

Spis treści

Część 1 ORGANIZACJA ŻYCIA

1 OBRAZ ŻYCIA 1

Cechy życia 2

- Organizmy są zbudowane z komórek* 2
- Organizmy rosną i rozwijają się* 3
- Organizmy regulują swoje procesy metaboliczne* 3
- Organizmy reagują na bodźce* 3
- Organizmy rozmnażają się* 4
- Populacje ewoluują i przystosowują się do środowiska* 5

Biologiczna organizacja 5

- Organizmy mają kilka poziomów organizacji* 7
- Można wyodrębnić kilka poziomów ekologicznej organizacji* 7

Przekaz informacji 7

- DNA przekazuje informacje z pokolenia na pokolenie* 7
- Informacje są przekazywane za pomocą sygnałów chemicznych i elektrycznych* 7

Teoria ewolucji: podstawowa jednocząca koncepcja biologiczna 8

- Biolodzy stosują binominalną nomenklaturę w nadawaniu nazw organizmom* 8
- Klasyfikacja systematyczna jest hierarchiczna* 9
- Organizmy można zaliczać do trzech domen i sześciu królestw* 10
- Gatunki przystosowują się do zmian środowiska naturalnego* 10
- Dobór naturalny jest ważnym mechanizmem przebiegu ewolucji* 10
- Populacje ewoluują w wyniku presji selekcyjnej wywieranej przez zmiany środowiskowe* 12

Energia życia 12

- Energia przepływa w komórkach i w organizmach* 13
- Energia przepływa w ekosystemach* 13

Postęp i metoda w nauce 14

- Nauka wymaga logicznego myślenia* 15
- Uczeni prowadzą dokładne obserwacje i stawiają krytyczne pytania* 15
- Hipoteza jest sprawdzalnym twierdzeniem* 16
- Przewidywania można sprawdzać doświadczalnie* 17

Uczeni interpretują wyniki doświadczeń i wyciągają wnioski 18

Dobrze uzasadniona hipoteza może prowadzić do powstania teorii 18

Nauka ma wymiar etyczny 19

OKIEM BADACZA Nowe możliwości kontrolowania pojawów szkodników w sposób przyjazny dla środowiska 16

2 ATOMY I CZĄSTECZKI: CHEMICZNE PODSTAWY ŻYCIA 22

Pierwiastki chemiczne i atomy 23

- Liczba protonów jednoznacznie identyfikuje atom* 23
- Protony i neutrony wyznaczają masę atomową* 24
- Izotopy pierwiastka chemicznego różnią się liczbą neutronów* 25
- Elektrony poruszają się po orbitalach odpowiadających określonym poziomom energetycznym* 25

Reakcje chemiczne 26

- Atomy tworzą związki chemiczne i cząsteczki* 27
- Najprostsze, sumaryczne i strukturalne wzory chemiczne zawierają różne informacje* 27
- Jeden mol określonej substancji zawiera tyle samo jednostek* 27
- Równania chemiczne opisują reakcje chemiczne* 27

Wiązania chemiczne 28

- W wiązaniach kowalencyjnych elektrony różnych atomów tworzą pary* 28
- Wiązania jonowe powstają między kationami i anionami* 30
- Wiązania wodorowe są słabe* 32

Reakcje oksydacyjno-redukcyjne 32

Woda 33

- Woda umożliwia utrzymanie stałej temperatury* 33

Kwasy, zasady i sole 36

- pH jest dogodną miarą kwasowości* 36
- Bufory zmniejszają wahania pH* 36
- Kwasy reagują z zasadami, tworząc sole* 37

3 CHEMIA ŻYCIA: ZWIĄZKI ORGANICZNE 41

Atomy węgla i cząsteczki 42

Izomery mają taki sam wzór sumaryczny, ale różną strukturę 43

Grupy funkcyjne zmieniają właściwości cząsteczek organicznych 44

Polimery są cząsteczkami ważnymi biologicznie 45

Węglowodany 46

Monosacharydy są cukrami prostymi 46

Disacharydy są zbudowane z dwóch reszt monosacharydów 47

Polisacharydy mogą być magazynem energii lub budulcem 48

Niektóre zmodyfikowane węglowodany i ich kompleksy pełnią specjalne funkcje 50

Lipidy 51

Triacyloglicerol powstaje z połączenia glicerolu z trzema cząsteczkami kwasów tłuszczowych 51

Nasycone i nienasycone kwasy tłuszczowe różnią się właściwościami fizycznymi 52

Fosfolipidy są składnikami błon biologicznych 53

Karotenoidy i niektóre inne barwniki wywodzą się od izoprenu 53

Steroidy są zbudowane z czterech pierścieni węglowych 54

Niektóre lipidy są przekaznikami chemicznymi 54

Białka (proteiny) 54

Aminokwasy są podjednostkami białek 55

Białka mają cztery poziomy organizacji 55

Sekwencja aminokwasów w białku determinuje jego konformację 60

Kwasy nukleinowe 61

Niektóre nukleotydy odgrywają ważną rolę w przenoszeniu energii lub innych funkcjach komórki 62

Charakterystyka cząsteczek biologicznie aktywnych 63

4 ORGANIZACJA KOMÓRKI 66

Organizacja i wielkość komórki 67

Organizacja wszystkich komórek jest zasadniczo podobna 67

Wielkość komórek jest ograniczona 67

Wielkość i kształt komórek są związane z ich funkcją 69

Metody badania komórek 69

Mikroskopy optyczne służą do badania barwionych lub żywych komórek 70

Mikroskopy elektronowe dostarczają obrazów o wysokiej rozdzielczości i dużym powiększeniu 70

Fracjonowanie komórek umożliwia badanie ich składników 71

Komórki prokariotyczne i eukariotyczne 72

Błony komórki 73

Jądro komórkowe 77

Organelle cytoplazmy 80

Siateczka śródplazmatyczna i rybosomy syntetyzują białka 80
W układzie Gólgiego następuje dojrzewanie, modyfikowanie i sortowanie białek 82

Lizosomy są przedziałami, w których zachodzi trawienie 83

W peroksysomach zachodzi metabolizm niewielkich związków organicznych 83

Wakuole są dużymi, wypełnionymi płynem pęcherzykami pełniącymi różne funkcje 84

Mitochondria i chloroplasty są organelami przekształcającymi energię 84

Cytoskielet 87

Mikrotubule są pustymi rurkami 87

Rzęski i wici są zbudowane z mikrotubul 88

Mikrofilamenty są zbudowane ze splecionych łańcuchów aktyny 89

Filamenty pośrednie pomagają w stabilizacji kształtu komórki 90

Oślonki komórki 91

ZWRÓĆ UWAGĘ Acetabularia i kontrola aktywności komórki 78

5 BŁONY BIOLOGICZNE 95

Budowa błon biologicznych 96

Fosfolipidy tworzą w wodzie dwuwarstwę 96

Obecne dane wskazują, iż struktura błon jest zgodna z modelem płynnej mozaiki 96

Błona biologiczna jest dwuwymiarową cieczą 97

Błony biologiczne są zdolne do fuzji i wytwarzania pęcherzyków 99

Do białek błonowych należą białka integralne i powierzchniowe 99

Białka w dwuwarstwie lipidowej są rozmieszczone asymetrycznie 100

Białka błonowe uczestniczą w transporcie, przenoszeniu informacji i działają jako enzymy 101

Przechodzenie substancji przez błony komórkowe 102

Przypadkowe ruchy cząstek są podstawą dyfuzji 103

Osmoza jest dyfuzją wody przez selektywnie przepuszczalne błony 103

Dwa roztwory mogą być izotoniczne albo jeden hipertoniczny, a drugi hipotoniczny 104

Ciśnienie turgorowe jest wewnętrznym ciśnieniem hydrostatycznym w komórkach mających ściany 104

Białka kanałowe i przenośnikowe wpływają na przepuszczalność błon 105

Dyfuzja ułatwiona zachodzi w kierunku niższego stężenia 105

Niektóre systemy przenośnikowe aktywnie „pompują” substancje wbrew gradientowi stężenia 107

Połączone systemy kontrtransportowe pośrednio dostarczają energii do aktywnego transportu 107

Dyfuzję ułatwioną „napędza” gradient stężenia; transport aktywny wymaga innego źródła energii 109
Technika „patch clamp” zrewolucjonizowała badania nad kanałami jonowymi 109
Podczas egzocytozy i endocytozy duże cząstki są przenoszone przez pęcherzyki lub wakuole 110

Sygnalizacja komórkowa 112

Połączenia międzykomórkowe 114

Połączenia zakotwiczone łączą komórki nabłonkowe 114
Strefy zamykające uszczelniają przestrzeń między niektórymi komórkami zwierzęcymi 115
Złącza szczelinowe przepuszczają niewielkie cząsteczki i jony 115
Plazmodesmy umożliwiają transport cząsteczek i jonów między komórkami roślinnymi 115

