

3. METABOLIZM PROKARIOTÓW **53**

Jadwiga Baj

3.1. Ogólna charakterystyka metabolizmu	53
3.1.1. Enzymy	54
3.1.2. Wymagania pokarmowe prokariotów	55
3.1.3. Typy pokarmowe prokariotów	56
3.1.4. Sposoby syntezy ATP	57
3.2. Pierwiastki biogenne	61
3.2.1. Źródła węgla	61
3.2.2. Azot	66
3.2.3. Siarka	70
3.2.4. Fosfor	72
3.2.5. Żelazo	73
3.2.6. Czynniki wzrostowe	73
3.3. Główne szlaki metaboliczne	74
3.3.1. Główne szlaki katabolizmu cukrów	75
3.3.2. Fermentacje, reakcja Sticklanda i szlak deiminazy argininowej	79

3.3.3. β -oksydacja kwasów tłuszczowych	83
3.3.4. Cykl kwasów trikarboksylowych	85
3.3.5. Cykl glioksalowy	86
3.4. Metabolizm chemolitotrofów	87
3.4.1. Nitryfikacja i anamoks	88
3.4.2. Utlenianie siarki i jej związków nieorganicznych	92
3.4.3. Metabolizm wodoru	93
3.4.4. Utlenianie tlenku węgla	95
3.4.5. Utlenianie żelaza	95
3.4.6. Utlenianie innych związków nieorganicznych	96
3.5. Metabolizm tlenowy i beztlenowy	97
3.5.1. Tlen w metabolizmie prokariotów	97
3.5.2. Oddychanie	97
3.5.3. Oddychanie beztlenowe	98
3.5.4. Międzygatunkowy transfer elektronów i wodoru oraz syntrofia	106
3.6. Metabolizm fototrofów	107
3.6.1. Ogólna charakterystyka bakterii fotosyntetyzujących	107
3.6.2. Ogólna charakterystyka fotosyntezy	107
3.6.3. Fotosynteza anoksygenna	110
3.6.4. Fotosynteza oksygenna	113
3.6.5. Inny sposób wykorzystania światła przez prokarioty	116
3.7. Asymilacja dwutlenku węgla i związków C1	116
3.7.1. Cykl Calvina	118
3.7.2. Redukcyjny cykl kwasów trikarboksylowych	119
3.7.3. Redukcyjny szlak acetylo-CoA (szlak Wooda-Ljungdahla)	121
3.7.4. Podwójny cykl 3-hydroksypropionianu	122
3.7.5. Asymilacja węgla u metylotrofów	122

4. WZROST I CYKLE ŻYCIOWE PROKARIOTÓW **127**

Jadwiga Baj

4.1. Wzrost bakterii w hodowlach płynnych	127
4.1.1. Hodowle okresowe	127
4.1.2. Hodowle ciągłe i synchronizowane	128
4.2. Wpływ czynników fizyko-chemicznych na wzrost prokariotów	129
4.2.1. Wpływ temperatury	129
4.2.2. Wpływ pH	132
4.2.3. Wpływ ciśnienia osmotycznego (w tym zasolenia)	132
4.2.4. Wpływ ciśnienia hydrostatycznego	133
4.2.5. Wpływ tlenu i jego form reaktywnych	134
4.2.6. Wpływ innych warunków środowiska	135
4.3. Wzrost i rozmnażanie prokariotów	136
4.3.1. Cytoszkielek bakterii i jego udział w podziale komórki	136
4.3.2. Elementy cytoszkieletu i podział komórki archeonów	138
4.4. Cykle życiowe bakterii	139
4.4.1. <i>Escherichia coli</i>	139
4.4.2. <i>Hyphomicrobium</i> (<i>Proteobacteria</i>) i <i>Pirellula</i> (<i>Planctomycetes</i>)	139
4.4.3. <i>Caulobacter crescentus</i> i <i>Sphaerotilus natans</i> (<i>Proteobacteria</i>)	140
4.4.4. <i>Epulopiscium fishelsoni</i> (<i>Firmicutes</i>)	140

4.4.5. <i>Bdellovibrio bacteriovorus</i> (<i>Proteobacteria</i>)	140
4.4.6. <i>Dermocarpa</i> (<i>Cyanobacteria</i>)	141
4.4.7. Chlamydie	141
4.5. Formy przetrwalnikowe bakterii	141
4.5.1. Endospory (<i>Firmicutes</i>)	141
4.5.2. Spory (konidia) promieniowców (<i>Actinobacteria</i>)	143
4.5.3. Egzospory i cysty (<i>Proteobacteria</i>)	144
4.5.4. Miksospory bakterii śluzowych (<i>Proteobacteria</i>)	145
4.5.5. Akinety sinic nitkowatych (<i>Cyanobacteria</i>)	146

