

Spis treści

Przedmowa XXIII

Wstęp XXVII

I Światy mikroorganizmów

1 Ziemia: planeta mikroorganizmów 3

Świat mikroorganizmów wokół nas 3

Mikroorganizmy jako przyczyna choroby 3

Zastosowanie mikroorganizmów w przemyśle 4

Mikroorganizmy: system wspierający życie na Ziemi 4

Rodzaje mikroorganizmów 5

Prokarioty i eukarioty 5

Ramka 1-1 Ostatni pasażerowie na Titanicu 5

Prokarioty: bakterie i archeony 6

Mikroorganizmy eukariotyczne: pierwotniaki, glony i grzyby 11

Wirusy 13

Działalność makroorganizmów wpływająca na mikroorganizmy 14

Bezpośredni wpływ roślin i zwierząt na mikroorganizmy 14

Wpływy pośrednie 15

Rzut oka na rozdział I 17

Najważniejsze terminy 18

Pytania przeglądowe 18

2 Różnorodność i historia mikroorganizmów 19

Pomiary różnorodności w świecie mikroorganizmów 19

Molekularna miara stopnia pokrewieństwa 19

Trzy domeny organizmów 21

Pochodzenie różnorodności mikroorganizmów 22

Pierwotna Ziemia 22

Teoria panspermii 23
Rewolucja tlenowa 24
Pierwsze eukarioty 25
Wirusy 26

Eksploatacja różnorodności 26

Oswojenie mikroorganizmów 26
Ramka 2-1 Niektóre obecne zastosowania PCR 28
Biolodzy — poszukiwacze w gorących wodach: dosłownie i w przenośni 29
Sekwencje genomów mikroorganizmów 29
Ramka 2-2 Kto jest właścicielem mikroorganizmów pochodzących z Parku Narodowego Yellowstone? 30

Rzut oka na rozdział 2 32

Najważniejsze terminy 33

Pytania przeglądowe 33

3 Wyzwanie, jakie stawia hodowanie i identyfikacja mikroorganizmów 35

Dlaczego hodowanie mikroorganizmów jest ważne 35

Przykład z mikrobiologii lekarskiej: przypadek podejrzanego zapalenia opon mózgowych 36

Tło kliniczne 36

Pierwszy etap: badanie mikroskopowe 36

Drugi etap: hodowanie 37

Trzeci etap: użycie molekularnego „odcisku palca” DNA do określenia, czy wyizolowane mikroorganizmy są również odpowiedzialne za ostatnio stwierdzone zachorowania 40