Część 2 PRZEPŁYW ENERGII W ŚWIECIE ŻYWYCH ORGANIZMÓW

6 ENERGIA I METABOLIZM 120

Praca biologiczna 121

Organizmy przekształcają energię potencjalną w kinetyczną i na odwrót 121

Zasady termodynamiki 121

Całkowita energia we wszechświecie nie zmienia się 121
Następuje ustawiczny wzrost entropii wszechświata 122

Energia i metabolizm 122

Entalpia jest miarą całkowitej energii potencjalnej układu 123
Energia swobodna jest dostępna dla pracy komórki 123
Reakcje chemiczne są związane ze zmianami energii swobodnej 123
Energia swobodna spada w reakcji egzoergicznej 123
W reakcji endoergicznej energia swobodna wzrasta 124
Dyfuzja jest procesem egzoergicznym 124
Zmiany energii swobodnej zależą od stężenia substratów i produktów 124
Reakcje endoergiczne w komórkach są sprzężone z egzoergicznymi 125

ATP, przenośnik energii w komórce 125

ATP dostarcza energii, przenosząc grupę fosforanową 125
ATP łączy reakcje egzoergiczne z reakcjami endoergicznymi 126
W komórce utrzymuje się bardzo wysoki stosunek ATP do ADP 127

Przenoszenie energii w reakcjach redoks 127

Większość przenośników elektronów uczestniczy w transporcie atomów wodoru 127

Enzymy 128

Wszystkie reakcje wymagają energii aktywacji 129
Enzym obniża energię aktywacji 129

Enzym pracuje w kompleksie enzym-substrat 129

Enzymy działają specyficznie 130

Wiele enzymów wymaga kofaktorów 131

Enzymy wykazują największą aktywność w optymalnych warunkach 131

Enzymy tworzą zespoły działające w szlakach metabolicznych 132

Komórka reguluje aktywność enzymów 132

Inhibitorami enzymów są niektóre czynniki chemiczne 133

Niektóre leki są inhibitorami enzymów 134

7 JAK ATP POWSTAJE W KOMÓRCIE: SZLAKI WYZWALAJĄCE ENERGIĘ 137

Reakcje redoks 138

Cztery etapy oddychania tlenowego 138

Glikoliza to rozpad glukozy na dwie cząsteczki pirogronianu 140

Pirogronian ulega przemianie w acetylo-CoA 141

W cyklu kwasu cytrynowego utlenia się acetylo-CoA 141

Łańcuch transportu elektronów jest sprzężony z syntezą ATP 144

W oddychaniu tlenowym zyskiem z jednej cząsteczki glukozy jest najwyżej 36–38 cząsteczek ATP 148

Wartość energetyczna składników pokarmowych prócz glukozy 151

Oddychanie beztlenowe i fermentacja 151

Fermentacje alkoholowa i mleczanowa są nieefektywne 152

I ZWRÓĆ UWAGĘ Transport elektronów i ciepło 147

8 FOTOSYNTeza: ZDOBYWANIE ENERGII 156

Światło 157

Chloroplasty 158

Chlorofil znajduje się w błonach tylakoidów 158

Chlorofil jest głównym barwnikiem fotosyntetycznym 159

Ogólnie o fotosyntezie 161

ATP i NADPH są produktami reakcji zależnych od światła: przegląd 162

Węglowodany powstają w reakcjach wiązania węgla: przegląd 162

Reakcje zależne od światła 162

Fotosystemy I i II obejmują centrum reakcji i złożone kompleksy antenowe 163

W niecyklicznym transporcie elektronów powstaje ATP i NADPH 163

W cyklicznym transporcie elektronów powstaje ATP, ale nie NADPH 164

Synteza ATP następuje dzięki chemiosmozie 165

Reakcje wiązania węgla 166

Większość roślin wiąże węgiel w cyklu Calvina 167

Fotooddychanie zmniejsza wydajność fotosyntezy 169

Początkowe etapy wiązania węgla w roślinach C_4 i CAM są różne 169

Część 3 CIĄGŁOŚĆ ŻYCIA: GENETYKA

9 CHROMOSOMY, MITOZA I MEJOZA 174

Chromosomy eukariotyczne 175

DNA zawiera jednostki informacji zwane genami 175

DNA jest ułożony w chromosomach w wysoce zorganizowany sposób 175

Gatunki różnią się liczbą chromosomów i zawartą w nich informacją 176

Cykl komórkowy i mitoza 177

Podczas interfazy chromosomy ulegają replikacji 177

Chromosomy zreplikowane w profazie stają się widoczne pod mikroskopem 178

W metafazie zreplikowane chromosomy ustawiają się w płaszczyźnie równikowej 181

W anafazie chromosomy przechodzą ku biegunom wrzeciona 181

W telofazie powstają dwa jądra potomne 181

W wyniku cytokinezy powstają dwie komórki potomne 181

Wskutek mitozy powstają dwie komórki genetycznie identyczne z komórką rodzicielską 181

Wewnętrzny program genetyczny komórki współdziałający z sygnałami zewnętrznymi reguluje cykl komórkowy 182

Rozmnażanie płciowe i mejoza 184

W wyniku mejozy powstają komórki haploidalne z unikatową kombinacją genów 184

W profazie I zachodzi koniugacja (synapsis) i crossing-over 185

Podczas mejozy I chromosomy homologiczne rozdzielają się 187

Podczas mejozy II chromatydy rozdzielają się 188

Ostateczny rezultat mitozy i mejozy jest różny 188

Miejsce mejozy w cyklu życiowym zależy od gatunku 188

10 PODSTAWOWE PRAWA DZIEDZICZENIA 193

Prawa Mendla 194

Allele ulegają separacji przed wytworzeniem gamet 195

Allele zajmują odpowiednie loci na chromosomach homologicznych 196

Krzyżówka jednogenna dotyczy osobników o różnych allelach w jednym locus 196

Krzyżówka dwugenowa dotyczy osobników z różnymi allelami w dwóch loci 198

Allele z chromosomów niehomologicznych dziedziczą się niezależnie 199

Rachunek prawdopodobieństwa pomaga przewidzieć wynik mendlowskich krzyżówek 200

Rachunek prawdopodobieństwa można stosować do rozmaitych obliczeń 201

Dziedziczność a chromosomy 202

Geny sprzężone nie dziedziczą się niezależnie 203

Obserwacja częstości crossing-over pozwala poznać układ liniowy genów na chromosomie 204

Płeć determinują chromosomy płci 205

Rozszerzenie genetyki mendlowskiej 209

Dominacja nie zawsze jest całkowita 209

W populacji może występować wiele alleli jednego locus 211

Jeden gen może wpływać na wiele cech fenotypowych 211

Allele z różnych loci współdziałają w wytworzeniu fenotypu 211

Poligeny kształtują fenotyp, współdziałając addytywnie 212

Wpływ środowiska na wykształcanie się fenotypu 212

ZWRÓĆ UWAGĘ Rozwiązywanie krzyżówek genetycznych 206

11 DNA: NOŚNIK INFORMACJI GENETYCZNEJ 218

Dowody na to, że DNA jest nośnikiem informacji dziedzicznej 219

DNA ma zdolność do transformacji bakterii 219

DNA jest materiałem genetycznym większości wirusów 220

Struktura DNA 221

Nukleotydy łączą się wiązaniami kowalencyjnymi w długie polimery, gdzie mogą występować w dowolnej kolejności 221

DNA składa się z dwóch nici polinukleotydowych zwiniętych w podwójną helisę 222

W dwuniciowym DNA między A i T oraz G i C tworzą się wiązania wodorowe 223

Replikacja DNA 225

Meselson i Stahl udowodnili, że replikacja DNA jest semikonserwatywna 225

Semikonserwatywny charakter replikacji wyjaśnia utrwalanie mutacji 225

Replikacja DNA jest złożonym procesem wymagającym „maszyny” białkowej 227

Na końcach chromosomów znajdują się telomery 230

Odkrycie związku między genem a białkiem 235

Beadle i Tatum zaproponowali hipotezę jeden gen – jeden enzym 235

Przepływ informacji genetycznej od DNA do białka 236

W wyniku transkrypcji DNA powstaje RNA 237

W wyniku translacji RNA powstaje polipeptyd 237

Biolodzy złamali kod genetyczny w latach sześćdziesiątych 238

Transkrypcja 239

W syntezie mRNA można rozróżnić inicjację, elongację i terminację 240

Informacyjny RNA zawiera sekwencje zasad nie kodujących bezpośrednio białka 241

Translacja 241

Przed przyłączeniem do łańcucha polipeptydowego aminokwas musi związać się z tRNA 242

W rybosomach stykają się wszystkie składniki maszynierii translacyjnej 242

Kompleks złożony z jednej cząsteczki mRNA i wielu rybosomów nosi nazwę polirybosomu 246

Różnice w syntezie białek u różnych organizmów 247

W genach eukariotycznych transkrypcji ulegają sekwencje kodujące i niekodujące 247

