

Biologia Campbella / Jane B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Robert B. Jackson. – Wydanie 2 polskie (na podstawie Campbell Biology. Tenth Edition), dodruk. – Poznań, 2018

Spis treści

1 Ewolucja, koncepcje biologii i badania naukowe	1
Dociekania na temat życia	1
ZAGADNIENIE 1.1 Badania nad życiem odkrywają wspólne koncepcje biologii	2
Koncepcja: Nowe właściwości pojawiają się na kolejnych poziomach organizacji biologicznej	3
Koncepcja: Procesy życiowe wymagają ekspresji i transmisji informacji genetycznej	5
Koncepcja: Transfer i transformacja energii i materii są niezbędne do życia	7
Koncepcja: Od ekosystemów po cząsteczki, interakcje są ważne dla systemów biologicznych	8
Ewolucja, centralna koncepcja biologii	9
ZAGADNIENIE 1.2 Koncepcja centralna: Ewolucja wyjaśnia jedność i różnorodność	10
Klasyfikacja różnorodności życia	10
Karol Darwin i teoria doboru naturalnego	12
Drzewo życia	14
ZAGADNIENIE 1.3 Badając przyrodę, naukowcy dokonują obserwacji i formułują oraz testują hipotezy	16
Przeprowadzanie obserwacji	16
Formułowanie i testowanie hipotez	16
Elastyczność procesu naukowego	18
Studium przypadku w badaniu naukowym: badania nad ubarwieniem sierści w populacjach gryzoni	19
Eksperymentalne zmienne i kontrola eksperymentu	20
Teoria w nauce	21
ZAGADNIENIE 1.4 Współpraca i różnorodność punktów widzenia są korzystne dla nauki	21
Tworzenie nauki na podstawie pracy innych	21
Nauka, technologia i społeczeństwo	23
Wartość odmiennych punktów widzenia w nauce	23
 CZĘŚĆ 1	
CHEMIA ŻYCIA	27
 2 Chemiczny kontekst życia	28

Chemiczne powiązania biologii	28
ZAGADNIENIE 2.1 Materia składa się z pierwiastków chemicznych zarówno w stanie czystym, jak i połączonych ze sobą w związki chemiczne	29
Pierwiastki i związki chemiczne	29
Pierwiastki życia	29
Studium przypadku: ewolucja tolerancji na pierwiastki toksyczne	30
ZAGADNIENIE 2.2 Właściwości pierwiastków chemicznych zależą od struktury ich atomów	30
Cząstki subatomowe	30
Liczba atomowa i masa atomowa	31
Izotopy	31
Poziomy energetyczne elektronów	32
Rozmieszczenie elektronów i ich właściwości chemiczne	34
Orbitale elektronowe	35
ZAGADNIENIE 2.3 Tworzenie cząsteczek i ich funkcje zależą od wiązań chemicznych pomiędzy atomami	36
Wiązania kowalencyjne	36
Wiązania jonowe	37
Słabe wiązania chemiczne	38
Kształt cząsteczek a ich funkcje	39
ZAGADNIENIE 2.4 Reakcje chemiczne polegają na tworzeniu i zrywaniu wiązań chemicznych	40
3 Woda i życie	44
Cząsteczka niezbędna dla życia	44
ZAGADNIENIE 3.1 Polarność cząsteczek wody skutkuje tworzeniem wiązań wodorowych	45
ZAGADNIENIE 3.2 Cztery emergentne właściwości wody wpływają na powstanie warunków umożliwiających życie na Ziemi	45
Kohezja cząsteczek wody	45
Łagodzenie zmian temperatury	46
Unoszenie się lodu w ciekłej wodzie	48
Woda: rozpuszczalnik życia	48
Możliwości ewolucji życia na innych planetach	50
ZAGADNIENIE 3.3 Warunki kwasowe i zasadowe mają wpływ na organizmy żywe	51
Kwasy i zasady	51
Skala pH	51
Bufory	52
Zakwaszenie: zagrożenie dla jakości wody	53
4 Węgiel i molekularna różnorodność życia	56
Węgiel: szkielet życia	56
ZAGADNIENIE 4.1 Chemia organiczna zajmuje się badaniem związków węgla	57

Cząsteczki organiczne i pochodzenie życia na Ziemi	57
ZAGADNIENIE 4.2 Atomy węgla mogą wchodzić w skład różnych związków, tworząc wiązania z czterema innymi atomami	58
Tworzenie wiązań przez węgiel	59
Molekularna różnorodność wywodzi się ze zmienności szkieletów węglowych	60
ZAGADNIENIE 4.3 Kilka grup chemicznych jest kluczem do funkcjonowania cząsteczek biologicznych	62
Grupy chemiczne najbardziej istotne dla procesów życiowych	62
ATP: ważne źródło energii dla procesów zachodzących w komórce	64
Pierwiastki życia: podsumowanie	64
5 Budowa i funkcja wielkich A cząsteczek biologicznych	66
Cząsteczki życia	66
ZAGADNIENIE 5.1 Makrocząsteczki są polimerami złożonymi z monomerów	67
Synteza i rozkład polimerów	67
Różnorodność polimerów	67
ZAGADNIENIE 5.2 Węglowodany służą jako paliwo i materiał budulcowy	68
Cukry	68
Polisacharydy	70
ZAGADNIENIE 5.3 Lipidy stanowią odrębną grupę cząsteczek hydrofobowych	72
Tłuszcze	72
Fosfolipidy	74
Steroidy	75
ZAGADNIENIE 5.4 Białka mają zróżnicowaną strukturę, z której wynika szeroki zakres pełnionych przez nie funkcji	75
Monomery aminokwasowe	75
Poliptydy (polimery aminokwasowe)	78
Budowa i funkcje białek	78
ZAGADNIENIE 5.5 Kwasy nukleinowe są magazynem, nośnikiem i przekaźnikiem informacji genetycznej	84
Rola kwasów nukleinowych	84
Składniki kwasów nukleinowych	85
Polimery nukleotydowe	86
Budowa cząsteczek DNA i RNA	86
ZAGADNIENIE 5.6 Genomika i proteomika zmieniły oblicze badań naukowych i zastosowań praktycznych w biologii	87
DNA i białka w roli „narzędzia pomiarowego” ewolucji	89
CZĘŚĆ 2	
KOMÓRKA	92
6 Podróż w głąb komórki	93

Podstawowe jednostki życia	93
ZAGADNIENIE 6.1 Do badania komórek biolodzy wykorzystują mikroskopy i metody biochemiczne	94
Mikroskopia	94
Frakcjonowanie komórek	96
ZAGADNIENIE 6.2 System błon wewnętrznych umożliwia kompartmentację funkcji w komórkach eukariotycznych	97
Porównanie komórek prokariotycznych i eukariotycznych	97
Panoramiczny widok komórki eukariotycznej	99
ZAGADNIENIE 6.3 Instrukcje genetyczne komórek eukariotycznych są przechowywane w jądrze komórkowym i realizowane przez rybosomy	102
Jądro komórkowe: centrum informacji	102
Rybosomy: fabryki białek	102
ZAGADNIENIE 6.4 System błon wewnętrznych reguluje transport białek i zawiaduje aktywnością metaboliczną komórki	104
Retikulum endoplazmatyczne: fabryka biosyntetyczna	104
Aparat Golgiego: centrum wysyłkowo-odbiorcze	105
Lizosomy: kompartmenty trawiące	107
Wakuole: kompartmenty wielorakiego zastosowania	108
System błon wewnętrznych: przegląd	108
ZAGADNIENIE 6.5 Mitochondria i chloroplasty odpowiadają za przemiany energii	109
Pochodzenie ewolucyjne mitochondriów i chloroplastów	109
Mitochondria: przemiana energii chemicznej	110
Chloroplasty: pochłanianie energii świetlnej	110
Peroksosomy: utlenianie	112
ZAGADNIENIE 6.6 Cytoszkielecik jest trójwymiarową siecią włókien białkowych organizujących budowę komórki i zachodzące w niej procesy	112
Funkcje cytoszkieletku: podpora mechaniczna i ruchy komórkowe	112
Składniki cytoszkieletku	113
ZAGADNIENIE 6.7 Struktury pozakomórkowe oraz połączenia między komórkami pomagają w koordynacji aktywności komórkowej	118
Ściany komórkowe roślin	118
Macierz pozakomórkowa (ECM, ang. <i>extracellular matrix</i>) komórek zwierząt	118
Połączenia międzykomórkowe	119
Komórka: żywa jednostka, będąca czymś więcej niż tylko sumą swoich składowych	121
7 Budowa i funkcje błon	124
Życie na krawędzi	124
ZAGADNIENIE 7.1 Błony biologiczne to płynna mozaika lipidów i białek	125
Płynność błon	126
Ewolucja zróżnicowania składu lipidów błonowych	127
Białka błonowe i ich funkcje	127

Rola węglowodanów błonowych we wzajemnej identyfikacji komórek	128
Synteza i asymetryczność błon	129
ZAGADNIENIE 7.2 Selektowna przepuszczalność błony wynika z jej budowy	129
Przepuszczalność dwuwarstwy lipidowej	130
Białka transportujące	130
ZAGADNIENIE 7.3 Transport bierny polega na dyfuzji substancji przez błonę bez ponoszenia nakładów energetycznych	130
Wpływ osmozy na równowagę wodną	131
Dyfuzja ułatwiona: transport bierny wspomagany przez białka	133
ZAGADNIENIE 7.4 W transporcie aktywnym do przemieszczenia substancji wbrew jej gradientowi jest wymagany nakład energii	134
Transport aktywny wymaga energii	134
Jak pompy jonowe utrzymują potencjał błonowy?	135
Kotransport: transport łączony zależny od białka błonowego	136
ZAGADNIENIE 7.5 Masowy transport przez błonę komórkową zachodzi na drodze egzocytozy i endocytozy	137
Egzocytoza	137
Endocytoza	137
8 Wprowadzenie do metabolizmu	141
Energia życia	141
ZAGADNIENIE 8.1 Metabolizm organizmu przekształca materię i energię zgodnie z zasadami termodynamiki	142
Chemia życia jest zorganizowana w szlaki metaboliczne	142
Formy energii	142
Zasady rządzące przemianami energii	143
ZAGADNIENIE 8.2 Zmiana energii swobodnej reakcji mówi nam, czy dana reakcja zachodzi spontanicznie czy też nie	145
Zmiana energii swobodnej ΔG	145
Energia swobodna, stabilność i równowaga	145
Energia swobodna i metabolizm	146
ZAGADNIENIE 8.3 ATP napędza pracę komórkową, przez sprzężenie reakcji egzoergicznych i endoergicznych	148
Struktura i hydroliza ATP	149
W jaki sposób hydroliza ATP przekłada się na wykonanie pracy?	149
Regeneracja ATP	150
ZAGADNIENIE 8.4 Enzymy przyspieszają reakcje metaboliczne przez obniżenie progów energetycznych	151
Próg energii aktywacji	151
Jak enzymy przyspieszają reakcje?	152
Swoistość substratowa enzymów	153
Kataliza w miejscu aktywnym enzymu	154
Wpływ warunków lokalnych na aktywność enzymatyczną	155
Ewolucja enzymów	157