Rozważanie innych przyczyn zapalenia opon mózgowych 42

Bezpieczeństwo w laboratoriach medycznych 46

Analiza złożonego zespołu drobnoustrojów: mikroflora okrężnicy człowieka 46

Ocena sukcesu wysiłków hodowlanych 46

Wstępna analiza mikroskopowa 47

Hodowla bakterii z okrężnicy 47

Hodowla archeonów z okrężnicy 49

Czy podłoże hodowlane może być za bogate? 49

Ramka 3-1 Bioremediacja bydła 50

Konsorcja 51

Rzut oka na rozdział 3 52

Najważniejsze terminy 53

Pytania przeglądowe 53

4 Właściwości struktur prokariotów 55

Powierzchnia bakterii 55

Pływanie i przyleganie 55

Wielocukry powierzchniowe 58

Ściana komórkowa bakterii 60

Powierzchnia komórki archeonów 63

Błona cytoplazmatyczna i cytoplazma 63

Skład i funkcje błony cytoplazmatycznej 63

Cytoplazma 65

Synteza mureiny: ważny cel działania antybiotyków 65

Etapy syntezy mureiny 65

Ramka 4-1 Walka z β -laktamazami 69

Rzut oka na rozdział 4 70

Najważniejsze terminy 71

Pytania przeglądowe 72

5 Genetyka bakterii I: replikacja DNA i inżynieria genetyczna 73

Etapy replikacji bakteryjnego DNA 73

Otwarcie superzwiniętej podwójnej helisy 73

Powielanie dwóch nici 74

Odtworzenie superzwinięcia 77

Podział komórki bakteryjnej 77

Asymetryczny podział komórki podczas sporulacji 79

Naprawa błędów i leczenie uszkodzeń 81

Uszkodzenie DNA 81

Rekombinacja homologiczna 82

Ramka 5-1 Niezwykła oporność na promieniowanie 84

Plazmidy i ich replikacja 84

Charakterystyka plazmidów 84

Klonowanie genów: zastosowanie cech plazmidów 86

Znaczenie plazmidów dla bakterii 89

Inne zastosowania informacji związanej z replikacją DNA 90

Hybrydyzacja DNA i „Southern blotting” 90

Sekwencjonowanie DNA 92

Reakcja łańcuchowa polimerazy (PCR, ang. polymerase chain reaction) 95

Inżynieria genetyczna i wyścig o przetrwanie gatunku ludzkiego 97

Rzut oka na rozdział 5 99

Najważniejsze terminy 100

Pytania przeglądowe 101

6 Genetyka bakterii II: transkrypcja, translacja i regulacja 103

Adaptacja krótkoterminowa 103

Transkrypcja i jej regulacja 105

Etapy transkrypcji 105

Regulacja transkrypcji 107

Translacja i jej regulacja 114

Translacja, synteza białek na matrycy mRNA 114

Ramka 6-1 Praktyczne zastosowanie płynące z sekwencji genomów: poszukiwanie skutecznej szczepionki przeciwko zapaleniu opon mózgowych 119

Wpływ mutacji na translację 122

Antybiotyki hamujące translację 124

Kontrola potranslacyjna 126

Sekwencje genomów 128

Odczytywanie sekwencji genomów 128

Określenie funkcji genu ze sposobu jego regulacji 129

Rzut oka na rozdział 6 134

Najważniejsze terminy 136

Pytania przeglądowe 136

7 Genetyka bakterii III: horyzontalne przekazywanie genów wśród bakterii 139

Ewolucyjne i medyczne znaczenie horyzontalnego przekazywania genów 140

Znaczenie ewolucyjne 140

Znaczenie medyczne 140

Rodzaje horyzontalnego przekazywania genów 141

Transformacja 142

Transdukcja bakteriofagami 144

Koniugacja 146

Ramka 7-1 Archeologia horyzontalnego przekazywania genów: znalezienie śladów poprzednich zdarzeń związanych z przekazywaniem genów 151

Sekwencje insercyjne, transpozony i integrony 151

Sekwencje insercyjne i transpozony 152

Integrony 152

Przekazywanie genów bakteryjnych jako narzędzie genetyczne 155

Rozerwanie ciągłości genu 155

Mutageneza transpozonowa 155

Poza bakteriami: transpozony i horyzontalne przekazywanie genów w organizmach wyższych 157

Rzut oka na rozdział 7 159

Najważniejsze terminy 160

Pytania przeglądowe 160

8 Reakcje energetyczne bakterii 163

Jak bakterie zdobywają energię 163

Recykling biomasy: od „martwej strefy” do okrężnicy człowieka 163

Rozkład polimerów 164

Transport przez błonę cytoplazmatyczną 164

Ramka 8-1 Niekorzystne aspekty (dla nas) bakteryjnego rozkładu polimerów 165

Los glukozy-6-fosforanu 167

Łańcuch transportu elektronów 168

Bardziej szczegółowe omówienie szlaku wykorzystywania cukrów 169

Energetyka 169

Reakcje utleniania-redukcji 170

Utlenianie glukozy-6-fosforanu do pirogronianu 172

Dekarboksylacja pirogronianu i cykl kwasu cytrynowego 172

Łańcuch transportu elektronów 174

W jaki sposób szlaki dostarczające energii wpływają na ekologię bakterii 176

Bakterie „martwej strefy” 176

Bakterie fermentacji mlekowej 176

Escherichia coli 177

Syntrofia 177

Rzut oka na rozdział 8 179

Najważniejsze terminy 180

Pytania przeglądowe 181

9 Wprowadzenie do mikroorganizmów eukariotycznych 183

W jaki sposób powstały eukarioty? 183

Rodzaje mikroorganizmów eukariotycznych 184

Znaczenie morfologii w klasyfikacji 184

Archaezoa 184

Później powstałe protisty 188

Na końcu, co nie znaczy, że najmniej ważne 192

Ramka 9-1 Okrzemki pomagają w dochodzeniach policyjnych 193

Ramka 9-2 Choroby wywoływane przez protista: czy przyczyniły się one do wymarcia niektórych gatunków? 195