Ewolucja budowy genów eukariotycznych nie jest do końca poznana 248

Istnieją wyjątki od typowego kierunku przepływu informacji 249

Geny i mutacje 250

Substytucja polega na zamianie jednej zasady na inną 250

Delekcje lub insercje par zasad zmieniają ramkę odczytu 250

Niektóre mutacje obejmują duże segmenty DNA 250

Mutacje mają różne podłoże 252

Gen jest określany jako jednostka funkcjonalna 252

13 REGULACJA EKSPRESJI GENÓW 255

Ogólne zasady regulacji ekspresji genów u bakterii i eukariotów 256

Regulacja ekspresji genów u bakterii 256

U bakterii skoordynowaną regulację funkcjonalnie związanych genów zapewniają operony 257

U bakterii występuje również regulacja potranskrypcyjna 263

Regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych 263

U eukariotów transkrypcję kontrolują na wiele sposobów różne cząsteczki regulatorowe 264

Eukariotyczny mRNA podlega wielu rodzajom kontroli potranskrypcyjnej 267

Aktywność białek eukariotycznych mogą zmieniać modyfikacje potranslacyjne 268

14 TECHNOLOGIE DNA 272

Metody rekombinacji DNA 273

Enzymy restrykcyjne są „molekularnymi nożycami” 273

Rekombinowany DNA powstaje, gdy obcy DNA zostanie włączony do nośnika 273

DNA można klonować w komórce 275

Komplementarna sonda genetyczna wykrywa specyficzne sekwencje DNA 276

Reakcja łańcuchowa polimerazy jest techniką powielania DNA in vitro 278

Elektroforeza żelowa służy do rozdzielania makrocząsteczek 278

Jednym ze sposobów charakteryzowania DNA jest ustalanie sekwencji jego nukleotydów 279

Praktyczne zastosowania technologii DNA 282

Technologia DNA zrewolucjonizowała medycynę i farmakologię 282

Typowanie DNA jest szeroko stosowane, od ekspertyz sądowych po analizy starożytnego DNA 283

Organizmy transgeniczne mają w komórkach wbudowany obcy DNA 284

Bezpieczne stosowanie technologii DNA 287

15 GENETYKA CZŁOWIEKA 290

Badania nad genomem człowieka 291

Chromosomy człowieka bada się, analizując karyotyp 291

Analiza drzewa rodowego ułatwia identyfikację pewnych dziedzicznych schorzeń 292

W ramach Projektu Mapowania Genomu Ludzkiego zsekwencjonowano DNA wszystkich chromosomów człowieka 293

Uczeni wykorzystują zwierzęce modele do badania chorób genetycznych człowieka 296

Nieprawidłowości w strukturze i liczbie chromosomów 297

Trisomia chromosomu 21. jest najczęstszą przyczyną zespołu Downa 297

Większość aneuploidii chromosomów płci jest mniej groźna niż aneuploidie autosomalne 299

Aneuploidie najczęściej prowadzą do śmierci zarodka 300

Nieprawidłowa struktura chromosomów może prowadzić do groźnych schorzeń 300

Choroby genetyczne jednogenowe 301

Większość chorób genetycznych to cechy autosomalne i recesywne 301

Niektóre choroby genetyczne są sprzężone z płcią 304

Terapia genowa	305
Terapię genową trzeba wnikliwie monitorować	305
Testy i poradnictwo genetyczne	305
Dzięki diagnostyce prenatalnej wykrywa się defekty chromosomów i genów	305
Genetyczne badania przesiewowe w kierunku pewnych genotypów i kariotypów	306
Poradnictwo genetyczne ma także uświadamiać ludzi o chorobach genetycznych	307
Genetyka człowieka, społeczeństwo i etyka	308
Możliwość dyskryminacji genetycznej wywołuje ostre debaty	308
Problemy etyczne związane z genetyką człowieka	308

Współczesna syntetyczna teoria ewolucji łączy teorię Darwina z genetyką	337
Biolodzy badają wpływ zjawisk losowych na ewolucję	338
Dowody ewolucji	339
Skamieliny dostarczają mocnych dowodów ewolucji	339
Anatomia porównawcza gatunków pokrewnych wykazuje podobieństwa w ich budowie	342
Rozmieszczenie roślin i zwierząt wspiera ewolucję	344
Biologia rozwoju pomaga rozwikłać prawidłowości ewolucyjne	346
Porównanie organizmów na poziomie molekularnym dowodzi istnienia ewolucji	347
Hipotezy ewolucyjne sprawdza się doświadczalnie	349

16 GENY I ROZWÓJ 312

Różnicowanie komórek i równowartość jąder	313
Totipotencjalne jądro komórkowe zawiera całą instrukcję rozwoju	313
Pierwszym sklonowanym ssakiem była owca	315
Komórki macierzyste dzielą się i przekształcają w komórki zróżnicowane	316
Większość różnic między komórkami wynika ze zróżnicowanej ekspresji genów	317
Znaleziono wyjątki od zasady równowartości jąder komórkowych	318
Genetyczna kontrola rozwoju	318
Genom matki kieruje wczesnym rozwojem <i>Drosophila melanogaster</i>	319
Badania nad rozwojem <i>C. elegans</i> wyjaśniły apoptozę	323
Mysz jest organizmem modelowym w badaniach rozwoju ssaków	325
<i>Arabidopsis</i> jest organizmem modelowym w badaniach rozwoju roślin, w tym czynników transkrypcyjnych	327
Nowotwór i rozwój komórek	329

OKIEM BADACZA Badanie procesu starzenia się u myszy 328

Część 4 CIĄGŁOŚĆ ŻYCIA: EWOLUCJA

17 WSTĘP DO DARWINOWSKIEJ EWOLUCJI 333

Poglądy na ewolucję przed Darwinem	334
Darwin i ewolucja	335
Darwin twierdził, że ewolucja zachodzi wskutek doboru naturalnego	336

18 ZMIANY EWOLUCYJNE W POPULACJACH 353

Frekwencje genotypu, fenotypu i alleli	354
Prawo Hardy'ego i Weinberga	354
Równowaga genetyczna występuje pod pewnymi warunkami	355
Ludzkie grupy krwi MN są cenną ilustracją prawa Hardy'ego i Weinberga	356
Mikroewolucja	356
Kojarzenia nielosowe zmieniają frekwencję genotypów	357
Mutacje zwiększają zmienność w populacji	357
W dryfie genetycznym zdarzenia losowe zmieniają frekwencje alleli	358
Przepływ genów na ogół zwiększa zmienność populacji	358
Dobór naturalny zmienia frekwencje alleli, zwiększając dostosowanie	359
Zmienność genetyczna w populacjach	361
Polimorfizm genetyczny to występowanie różnych alleli oraz kodowanych przez nie białek	361
Polimorfizm zrównoważony istnieje przez długi czas	362
Zmienność neutralna może nie przynosić ani korzyści, ani szkody	363
Populacje z różnych regionów geograficznych objawiają adaptacje genetyczne do środowisk lokalnych	364

19 SPECJACJA I MAKROEWOLUCJA 367

Izolacja rozrodcza	368
Barieri prezygotyczne uniemożliwiają zapłodnienie	368
Barieri postzygotyczne zapobiegają przepływowi genów, gdy dojdzie do zapłodnienia	370
Biolodzy odkrywają genetyczne podstawy izolacji rozrodczej	370
Specjacja	371

Długotrwała izolacja fizyczna i różna presja selekcyjna powodują specjację allopatryczną	371
Specjacja sympatryczna zachodzi, gdy dwie populacje różnicują się w tym samym miejscu	373
Izolacja rozrodcza załamuje się w strefach mieszańcowych	375
Tempo zmian ewolucyjnych	376
Makroewolucja	377
Nowości ewolucyjne pojawiają się w wyniku modyfikacji wcześniej istniejących struktur	377
Radiacja adaptacyjna to zróżnicowanie gatunku wyjściowego na wiele gatunków potomnych	378
Wymieranie jest ważnym aspektem ewolucji	380
Czy mikroewolucja jest związana ze specjacją i makroewolucją?	382

20 POWSTANIE I EWOLUCJA ŻYCIA NA ZIEMI 385

Ewolucja chemiczna na pierwotnej Ziemi	386
Na pierwotnej Ziemi tworzyły się związki organiczne	386
Pierwsze komórki	388
Powstanie replikacji molekularnej było milowym krokiem w ewolucji komórek	388
Ewolucja biologiczna rozpoczęła się wraz z powstaniem pierwszych komórek	389
Pierwsze komórki były prawdopodobnie heterotrofami	390
Organizmy tlenowe pojawiły się, gdy zawartość tlenu w atmosferze wzrosła	390
Komórki eukariotyczne powstały z komórek prokariotycznych	391
Dzieje życia	392
W osadach prekambryjskich występują skamieniałości komórek i prostych organizmów	393
W erze paleozoicznej nastąpiło znaczne zróżnicowanie organizmów	393
W erze mezozoicznej dominowały dinozaury i inne gady	396
Era kenozoiczna jest „erą ssaków”	399

I OKIEM BADACZA Powstanie lotu u ptaków 400

21 EWOLUCJA NACZELNYCH 404

Adaptacje naczelnych	405
Systematyka naczelnych	406
Podrząd Anthropoidea obejmuje małpy zwierzkształtne, człekokształtne i człowieka	406
Wiele klasyfikacji umieszcza małpy człekokształtne i człowieka w trzech rodzinach	408
Ewolucja hominidów	409