ZAGADNIENIE 8.5 Regulacja aktywności enzymatycznej pozwala kontrolować metabolizm	157
Allosteryczna regulacja enzymów	157
Lokalizacja enzymów w komórce	159
9 Oddychanie komórkowe i fermentacja	162
Życie to praca	162
ZAGADNIENIE 9.1 Szlaki kataboliczne produkują energię w procesie utleniania związków organicznych	163
Szlaki kataboliczne i produkcja ATP	163
Reakcje redoks: utlenianie i redukcja	163
Etapy oddychania komórkowego: przegląd	166
ZAGADNIENIE 9.2 Podczas glikolizy jest pozyskiwana energia chemiczna w wyniku utleniania glukozy do pirogronianu	168
ZAGADNIENIE 9.3 Po utlenieniu pirogronianu cykl kwasu cytrynowego dopełnia proces utleniania cząsteczek organicznych związany z pozyskaniem energii	169
Utlenianie pirogronianu do acetylo-CoA	169
Szlak kwasu cytrynowego	170
ZAGADNIENIE 9.4 Podczas fosforylacji oksydacyjnej chemiosmoza sprzęga transport elektronów z syntezą ATP	172
Łańcuch transportu elektronów	172
Chemiosmoza: mechanizm sprzężenia energii	173
Bilans produkcji ATP podczas oddychania komórkowego	175
ZAGADNIENIE 9.5 Fermentacja i oddychanie beztlenowe pozwalają komórkom na produkcję ATP bez udziału tlenu	177
Rodzaje fermentacji	178
Porównanie fermentacji i oddychania aerobowego	179
Ewolucyjne znaczenie glikolizy	179
ZAGADNIENIE 9.6 Glikoliza i cykl kwasu cytrynowego łączą się z wieloma innymi szlakami metabolicznymi	180
Wszechstronność katabolizmu	180
Biosynteza (szlaki anaboliczne)	181
Sprzężenie zwrotne jest mechanizmem regulującym oddychanie komórkowe	181
10 Fotosynteza	185
Proces, który ożywia biosferę	185
ZAGADNIENIE 10.1 Fotosynteza zamienia energię świetlną w energię chemiczną zgromadzoną w pożywieniu	187
Miejscem fotosyntezy u roślin są chloroplasty	187
Śledzenie atomów podczas fotosyntezy: badanie naukowe	188
Dwie fazy fotosyntezy: wprowadzenie	189
ZAGADNIENIE 10.2 Reakcje fazy świetlnej przekształcają energię słoneczną w energię chemiczną ATP i NADPH	190

Natura światła słonecznego	190
Barwniki fotosyntetyczne: receptory dla światła	191
Wzbudzanie chlorofilu przez światło	193
Fotoukład: centrum reakcji wraz z kompleksami zbierającymi światło (antenami energetycznymi)	193
Liniowy transport elektronów	195
Cykliczny transport elektronów	196
Porównanie chemiosmozy w chloroplastach i mitochondriach	197
ZAGADNIENIE 10.3 Cykl Calvina wykorzystuje energię chemiczną z ATP i NADPH do redukcji CO ₂ do cukrów	199
ZAGADNIENIE 10.4 Alternatywne mechanizmy asymilacji węgla wyewoluowały w klimatach gorących i suchych	201
Fotooddychanie: relikw ewolucyjny?	201
Rośliny C ₄	201
Rośliny CAM	203
Znaczenie fotosyntezy: podsumowanie	204
11 Komunikacja komórkowa	210
Przesyłanie wiadomości w komórce	210
ZAGADNIENIE 11.1 Sygnały zewnętrzne są zamieniane na odpowiedzi wewnątrz komórki	211
Ewolucja sygnalizacji komórkowej	211
Sygnalizacja miejscowa i długodystansowa	212
Trzy fazy sygnalizacji komórkowej: przegląd	213
ZAGADNIENIE 11.2 Odbiór (repcja): cząsteczka sygnałowa wiąże się do białka receptorowego, powodując zmianę jego konformacji	214
Receptory w błonie komórkowej	214
Receptory wewnątrzkomórkowe	217
ZAGADNIENIE 11.3 Transdukcja: kaskady reakcji molekularnych przekazują sygnały z receptorów do cząsteczek docelowych wewnątrz komórki	218
Szlaki transdukcji sygnału	218
Fosforylacja i defosforylacja białek	219
Małe cząsteczki i jony pełnią rolę przekaźników wtórnych (drugiego rzędu)	220
ZAGADNIENIE 11.4 Odpowiedź: sygnalizacja komórkowa prowadzi do regulacji transkrypcji lub aktywności cytoplazmatycznych	223
Odpowiedzi komórkowe: jądrowe i cytoplazmatyczne	223
Regulacja odpowiedzi	223
ZAGADNIENIE 11.5 Apoptoza stoi na styku wielu szlaków sygnalizacji komórkowej	227
Apoptoza u nicienia <i>Caenorhabditis elegans</i>	228
Szlaki apoptozy i sygnały, które je uruchamiają	228
12 Cykl komórkowy	232
Kluczowe znaczenie podziału komórkowego	232

ZAGADNIENIE 12.1 Efektem większości podziałów komórkowych są dwie genetycznie identyczne komórki potomne	233
Komórkowa organizacja materiału genetycznego	233
Rozmieszczenie chromosomów podczas podziału komórki eukariotycznej	234
ZAGADNIENIE 12.2 W cyklu komórkowym faza mitotyczna zachodzi na przemian z interfazą	235
Fazy cyklu komórkowego	235
Wrzeciono kariokinetyczne: bliższe spojrzenie	235
Cytokineza: bliższe spojrzenie	239
Binarny podział komórki u bakterii	240
Ewolucja mitozy	241
ZAGADNIENIE 12.3 Eukariotyczny cykl komórkowy jest regulowany przez system kontroli molekularnej	242
System kontroli cyklu komórkowego	242
Utrata kontroli nad cyklem komórkowym w komórkach rakowych	246

CZĘŚĆ 3

GENETYKA

13 Mejoza i płciowe cykle rozwojowe

Wariacje na temat	252
ZAGADNIENIE 13.1 Osobniki potomne otrzymują od rodziców geny w postaci dziedziczonych chromosomów	253
Dziedziczenie genów	253
Porównanie rozmnażania bezpłciowego i płciowego	253
ZAGADNIENIE 13.2 Zapłodnienie i mejoza występują naprzemiennie w płciowych cyklach rozwojowych	254
Zestawy chromosomów w komórkach człowieka	254
Zachowanie zestawów chromosomów podczas cyklu rozwojowego człowieka	255
Zróżnicowanie płciowych cykli rozwojowych	256
ZAGADNIENIE 13.3 Mejoza powoduje redukcję diploidalnej liczby zestawów chromosomów do liczby haploidalnej	257
Fazy mejozy	257
<i>Crossing-over</i> i koniugacja podczas profazy I	260
Porównanie mitozy i mejozy	260
ZAGADNIENIE 13.4 Zmienność genetyczna wynikająca z płciowych cykli rozwojowych przyczynia się do ewolucji	263
Pochodzenie zmienności genetycznej wśród potomstwa	263
Ewolucyjne znaczenie zmienności genetycznej w populacji	264

14 Mendel i idea genu

Z punktu widzenia genów	267
ZAGADNIENIE 14.1 Zastosowanie podejścia naukowego pozwoliło Mendlowi odkryć dwa prawa dziedziczenia	268

Eksperymentalne, ilościowe podejście Mendla	268
Prawo czystości gamet	269
Prawo niezależnej segregacji cech	272
ZAGADNIENIE 14.2 Rachunek prawdopodobieństwa rządu dziedziczeniem mendlowskim	274
Zasady mnożenia i dodawania znajdują zastosowanie w krzyżówkach monohybrydowych	275
Rozwiązywanie złożonych problemów genetycznych z zastosowaniem rachunku prawdopodobieństwa	275
ZAGADNIENIE 14.3 Wzorce dziedziczenia są często bardziej skomplikowane niż proste przewidywania genetyki mendlowskiej	276
Rozszerzenie genetyki mendlowskiej dla pojedynczego genu	277
Rozszerzenie genetyki mendlowskiej na dwa lub większą liczbę genów	279
Natura i rozwój: wpływ środowiska na fenotyp	280
Integracja mendlowskiego rozumienia dziedziczenia i zmienności	280
ZAGADNIENIE 14.4 Wiele cech dziedziczy się zgodnie z prawami dziedziczenia Mendla	282
Analizy rodowodowe	282
Choroby dziedziczone recesywnie	283
Choroby dziedziczone dominująco	285
Choroby wieloczynnikowe	285
Badania i poradnictwo genetyczne	286
15 Chromosomowa teoria dziedziczności	292
Geny są zlokalizowane na chromosomach	292
ZAGADNIENIE 15.1 Morgan udowodnił, że u fizycznych podstaw dziedziczenia mendlowskiego leży sposób, w jaki zachowują się chromosomy: badanie naukowe	294
Badania Morgana - wybór organizmu doświadczalnego	294
Powiązanie zachowania alleli poszczególnych genów z zachowaniem pary chromosomów	295
ZAGADNIENIE 15.2 Geny sprzężone z płcią wykazują odrębne wzorce dziedziczenia	296
Chromosomowe podstawy płci	296
Dziedziczenie genów sprzężonych z płcią	297
Inaktywacja chromosomu X u samic ssaków	298
ZAGADNIENIE 15.3 Geny sprzężone zazwyczaj dziedziczą się razem, ponieważ są zlokalizowane blisko siebie, na tym samym chromosomie	299
Jak sprzężenie genów działa na ich dziedziczenie?	299
Rekombinacja genetyczna i sprzężenie	300
Mapowanie odległości pomiędzy genami na podstawie informacji o ich rekombinacji: badanie naukowe	303
ZAGADNIENIE 15.4 Zmiany w liczbie lub strukturze chromosomów są przyczyną chorób genetycznych	304
Nieprawidłowa liczba chromosomów	305