Substancje skierowane przeciwko protistom i grzybom 196

Nietypowe eukarioty: eukariotyczne ekstremofile 197

Eukariotyczne systemy modelowe 198

Rzut oka na rozdział 9 200

Najważniejsze terminy 201

Pytania przeglądowe 202

10 Wirusy komórek ssaczych 203

Struktura i klasyfikacja wirusów ssaczych 203

Elementy składowe wirusów nagich i mających osłonkę 203

Taksonomia i klasyfikacja wirusów ssaczych 205

Jak wirusy infekują komórki ssacze i jak się replikują 207

Przegląd etapów infekcji wirusowej 207

Wirus grypy, jako przykład interakcji między wirusem i komórką gospodarza 207

Związki przeciwwirusowe 215

Schorzenia wirusowe 216

Objaśnienie objawów 216

Wynik infekcji wirusowej 217

Dlaczego nie wiedzie się nam lepiej? 218

Ramka 10-1 Dwa przypadki nieumyślnego zakażenia żywymi wirusami ilustrujące zakres podatności na infekcje wirusowe 219

Rzut oka na rozdział 10 220

Kluczowe terminy 221

Pytania przeglądowe 222

II Subtelna równowaga między mikroorganizmami i człowiekiem

11 Populacje drobnoustrojów w organizmie człowieka 225

Poznanie miejsc w naszym ciele, gdzie przebywają prokarioty: mikroflora ciała człowieka i jej działanie 225

Mikroflora skóry człowieka 226

Właściwości skóry 226

Charakterystyka mikroflory skóry 227

Mikroflora nosa człowieka 228

Mikroflora jamy ustnej człowieka 228

Rzecz mikroflory jamy ustnej 228

Mikroflora przyzębia 229

Mikroflora żołądka i jelita cienkiego 230

Czy jest mikroflora żołądka? 230

Mikroflora jelita cienkiego 231

Mikroflora okrężnicy człowieka 231

Charakterystyka mikroflory okrężnicy 231

Mikroflora okrężnicy jako źródło bakterii chorobotwórczych 234

Mikroflora pochwy człowieka 234

Charakterystyka mikroflory pochwy 234

Bakteryjne zapalenie pochwy: choroba dawniej lekceważona zyskuje na znaczeniu 235

Zapalenie jajowodów 235

Zachowanie równowagi 236

Ramka 11-1 Zapomniane eukarioty okrężnicy 236

Rzut oka na rozdział 11 237

Najważniejsze terminy 237

Pytania przeglądowe 238

12 Obrona organizmu człowieka: obrona nieswoista 239

Rodzaje obrony organizmu człowieka 239

Odporność nieswoista 239

Odporność swoista 240

Powierzchnie ciała: skóra i błony śluzowe 240

Skóra i paznokcie: niedostępna pustynia 240

Błony śluzowe 242

Neutrofile i dopełniacz 244

Charakterystyka neutrofilów i dopełniacza 244

Wędrówka neutrofilów do miejsca infekcji 247

Cytokiny 250

Szok septyczny: gdy neutrofile stają się niebezpieczne 250

Powstanie szoku septycznego 250

Kontrola szoku septycznego 252

Naturalne komórki cytotoksyczne 252

Patogeny eukariotyczne 253

Ramka 12-1 Wazna rola neutrofilów: pacjent z neutropenią 253

Rzut oka na rozdział 12 254

Najważniejsze terminy 255

Pytania przeglądowe 255

13 Obrona organizmu człowieka: obrona swoista 257

Rola układu odpornościowego w zwalczaniu infekcji bakteryjnych 257

Dlaczego obrona swoista jest potrzebna? 257

Kinetyka swoistej odpowiedzi immunologicznej 257

Przeciwciała 258

Charakterystyka przeciwciał 258

Funkcje przeciwciał 260

Klasy przeciwciał 262

Testy serologiczne 264

Limfocyty T cytotoksyczne i aktywowane makrofagi 266

Powstawanie przeciwciał, limfocytów T cytotoksycznych i aktywowanych makrofagów 267