Najwcześniejszy hominid mógł należeć do rodzaju Sahelanthropus	410
Australopiteki (Australopithecinae) są najbliższymi przodkami rodzaju Homo	411
Homo habilis jest najstarszym przedstawicielem rodzaju Homo	412
Homo erectus najwyraźniej wyewoluował z Homo habilis	412
Archaiczny Homo sapiens pojawił się około 800 000 lat temu	413
Neandertalczyk pojawił się około 230 000 lat temu	413
Biolodzy dyskutują na temat pochodzenia współczesnego Homo sapiens	414
Ewolucja kulturowa	415
Rozwój rolnictwa zwiększył dostępność żywności	416
Ewolucja kulturowa miała ogromny wpływ na biosferę	416

Część 5 RÓŻNORODNOŚĆ ŻYCIA

22 RÓŻNORODNOŚĆ ORGANIZMÓW: SYSTEMATYKA 419

Nazewnictwo dwumienne	420
Jednostki taksonomiczne	420
Królestwa czy domeny?	421
Odtwarzanie filogenezy	424
Struktury homologiczne pozwalają określać powiązania ewolucyjne	425
Synapomorfie dostarczają wskazówek co do filogenezy	425
Biolodzy ostrożnie dobierają kryteria taksonomiczne	425
Filogenetyka molekularna bada strukturę cząsteczek w celu ustalenia pokrewieństw organizmów	426
Taksony powinny odzwierciedlać pokrewieństwa ewolucyjne	427
Dwa podejścia do systematyki	428
Systematyka ewolucyjna dopuszcza tworzenie grup parafiletycznych	428
Kladystyka kładzie nacisk na filogenezę	429
Węzły kladogramu reprezentują główne etapy ewolucji	432

23 WIRUSY I PROKARIONTY 435

Wirusy	436
Cząstka wirusa zawiera kwas nukleinowy otoczony płaszczem białkowym	436
Wirusy są klasyfikowane przez Międzynarodowy Komitet Taksonomii Wirusów	436
Wirusy mogą „uciekać” z komórek	436
Bakteriofagi są wirusami atakującymi bakterie	437

- Lityczne cykle reprodukcyjne niszczą komórki gospodarza* 437
- Wirusy łagodne włączają własny DNA do DNA komórki gospodarza* 438
- Niektóre wirusy zakażają komórki zwierząt* 439
- Niektóre wirusy zakażają komórki roślin* 439

Wiroidy i priony 443

Prokaryoty 444

- Prokaryoty cechuje kilka typowych kształtów* 444
- Komórki prokariotyczne nie mają obłonionych organelli* 444
- Powierzchnię większości komórek pokrywa ściana komórkowa* 445
- Wiele prokaryotów jest zdolnych do ruchu* 446
- Prokaryoty mają kolistą cząsteczkę DNA* 446
- Większość prokaryotów rozmnaża się przez podział* 446
- Niektóre bakterie tworzą endospory* 447
- Różne prokaryoty mają zróżnicowany metabolizm* 448

Dwie domeny prokariotyczne 449

- Przedstawiciele Archaea przeżywają w niesprzyjającym środowisku* 450
- Bakterie właściwe to najbardziej znane prokaryoty* 451

Wpływ prokaryotów na środowisko 451

- Prokaryoty mają duże znaczenie ekologiczne* 451
- Niektóre prokaryoty powodują choroby* 453
- Prokaryoty są wykorzystywane do wielu celów gospodarczych* 454

I OKIEM BADACZA Nowe i powracające stare choroby 443

24 PROTISTY 458

Wprowadzenie do protistów 459

Ewolucja eukaryotów 459

- Mitochondria i chloroplasty prawdopodobnie pochodzą od endosymbiontów* 460
- Biolodzy zmierzają ku ustaleniu klasyfikacji eukaryotów* 460

Przedstawiciele protistów 461

- Excavata są beztlenowymi wiciowcami zwierzęcymi* 462
- Do Discicristata należą euglenoidy i świdrowce* 464
- Alveolata mają spłaszczone pęcherzyki pod błoną komórkową* 465
- Ruchliwe komórki Heterokonta są dwuwiciowe* 468
- Cercozoa są pełzakowatymi komórkami otoczonymi pancerzykiem* 471
- Krasnorosty, zieleńce i rośliny lądowe tworzą monofiletyczną grupę roślin* 473
- Amoebozoa mają płatowate nibynóżki* 475
- Opisthokonta obejmują wiciowce kólnierzykowe, grzyby i zwierzęta* 477

25 KRÓLESTWO: GRZYBY 481

Charakterystyka grzybów 482

- Większość grzybów ma budowę strzępkową* 482
- Grzyby rozmnażają się za pomocą zarodników* 482

Różnorodność grzybów 483

- Skoczkowe są najbardziej pierwotną grupą grzybów* 483
- Grzyby sprężniowe w rozmnażaniu płciowym tworzą zygosporę* 485
- Workowce w rozmnażaniu płciowym tworzą zarodniki workowe* 487
- Grzyby podstawkowe w rozmnażaniu płciowym tworzą bazydiosporę* 489
- U grzybów niedoskonałych nie zaobserwowano stadiów płciowych* 489

Porosty 491

Ekologiczne znaczenie grzybów 493

Znaczenie grzybów w gospodarce i medycynie 494

- Grzyby dostarczają napojów i pożywienia* 494
- Grzyby wytwarzają użyteczne leki i inne środki* 495
- Grzyby są sprawcami ważnych chorób roślin* 495
- Grzyby są sprawcami chorób zwierząt* 496

26 KRÓLESTWO ROŚLIN: ROŚLINY ZARODNIKOWE 499

Przystosowania roślin 500

- W cyklu życiowym rośliny występują kolejno pokolenia haploidalne i diploidalne* 500
- Wśród roślin rozróżnia się cztery główne grupy* 501

Mszaki 502

- Gametofit mchów jest zróżnicowany na „liście” i „łodygi”* 502
- Gametofity wątrobowców tworzą plechę lub są ulistnione* 505
- Gametofity glików są niepozornymi roślinami plechowatymi* 505
- Mszaki są organizmem modelowym do badań eksperymentalnych* 505
- Ewolucję mszaków bada się na podstawie danych kopalnych, strukturalnych i molekularnych* 506

Zarodnikowe rośliny naczyniowe 507

- Dominującym pokoleniem paproci jest sporofit* 508
- Psylotowe są najprostszyimi roślinami naczyniowymi* 510
- Skrzypy mają wyodrążone, członowane łodygi* 510
- Widlaki są małymi roślinami mającymi kłącza i krótkie, wzniesione pędy* 512
- Niektóre paprocie i widlaki są różnazarodnikowe* 512
- Zarodnikowe rośliny naczyniowe służą jako modele do badań eksperymentalnych* 513
- Zarodnikowe rośliny naczyniowe powstały ponad 420 mln lat temu* 514

27 KRÓLESTWO ROŚLIN: ROŚLINY NASIENNE 517

- Rośliny nasienne 518
- Nagozalążkowe 518
 - Iglaste są roślinami drzewiastymi wytwarzającymi nasiona w szyszkach* 518
 - Sagowce mają szyszki nasienne i złożone liście* 521
 - Milorzęb dwuklapowy jest jedynym żyjącym przedstawicielem swojego typu* 522
 - Gniotowe obejmują trzy osobliwe rodzaje* 523
- Rośliny kwiatowe 524
 - Rośliny kwiatowe obejmują dwie klasy – jednoliściennych i dwuliściennych* 524
 - W rozmnażaniu płciowym okrytonasiennych biorą udział kwiaty* 525
 - W cyklu życiowym roślin okrytozalążkowych występuje podwójne zapłodnienie* 527
 - Po zapłodnieniu rozwijają się nasiona i owoce* 528
 - Rośliny okrytozalążkowe mają wiele przystosowań, które zapewniły im sukces* 528
 - Badania nad pochodzeniem kwiatów pomagają zrozumieć ewolucję roślin okrytozalążkowych* 529
- Ewolucja roślin nasiennych 529

28 KRÓLESTWO ZWIERZĄT: WPROWADZENIE 534

- Cechy zwierząt 535
- Środowiska życia zwierząt 535
- Filogeneza zwierząt 536
 - Zwierzęta można klasyfikować na podstawie symetrii ciała* 536
 - Zwierzęta można klasyfikować na podstawie rodzaju jamy ciała* 537
 - Wtórnojamowce, ze względu na różnice w rozwoju, dzieli się na dwie grupy* 538
 - Badania molekularne zmieniają tradycyjne poglądy na pokrewieństwa typów zwierząt* 539
- Przedtkankowce 541
 - Gąbki mają komórki kolnierzkowe* 541
- Promieniste 543
 - Parzydełkowce mają komórki parzydełkowe* 543
 - Do stłbiopławów należą formy samotne i kolonijne* 545
 - U krążkopławów dominuje stadium meduzy* 546
 - Koralowce to wyłącznie polipy* 546
 - Żebroplawy mają komórki kleiste* 547