Zmiany w strukturze chromosomów	305
Choroby człowieka wynikające ze zmian chromosomowych	306
ZAGADNIENIE 15.5 Niektóre schematy dziedziczenia stanowią wyjątek od standardowego dziedziczenia mendlowskiego	308
Imprinting genomowy	308
Dziedziczenie genów w organellach	309
16 Molekularne podstawy dziedziczenia	312
Instrukcja obsługi życia	312
ZAGADNIENIE 16.1 DNA to materiał genetyczny	313
W poszukiwaniu materiału genetycznego: badanie naukowe	313
Opracowanie modelu struktury DNA: badanie naukowe	316
ZAGADNIENIE 16.2 Podczas replikacji i naprawy DNA współpracuje ze sobą wiele białek	318
Podstawowa reguła: parowanie zasad do nici matrycowej	318
Replikacja DNA: bliższe spojrzenie	320
Redagowanie i naprawa DNA	324
Znaczenie ewolucyjne zmienionych nukleotydów DNA	326
Replikacja końców cząsteczek DNA	326
ZAGADNIENIE 16.3 Chromosom składa się z cząsteczki DNA upakowanej razem z białkami	328
17 Ekspresja genu: od genu do białka	333
Przepływ informacji genetycznej	333
ZAGADNIENIE 17.1 Poprzez transkrypcję i translację geny określają białka	334
Dowody pochodzące z badań nad defektami metabolicznymi	334
Podstawowe zasady transkrypcji i translacji	336
Kod genetyczny	337
ZAGADNIENIE 17.2 Transkrypcja to kierowana przez DNA synteza RNA: bliższe spojrzenie	340
Molekularne elementy transkrypcji	340
Synteza transkryptu RNA	341
ZAGADNIENIE 17.3 Komórki eukariotyczne modyfikują RNA po transkrypcji	342
Modyfikacje końców mRNA	342
Wycinanie genów i splicing RNA	343
ZAGADNIENIE 17.4 Translacja to kierowana przez RNA synteza polipeptydu: bliższe spojrzenie	345
Molekularne elementy translacji	345
Synteza polipeptydu	348
Końcowa obróbka białek i ich sortowanie	351
Masowa synteza polipeptydów u bakterii i eukariontów	352
ZAGADNIENIE 17.5 Mutacje jednego lub kilku nukleotydów mogą zmienić strukturę białka i jego funkcje	355

Rodzaje mutacji genowych	355
Nowe mutacje i mutageny	357
Czym jest gen? Rewizja problemu	357
18 Regulacja ekspresji genów	360
Zróżnicowana ekspresja genów	360
ZAGADNIENIE 18.1 Odpowiedź bakterii na zmiany środowiskowe często polega na regulacji transkrypcji	361
Operony: podstawowa koncepcja	361
Operony indukowane i represorowe: dwa rodzaje negatywnej regulacji genów	362
Pozytywna regulacja genów	364
ZAGADNIENIE 18.2 Ekspresja genu eukariotycznego może podlegać regulacji na wielu etapach	365
Zróżnicowanie ekspresji genów	365
Regulacja struktury chromatyny	366
Regulacja inicjacji transkrypcji	367
Mechanizmy regulacji posttranskrypcyjnej	372
ZAGADNIENIE 18.3 Niekodujące cząsteczki RNA pełnią wiele ról w kontrolowaniu ekspresji genów	374
Wpływ miRNA i siRNA na mRNA	374
Rola ncRNA w remodelowaniu chromatyny	375
Ewolucyjne znaczenie małych cząsteczek ncRNA	376
ZAGADNIENIE 18.4 W organizmie wielokomórkowym program różnicowej ekspresji genów prowadzi do powstania różnych rodzajów komórek	376
Genetyczny program rozwoju zarodkowego	376
Determinanty cytoplazmatyczne i sygnały indukcyjne	377
Sekwencyjna regulacja ekspresji genów podczas różnicowania komórkowego	378
Kształtowanie wzoru rozwojowego: organizacja planu budowy ciała	379
ZAGADNIENIE 18.5 Przyczyną nowotworu są zmiany genetyczne, które wpływają na kontrolę cyklu komórkowego	383
Rodzaje genów powiązanych z nowotworami	383
Oddziaływania z prawidłowymi szlakami sygnalizacji komórkowej	384
Wieloetapowy model rozwoju nowotworu	386
Predyspozycje dziedziczne i inne czynniki wpływające na rozwój nowotworu	388
Rola wirusów w powstawaniu nowotworów	388
19 Wirusy	392
Zapóżycone życie	392
ZAGADNIENIE 19.1 Wirus składa się z kwasu nukleinowego otoczonego płaszczem białkowym	393
Odkrycie wirusów: badanie naukowe	393
Budowa wirusów	394

ZAGADNIENIE 19.2 Replikacja wirusów odbywa się wyłącznie w komórkach gospodarza	395
Ogólne cechy wirusowych cykli replikacyjnych	396
Cykle replikacyjne fagów	396
Cykle replikacyjne wirusów zwierzęcych	398
Ewolucja wirusów	400
ZAGADNIENIE 19.3 Wirusy, wiroidy i priony są groźnymi patogenami zwierząt i roślin	402
Choroby wirusowe zwierząt	402
Wirusy pojawiające się nagle	402
Choroby wirusowe roślin	405
Wiroidy i priony: najprostsze czynniki zakaźne	405
20 Narzędzia DNA i biotechnologia	408
Skrzynka z narzędziami DNA	408
ZAGADNIENIE 20.1 Sekwencjonowanie i klonowanie DNA to wartościowe narzędzia używane w inżynierii genetycznej i w badaniach biologicznych	409
Sekwencjonowanie DNA	409
Uzyskanie wielu kopii genu lub innego fragmentu DNA	412
Wykorzystanie enzymów restrykcyjnych do utworzenia zrekombinowanego DNA	413
Amplifikacja DNA: reakcja łańcuchowa polimerazy (PCR) i jej wykorzystanie w klonowaniu DNA	414
Ekspresja sklonowanych genów eukariotycznych	416
ZAGADNIENIE 20.2 Biolodzy wykorzystują technologię DNA w badaniach nad ekspresją genów i ich funkcją	417
Analiza ekspresji genów	417
Określanie funkcji genów	421
ZAGADNIENIE 20.3 Organizmy powstające w wyniku klonowania oraz komórki macierzyste są użyteczne w badaniach podstawowych i w innych zastosowaniach	422
Klonowanie roślin: kultury jednokomórkowe	423
Klonowanie zwierząt: transplantacja jąder komórkowych	423
Komórki macierzyste zwierząt	425
ZAGADNIENIE 20.4 Praktyczne zastosowanie technologii DNA wpływa na wiele aspektów naszego życia	428
Zastosowania medyczne	428
Dowody sądowe i profile genetyczne	430
Oczyszczanie środowiska	431
Zastosowania rolnicze	432
Bezpieczeństwo technologii DNA oraz związane z nią problemy etyczne	432
21 Genomy i ich ewolucja	436
Odczytywanie liści z drzewa życia	436
ZAGADNIENIE 21.1 Projekt Poznania Genomu Człowieka (Human Genome	

Project) przyczynił się do rozwoju szybszych, mniej kosztownych technik sekwencjonowania	437
ZAGADNIENIE 21.2 Do analizy genomów oraz ich funkcji naukowcy wykorzystują bioinformatykę	438
Centralizacja zasobów dla analizy sekwencji genomu	438
Identyfikacja genów kodujących białka wśród sekwencji DNA	439
Zrozumienie genów i ich produktów na poziomie systemów	440
ZAGADNIENIE 21.3 Genomy różnią się rozmiarem, liczbą genów oraz ich zagęszczeniem	442
Rozmiar genomu	442
Liczba genów	443
Zagęszczenie genów i niekodujący DNA	443
ZAGADNIENIE 21.4 Wielokomórkowe eukarionty mają zdecydowanie więcej niekodującego DNA oraz liczne rodziny wielogenowe	444
Elementy transpozycyjne i sekwencje do nich podobne	444
Pozostały repetytywny DNA, w tym proste sekwencje DNA	446
Geny i rodziny wielogenowe	446
ZAGADNIENIE 21.5 Duplikacje, rearanżacje oraz mutacje DNA uczestniczą w ewolucji genomów	448
Duplikacja całych zestawów chromosomów	448
Zmiany w strukturze chromosomu	448
Duplikacja i dywergencja regionów DNA o rozmiarach genu	449
Reorganizacje fragmentów genów: duplikacja i tasowanie eksonów	450
Jak elementy transpozycyjne wpływają na ewolucję genomów?	453
ZAGADNIENIE 21.6 Porównanie sekwencji genomowych dostarcza wskazówek dotyczących ich ewolucji i rozwoju	453
Porównywanie genomów	453
Powszechna konserwatywność zwierzęcych genów rozwojowych	457