Przetwarzanie antygeny: podjęcie krytycznej decyzji 267

Interakcje pomiędzy APC i limfocytami T 268

Wytwarzanie przeciwciał przez limfocyty B 271

Rozwój odporności swoistej 272

Sposoby unikania swoistych mechanizmów obronnych przez mikroorganizmy 273

Ochrona organizmu oraz skutki błędów popełnianych w przebiegu odpowiedzi immunologicznej 274

Rzut oka na rozdział 13 276

Najważniejsze terminy 277

Pytania przeglądowe 278

14 Szczepionki 279

Pochodzenie szczepionek 279

Rodzaje szczepionek 280

Szczepionki z całych bakterii 281

Ramka 14-1 Odwaga mikrobiologów 281

Szczepionki podjednostkowe 282

Najnowsze kontrowersje 283

Szczepionki o największej skuteczności 283

Szczepionka przeciw ospie 283

Szczepionka polio 285

Szczepionki przeciw wirusowemu zapaleniu wątroby oraz skojarzona szczepionka przeciw odrze, śwince i różyczce 285

Szczepionka przeciw grypie 286

Szczepionki przeciwbakteryjne 287

Adiuwanty 288

Terminy szczepień 288

Kłopotliwe szczepionki 290

*Szczepionka przeciw *Streptococcus pneumoniae* 290*

Szczepionka przeciw gruźlicy 291

Immunizacja bierna 291

Nowe kierunki, nowe nadzieje 292

Modulacja odpowiedzi Th1/Th2 292

Szczepionki rekombinowane 292

Szczepionki pochodzenia roślinnego 293

Szczepionki zawierające DNA 294

Produkcja i dostarczanie szczepionek 294

Globalne rozwiązania 294

Rzut oka na rozdział 14 296

Najważniejsze terminy 297

Pytania przeglądowe 298

III Drobnoustroje i człowiek w nierównowadze: choroby zakaźne

15 Wprowadzenie do chorób zakaźnych 301

Pojawiające się i ponownie ujawniające się choroby zakaźne 301

Nasze samozadowolenie daje powodującym choroby drobnoustrojom drugą szansę 301

Zmiany wzorów chorobowych 304

Na szczęście, nie wszystkie wiadomości były złe 305

Czego chcą mikroorganizmy? 305

Ramka 15-1 Wyeliminowanie kiły w Stanach Zjednoczonych: śmiała nowa inicjatywa 306

Terminologia 307

Miary zakaźności i wirulencji 308

Udowadnianie przyczyny i skutku w przypadku zakażeń powodowanych przez drobnoustroje 309

Postulaty Kocha 309

Postulaty Kocha są nadal ważne 310

Co czyni drobnoustroj patogennym lub wirulentnym? 311

Czynniki wirulencji, które pozwalają drobnoustrojom powodować zakażenia 311

Niebiałkowe toksyny bakteryjne 312

Toksyny białkowe (egzotoksyny) 312

Skąd wzięły się patogenne drobnoustroje? 317

Ewolucja przez mutację 317

Ewolucja na drodze horyzontalnego transferu genów 317

Ewolucja wirulencji 318

Diagnostyka i leczenie chorób zakaźnych 319

Diagnostyka zakażeń powodowanych przez drobnoustroje 319

Pomiar wrażliwości bakterii na antybiotyki 321

Patrz w niebiosa 323

Zapomnij o niebiosach. Patrz na ziemię 323

Rzut oka na rozdział 15 324

Najważniejsze terminy 326

Pytania przeglądowe 326

16 Płuca, narząd ważny, lecz wrażliwy 327

Infekcje dróg oddechowych powracają ze zdwojoną mocą 327

Znaczenie infekcji układu oddechowego 327

Społeczne i ekonomiczne znaczenie infekcji układu oddechowego 328

Oddychanie i podawanie dłoni: główne czynniki ryzyka 328

Fizjologia i ekologia drobnoustrojów powodujących infekcje układu oddechowego 329