5. UDZIAŁ PROKARIOTÓW W FUNKCJONOWANIU BIOSFERY 147

Jadwiga Baj

5.1. Mikroorganizmy a granice biosfery	147
5.2. Podstawowe terminy i pojęcia stosowane w ekologii mikroorganizmów i mikrobiologii środowisk	148
5.2.1. Relacje troficzne w ekosystemach	148
5.3. Miejsca występowania prokariotów na Ziemi	149
5.3.1. Gleby	149
5.3.2. Wody	150
5.3.3. Inne środowiska	154
5.4. Formy występowania prokariotów w środowisku	156
5.4.1. Konsorcja	156
5.4.2. Maty mikroorganizmów	157
5.4.3. Biofilmy	159
5.5. Udział prokariotów w obiegu pierwiastków	160
5.5.1. Udział prokariotów w obiegu węgla	161
5.5.2. Udział prokariotów w obiegu azotu	162
5.5.3. Udział prokariotów w obiegu siarki	163
5.5.4. Udział prokariotów w obiegu żelaza i innych pierwiastków	164
5.6. Oddziaływania prokariotów z innymi organizmami - symbiozy	165
5.6.1. Protokooperacja	165
5.6.2. Komensalizm	166
5.6.3. Mutualizm	166
5.6.4. Współzawodnictwo i antagonizm	169
5.6.5. Drapieżnictwo i pasożytnictwo	169
5.7. Bakterie oddziałujące z organizmem człowieka	170
5.7.1. Odporność wrodzona i odporność nabyta	170
5.7.2. Mikrobiota człowieka	172
5.7.3. Podstawowe terminy stosowane w mikrobiologii lekarskiej	175
5.7.4. Czynniki wirulencji umożliwiające skuteczne działanie patogenów	176
5.7.5. Toksyny bakteryjne	178
5.7.6. Unikanie mechanizmów obronnych gospodarza przez patogeny	181
5.7.7. Choroby bakteryjne i ich objawy	182
5.7.8. Profilaktyka chorób zakaźnych - szczepienia	183
5.7.9. Leczenie chorób bakteryjnych - chemioterapeutyki	186
5.8. Symbiozy bakterii z roślinami	191
5.8.1. Symbiozy korzystne dla roślin	191
5.8.2. Symbiozy niekorzystne dla roślin	193

6. GENETYKA PROKARIOTÓW **297**

Łukasz Dziewit

6.1. Organizacja genetyczna genomów prokariotycznych	197
6.1.1. Budowa DNA	198
6.1.2. Struktura chromosomów prokariotycznych	199
6.2. Replikacja chromosomowego DNA	200
6.2.1. Mechanizm replikacji chromosomu u bakterii	200
6.2.2. Mechanizm replikacji chromosomu u archeonów	203
6.3. Transkrypcja	204
6.3.1. Geny i operony	204
6.3.2. Rodzaje i funkcje RNA	205
6.3.3. Mechanizm transkrypcji u bakterii	206
6.3.4. Mechanizm transkrypcji u archeonów	208
6.4. Translacja	209
6.4.1. Kod genetyczny	209
6.4.2. Rybosomy - budowa i funkcja	210
6.4.3. Mechanizm translacji u bakterii	210
6.4.4. Mechanizm translacji u archeonów	213
6.4.5. Potranslacyjna obróbka białek	213
6.5. Regulacja ekspresji genów	213
6.5.1. Kontrola pozytywna i negatywna - aktywatory i represory	214
6.5.2. Układy dwuskładnikowe	216
6.5.3. Wyczuwanie liczebności	216
6.5.4. Globalne systemy regulacji ekspresji genów	217
6.5.5. Ryboregulacja	218
6.6. Mutacje i naprawa DNA	219
6.6.1. Typy mutacji i czynniki mutagenne	219
6.6.2. Mechanizmy naprawy uszkodzeń DNA	220
6.6.3. Regulon SOS	222

7. ZMIENNOŚĆ PROKARIOTÓW I HORYZONTALNY TRANSFER GENÓW **225**

Dariusz Bartosik

7.1. Czynniki wpływające na zmienność genomów bakteryjnych	225
7.2. Rekombinacja homologiczna i nieuprawniona	226
7.2.1. Rekombinacja homologiczna	226
7.2.2. Rekombinacja zlokalizowana	227
7.2.3. Transpozycja	228
7.3. Ruchome elementy genetyczne bakterii	230
7.4. Plazmidy	230
7.4.1. Ogólna charakterystyka i klasyfikacja plazmidów	231
7.4.2. Wpływ plazmidów na strukturę genomów bakteryjnych	232
7.4.3. Replikacja plazmidów	232
7.4.4. Stabilność plazmidów	235
7.4.5. Transfer koniugacyjny plazmidów	237
7.5. Elementy transpozycyjne	238
7.5.1. Klasyfikacja i struktura genetyczna autonomicznych TE	239