CZĘŚĆ 4

MECHANIZMY EWOLUCJI 461

22 Pochodzenie z modyfikacjami. Darwinowska wizja życia 462

Nieskończony szereg najpiękniejszych form	462
ZAGADNIENIE 22.1 Rewolucja darwinowska rzuca wyzwanie tradycyjnej wizji młodej Ziemi zamieszkaney przez niezmiennie gatunki	463
„Drabina życia” i klasyfikacja gatunków	464
Poglądy na temat zmian w czasie	464
Ewolucja według Lamarcka	465
ZAGADNIENIE 22.2 Pochodzenie z modyfikacjami spowodowanymi dobozem naturalnym wyjaśnia adaptacje organizmów oraz jedność i różnorodność życia	465
Badania Darwina	465
O powstawaniu gatunków	467

ZAGADNIENIE 22.3 Teorię ewolucji potwierdza ogromna liczba dowodów naukowych	471
Bezpośrednie obserwacje zmian ewolucyjnych	471
Homologie	473
Zapis kopalny	475
Biogeografia	476
Co jest „teoretycznego” w poglądach Darwina na życie?	477
23 Ewolucja populacji	480
Najmniejsza jednostka ewolucji	480
ZAGADNIENIE 23.1 Zmienność genetyczna umożliwia ewolucję	481
Zmienność genetyczna	481
Źródła zmienności genetycznej	482
ZAGADNIENIE 23.2 Równanie Hardy'ego-Weinberga pozwala sprawdzić, czy populacja ewoluuje	483
Pula genów i częstotliwości alleli	484
Równanie Hardy'ego-Weinberga	484
ZAGADNIENIE 23.3 Dobór naturalny, dryf genetyczny i przepływ genów mogą zmieniać częstotliwość alleli w populacji	487
Dobór naturalny	488
Dryf genetyczny	488
Przepływ genów	490
ZAGADNIENIE 23.4 Dobór naturalny jest jedynym mechanizmem, który konsekwentnie prowadzi do adaptacji	491
Bliższe spojrzenie na dobór naturalny	491
Podstawowe znaczenie doboru naturalnego w ewolucji adaptatywnej	493
Dobór płciowy	493
Dobór równoważący	494
Dlaczego dobór naturalny nie może ukształtować doskonałych organizmów?	495
24 Pochodzenie gatunków	500
„Tajemnica tajemnic”	500
ZAGADNIENIE 24.1 Koncepcja gatunku biologicznego kładzie nacisk na izolację rozrodczą	501
Koncepcja gatunku biologicznego	501
Inne definicje gatunku	504
ZAGADNIENIE 24.2 Specjacja może nastąpić zarówno przy izolacji geograficznej, jak i bez niej	505
Specjacja allopatryczna („różne ojczyzny”)	505
Specjacja sympatryczna („ta sama ojczyzna”)	507
Specjacja allopatryczna i sympatryczna: przegląd	510
ZAGADNIENIE 24.3 Strefy mieszańcowe stwarzają możliwość badania czynników wywołujących izolację rozrodczą	510
Rodzaje stref mieszańcowych	510

Funkcjonowanie stref mieszańcowych w czasie	511
ZAGADNIENIE 24.4 Specjacja może następować nagle lub powoli i może wynikać ze zmian w kilku lub w wielu genach	513
Czas trwania specjacji	514
Specjacja z punktu widzenia genetyki	515
Od specjacji do makroewolucji	516
25 Historia życia na Ziemi	519
Zaginione światy	519
ZAGADNIENIE 25.1 Warunki panujące początkowo na Ziemi umożliwiły powstanie życia	520
Synteza związków organicznych na młodej Ziemi	520
Abiotyczna synteza makrocząsteczek	521
Protokomórki	521
Samoreplikujący się RNA	522
ZAGADNIENIE 25.2 Dane kopalne dokumentują historię życia	522
Zapis kopalny	522
Jak datowane są skały i skamieniałości	524
Powstawanie nowych grup organizmów	524
ZAGADNIENIE 25.3 Główne wydarzenia w historii życia to powstanie organizmów jednokomórkowych i wielokomórkowych oraz kolonizacja lądów	526
Pierwsze organizmy jednokomórkowe	526
Powstanie wielokomórkowości	529
Kolonizacja lądu	530
ZAGADNIENIE 25.4 Rozwój i upadek grup organizmów stanowią odzwierciedlenie różnic w tempie specjacji i wymierania	531
Wędrówka płyt tektonicznych	532
Masowe wymierania	534
Radiacje adaptacyjne	536
ZAGADNIENIE 25.5 Główne zmiany w budowie ciała mogą wynikać ze zmian w sekwencjach i regulacji genów zaangażowanych w rozwój	538
Efekty genów sterujących rozwojem	538
Ewolucja rozwoju	539
ZAGADNIENIE 25.6 Ewolucja nie jest procesem celowym	541
Ewolucyjne nowości	541
Trendy ewolucyjne	542
CZĘŚĆ 5	
HISTORIA EWOLUCYJNA RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ	546
26 Filogeneza i drzewo życia	547
Badanie drzewa życia	547
ZAGADNIENIE 26.1 Filogeneza odzwierciedla powiązania ewolucyjne	548
Nazewnictwo binominalne	548

Klasyfikacja hierarchiczna	548
Powiązanie klasyfikacji i filogenezy	549
Czego możemy, a czego nie możemy się dowiedzieć z drzew filogenetycznych	550
Zastosowanie metod filogenetycznych	550
ZAGADNIENIE 26.2 Przebieg filogenezy jest rekonstruowany z danych morfologicznych i molekularnych	551
Homologie morfologiczne i molekularne	551
Odróżnianie homologii od analogii	551
Testowanie homologii molekularnej	552
ZAGADNIENIE 26.3 Na podstawie wspólnych cech konstruuje się drzewa filogenetyczne	553
Kladystyka	553
Drzewa filogenetyczne z proporcjonalnymi długościami gałęzi (filogramy)	555
Metoda maksymalnej parsymonii (oszczędności) i metoda największej wiarygodności	556
Drzewa filogenetyczne jako hipotezy	558
ZAGADNIENIE 26.4 Historia ewolucyjna organizmu jest zapisana w jego genomie	559
Duplikacja genów i rodziny genowe	559
Ewolucja genomu	560
ZAGADNIENIE 26.5 Zegar molekularny pomaga śledzić czas ewolucyjny	560
Zegary molekularne	560
Zastosowanie zegara molekularnego: powstanie HIV	561
ZAGADNIENIE 26.6 Dzięki nowym informacjom nasze zrozumienie drzewa życia ulega zmianie	562
Od dwóch królestw do trzech domen	562
Ważna rola horyzontalnego transferu genów	562
27 Bakterie i archeowce	567
Mistrzowie adaptacji	567
ZAGADNIENIE 27.1 Adaptacje strukturalne i funkcjonalne zapewniają sukces prokariontom	568
Struktury powierzchniowe komórki	568
Zdolność do poruszania się	570
Organizacja wewnętrzna i DNA	571
Rozmnażanie	571
ZAGADNIENIE 27.2 Szybkie tempo rozmnażania i mutacji oraz rekombinacja genetyczna sprzyjają zmienności genetycznej prokariontów	572
Szybkie tempo rozmnażania i mutacji	572
Rekombinacja genetyczna	573
ZAGADNIENIE 27.3 U prokariontów wyewoluowały rozmaite adaptacje pokarmowe i metaboliczne	575
Rola tlenu w metabolizmie	575
Metabolizm azotowy	576

Współpraca metaboliczna	576
ZAGADNIENIE 27.4 Prokarionty uległy radiacji, tworząc zróżnicowane linie ewolucyjne	577
Przegląd różnorodności prokariontów	577
Bacteria (bakterie)	577
Archaea (archeowce)	580
ZAGADNIENIE 27.5 Prokarionty odgrywają główną rolę w funkcjonowaniu biosfery	581
Odzyskiwanie zasobów chemicznych	581
Oddziaływania ekologiczne	582
ZAGADNIENIE 27.6 Prokarionty mają zarówno szkodliwy, jak i korzystny wpływ na człowieka	582
Bakterie mutualistyczne	582
Bakterie patogenne	583
Prokarionty w nauce i technologii	583
28 Protisty	587
Życ, będąc małym	587
ZAGADNIENIE 28.1 Większość eukariontów to organizmy jednokomórkowe	588
Strukturalna i funkcjonalna różnorodność protistów	588
Cztery supergrupy eukariontów	588
Endosymbioza w ewolucji eukariontów	589
ZAGADNIENIE 28.2 Do Excavata należą protisty ze zmodyfikowanymi mitochondriami i unikatowymi wiciami	593
Diplomonadina i Parabasalia	593
Euglenozoa	594
ZAGADNIENIE 28.3 Kład SAR jest bardzo zróżnicowaną grupą protistów zdefiniowaną na podstawie podobieństwa DNA	595
Stramenopiles (stramenopile)	595
Alveolata	598
Rhizaria	601
ZAGADNIENIE 28.4 Krasnorosty i zielenice to najbliżsi krewni roślin lądowych	602
Rhodophyta (krasnorosty)	602
Chlorophyta i Charophyta (zielenice)	603
ZAGADNIENIE 28.5 Do Unikonta należą protisty blisko spokrewnione z grzybami i zwierzętami	604
Amoebozoa	605
Opisthokonta	607
ZAGADNIENIE 28.6 Protisty odgrywają główną rolę w powiązaniach ekologicznych	608
Protisty symbiotyczne	608
Protisty fotosyntezujące	608