29 KRÓLESTWO ZWIERZĄT: PIERWOGĘBE 550

- Lophotrochozoa 551
 - Plaźnice są dwubocznie symetrycznymi bezwórniojamowcami* 551
 - Charakterystyczną cechą wstęgnic jest obecność ryjka* 554
 - Mięczaki mają umięśnioną nogę, worek trzewiowy oraz płaszcz* 554
 - Pierścienice mają segmentowane ciało* 558
 - Czulkowce cechują się obecnością lofoforu* 561
 - Wrotki mają aparat wrotny* 562
- Ecdysozoa 563
 - Nicieńce mają duże znaczenie ekologiczne* 563
 - Stawonogi cechują się członowanymi odnóżami i chitynowym szkieletem zewnętrznym* 564

30 KRÓLESTWO ZWIERZĄT: WTÓROGĘBE 575

- Szkarłupnie 577
 - Liliowce są filtratorami* 578
 - Wiele rozgwiazd jest drapieżnikami* 578
 - Węzowidła są największą gromadą szkarłupni* 578
 - Jeżowce są pokryte ruchomymi kolcami* 578
 - Strzykwie to powolne zwierzęta o wydłużonym ciele* 578
 - Kolonice mają układ wodny o wyjątkowej budowie* 579
- Cechy strunowców 579
- Strunowce niższe 580
 - Oslonice są pospolitymi zwierzętami morskimi* 580
 - Lancetniki są zapewne blisko spokrewnione z kręgowcami* 580
 - Filogeneza strunowców budzi kontrowersje* 582
- Kręgowce – wprowadzenie 582
 - Główną cechą kręgowców jest obecność kręgosłupa* 582
 - Filogeneza kręgowców nie jest w pełni poznana* 583
- Bezzuchwowce 584
- Ryby i płazy 585
 - Do gromady ryb chrzęstnoszkieletowych należą rekiny i płaszczki* 585
 - Większość współczesnych ryb kościstych należy do gromady promieniopłetwych* 587
 - Czy przodkami czworonogów były ryby trzonopłetwe czy dwudusze?* 588
 - Płazy były pierwszymi kręgowcami lądowymi* 589
- Owodniowce 590
 - Pokrewieństwa między grupami owodniowców są coraz lepiej poznane* 591
 - Gady mają wiele przystosowań do życia na lądzie* 591
 - Czy ptaki są dinozaurami?* 592
 - Współczesne ptaki są przystosowane do latania* 593
 - Ssaki mają włosy i gruczoły mlekowe* 594

31 BUDOWA, WZROST I RÓŻNICOWANIE SIĘ ROŚLIN 601

Pokrój i długość życia roślin 602

Rośliny mają różne strategie życiowe 603

Budowa rośliny 603

Ciało rośliny jest zbudowane z komórek i tkanek 603

*Układ tkanek podstawowych składa się z trzech rodzajów
tkanek prostych 604*

*Układ tkanek przewodzących składa się z dwóch rodzajów
tkanek złożonych 608*

*Układ tkanek okrywających składa się z dwóch rodzajów
tkanek złożonych 611*

Merystemy 612

*Wzrost pierwotny zachodzi w merystemach
wierzchołkowych 613*

Przyrost wtórny zachodzi w merystemach bocznych 613

32 BUDOWA I CZYNNOŚCI ŻYCIOWE LIŚCI 617

Kształt i budowa liści 618

*Liść zbudowany jest ze skórki, fotosyntetycznej tkanki
miękkiszowej i tkanek przewodzących 618*

Budowa liścia jest związana z jego funkcją 622

Otwieranie i zamykanie szparek 624

Światło niebieskie wywołuje otwieranie się szparek 624

*Na otwieranie i zamykanie się szparek wpływają też inne
czynniki 626*

Transpiracja i gutacja 626

Niektóre rośliny wydzielają wodę w postaci ciekłej 626

Zrzucanie liści 627

*W wielu liściach odcięcie następuje w strefie położonej przy
nasadzie ogonka liściowego 628*

Liście przekształcone 628

*Zmodyfikowane liście roślin mięsożernych służą do chwytania
owadów 630*

I ZWRÓĆ UWAGĘ Skażenie powietrza a liście 624

33 ŁODYGI I TRANSPORT SUBSTANCJI W ROŚLINIE 633

Budowa zewnętrzna łodygi w zdrewniałych pędach 634

Wzrost i budowa łodygi 634

*Łodygi zielne roślin dwuliściennych i jednoliściennych różnią się
budową wewnętrzną 635*

Rośliny drzewiaste mają łodygi z przyrostem wtórnym 636

Transport w roślinie 641

Drewno przewodzi wodę z solami mineralnymi 642

Translokacja roztworu cukru odbywa się w tyku 645

ZWRÓĆ UWAGĘ Analiza stojów przyrostu
a zmiana klimatu 642

34 KORZENIE I ODŻYWIANIE MINERALNE ROŚLIN 650

Budowa i funkcje korzeni 651

Korzenie mają włośniki i czapeczkę korzeniową 651

*Korzenie zielnych roślin dwuliściennych i jednoliściennych
różnią się rozmieszczeniem tkanek przewodzących 652*

Korzenie roślin drzewiastych wykazują przyrost wtórny 655

Niektóre korzenie pełnią specjalne funkcje 656

Związki symbiotyczne korzeni 658

Gleba 658

*Gleba składa się ze składników mineralnych, materii
organicznej, wody i powietrza 659*

Organizmy glebowe tworzą złożony ekosystem 661

Odczyn (pH) gleby wpływa na jej właściwości biologiczne 661

*Gleba jest źródłem większości związków nieorganicznych
występujących w roślinach 662*

Niewłaściwa gospodarka może niszczyć glebę 663

35 ROZMNAŻANIE ROŚLIN KWIATOWYCH 668

Cykl życiowy roślin kwiatowych 669

Kwiaty są związane z rozmnażaniem płciowym 669

*Gametofity żeńskie powstają w zalążni, a męskie
w pylniku 670*

Zapylenie 671

*Wiele gatunków roślin ma mechanizmy zabezpieczające przed
samozapyleniem 671*

*Wśród roślin kwiatowych i ich zwierzęcych zapylaczy zachodziła
koewolucja 672*

Niektóre rośliny kwiatowe są wiatropylne 673

Zapłodnienie i rozwój nasion i owoców 674

*U roślin kwiatowych występuje unikatowe podwójne
zapłodnienie 674*

*Rozwój embrionalny w nasionach jest ściśle uporządkowany
i przewidywalny 674*

Dojrzałe nasienie zawiera zarodek i materiały zapasowe 674

Owoc jest dojrzałą zalążnią 676

Rozsiewanie nasion jest bardzo różne 679

- Rozmnażanie bezpłciowe roślin kwiatowych 682
Apomiksja jest wykształcaniem nasion bez procesów płciowych 683
- Porównanie rozmnażania płciowego i bezpłciowego 684
Rozmnażanie płciowe ma pewne wady 684
- I ZWRÓĆ UWAGĘ** Banki nasion 676

36 WZROST I ROZWÓJ ROŚLIN 687

- Kielkowanie i wzrost początkowy 688
Kielkowanie nasion wymaga odpowiednich warunków środowiskowych 688
Rośliny jedno- i dwuliścienne mają określony model wczesnego wzrostu 689
- Sygnały świetlne a rozwój roślin 689
Fitochrom reaguje na długość dnia 690
Fitochrom odgrywa rolę w konkutowaniu roślin o dostęp do światła 691
Fitochrom uczestniczy też w innych procesach zależnych od światła, np. w kielkowaniu 691
Fitochrom indukuje transdukcję sygnału 692
Światło reguluje rytmy okołodobowe 692
- Ruchy nasytczne i tropizmy 694
Zmiany turgoru wywołują ruchy nasytczne 694
Tropizm jest ukierunkowanym wzrostem rośliny wskutek bodźca zewnętrznego 694
- Hormony a rozwój roślin 696
Hormony roślinne uczestniczą w transdukcji sygnałów 696
Auksyny stymulują wydłużanie się komórek 698
Gibereliny stymulują wydłużanie łodygi 700
Cytokininy stymulują podziały komórek 700
Etylen stymuluje tworzenie warstwy odcinającej i dojrzewanie owoców 703
Kwas abscysynowy reguluje spoczynek nasion 703
Dodatkowe cząsteczki sygnałowe wpływają na wzrost, rozwój i reakcje obronne rośliny 704
Nieznane hormony roślinne czekają na odkrycie 706

OKIEM BADACZA Roślinożercy bronią się przed roślinnymi cząsteczkami sygnałowymi 705

ZWRÓĆ UWAGĘ Hodowla komórek i tkanek 702

37 CIAŁO ZWIERZĘCIA: WPROWADZENIE DO BUDOWY I FUNKCJI 709

- Tkanki 710
Tkanka nabłonkowa pokrywa ciało i wyściela jego główne jamy 710
Tkanka łączna scala różne struktury ciała 711
Tkanka mięśniowa kurczy się 717
Tkanka nerwowa reguluje pracę mięśni i gruczołów 717
- Narządy i układy 719
Organizm utrzymuje homeostazę 719
- Regulacja temperatury ciała 722
Zwierzęta ektotermiczne pobierają ciepło z otoczenia 723
Zwierzęta endotermiczne czerpią ciepło z procesów metabolicznych 723
Wiele zwierząt odpowiada na zmiany temperatury otoczenia zmianą fizjologii 725
- I ZWRÓĆ UWAGĘ** Niepożądane tkanki: nowotwory 718