Dlaczego infekcje płuc są tak groźne 329

Systemy obronne płuc i ich pokonywanie przez mikroorganizmy 329

Grypa, nadal poważne zagrożenie dla zdrowia 332

Znaczenie grypy 332

Dryft antygenowy i shift antygenowy 333

Bakteryjne zapalenie płuc 333

Znaczenie bakteryjnego zapalenia płuc 333

Czynniki wirulencji bakterii powodujących zapalenie płuc 335

Gruźlica: powrót dawnego wroga 336

Jak wybuchła choroba, która kiedyś była pod kontrolą? 336

Charakterystyka *Mycobacterium tuberculosis* 337

Testy na gruźlicę 339

Terapia przeciwigruźlicza 340

***Pneumocystis carinii*: „nowy” grzybowy patogen układu oddechowego 341**

Przykłady mniej groźnych, lecz częstych infekcji układu oddechowego 342

Zwykle przeziębienie 343

Mycoplasma pneumoniae: jedna z przyczyn „chodzącego zapalenia płuc” 344

Chlamydia pneumoniae 345

Co można zrobić? 345

Rzut oka na rozdział 16 347

Najważniejsze terminy 348

Pytania przeglądowe 348

17 Infekcje układu pokarmowego 349

Wrzody żołądka: *Helicobacter pylori* 349

Rewolucja wywołana przez *Helicobacter pylori* 349

Strategia przetrwania w żołądku 350

Kolonizacja warstwy mucyny 350

Powszechność zakażeń powodowanych przez *Helicobacter pylori* 352

Znalezienie leku na wrzody 352

Wykrycie zakażenia *Helicobacter pylori* 352

Choroby przenoszone przez żywność i wodę 353

Zmiany w przemyśle spożywczym mają wpływ na zakażenia rozprzestrzeniające się przez wodę i żywność 353

Ramka 17-1 Ludzki triathlon rozszerza się o czwartą fazę 355

Drobnoustroje powodujące infekcje rozprzestrzeniane przez wodę i produkty spożywcze 356

Tolerancja na kwas 358

Wiele „twarzy” *Escherichia coli* 358

Salmonella i *Campylobacter* 362

Listeria monocytogenes, podstępny i niebezpieczny patogen bakteryjny 364

Kiedy małe nie jest piękne: wirusy powodujące choroby rozprzestrzeniane z żywnością 366

Pierwotniaki powodujące biegunki 369

Giardia intestinalis: przyczyna lambliozy 369

Cryptosporidium parvum: powszechny patogen przenoszony przez wodę 372

Listeria świata pierwotniaków: *Toxoplasma gondii* 373

Podsumowanie 376

Ramka 17-2 Bakterie odporne na antybiotyki stały się problemem bezpieczeństwa żywności 377

Rzut oka na rozdział 17 378

Najważniejsze terminy 379

Pytania przeglądowe 380

18 Infekcje dróg moczowo-płciowych 381

Infekcje dróg moczowych 381

Anatomia i systemy obronne dróg moczowych 382

Drobnoustroje powodujące infekcje dróg moczowych 384

Sposób, w jaki patogeny dróg moczowych powodują chorobę 385

Choroby układu rozrodczego 385

Anatomia i systemy obronne męskich i żeńskich dróg rozrodczych 385

Konsekwencje infekcji układu rozrodczego 387

Wirusowa opryszczka narządów płciowych 389

Percepcja opryszczki narządów płciowych 389

Szerzenie się i rozwój objawów 389

Stan utajenia 391

HSV i jego strategia replikacyjna 391

Ludzki wirus niedoboru odporności 393

Infekcja HIV i powstanie AIDS 393

Strategia inwazyjna wirusa 393

Ramka 18-1 Reakcja łańcuchowa polimerazy wykorzystująca odwrotną transkryptazę (RT-PCR): technologiczna nowinka o szerokich zastosowaniach 395

Objaśnienie objawów AIDS 396

Strategia replikacyjna HIV 396

HIV-1, HIV-2 i mały wirus niedoboru odporności (SIV, ang. simian immunodeficiency virus) 397

Rozprzestrzenianie się HIV 397

Leczenie HIV 398

Wirusy i rak: wirus zapalenia wątroby B (HBV) oraz wirus brodawczaka ludzkiego (HPV) 399