29 Różnorodność roślin I: jak rośliny skolonizowały ląd	612
Zielona planeta	612
ZAGADNIENIE 29.1 Rośliny lądowe wyewoluowały z zielenic	613
Dowody morfologiczne i molekularne	613
Adaptacje umożliwiające zasiedlenie lądu	613
Cechy nowo nabyte u roślin	613
Pochodzenie i różnicowanie się roślin	616
ZAGADNIENIE 29.2 Cykl rozwojowy mchów i innych roślin nienaczyniowych jest zdominowany przez gametofity	618
Gametofity mszaków	618
Sporofity mszaków	621
Ekologiczne i ekonomiczne znaczenie mchów	621
ZAGADNIENIE 29.3 Paprocie i inne zarodnikowe rośliny naczyniowe były pierwszymi roślinami, które osiągnęły duże rozmiary	622
Pochodzenie i cechy roślin naczyniowych	622
Klasyfikacja zarodnikowych roślin naczyniowych	625
Znaczenie zarodnikowych roślin naczyniowych	627
 30 Różnorodność roślin II: ewolucja roślin nasiennych	 630
Przekształcanie świata	630
ZAGADNIENIE 30.1 Nasiona i ziarna pyłku są podstawowymi przystosowaniami do życia na lądzie	631
Korzyści z redukcji gametofitów	631
Różnozarodnikowość: reguła u roślin nasiennych	632
Zalążki i produkcja jaj	632
Pyłek i produkcja plemników	632
Ewolucyjne korzyści z posiadania nasion	632
ZAGADNIENIE 30.2 Rośliny nagozalążkowe wytwarzają „nagie” nasiona, zwykle umieszczone na szyszkach	633
Cykl rozwojowy sosny	634
Wczesne rośliny nasienne i powstanie roślin nagozalążkowych	635
Różnorodność roślin nagozalążkowych	635
ZAGADNIENIE 30.3 Kwiaty i owoce to przystosowania reprodukcyjne roślin okrytozalążkowych	638
Charakterystyka roślin okrytozalążkowych	638
Ewolucja roślin okrytozalążkowych	641
Różnorodność roślin okrytozalążkowych	643
ZAGADNIENIE 30.4 Dobrostan człowieka zależy od roślin nasiennych	645
Produkty uzyskiwane z roślin nasiennych	645
Zagrożenia dla różnorodności roślin	645
 31 Grzyby	 648
Potężne grzyby	648
ZAGADNIENIE 31.1 Grzyby są heterotrofami, które odżywiają się poprzez absorpcję	649

Odżywianie i ekologia	649
Budowa ciała	649
Wyspecjalizowane strzępki u grzybów mikoryzowych	650
ZAGADNIENIE 31.2 Grzyby produkują zarodniki podczas płciowych i bezpłciowych cykli rozwojowych	651
Rozmnażanie płciowe	652
Rozmnażanie bezpłciowe	652
ZAGADNIENIE 31.3 Przodkiem grzybów był wodny, jednokomórkowy, opatrzone wicią protist	653
Pochodzenie grzybów	653
Wcześniej wyodrębnione grupy grzybów	654
Wyjście na ląd	654
ZAGADNIENIE 31.4 Grzyby uległy radiacji w różnorodne linie ewolucyjne	654
Chytridiomycota (skoczkowce)	654
Zygomycota (sprzężniaki)	656
Glomeromycota (kłębniczkowce)	657
Ascomycota (workowce)	657
Basidiomycota (podstawczaki)	659
ZAGADNIENIE 31.5 Grzyby odgrywają główną rolę w obiegu substancji pokarmowych oraz w interakcjach ekologicznych i mają duże znaczenie dla dobrostanu ludzi	661
Grzyby jako destruenci	661
Grzyby jako mutualiści	661
Grzyby jako pasożyty	663
Praktyczne wykorzystanie grzybów	664
32 Przegląd różnorodności zwierząt	667
Królestwo konsumentów	667
ZAGADNIENIE 32.1 Zwierzęta są wielokomórkowymi, heterotroficznymi eukariontami, których tkanki rozwijają się z listków zarodkowych	668
Sposób odżywiania	668
Budowa i specjalizacja komórki	668
Rozmnażanie i rozwój	668
ZAGADNIENIE 32.2 Historia ewolucyjna zwierząt trwa ponad pół miliarda lat	669
Etapy powstawania zwierząt wielokomórkowych	669
Era neoproterozoiczna (1 miliard-542 miliony lat temu)	670
Era paleozoiczna (542-251 milionów lat temu)	671
Era mezozoiczna (251-65,5 miliona lat temu)	673
Era kenozoiczna (65,5 miliona lat temu do dzisiaj)	673
ZAGADNIENIE 32.3 Zwierzęta można scharakteryzować za pomocą „planów budowy”	673
Symetria	673
Tkanki	674
Jamy ciała	674

Rozwój pierwoustych (Protostomia) i wtóroustych (Deuterostomia)	675
ZAGADNIENIE 3 2.4 Poglądy na filogenezę zwierząt kształtują się na podstawie nowych danych molekularnych i morfologicznych	676
Różnicowanie się zwierząt	676
Przyszłe kierunki rozwoju systematyki zwierząt	677
33 Wprowadzenie do bezkręgowców	680
Życie bez kręgosłupa	680
ZAGADNIENIE 33.1 Gąbki są najbardziej pierwotnymi zwierzętami, które nie mają właściwych tkanek	684
ZAGADNIENIE 33.2 Parzydełkowce (Cnidaria) są pradowym typem tkankowców właściwych (Eumetazoa)	685
Medusozoa	686
Anthozoa (koralowce)	687
ZAGADNIENIE 33.3 Lofotrochowce (Lophotrochozoa), kład zidentyfikowany dzięki danym molekularnym, reprezentują największą różnorodność zwierzęcych form ciała	688
Platyhelminthes (płazińce)	688
Rotifera (wrotki)	691
Lophophorata (lofoforowce): Bryozoa (mszywioly) i Brachiopoda (ramienionogi)	692
Mollusca (mięczaki)	692
Annelida (pierścienice)	696
ZAGADNIENIE 33.4 Wylinkowce (Ecdysozoa) są najliczniejszą grupą zwierząt	699
Nematoda (nicienie)	699
Arthropoda (stawonogi)	700
ZAGADNIENIE 33.5 Szkarłupnie i strunowce należą do wtóroustych (Deuterostomia)	707
Echinodermata (szkarłupnie)	707
Chordata (strunowce)	709
34 Powstanie i ewolucja kręgowców	712
Pół miliarda lat kręgosłupa	712
ZAGADNIENIE 34.1 Strunowce mają strunę grzbietową i cewkę nerwową	713
Cechy nowo nabyte strunowców	713
Cephalochordata (bezczaszkowce)	714
Urochordata (osłonice)	715
Wczesna ewolucja strunowców	716
ZAGADNIENIE 34.2 Kręgowce są strunowcami, które mają kręgosłup	716
Cechy nowo nabyte kręgowców	716
Śluzice i minogi	717
Wczesna ewolucja kręgowców	718
Powstanie kości i zębów	719
ZAGADNIENIE 34.3 Żuchwowce są kręgowcami, które mają szczęki	719

Cechy nowo nabyte żuchwowców	719
Kopalne żuchwowce	720
Chondrichthyes (chrzęstnoszkieletowe)	720
Osteichthyes (kostnoszkieletowe)	722
ZAGADNIENIE 34.4 Czworonogi są żuchwowcami, które mają kończyny	724
Cechy nowo nabyte czworonogów	724
Powstanie czworonogów	725
Amphibia (płazy)	726
ZAGADNIENIE 34.5 Owodniowce są czworonogami, których jaja są przystosowane do warunków lądowych	727
Cechy nowo nabyte owodniowców	727
Wczesne owodniowce	729
Reptilia (gady)	729
ZAGADNIENIE 34.6 Ssaki są owodniowcami, które mają włosy i produkują mleko	735
Cechy nowo nabyte ssaków	735
Wczesna ewolucja ssaków	735
Monotremata (stekowce)	736
Marsupialia (torbacze)	736
Eutheria (łożyskowce)	737
ZAGADNIENIE 34.7 Ludzie są ssakami, które mają duży mózg i poruszają się na tylnych kończynach	742
Cechy nowo nabyte człowieka	742
Najwcześniejsze homininy	742
Australopiteki	743
Dwunożność	744
Używanie narzędzi	744
Wczesny <i>Homo</i>	746
Neandertalczycy	746
<i>Homo sapiens</i>	747

CZĘŚĆ 6

ROŚLINY - BUDOWA I FUNKCJONOWANIE 751

35 Budowa, wzrost i rozwój rośliny 752

Czy rośliny działają jak komputery?	752
ZAGADNIENIE 35.1 Roślina ma budowę hierarchiczną, na którą składają się organy, tkanki i komórki	753
Trzy podstawowe organy roślinne: korzenie, łodygi i liście	753
Tkanki: dermalna, waskularna i podstawowa	756
Typy komórek roślinnych	757
ZAGADNIENIE 35.2 Różne merystemy wytwarzają nowe komórki warunkujące wzrost pierwotny i przyrost wtórny	760
ZAGADNIENIE 35.3 Wzrost pierwotny powoduje zwiększanie długości korzeni i pędów	761

Wzrost pierwotny korzeni	761
Wzrost pierwotny pędów	763
ZAGADNIENIE 35.4 Przyrost wtórny powoduje zwiększanie grubości łodyg i korzeni u roślin drzewiastych	765
Kambium waskularne i tkanka waskularna wtórna	765
Kambium korkotwórcze i wytwarzanie perydermy	768
Ewolucja przyrostu wtórnego	768
ZAGADNIENIE 35.5 Ciało rośliny jest wynikiem wzrostu, morfogenezy i różnicowania komórek	769
Organizmy modelowe: rewolucja w badaniach nad roślinami	769
Wzrost: podziały komórek i powiększanie ich rozmiarów	770
Morfogeneza i kształtowanie wzorca	772
Ekspresja genu i kontrola różnicowania komórek	773
Przesunięcia w rozwoju: zmiany fazowe	773
Kontrola genetyczna kwitnienia	774
36 Pozyskiwanie i transport zasobów w roślinach naczyniowych	778
Trząść się jak osika	778
ZAGADNIENIE 36.1 Przystosowania do pozyskiwania zasobów były kluczowymi etapami w ewolucji roślin naczyniowych	779
Budowa pędu i wychwytywanie energii świetlnej	780
Architektura korzenia i pozyskiwanie wody wraz ze składnikami mineralnymi	781
ZAGADNIENIE 36.2 Transport substancji na bliskie i dalekie odległości odbywa się dzięki różnym mechanizmom	781
Ciągłość przemieszczania apoplastem i symplastem	781
Transport substancji rozpuszczonych na bliskie odległości przez błony komórkowe	782
Transport wody na bliskie odległości przez błonę komórkową	782
Transport na dalekie odległości: rola przepływu masowego	785
ZAGADNIENIE 36.3 Transpiracja jest siłą napędową transportu wody i składników mineralnych ksylemem z korzeni do pędów	786
Absorpcja wody i składników mineralnych przez komórki korzenia	786
Transport wody i składników mineralnych do ksylemu	786
Transport przepływem masowym przez ksylem	786
Podciąganie soku ksylemowego przez przepływ masowy: przegląd	790
ZAGADNIENIE 36.4 Natężenie transpiracji jest regulowane przez szparki	790
Szparki: główne drogi utraty wody przez roślinę	790
Mechanizmy otwierania i zamykania szparek	791
Czynniki stymulujące otwieranie i zamykanie szparek	791
Wpływ transpiracji na wędnięcie i temperaturę liścia	792
Przystosowania, które zmniejszają utratę wody przez parowanie	792
ZAGADNIENIE 36.5 Cukry są transportowane floemem z miejsc powstania do miejsc wykorzystania lub gromadzenia	793
Przemieszczanie cukru z miejsc jego powstawania do miejsc odbioru	793