38 OCHRONA, PODPORA I RUCH 728

- Nabłonkowe pokrycie ciała 729
Naskórek bezkręgowców może brać udział w wydzielaniu i wymianie gazowej 729
Skóra kręgowców odgrywa rolę ochronną i termoregulacyjną 729
- Szkielet 730
U zwierząt o szkielecie hydrostatycznym siły rozchodzą się za pośrednictwem płynów ciała 730
Szkielet zewnętrzny mięczaków i stawonogów jest martwym tworem 731
Szkielet wewnętrzny jest zdolny do wzrostu 731
Szkielet kręgowców zawiera dwie główne części 731
- Skurcze mięśni 734
Mięśnie poszczególnych grup bezkręgowców są znacznie zróżnicowane 734
Mięśnie kręgowców mogą składać się z tysięcy włókien mięśniowych 735
Skurcz mięśni jest skutkiem ruchów ślizgowych miofilamentów aktynowych i miozynowych 735
ATP dostarcza energii do pracy mięśni 739
Działanie mięśni szkieletowych zależy od pracy antagonistycznych grup mięśni 739
Włókna mięśniowe mogą się specjalizować w szybkich lub wolnych skurczach 739
Mięśnie gładkie, szkieletowe i sercowe działają specyficznie 740

Przepływ informacji w układzie nerwowym 745

Neurony i komórki glejowe 746

*Komórki glejowe wspomagają neurony pod względem metabolicznym i strukturalnym 746**Typowy neuron składa się z ciała komórkowego, dendrytu i aksonu 746*

Przekazywanie informacji wzdłuż błony neuronu 747

*Błona komórkowa neuronu ma potencjał spoczynkowy 747**Potencjały postsynaptyczne (gradacyjne) różnią się wielkością 749**Potencjał czynnościowy powstaje w wyniku przepływu jonów Na^+ do wnętrza, a jonów K^+ na zewnątrz komórki 749*

Transmisja synaptyczna 753

*Synapsy elektryczne i chemiczne 753**Neurony wykorzystują neuroprzekaźniki do przekazywania sygnałów między sobą 754**Neuroprzekaźniki wiążą się z receptorami komórek postsynaptycznych 755**Neuroprzekaźniki i ich receptory mogą wysyłać sygnały pobudzające lub hamujące 756*

Integracja sygnałów nerwowych 757

Obwody nerwowe 758

| ZWRÓĆ UWAGĘ Choroba Alzheimera 756**40 REGULACJA NERWOWA 762**

Układ nerwowy bezkręgowców 763

Budowa układu nerwowego kręgowców 765

Ewolucja mózgu kręgowców 765

*Tyłomózgowie rozwija się w rdzeń przedłużony, most i mózdzek 766**Śródmózgowie jest dominującą częścią mózgu ryb i płazów 767**Z przodomózgowia powstają wzgórze, podwzgórze i mózgowie 767*

Ośrodkowy układ nerwowy człowieka 768

*Rdzeń przedłużony przekazuje impulsy do i z mózgu 768**Mózgowie jest najważniejszą częścią mózgu człowieka 770**Aktywność mózgu wykazuje cykliczność zgodną z rytmem snu i czuwania 773**Układ limbiczny kontroluje emocjonalne aspekty zachowania 774**Uczenie się polega na gromadzeniu informacji i odtwarzaniu ich z pamięci 774*

Obwodowy układ nerwowy 777

*Układ somatyczny umożliwia adaptację organizmu do środowiska zewnętrznego 777**Układ autonomiczny reguluje środowisko wewnątrz organizmu 778*

Wpływ leków, używek i narkotyków na układ nerwowy 779

OKIEM BADACZA Neurofizjologia doświadczenia traumatycznego 775**ZWRÓĆ UWAGĘ** Alkohol – najczęściej nadużywana substancja 782**41 PERCEPCJA ZMYŚŁOWA 786**

Typy receptorów sensorycznych 787

Działanie receptorów sensorycznych 788

*Odczucia zmysłowe zależą od przewodzenia zakodowanych informacji sensorycznych 788**Receptory czuciowe adaptują się do bodźców 789*

Mechanoreceptory 789

*Receptory dotyku znajdują się w skórze 789**Proprioceptory pomagają w koordynacji mięśni podczas ruchu 790**Wiele bezkręgowców ma receptory grawitacji zwane statocystami 791**Komórki włoskowate mają charakterystyczne stereocilia 791**Narząd linii bocznej wspomaga widzenie u ryb 792**Aparat przedsionkowy służy do utrzymywania równowagi 792**Receptory słuchowe znajdują się w ślimaku 793*

Chemoreceptory 796

*Kubki smakowe wykrywają obecność cząsteczek pokarmów rozpuszczonych w wodzie 796**Za zmysł węchu odpowiada nabłonek węchowy 797*

Fotoreceptory 798

*Do fotoreceptorów bezkręgowców zalicza się plamki oczne, oczy proste i złożone 799**Oczy kręgowców tworzą ostre obrazy 800**Siatkówka składa się z wrażliwych na światło komórek pręcikowych i czopkowych 801***42 TRANSPORT WEWNĘTRZNY 807**

Typy układów krążenia 808

*Wiele bezkręgowców ma otwarty układ krążenia 808**Niektóre bezkręgowce mają zamknięty układ krwionośny 809**Wszystkie kręgowce mają zamknięty układ krwionośny 809*

Krew kręgowców 810

*Osoce jest płynnym składnikiem krwi 810**Czerwone krwinki transportują tlen 811**Białe krwinki bronią organizmu przed drobnoustrojami chorobotwórczymi 812*

Płytki krwi biorą udział w krzepnięciu krwi	812
Naczynia krwionośne kręgowców	813
Ewolucja układu sercowo-naczyniowego kręgowców	815
Serce człowieka	816
<i>Każde uderzenie serca jest inicjowane w rozruszniku</i>	817
<i>Układ nerwowy reguluje tempo pracy serca</i>	819
<i>Pojemność wyrzutowa zależy od powrotu żylnego</i>	820
<i>Minutowa pojemność serca zależy od potrzeb organizmu</i>	821
Ciśnienie krwi	821
<i>Ciśnienie krwi jest najwyższe w tętnicach</i>	822
<i>Ciśnienie krwi jest precyzyjnie regulowane</i>	824
Obiegi krwi	824
<i>W obiegu płucnym krew ulega utlenowaniu</i>	825
<i>Krążenie ustrojowe doprowadza krew do tkanek</i>	825
Układ limfatyczny	826
<i>Układ limfatyczny składa się z naczyń limfatycznych i tkanki limfatycznej</i>	826
<i>Układ limfatyczny odgrywa ważną rolę w utrzymaniu równowagi płynów ustrojowych</i>	827

I ZWRÓĆ UWAGĘ Choroby serca i naczyń 822

43 UKŁAD ODPORNOŚCIOWY: WEWNĘTRZNA OBRONA 831

Oporność nieswoista i swoista: wstęp	832
<i>U bezkręgowców występuje oporność nieswoista</i>	832
<i>U kręgowców występuje oporność nieswoista i swoista</i>	833
Odpowiedź immunologiczna nieswoista	833
<i>Cząsteczki rozpuszczalne są mediatorami odpowiedzi immunologicznej</i>	834
<i>Fagocyty i limfocyty NK niszczą patogeny</i>	834
<i>Zapalenie jest odpowiedzią obronną</i>	835
Odpowiedź immunologiczna swoista	836
<i>W swoistą odpowiedź immunologiczną jest zaangażowanych wiele rodzajów komórek</i>	836
<i>Główny układ zgodności tkankowej jest odpowiedzialny za rozpoznanie własnych struktur</i>	838
Oporność typu komórkowego	839
Oporność typu humoralnego	840
<i>Typowe przeciwciało składa się z czterech łańcuchów polipeptydowych</i>	842
<i>Przeciwciała dzieli się na pięć klas</i>	843
<i>Związywanie antygeny z przeciwciałem uruchamia mechanizmy obronne</i>	843
<i>Układ odpornościowy odpowiada na miliony różnych antygenów</i>	843
<i>Przeciwciała monoklonalne są wysoce swoiste</i>	844
Pamięć immunologiczna	845
<i>Wtórna odpowiedź immunologiczna jest skuteczniejsza niż pierwotna</i>	845