7.5.2. Wpływ transpozonów na strukturę genomów i zmienność bakterii	240
7.5.3. Regulacja częstości transpozycji	241
7.6. Inne grupy ruchomych elementów genetycznych	242
7.6.1. Kaspozony	242
7.6.2. Elementy integrujące z DNA	242
7.6.3. Mobilne introny i inteiny	244
7.7. Horyzontalny transfer genów	245
7.7.1. Mechanizmy horyzontalnego transferu genów	245
7.7.2. Bariery horyzontalnego transferu genów	249
7.7.3. Ruchome elementy genetyczne i HGT u archeonów	249

8. WIRUSY I INNE NIEKOMÓRKOWE CZYNNIKI INFEKCYJNE 251

Monika Radlińska

8.1. Ogólna charakterystyka wirusów	251
8.1.1. Informacje wstępne	251
8.1.2. Genomy wirusów	252
8.1.3. Struktura cząstek wirusowych (wirionów)	253
8.1.4. Oficjalna klasyfikacja wirusów	256
8.1.5. Klasyfikacja wirusów według Baltimore'a	256
8.1.6. Rozprzestrzenianie się wirusów	259
8.1.7. Zakres gospodarzy i tropizm wirusów	260
8.1.8. Cykl replikacyjny wirusów	261
8.2. Wirusy infekujące bakterie	265
8.2.1. Charakterystyka bakteriofagów i ich cykle infekcyjne	265
8.2.2. „Wyścig zbrojeń” między bateryjnymi gospodarzami a ich wirusami	273
8.2.3. Archeowirusy	277
8.3. Czynniki subwirusowe	278
8.3.1. Wiroidy	278
8.3.2. Satelity	279
8.3.3. Priony	280
8.4. Znaczenie wirusów	281
8.4.1. Znaczenie ekologiczne wirusów	281
8.4.2. Znaczenie ewolucyjne wirusów	281
8.4.3. Wirusy jako czynniki chorobotwórcze	282
8.4.4. Zastosowanie wirusów	283

9. WYKORZYSTANIE DROBNOUSTROJÓW PROKARIOTYCZNYCH W PRZEMYŚLE I OCHRONIE ŚRODOWISKA 287

Łukasz Drewniak

9.1. Przemysłowe zastosowania mikroorganizmów	287
9.1.1. Przemysł farmaceutyczny	288
9.1.2. Przemysł spożywczy	290
9.1.3. Przemysł chemiczny	293
9.2. Wykorzystanie drobnoustrojów w rolnictwie	296
9.2.1. Mikrobiologiczne środki ochrony roślin	296
9.2.2. Mikrobiologiczna stymulacja wzrostu i plonowania roślin	297
9.3. Zastosowanie mikroorganizmów w ochronie środowiska	298

9.3.1. Bioremediacja	298
9.3.2. Technologie oczyszczania ścieków	308
9.3.3. Zagospodarowanie odpadów organicznych do produkcji biopaliw i bioenergii	311
10. METODY STOSOWANE W MIKROBIOLOGII	317
<i>Jadwiga Baj (podrozdz. 10.1), Jadwiga Baj i Bohdan Paterczyk (podrozdz. 10.2) oraz Łukasz Dziewit (podrozdz. 10.3)</i>	
10.1. Metody hodowlane	317
10.1.1. Pożywki mikrobiologiczne	317
10.1.2. Sterylizacja	321
10.1.3. Metody posiewu mikroorganizmów na podłoża i inkubacji hodowli	324
10.1.4. Metody izolowania czystych kultur i określania liczebności mikroorganizmów	326
10.1.5. Klasyczne metody pracy z bakteriofagami	328
10.1.6. Metody przechowywania mikroorganizmów i bakteriofagów	329
10.2. Metody mikroskopowe	330
10.2.1. Ogólne wprowadzenie do obrazowania w mikroskopie optycznym	330
10.2.2. Techniki obserwacji stosowane w mikroskopii optycznej	331
10.2.3. Wykorzystanie klasycznej mikroskopii optycznej w mikrobiologii	333
10.2.4. Wykorzystanie mikroskopu epifluorescencyjnego i konfokalnego w badaniach prokariotów	334
10.2.5. Mikroskopia elektronowa - zastosowanie w mikrobiologii	337
10.3. Metody molekularne	338
10.3.1. Genomika - metody sekwencjonowania DNA	338
10.3.2. Metagenomika	339
10.3.3. Transkryptomika, proteomika i metabolomika	340
POLECANA LITERATURA I STRONY INTERNETOWE	341
ADDENDUM 1	343
<i>Jadwiga Baj</i>	
ADDENDUM 2	347
<i>Jadwiga Baj</i>	
SKOROWIDZ	353
<i>Jadwiga Baj</i>	