Przepływ masowy pod ciśnieniem: mechanizm translokacji u okrytozalążkowych	794
ZAGADNIENIE 36.6 Symplast jest bardzo dynamiczny	795
Zmiany w liczbie i sygnalizacji wielkości porów plazmodesm	796
Floem: „autostrada” informacyjna	796
Sygnalizacja elektryczna we floemie	796
37 Gleba i odżywianie mineralne roślin	799
Mięsożerny korkociąg	799
ZAGADNIENIE 37.1 Gleba zawiera żywy, złożony ekosystem	800
Struktura gleby	800
Skład próchniczej warstwy gleby	800
Zachowanie urodzajności gleby i rolnictwo zrównoważone	801
ZAGADNIENIE 37.2 Do zamknięcia swojego cyklu rozwojowego rośliny potrzebują pierwiastków niezbędnych	803
Pierwiastki niezbędne	803
Objawy niedoboru składników nieorganicznych	804
Ulepszanie odżywiania mineralnego roślin poprzez modyfikację genetyczną	805
ZAGADNIENIE 37.3 Odżywianie mineralne roślin odbywa się często w powiązaniu z innymi organizmami	806
Bakterie i odżywianie roślin	807
Grzyby a odżywianie roślin	810
Epifity, rośliny pasożytnicze i mięsożerne	813
38 Rozmnażanie i biotechnologia roślin okrytozalążkowych	815
Zwodnicze kwiaty	815
ZAGADNIENIE 38.1 Kwiaty, podwójne zapłodnienie i owoce są cechami unikatowymi cyklu rozwojowego roślin okrytozalążkowych	816
Budowa kwiatu i jego funkcje	816
Cykl rozwojowy roślin okrytozalążkowych: przegląd	816
Sposoby zapylania	820
Od nasiona do kwitnącej rośliny: bliższe spojrzenie	822
Owoc i jego rola	824
ZAGADNIENIE 38.2 Rośliny kwiatowe rozmnażają się płciowo, bezpłciowo lub na obydwie te sposoby	827
Mechanizmy rozmnażania płciowego	827
Zalety i wady rozmnażania bezpłciowego i płciowego	827
Mechanizmy ograniczające samozapylanie	828
Totipotencja, rozmnażanie wegetatywne i kultury tkankowe	829
ZAGADNIENIE 38.3 Ludzie modyfikują rośliny uprawne drogą hodowli lub inżynierii genetycznej	830
Hodowla roślin	831
Biotechnologia roślin i inżynieria genetyczna	831
Spór o biotechnologię	832

39 Reakcje roślin na sygnały wewnętrzne i zewnętrzne	836
Bodźce i stacjonarny tryb życia	836
ZAGADNIENIE 39.1 Szlaki transdukcji sygnału wiążą odbiór sygnału z reakcją	837
Recepcja	838
Transdukcja	838
Odpowiedź	839
ZAGADNIENIE 39.2 Fitohormony umożliwiają koordynację wzrostu, rozwoju i reagowania na bodźce	840
Przegląd fitohormonów	841
ZAGADNIENIE 39.3 Reakcje na światło są podstawą sukcesu roślin	849
Fotoreceptory światła niebieskiego	849
Fotoreceptory fitochromowe	850
Zegary biologiczne i rytmy okołodobowe	851
Działanie światła na zegar biologiczny	852
Fotoperiodyzm i reakcje rośliny na pory roku	853
ZAGADNIENIE 39.4 Rośliny reagują na wiele bodźców innych niż światło	855
Grawitacja	855
Bodźce mechaniczne	855
Środowiskowe czynniki stresowe	856
ZAGADNIENIE 39.5 Rośliny reagują na atak patogenów i organizmów roślinożernych	859
Obrona przed patogenami	859
Obrona przed organizmami roślinożernymi	861
 CZĘŚĆ 7	
ZWIERZĘTA - BUDOWA I FUNKCJONOWANIE	866
 40 Podstawowe zasady budowy funkcjonowania zwierząt	867
Różnorodne formy, wspólne wyzwania	867
ZAGADNIENIE 40.1 Budowa i funkcjonowanie zwierzęcia są skorelowane na wszystkich poziomach organizacji	868
Ewolucja wielkości i kształtu zwierzęcia	868
Wymiana ze środowiskiem	868
Hierarchiczna organizacja budowy ciała	870
Koordynacja i kontrola	874
ZAGADNIENIE 40.2 Kontrola za pomocą sprzężenia zwrotnego utrzymuje stałość środowiska wewnętrznego wielu zwierząt	875
Regulacja i dostosowanie	875
Homeostaza	875
ZAGADNIENIE 40.3 Procesy homeostazy w termoregulacji obejmują budowę, funkcjonowanie i zachowanie zwierząt	878
Endotermia i ektotermia	878
Zmienność temperatury ciała	878

Równoważenie zysku i straty ciepła	879
Aklimatyzacja a termoregulacja	882
Termostaty fizjologiczne a gorączka	882
ZAGADNIENIE 40.4 Zapotrzebowania energetyczne są związane z wielkością, aktywnością oraz środowiskiem zwierzęcia	883
Wykorzystanie i alokacja energii	883
Pomiar zużycia energii	884
Minimalne tempo metaboliczne a termoregulacja	884
Wpływ na tempo metaboliczne	885
Odrętwienie a oszczędność energii	886
41 Odżywianie zwierząt	892
Potrzeba odżywiania się	892
ZAGADNIENIE 41.1 Pokarm zwierzęcy musi dostarczać energii chemicznej, cząsteczek organicznych i niezbędnych składników pokarmowych	893
Niezbędne składniki pokarmowe	893
Niedobory pokarmowe	895
Ocena zapotrzebowania pokarmowego	896
ZAGADNIENIE 41.2 Główne etapy odżywiania to pobieranie, trawienie i wchłanianie pokarmu oraz usuwanie niestrawionych resztek	897
Przedziały trawienne	897
ZAGADNIENIE 41.3 Narządy wyspecjalizowane w kolejnych etapach odżywiania tworzą układ pokarmowy ssaków	900
Jama ustna, gardło, przełyk	900
Trawienie w żołądku	901
Trawienie w jelicie cienkim	902
Wchłanianie w jelicie cienkim	904
Przetwarzanie w jelicie grubym	905
ZAGADNIENIE 41.4 Ewolucyjne adaptacje układów pokarmowych kręgowców korelują z dietą	906
Adaptacje uzębienia	906
Adaptacje żołądka i jelit	906
Adaptacje mutualistyczne	907
ZAGADNIENIE 41.5 Pętle sprzężeń zwrotnych regulują trawienie, magazynowanie energii oraz apetyt	908
Regulacja trawienia	909
Regulacja magazynowania energii	909
Regulacja apetytu i spożycia kalorii	911
42 Krążenie i wymiana gazowa	915
Miejsca wymiany	915
ZAGADNIENIE 42.1 Układy krążenia łączą powierzchnie wymiany z komórkami w całym organizmie	916
Jamy gastralne	916
Otwarty i zamknięty układ krążenia	917

Organizacja układu krążenia kręgowców	918
ZAGADNIENIE 42.2 Skoordynowane cykle skurczów serca napędzają krążenie podwójne u ssaków	920
Krążenie u ssaków	920
Serce ssaka: bliższe spojrzenie	920
Utrzymanie rytmicznego bicia serca	922
ZAGADNIENIE 42.3 Wzorce ciśnienia i przepływu krwi odzwierciedlają budowę i rozmieszczenie naczyń krwionośnych	923
Budowa i funkcja naczyń krwionośnych	923
Szybkość przepływu krwi	924
Ciśnienie krwi	924
Funkcja naczyń włosowatych	926
Powrót płynu układem limfatycznym	927
ZAGADNIENIE 42.4 Składniki krwi biorą udział w wymianie, transporcie i obronie	928
Skład i funkcja krwi	928
Choroby układu sercowo-naczyniowego	931
ZAGADNIENIE 42.5 Wymiana gazowa zachodzi poprzez wyspecjalizowane powierzchnie oddechowe	933
Gradienty ciśnienia parcjalnego w wymianie gazowej	933
Środowiska oddechowe	933
Powierzchnie oddechowe	933
Skrzela u zwierząt wodnych	934
Układ tchawicowy u owadów	935
Płuca	936
ZAGADNIENIE 42.6 Oddychanie wentyluje płuca	938
Jak oddychają płazy	938
Jak oddychają ptaki	938
Jak oddychają ssaki	939
Kontrola oddychania u ludzi	940
ZAGADNIENIE 42.7 Adaptacje do wymiany gazowej obejmują barwniki, które wiążą i transportują gazy	941
Koordinacja krążenia i wymiany gazowej	941
Barwniki oddechowe	941
Adaptacje oddechowe u nurkujących ssaków	943
43 Układ odpornościowy	946
Rozpoznanie i odpowiedź	946
ZAGADNIENIE 43.1 W odporności wrodzonej rozpoznanie i odpowiedź zależą od cech wspólnych dla grup patogenów	947
Odporność wrodzona bezkręgowców	947
Odporność wrodzona kręgowców	948
Unikanie odporności wrodzonej przez patogeny	952
ZAGADNIENIE 43.2 W odporności adaptacyjnej receptory zapewniają specyficzne rozpoznanie patogenu	952
Rozpoznawanie antygeny przez limfocyty B i przeciwciała	953