Immunizacja wywołuje odporność czynną	846
Odporność bierna jest odpornością pożyczoną	846
Układ odpornościowy a choroby	847
<i>Komórki nowotworowe unikają ataku ze strony układu odpornościowego</i>	847
<i>Niedobory odporności mogą być dziedziczne lub nabyte</i>	848
<i>HIV jest główną przyczyną nabytego niedoboru odporności</i>	848
Szkodliwa odpowiedź immunologiczna	851
<i>Odrzucanie przeszczepu to odpowiedź immunologiczna przeciw przeszczepianej tkance</i>	851
<i>Niezgodność czynników Rh może prowadzić do nadwrażliwości</i>	851
<i>Reakcje alergiczne są skierowane przeciw pospolitym antygenom środowiska</i>	852
<i>W chorobach autoimmunizacyjnych organizm atakuje swoje własne tkanki</i>	853

44 WYMIANA GAZOWA 358

Przystosowania do wymiany gazowej w powietrzu i w wodzie	858
Rodzaje powierzchni oddechowych	859
<i>Wymiana gazowa może się odbywać przez powierzchnię ciała</i>	859
<i>Tchawki stawonogów dostarczają powietrze bezpośrednio do komórek</i>	859
<i>Powierzchnię oddechową zwierząt wodnych tworzą skrzel</i>	859
<i>Wymiana gazowa u kręgowców lądowych odbywa się za pomocą płuc</i>	861
Układ oddechowy ssaków	862
<i>Drogi oddechowe prowadzą powietrze do płuc</i>	862
<i>Wymiana gazowa odbywa się w pęcherzykach płucnych</i>	863
<i>Wentylacja odbywa się dzięki wdechom i wydechom</i>	863
<i>Ilość powietrza oddechowego można zmierzyć</i>	865
<i>Wymiana gazowa odbywa się w pęcherzykach płucnych</i>	865
<i>Wymiana gazowa odbywa się w tkankach</i>	865
<i>Barwniki oddechowe zwiększają wydajność transportu tlenu</i>	866
<i>Dwutlenek węgla jest transportowany głównie w postaci jonów wodorowęglanowych</i>	867
<i>Oddychanie jest regulowane przez ośrodki oddechowe w mózgu</i>	867
<i>Hiperwentylacja zmniejsza ilość dwutlenku węgla</i>	869
<i>Loty na znacznych wysokościach i nurkowanie na dużych głębokościach mogą powodować zaburzenie homeostazy</i>	869
<i>Niektóre ssaki są przystosowane do nurkowania</i>	869
Oddychanie zanieczyszczonym powietrzem	870

I ZWRÓĆ UWAGĘ Skutki palenia tytoniu 871

Sposoby odżywiania się 876

Układ pokarmowy zwierząt jest przystosowany do pobierania określonego pokarmu 876

Niektóre bezkręgowce mają jamę trawiącą z jednym otworem 876

Większość zwierząt ma układ pokarmowy z dwoma otworami 878

Układ pokarmowy kręgowców 878

Trawienie pokarmu rozpoczyna się w jamie ustnej 879

Gardziel i przełyk przesuwają pokarm do żołądka 880

Pokarm w żołądku jest mechanicznie rozdrabniany i trawiony enzymatycznie 880

Najintensywniejsze trawienie enzymatyczne odbywa się w jelicie cienkim 882

Wątroba wydziela żółć 883

Trzustka wydziela enzymy trawienne 883

Pokarm jest trawiony w czasie przesuwania się przez przewód pokarmowy 883

Trawienie jest regulowane przez układ nerwowy i hormonalny 884

Wchłanianie zachodzi głównie w kosmkach jelita cienkiego 885

Jelito grube usuwa niestrawione resztki pokarmu 885

Niezbędne składniki pokarmowe 885

Węglowodany są źródłem energii 886

Tłuszcze są źródłem energii i służą do wytwarzania ważnych związków biologicznie czynnych 886

Białka pełnią rolę enzymów i są składnikami budulcowymi komórek 888

Witaminy są związkami organicznymi niezbędnymi do prawidłowego przebiegu procesów metabolicznych 888

Sole mineralne są nieorganicznymi składnikami pokarmowymi 889

Przeciwutleniacze chronią przed utleniaczami 890

Związki pochodzenia roślinnego odgrywają ważną rolę w utrzymywaniu zdrowia 890

Metabolizm energetyczny 891

Niedożywienie może być przyczyną poważnych problemów zdrowotnych 891

Otyłość to poważny problem związany z odżywianiem 892

46 OSMOREGULACJA I WYDALANIE 896**Zbędne produkty metabolizmu 897**

Osmoregulacja i wydalanie zbędnych produktów metabolizmu u bezkręgowców 898

Narządy nefrydialne są wyspecjalizowane do osmoregulacji i (lub) wydalania 898

Cewki Malpighiego oszczędzają wodę 899

Osmoregulacja i wydalanie zbędnych produktów metabolizmu u kręgowców 899

Słodkowodne kręgowce muszą usuwać nadmiar wody 899

Morskie kręgowce muszą wyrównywać ubytek wody 900

Zwierzęta lądowe muszą oszczędzać wodę 901

Układ wydalniczy 901

Nefron jest jednostką czynnościową nerki 903

Mocz jest produktem filtracji, resorpcji i sekrecji 904

Mocz ulega zagęszczeniu, przechodząc przez kanaliki nerkowe 906

Mocz składa się z wody, produktów przemian azotowych i soli 907

Czynność nerki regulują hormony 908

47 REGULACJA DOKREWNA 913**Sygnalizacja komórkowa 914**

W typowej regulacji dokrewnej hormony są wydzielane przez gruczoły dokrewne 914

Neurohormony są transportowane przez krew 914

Wielu endokrynologów zalicza lokalne regulatory do hormonów 914

Hormony należą do czterech grup związków chemicznych 915

Regulacja wydzielania hormonów 917**Mechanizmy działania hormonów 918**

Niektóre hormony wnikać do komórek docelowych i aktywują geny 918

Wiele hormonów wiąże się z receptorami błony komórkowej 918

Przekaz sygnału w komórce zachodzi za pośrednictwem receptorów związanych z białkiem G 919

Receptory związane z enzymami działają bezpośrednio 920

Sygnały hormonalne są wzmacniane 921

Układ neuroendokrynny bezkręgowców 921**Układ dokrewny (endokrynny) kręgowców 922**

Homeostaza zależy od prawidłowego stężenia hormonów 922

Podwzgórze reguluje czynność przysadki 922

Tyłny płat przysadki uwalnia hormony produkowane w podwzgórz 922

Przedni płat przysadki reguluje proces wzrostu ciała oraz czynności innych gruczołów dokrewnych 924

Hormony tarczycy zwiększają tempo metabolizmu 926

Gruczoły przytarczyczne regulują poziom wapnia 927

Wysepki trzustki regulują poziom glukozy 927

Hormony nadnerczy pomagają w adaptacji organizmu do sytuacji stresowych 930

Znanych jest wiele innych hormonów 933

ZWRÓĆ UWAGĘ Steroidy anaboliczne i inne nadużywane hormony 916

Rozród bezpłciowy i płciowy 936

- Rozród bezpłciowy jest skuteczną strategią 937
- Większość zwierząt rozmnaża się płciowo 937

Rozród człowieka: mężczyzna 938

- W jądrach są produkowane gamety i hormony 939
- System kanalików magazynuje i transportuje nasienie 940
- Gruzoły dodatkowe produkują płynną część nasienia 940
- Prącie wprowadza nasienie do żeńskich dróg rodnych 942
- Oś podwzgórze-przysadka-jądra reguluje rozród samca 942

Rozród człowieka: kobieta 944

- Jajniki produkują gamety i hormony płciowe 944
- Oocyt II rzędu przemieszcza się w jajowodzie 945
- Zarodek rozwija się w macicy 946
- Nasienie jest wprowadzane do pochwy 946
- Zewnętrzne narządy płciowe tworzą srom 946
- Gruzoły mlekowe wytwarzają mleko 947
- Oś podwzgórze-przysadka-jajniki reguluje rozród u kobiet 947

Zbliżenie płciowe 951

Zapłodnienie i wczesny rozwój 951

Poród 954

Regulacja urodzeń 954

- Większość hormonalnych środków antykoncepcyjnych zapobiega owulacji 955
- Powszechnie stosuje się wkładki wewnątrzmaciczne 956
- Innymi powszechnie stosowanymi środkami antykoncepcyjnymi są krążki dopochwowe i prezerwatywy 957
- Antykoncepcja jest możliwa również w nagłych wypadkach 957
- Sterylizacja uniemożliwia poczęcie 957
- Aborcja może być spontaniczna lub wywołana 958

Choroby przenoszone drogą płciową 959

- ZWRÓĆ UWAGĘ** Rak piersi 948
- ZWRÓĆ UWAGĘ** Nowe możliwości poczęcia 953

49 ROZWÓJ ZARODKOWY ZWIERZĄT 962

Zapłodnienie 963

- Pierwszy etap zapłodnienia obejmuje kontakt i rozpoznanie 963
- Wniknięcie plemnika jest kontrolowane 964
- Zapłodnienie pobudza jajo do rozwoju 964
- Przedjądra żeńskie i męskie łączą się, odtwarzając stan diploidalny 965

Bruzdowanie 965

- Wzór bruzdowania zależy od żółtka 965
- Bruzdowanie może wpływać na rozmieszczenie determinantów rozwojowych 968