Bakteryjne choroby układu rozrodczego 401

Zakażenia drożdżowe 406

Rzęsistkowica 407

Wychodzenie na światło 408

Rzut oka na rozdział 18 409

Najważniejsze terminy 411

Pytania przeglądowe 411

19 **Infekcje szpitalne i jatrogenne 413**

Cechy chorób szpitalnych i jatrogennych 413

Początki problemu infekcji szpitalnych 413

Konsekwencje chorób szpitalnych sięgają poza zainfekowanych pacjentów 414

Przewidywanie i zapobieganie infekcjom szpitalnym 415

Ramka 19-1 Powstająca oporność u głównego patogena szpitalnego 416

Problemy chorób zakaźnych na oddziałach intensywnej opieki medycznej (OIOM) 416

Cewniki moczowe założone na stałe 417

Cewniki dożylnie 417

Zapalenie płuc powodowane wspomaganiem oddychania 418

OIOM-y dla niemowląt 420

Ramka 19-2 Mleko matki, jako źródło infekcji 421

Infekcje pochirurgiczne 421

Infekcje pochirurgiczne pochodzące od skażonego środka znieczulającego 421

Zainfekowany chirurg 422

Pacjenci z neutropenią: chemioterapia przeciwnowotworowa 423

Infekcje związane z implantami 423

Pacjenci z oparzeniami 424

Co się obecnie czyni? 425

Rzut oka na rozdział 19 426

Najważniejsze terminy 428

Pytania przeglądowe 428

20 **Choroby przenoszone przez stawonogi i inne choroby odzwierzęce 429**

Drobnoustroje przenoszone przez stawonogi 430

Korzyści dla drobnoustroju 430

Konieczność złożonej adaptacji 430

Owady i choroby roślin 431

Przykłady chorób przenoszonych przez stawonogi 431

Dżuma dymienicza 431

Choroba z Lyme (borelioza) 434

Malaria: choroba wywoływana przez pierwotniaki przenoszone przez owady 437

Denga: choroba wirusowa przenoszona przez owady 439

Ramka 20-1 *Anemia sierpowata i malaria: czy jest to wyjaśnienie dla utrzymywania się niektórych chorób genetycznych? 440*

Inne infekcje odzwierzęce 442

Starzy wrogowie: wąglik, bruceloza i wścieklizna 442

Nowe problemy: znowu wąglik, Bartonella i retrowirusy świni 445

Rzut oka na rozdział 20 448

Najważniejsze terminy 449

Pytania przeglądowe 450

IV Mikroorganizmy w środowisku i w przemyśle

21 **Badanie zespołów mikroorganizmów 453**

Czym jest zespół mikroorganizmów? 453

Revolucja związana z genami rRNA 454

Ramka 21-1 *Letni kurs na temat różnorodności mikroorganizmów, prowadzony w Laboratorium Biologii Morza w Woods Hole, Massachusetts 454*

Ograniczenia związane ze stosowaniem genów rRNA do charakteryzowania zespołów mikroorganizmów 455

Mikroskopia 458

Życie w gradiencie 463

Typy metaboliczne mikroorganizmów 463

Obieg węgla w oparciu o związki jednowęgłowe — metan i dwutlenek węgla 463

Obieg siarki 466

Ramka 21-2 *Zabawa z metanem: doświadczenie Volty 467*

Globalne obiegi chemiczne i ich znaczenie 470

Rzut oka na rozdział 21 471

Najważniejsze terminy 472

Pytania przeglądowe 472

22 *Mikroorganizmy fototroficzne: źródło pożywienia dla planety Ziemia* 473

Maty mikroorganizmów tworzone przez fototrofy: następny przykład życia w gradiencie 473