Rozpoznawanie antygeny przez limfocyty T	954
Rozwój limfocytów B i T	954
ZAGADNIENIE 43.3 Odporność adaptacyjna chroni komórki i płyny ciała przed zakażeniem	958
Limfocyty pomocnicze T: odpowiedź na niemal wszystkie antygeny	958
Cytotoksyczne limfocyty T: odpowiedź na zakażone komórki	959
Limfocyty B i przeciwciała: odpowiedź na patogeny zewnątrzkomórkowe	960
Podsumowanie humoralnej i komórkowej odpowiedzi immunologicznej	961
Odporność czynna i bierna	962
Przeciwciała jako narzędzia	963
Odrzut immunologiczny	963
ZAGADNIENIE 43.4 Zaburzenia w funkcjonowaniu układu odpornościowego mogą wywołać lub zaostrzyć chorobę	964
Nadmierna, skierowana przeciw sobie i obniżona odpowiedź immunologiczna	964
Ewolucyjne adaptacje patogenów leżące u podstaw unikania układu odpornościowego	966
Nowotwór a odporność	968
44 Osmoregulacja i wydalanie	971
Zachowanie równowagi	971
ZAGADNIENIE 44.1 Osmoregulacja utrzymuje równowagę pomiędzy pobieraniem a utratą wody i substancji rozpuszczonych	972
Osmoza i osmolarność	972
Wyzwania i mechanizmy osmoregulacyjne	972
Energetyka osmoregulacji	974
Nabłonek transportowy w osmoregulacji	975
ZAGADNIENIE 44.2 Azotowe odpady metaboliczne zwierzęcia odzwierciedlają jego filogenezę i środowisko życia	976
Rodzaje azotowych odpadów metabolicznych	976
Wpływ ewolucji i środowiska na azotowe odpady metaboliczne	977
ZAGADNIENIE 44.3 Różne układy wydalnicze są modyfikacjami systemu kanalików	978
Procesy wydalnicze	978
Przegląd układów wydalniczych	978
ZAGADNIENIE 44.4 Organizacja nefronu pozwala na stopniowe tworzenie filtratu we krwi	981
Od filtratu krwi do moczu: bliższe spojrzenie	982
Gradient substancji rozpuszczonych a oszczędzanie wody	983
Adaptacje nerek kręgowców do różnorodnych środowisk	985
Studium przypadku: funkcja nerek u wampira zwyczajnego	985
ZAGADNIENIE 44.5 Pętle hormonalne łączą funkcje nerek, równowagę wodną i ciśnienie krwi	988
Regulacja homeostatyczna nerki	988

45 Hormony i układ endokrynnny	993
Regulatory długodystansowe organizmu	993
ZAGADNIENIE 45.1 Hormony i inne cząsteczki sygnałowe wiążą się z odpowiednimi receptorami komórek docelowych, wyzwalając swoiste szlaki odpowiedzi	994
Komunikacja międzykomórkowa	994
Klasy chemiczne regulatorów miejscowych i hormonów	995
Szlaki odpowiedzi komórkowych	996
Wielokierunkowe oddziaływania hormonalne	998
ZAGADNIENIE 45.2 W Sygnalizacji endokrynnnej powszechna jest regulacja za pomocą sprzężeń zwrotnych i koordynacji z układem nerwowym	1000
Proste szlaki hormonalne	1000
Regulacja za pomocą sprzężenia zwrotnego	1001
Koordynacja układów endokrynnnego i nerwowego	1001
Regulacja tarczycy: szlak kaskady hormonalnej	1004
Regulacja hormonalna wzrostu	1005
ZAGADNIENIE 45.3 Gruczoły endokrynnne w odpowiedzi na różnorodne sygnały regulują homeostazę, rozwój i zachowanie	1006
Hormony przytarczyc i witamina D: kontrola stężenia wapnia we krwi	1006
Hormony nadnerczy: reakcja na stres	1006
Hormony płciowe	1008
Hormony i rytmy biologiczne	1009
Ewolucja funkcji hormonów	1010
46 Rozmnażanie zwierząt	1013
Kojarzenie par w rozmnażaniu płciowym	1013
ZAGADNIENIE 46.1 W królestwie zwierząt występuje rozmnażanie bezpłciowe i płciowe	1014
Mechanizm rozmnażania bezpłciowego	1014
Rozmnażanie płciowe: zagadka ewolucyjna	1014
Cykle rozrodcze	1015
Zmiany we wzorcach rozmnażania płciowego	1016
ZAGADNIENIE 46.2 Zapłodnienie zależy od mechanizmów łączenia się plemników i komórek jajowych osobników tego samego gatunku	1016
Warunki pozwalające na przeżycie potomstwa	1017
Wytwarzanie gamet i ich transport	1017
ZAGADNIENIE 46.3 Narządy rozrodcze wytwarzają i transportują gamety	1019
Budowa męskiego układu rozrodczego człowieka	1019
Budowa żeńskiego układu rozrodczego człowieka	1020
Gametogeneza	1021
ZAGADNIENIE 46.4 Wzajemne oddziaływania hormonów tropowych i płciowych sterują rozmnażaniem ssaków	1024
Hormonalna kontrola męskiego układu rozrodczego	1024
Hormonalna kontrola cyklu rozrodczego u kobiet	1025

Reakcje seksualne człowieka	1027
ZAGADNIENIE 46.5 U ssaków łożyskowych cały rozwój zarodka przebiega w macicy	1028
Zapłodnienie, rozwój zarodkowy i narodziny	1028
Tolerancja immunologiczna zarodka i płodu przez organizm matki	1031
Antykoncepcja i aborcja	1032
Współczesne technologie wspomagające rozmnażanie	1033
47 Rozwój organizmu zwierzęcego	1037
Plan budowy ciała	1037
ZAGADNIENIE 47.1 Zapłodnienie i bruzdkowanie inicjują rozwój zarodkowy	1038
Zapłodnienie	1038
Bruzdkowanie	1041
ZAGADNIENIE 47.2 Morfogeneza u zwierząt obejmuje specyficzne zmiany kształtu, położenia i przeżycia komórek	1044
Gastrulacja	1044
Adaptacje rozwojowe owodniowców	1047
Organogeneza	1047
Mechanizmy morfogenezy	1050
ZAGADNIENIE 47.3 Determinanty cytoplazmatyczne i sygnały indukcyjne przyczyniają się do wyznaczenia losu komórki	1051
Mapowanie losu komórek	1051
Determinowanie losu komórek i kształtowanie wzoru rozwojowego przez sygnały indukcyjne	1055
Rzęski i los komórek	1058
48 Neurony, synapsy i przepływ sygnałów	1061
Drogi komunikacji	1061
ZAGADNIENIE 48.1 Budowa i Organizacja neuronów odzwierciedlają funkcje w przekazie informacji	1062
Budowa i funkcja neuronu	1062
Wstęp do przetwarzania informacji	1063
ZAGADNIENIE 48.2 Pompy jonowe i kanały jonowe utrzymują potencjał spoczynkowy neuronu	1064
Wytwarzanie potencjału spoczynkowego	1064
Modelowanie potencjału spoczynkowego	1065
ZAGADNIENIE 48.3 Potencjały czynnościowe są sygnałami przewodzonymi przez aksony	1066
Hiperpolaryzacja i depolaryzacja	1066
Potencjały stopniowane i potencjały czynnościowe	1067
Wytwarzanie potencjałów czynnościowych: bliższe spojrzenie	1068
Przewodzenie potencjałów czynnościowych	1069
ZAGADNIENIE 48.4 Neurony komunikują się z innymi komórkami przez synapsy	1071

Wytwarzanie potencjałów postsynaptycznych	1072
Sumowanie potencjałów postsynaptycznych	1073
Modulowana transmisja synaptyczna	1073
Neuroprzekaźniki	1074

49 Układy nerwowe **1079**

Centrum dowodzenia i kontroli	1079
ZAGADNIENIE 49.1 Układy nerwowe składają się z obwodów nerwowych i komórek podporowych	1080
Glej	1081
Organizacja układu nerwowego kręgowca	1082
Obwodowy układ nerwowy	1083
ZAGADNIENIE 49.2 Mózg kręgowca jest wyspecjalizowany regionalnie	1085
Czuwanie i sen	1088
Regulacja zegara biologicznego	1088
Emocje	1089
Obrazowanie funkcjonalne mózgu	1090
ZAGADNIENIE 49.3 Kora mózgowa kontroluje ruchy dowolne i funkcje poznawcze	1090
Przetwarzanie informacji	1090
Język i mowa	1092
Lateralizacja funkcji korowych	1092
Funkcja płata czołowego	1092
Ewolucja poznania u kręgowców	1093
ZAGADNIENIE 49.4 Zmiany w połączeniach synaptycznych leżą u podstaw pamięci i uczenia się	1093
Plastyczność neuronalna	1094
Pamięć i uczenie się	1094
Potencjalizacja długotrwała	1095
ZAGADNIENIE 49.5 Wiele zaburzeń układu nerwowego można wyjaśnić na poziomie molekularnym	1096
Schizofrenia	1096
Depresja	1097
Mózgowy układ nagrody i narkomania	1097
Choroba Alzheimera	1098
Choroba Parkinsona	1098

50 Mechanizmy czuciowe i ruchowe **1101**

Czucie i działanie	1101
ZAGADNIENIE 50.1 Receptory czuciowe przetwarzają energię bodźców i przesyłają sygnały do centralnego układu nerwowego	1102
Recepcja czuciowa i transdukcja	1102
Transmisja	1103
Postrzeganie	1103
Wzmocnienie i adaptacja	1103