Bruzdowanie dostarcza budulca do rozwoju zarodka 968

Gastrulacja 968

- Przebieg gastrulacji zależy od ilości żółtka 969

Organogeneza 970

Błony płodowe (pozazarodkowe) 972

Rozwój zarodkowy człowieka 973

- Łożysko jest narządem wymiany 973
- Rozwój narządów zaczyna się w pierwszym trymestrze ciąży 975
- Rozwój trwa w drugim i trzecim trymestrze 975
- Ciąża mnoga może powstać na kilka sposobów 976
- Środowisko zewnętrzne wpływa na rozwój zarodka 976
- Noworodek musi przystosować się do nowego środowiska 976
- Starzenie się nie jest procesem jednolitym 978
- Odpowiedź homeostatyczna na stres słabnie w okresie starzenia 978

50 ZACHOWANIA ZWIERZĄT 981

Zrozumieć zachowanie 982

Wpływ genów i środowiska 982

- Zachowanie zależy od stanu fizjologicznej gotowości 983
- Wiele wzorców zachowań zależy od programów motorycznych 983

Uczenie się przez doświadczenie 984

- Zwierzę przyzwyczaja się do obojętnych bodźców 984
- Wpajanie (imprinting) występuje we wczesnym okresie życia 985
- W warunkowaniu klasycznym odruch jest kojarzony z nowym bodźcem 985
- W warunkowaniu instrumentalnym zachowanie spontaniczne jest wzmocniane 985
- W uczeniu się przez wgląd nabyte doświadczenia są wykorzystywane do rozwiązywania nowych problemów 986
- Zabawa służy doskonaleniu zachowania 987

Rytmy biologiczne i migracja 987

- Rytmy biologiczne wpływają na zachowanie 987
- Migracja wymaga koordynacji między rytmem biologicznym, fizjologią i środowiskiem 988

Furażowanie 989

Zachowania społeczne 990

- W zachowaniu społecznym konieczne jest porozumiewanie się 990
- Hierarchie dominacji są rangami społecznymi 992
- Wiele zwierząt broni terytorium 993
- Niektóre gatunki zwierząt tworzą społeczności 994
- Socjologia wyjaśnia zachowania społeczne człowieka z przystosowawczego punktu widzenia 995

Dobór płciowy 996

- Zwierzęta poszukują dobrego partnera do rozrodu 996
- Dobór płciowy faworyzuje poliginiczne sposoby rozrodu 996

Niektóre zwierzęta opiekują się swoim potomstwem 997

Pomaganie 999

Zachowania altruistyczne można wytłumaczyć dostosowaniem
włóczynym 999

Zachowania wymagające współpracy można wytłumaczyć
w inny sposób 999

Część 8 INTERAKCJE W PROCESACH ŻYCIOWYCH: EKOLOGIA

51 WPROWADZENIE DO EKOLOGII: EKOLOGIA POPULACJI 1003

Właściwości populacji 1004

Podstawowe cechy populacji to zagęszczenie
i rozmieszczenie 1004

Zmiany liczebności populacji 1006

Migracje wpływają na tempo wzrostu niektórych
populacji 1006

Każda populacja ma sobie właściwe wewnętrzne tempo
wzrostu 1006

Żadna populacja nie może rosnąć wykładniczo bez
końca 1007

Czynniki wpływające na liczebność populacji 1008

Czynniki zależne od zagęszczenia regulują liczebność
populacji 1008

Czynniki niezależne od zagęszczenia są z reguły
abiotyczne 1010

Cechy historii życiowej 1011

Do opisu śmiertelności i przeżywalności służą tabele życia
i krzywe przeżywalności 1012

Metapopulacje 1014

Populacje ludzkie 1015

Tempo wzrostu populacji w różnych krajach nie jest takie
samo 1017

Na podstawie struktury wiekowej można przewidzieć zmiany
liczebności populacji 1018

Degradacja środowiska jest zależna od tempa wzrostu
populacji i konsumpcji zasobów 1019

52 EKOLOGIA ZESPOŁU 1023

Struktura i funkcjonowanie zespołu 1024

Nisza gatunku określa jego rolę ekologiczną w zespole 1025

Na niszę ekologiczną gatunku wpływają zarówno czynniki
biotyczne, jak i abiotyczne 1026

Konkurencja może być wewnątrzgatunkowa (intraspecyficzna)
lub międzygatunkowa (interspecyficzna) 1026

Dobór naturalny kształtuje cechy fizyczne i zachowanie zarówno
drapieżnika, jak i ofiary 1030

Symbioza polega na ścisłych związkach między
gatunkami 1033

Na charakter zespołu wpływają zarówno gatunki zwornikowe,
jak i gatunki dominujące 1035

Różnorodność biologiczna zespołu 1036

Ekolodzy usiłują wyjaśnić, dlaczego w niektórych zespołach
występuje więcej gatunków niż w innych 1036

Bogactwo gatunkowe może sprzyjać stabilności zespołu 1038

Rozwój zespołu 1038

Katastrofy ekologiczne wpływają na przebieg sukcesji i bogactwo
gatunkowe 1039

Badania nad strukturą zespołu trwają nadal 1039

I ZWRÓĆ UWAGĘ Mimikra u motyli 1032

53 EKOSYSTEMY I BIOSFERA 1043

Przepływ energii przez ekosystemy 1044

Piramidy troficzne przedstawiają funkcjonowanie
ekosystemów 1046

Ekosystemy różnią się produktywnością 1048

Krażenie materii w ekosystemach 1049

W obiegu węgla podstawową rolę odgrywa dwutlenek
węgla 1049

Azot krąży w przyrodzie dzięki bakteriom 1051

Krażenie fosforu w przyrodzie odbywa się bez udziału
składnika gazowego 1053

W cyklu hydrologicznym woda krąży między oceanem, lądem
i atmosferą 1054

Regulacja ekosystemów od dołu i od szczytu piramidy
troficznej 1054

Czynniki abiotyczne w ekosystemach 1056

Słońce ogrzewa Ziemię 1056

Atmosfera zawiera kilka gazów niezbędnych dla organizmów
żywych 1058

Oceany zajmują większą część powierzchni Ziemi 1059

Klimat wpływa na organizmy żywe 1060

W niektórych ekosystemach często zdarzają się pożary 1062

ZWRÓĆ UWAGĘ Łańcuchy pokarmowe a trucizny
w środowisku 1045

ZWRÓĆ UWAGĘ Życie bez światła słonecznego 1056

54 EKOLOGIA I GEOGRAFIA ŻYCIA 1065

Biomy 1066

Tundra to zimne, podmokłe równiny Dalekiej Północy 1066

Tajga to wiecznie zielone lasy półkuli północnej 1068

Las deszczowy strefy umiarkowanej cechuje się obfitymi
opadami 1068

W lesie liściastym strefy umiarkowanej występują drzewa wielkolistne 1070

Zbiorowiska trawiaste strefy umiarkowanej występują na obszarach o umiarkowanych opadach atmosferycznych 1071

Chaparral to zarośla wiecznie zielonych krzewów i niskich drzew 1072

Pustynie są ekosystemami suchymi 1072

Sawanna jest zbiorowiskiem trawiastym strefy tropikalnej 1073

Są dwa główne rodzaje lasów tropikalnych 1074

Ekosystemy wodne 1075

Ekosystemy słodkowodne obejmują rzeki, jeziora i mokradła 1075

Estuaria występują tam, gdzie spotykają się wody słodkie i słone 1079

Większą część powierzchni Ziemi zajmują ekosystemy morskie 1080

Ekotony 1084

Biogeografia 1084

Obszary lądowe dzieli się na sześć krain biogeograficznych 1085

ZWRÓĆ UWAGĘ Rozmieszczenie roślinności w górach 1067

55 CZŁOWIEK W ŚRODOWISKU 1088

Zmniejszanie się różnorodności biologicznej 1089

Działalność człowieka przyczynia się do spadku różnorodności biologicznej 1091

Gdzie problem spadku różnorodności biologicznej jest najpoważniejszy? 1093

Problemem spadku różnorodności biologicznej zajmuje się ochrona przyrody 1094

Wylesianie 1098

Gdzie i dlaczego znikają lasy? 1099

Globalne ocieplenie 1100

Globalne ocieplenie powodują gazy cieplarniane 1100

Jakie skutki może wywołać globalne ocieplenie? 1102

Istnieje wiele sposobów zapobiegania globalnemu ociepleniu 1103

Spadek stężenia ozonu w stratosferze 1104

Ozon w stratosferze jest niszczone przez niektóre substancje chemiczne 1105

Spadek stężenia ozonu szkodzi organizmom żywym 1105

Niszczeniu warstwy ozonowej może zapobiec międzynarodowa współpraca 1106

Związki między problemami środowiskowymi 1106

ZWRÓĆ UWAGĘ Spadek liczebności populacji płazów 1090

Dodatek A Układ okresowy pierwiastków D-1

Dodatek B Klasyfikacja organizmów D-2

Dodatek C Rozumienie terminów biologicznych D-6

Dodatek D Objaśnienie skrótów D-9

Słownik S-1

Skorowidz Sk-1