Hodowanie fototrofów 475

Fotosynteza anoksygenowa 476

Purpurowe bakterie fotosyntetyzujące 477

Bakterie zielone 478

Fotosynteza oksygenowa 478

Lokalizacja aparatu fotosyntetyzującego w komórce 480

Wiązanie dwutlenku węgla w cyklu Calvina 481

Wiązanie azotu 482

Nitrogenaza 482

Rozdzielenie procesów wiązania azotu i fotosyntezy oksygenowej 482

Niekorzystne strony fotosyntezy oksygenowej 483

Rzut oka na rozdział 22 486

Najważniejsze terminy 487

Pytania przeglądowe 487

23 *Oddziaływania między mikroorganizmami a bezkręgowcami* 489

Oazy na dnie oceanu 490

Ujścia hydrotermalne: zadziwiająca eksplozja życia na pustyni 490

Oddziaływania metaboliczne: Riftia i jej endosymbionty bakteryjne 490

Chemosynteza w ujściach hydrotermalnych: sposób produkcji pierwotnej bez światła? 492

Żywa latarnia: *Vibrio fischeri* i kałamarnica *Euprymna* 493

Niezwykły rodzaj reakcji mutualistycznej 493

Lucyferaza: kompleks enzymatyczny wytwarzający światło 494

Oddziaływania między kałamarnicą a bakterią 494

Symbioza bakterii z mszycami: opowieść o naturalnej inżynierii genetycznej 495

Charakterystyka związku bakterii z owadem 495

Jak obejść hamowanie zwrotne 495

Infekcja układu rozrodczego owadów i jej konsekwencje 496

*Bakteria *Wolbachia* wykorzystuje seks, by zapewnić sobie możliwość rozprzestrzeniania się; niezgodność płodności* 496

Wpływ na inne stawonogi 498

Do tanga trzeba trojga: przypadek jarzącej się gąsienicy 499

Potrójne oddziaływania między polującym bezkręgowcem, jego ofiarą (też bezkręgowcem) i bakteriami stanowiącymi broń napastnika 499

Jak bardzo rozpowszechnione są symbiozy między bezkręgowcami a mikroorganizmami? 500

Rzut oka na rozdział 23 501

Najważniejsze terminy 502

Pytania przeglądowe 502

24 *Oddziaływania między roślinami a mikroorganizmami 503*

Obrót azotu w glebie 503

Nitryfikacja i denitryfikacja 503

Coraz więcej pytań, a mało odpowiedzi 505

Utlenianie amoniaku 505

Redukcja azotanu 505

Wiązanie azotu 506

Rhizobium: bakterie nawożące rośliny 507

Płodozmian w celu odnowienia żyzności gleb rolniczych 507

Oddziaływania między rośliną i jej bakteryjnym endosymbiontem 507

**Seks pomaga w zdobywaniu pokarmu: oddziaływania między
rośliną i *Agrobacterium* 509**

Infekcje roślin 510

Mechanizm obronny roślin: reakcja nadwrażliwości 512

*Ramka 24-1 Tworzenie zarodków lodu — niezwykle sposób uszkodzania
roślin przez mikroorganizmy 512*

Geny awirulencji mikroorganizmów: geny oporności roślin 513

Rzut oka na rozdział 24 515

Najważniejsze terminy 516

Pytania przeglądowe 516

25 *Biotechnologia 517*

Dlaczego inżynieria genetyczna? 517

Dlaczego przemysł zwrócił się do inżynierii genetycznej? 517

*Czym inżynieria genetyczna różni się od tradycyjnych metod uzyskiwania
nowych produktów? 518*

Przykłady produktów biotechnologii 519

Wytwarzanie białek człowieka przez bakterie 519

Wytwarzanie szczepionek i terapia genowa 522

Ulepszanie klasycznych procesów fermentacji 522

Inżynieria genetyczna roślin 523

Przyszłość biotechnologii 525

Szybka odpowiedź na zagrożenie nowymi chorobami 525

Ramka 25-1 Atak na rośliny genetycznie zmodyfikowane 525

Szybsze wytwarzanie szczepionek 526

Lepsze detergenty 526

Szczepionki oparte na roślinach 526

Rośliny o lepszej wartości odżywczej: złoty ryż 527

Biotechnologia zwierząt 528

Żywnienie ludzkości w 2050 528

Rzut oka na rozdział 25 529

Najważniejsze terminy 530

Pytania przeglądowe 530

Słowniczek 531

Dodatek I Odpowiedzi na pytania z końca rozdziałów 557

Dodatek II Zasoby z dziedziny mikrobiologii: bibliografia i witryny internetowe 587

Bibliografia 587

Witryny internetowe 588

Skorowidz 597