Typy receptorów czuciowych	1104
ZAGADNIENIE 50.2 Mechanoreceptory odpowiedzialne za słuch i równowagę wykrywają poruszający się płyn albo osiadanie drobin	1106
Wykrywanie siły ciężenia i dźwięku u bezkręgowców	1106
Słuch i równowaga u ssaków	1106
Słuch i równowaga u innych kręgowców	1110
ZAGADNIENIE 50.3 Różne receptory wzrokowe zwierząt zależą od barwników absorbujących światło	1111
Ewolucja percepcji wzrokowej	1111
Układ wzrokowy kręgowca	1113
ZAGADNIENIE 50.4 Zmysły smaku i węchu opierają się na podobnych zestawach receptorów czuciowych	1117
Zmysł smaku u ssaków	1117
Zmysł węchu u ludzi	1118
ZAGADNIENIE 50.5 Fizyczna interakcja filamentów białkowych umożliwia działanie mięśnia	1119
Mięsień szkieletowy kręgowca	1120
Inne typy mięśni	1125
ZAGADNIENIE 50.6 Układy szkieletowe przekształcają skurcz mięśnia w lokomocję	1126
Rodzaje układów szkieletowych	1126
Typy lokomocji	1128
51 Zachowania zwierząt	1133
W jaki sposób i dlaczego zwierzęta podejmują działania	1133
ZAGADNIENIE 51.1 Pojedyncze sygnały czuciowe mogą stymulować zarówno proste, jak i złożone zachowania	1134
Stałe wzorce działania	1134
Migracja	1135
Rytmy behawioralne	1135
Sygnały i komunikacja u zwierząt	1136
ZAGADNIENIE 51.2 Uczenie się tworzy określone powiązania pomiędzy doświadczeniem a zachowaniem	1138
Doświadczenie i zachowanie	1138
Uczenie się	1138
ZAGADNIENIE 51.3 Różne zachowania można wyjaśnić dobozem skierowanym na przeżycie osobnika i sukces reprodukcyjny	1143
Ewolucja zachowania związanego z żerowaniem	1143
Zachowanie godowe i wybór partnera	1145
ZAGADNIENIE 51.4 Analizy genetyczne i koncepcja dostosowania łącznego dostarczają podstaw do badania ewolucji zachowań	1149
Genetyczne podstawy zachowania	1149
Zmienność genetyczna a ewolucja zachowania	1150
Altruizm	1151
Dostosowanie łączne	1152

Ewolucja a kultura człowieka	1153
CZĘŚĆ 8	
EKOLOGIA	1157
52 Wprowadzenie do ekologii biosfery	1158
Odkrywając ekologię	1158
ZAGADNIENIE 5 2.1 Klimat Ziemi jest zróżnicowany w zależności od szerokości geograficznej i pór roku oraz podlega gwałtownym zmianom	1161
Globalne wzorce pogodowe	1161
Regionalne i lokalne aspekty klimatu	1161
Mikroklimat	1163
Globalne zmiany klimatyczne	1163
ZAGADNIENIE 52.2 Struktura i rozmieszczenie biomów lądowych są kontrolowane przez klimat i jego zaburzenia	1164
Klimat i biomy lądowe	1164
Ogólne cechy biomów lądowych	1165
Zaburzenia i biomy lądowe	1166
ZAGADNIENIE 52.3 Biomy wodne są zróżnicowanymi i dynamicznymi systemami pokrywającymi większość powierzchni Ziemi	1171
Strefowość biomów wodnych	1171
ZAGADNIENIE 52.4 Interakcje między organizmami a środowiskiem decydują o rozmieszczeniu gatunków	1172
Dyspersja i rozmieszczenie	1178
Behawior a wybiórczość środowiskowa	1178
Czynniki biotyczne	1179
Czynniki abiotyczne	1179
53 Ekologia populacji	1184
Ślady żółwi	1184
ZAGADNIENIE 53.1 Procesy biologiczne wpływają na zagęszczenie, rozmieszczenie i demografię populacji	1185
Zagęszczenie i rozmieszczenie	1185
Demografia	1186
ZAGADNIENIE 53.2 Model wykładniczy opisuje wzrost populacji w idealnym, nieograniczonym środowisku	1190
Współczynnik wzrostu populacji na osobnika	1190
Wzrost wykładniczy	1191
ZAGADNIENIE 53.3 Model logistyczny opisuje spadek tempa wzrostu populacji w miarę zbliżania się jej liczebności do pojemności środowiska	1192
Logistyczny model wzrostu	1192
Model logistyczny i rzeczywiste populacje	1193
ZAGADNIENIE 53.4 Cechy historii życiowych wynikają z działania doboru naturalnego	1195

Ewolucja i zróżnicowanie historii życiowych	1195
Kompromis ewolucyjny i historie życiowe	1195
ZAGADNIENIE 53.5 Wiele czynników regulujących wzrost populacji zależy od zagęszczenia	1197
Zmiany wielkości populacji i zagęszczenie populacji	1197
Mechanizmy regulacji populacji zależne od zagęszczenia	1198
Dynamika populacji	1199
ZAGADNIENIE 53.6 POPULACJA LUDZKA PRZESTAŁA ROSNAĆ	
wykładniczo, ale wciąż szybko się powiększa	1201
Globalna populacja ludzka	1201
Globalna pojemność środowiska	1204
54 Ekologia biocenoz	1208
Funkcjonowanie biocenoz	1208
ZAGADNIENIE 54.1 Interakcje biocenotyczne można podzielić na korzystne, szkodliwe i obojętne dla uczestniczących w nich gatunków	1209
Konkurencja	1209
Drapieżnictwo	1211
Roślinożerność	1213
Symbioza	1214
Wspomaganie	1215
ZAGADNIENIE 54.2 Biocenozy charakteryzują się różnorodnością gatunkową i strukturą troficzną	1216
Różnorodność gatunkowa	1216
Zróżnicowanie i stabilność biocenozy	1217
Struktura troficzna	1217
Gatunki o wielkim wpływie na biocenozę	1219
Organizacja biocenozy: model wstępujący i model zstępujący	1221
ZAGADNIENIE 54.3 Zaburzenia wpływają na różnorodność i skład gatunkowy biocenoz	1222
Charakterystyka zaburzeń	1222
Sukcesja ekologiczna	1223
Zaburzenia spowodowane przez człowieka	1225
ZAGADNIENIE 54.4 Czynniki biogeograficzne wpływają na różnorodność biologiczną biocenoz	1225
Gradient równoleżnikowy	1226
Wpływ powierzchni	1226
Model równowagi dynamicznej wysp	1227
ZAGADNIENIE 54.5 Patogeny wpływają na lokalną i globalną strukturę biocenoz	1228
Patogeny a struktura biocenozy	1228
Ekologia biocenozy a zoonozy	1229
55 Ekosystemy i ekologia restytucyjna	1232
Przekształcone w tundrę	1232

ZAGADNIENIE 55.1 Prawa fizyki rządzą przepływem energii i obiegiem pierwiastków w ekosystemach	1233
Zasada zachowania energii	1233
Zasada zachowania masy	1234
Energia, materia i poziomy troficzne	1234
ZAGADNIENIE 55.2 Energia i pozostałe czynniki ograniczające kontrolują produkcję pierwotną w ekosystemach	1235
Budżet energetyczny ekosystemu	1235
Produkcja pierwotna i ekosystemy wodne	1237
Produkcja pierwotna w ekosystemach lądowych	1238
ZAGADNIENIE 55.3 Wydajność przepływu energii między poziomami troficznymi wynosi zwykle tylko 10%	1239
Wydajność produkcji	1239
Wydajność troficzna i piramidy ekologiczne	1240
ZAGADNIENIE 55.4 Procesy biologiczne i geochemiczne powodują krążenie substancji odżywczych i wody w ekosystemach	1244
Cykle biogeochemiczne	1244
Rozkład i tempo krążenia pierwiastków biogennych	1246
Studium przypadku: krążenie pierwiastków biogennych w Lesie Doświadczalnym Hubbard Brook	1247
ZAGADNIENIE 55.5 Ekolodzy restytucyjni przywracają zniszczone ekosystemy do bardziej naturalnego stanu	1248
Bioremediacja	1249
Bioaugmentacja	1249
56 Biologia konserwatorska i zmiany globalne	1254
Psychodeliczny skarb	1254
ZAGADNIENIE 56.1 Działalność człowieka zagraża bioróżnorodności na Ziemi	1255
Trzy poziomy bioróżnorodności	1255
Bioróżnorodność a jakość życia ludzi	1257
Zagrożenia bioróżnorodności	1258
Czy można przywrócić do życia gatunki wymarłe?	1260
ZAGADNIENIE 56.2 Ochrona populacji Skupia się na wielkości populacji, różnorodności genetycznej i środowiskach kluczowych	1261
Paradygmat małych populacji	1261
Paradygmat populacji zanikających	1264
Konflikt interesów w działaniach ochroniarskich	1265
ZAGADNIENIE 56.3 Ochrona krajobrazu i lokalne działania na rzecz ochrony przyrody pomagają utrzymać bioróżnorodność	1265
Struktura krajobrazu i bioróżnorodność	1265
Zakładanie obszarów chronionych	1267
Ekologia miast	1269
ZAGADNIENIE 56.4 W efekcie działalności człowieka Ziemia szybko się zmienia	1269

Wprowadzanie substancji odżywczych	1270
Toksyny w środowisku	1271
Gazy cieplarniane i zmiany klimatyczne	1272
Dziura ozonowa	1274
ZAGADNIENIE 56.5 Zrównoważony rozwój może poprawić jakość życia ludzi i jednocześnie wspomagać ochronę bioróżnorodności	1276
Zrównoważony rozwój	1276
Przyszłość biosfery	1277
DODATEK A Odpowiedzi	A-1
DODATEK B Okresowy układ pierwiastków	B-1
DODATEK C System metryczny	C-1
DODATEK D Porównanie mikroskopu świetlnego i mikroskopu elektronowego	D-1
DODATEK E Klasyfikacja organizmów	E-1
DODATEK F Przegląd umiejętności naukowych	F-1
PRAWA DO ZDJĘĆ RYCIN I TEKSTÓW	1
SŁOWNICZEK	S-1
INDEKS	I-1

oprac. BPK