

Szczegółowy spis treści – Tom 3

CZĘŚĆ ÓSMA Zwierzęta: forma i funkcja

38 Fizjologia, homeostaza i regulacja temperatury 869

► Badając ŻYCIE

Ciepło ogranicza sprawność fizyczną i może zabić 869

38.1 Zwierzęta składają się z narządów zbudowanych z czterech rodzajów tkanek 870

Jak zbudować zwierzę wielokomórkowe? 870

Bycie większym ma swoje zalety i wyzwania 870

Istnieją cztery rodzaje tkanek 871

Narządy są zbudowane z wielu tkanek 873

38.2 Systemy fizjologii utrzymują homeostazę środowiska wewnętrznego organizmów 873

Środowisko wewnętrzne jest płynem pozakomórkowym, który zaspokaja wszystkie potrzeby komórek organizmu 874

Układy fizjologiczne są regulowane w celu utrzymania homeostazy 874

38.3 Procesy biologiczne są wrażliwe na temperaturę 875

Temperatura wpływa na żywe systemy 875

Q_{10} jest miarą wrażliwości na temperaturę 876

Zwierzęta aklimatyzują się do temperatur sezonowych 876

Małe zmiany temperatury mogą mieć wielki wpływ na fizjologię 877

► Badając ŻYCIE Czy można zwiększyć wydajność pracy pracowników korzystających ze środków ochrony indywidualnej (ŚOI) poprzez pobieranie ciepła z dłoni? 877

Eksperyment 877

Praca z danymi 878

38.4 Temperatura ciała zależy od równowagi między ciepłem znajdującym się w środku organizmu oraz poza nim 878

Zwierzęta można klasyfikować według ich właściwości termoregulacyjnych 878

Zwierzęta endotermiczne wytwarzają znaczne ilości ciepła metabolicznego 878

Zwierzęta ektotermiczne i endotermiczne inaczej reagują na zmiany temperatury otoczenia 879

Budżety energetyczne odzwierciedlają adaptacje do regulacji temperatury ciała 880

Zarówno zwierzęta ektotermiczne, jak i endotermiczne kontrolują przepływ krwi do skóry 880

Niektóre ryby oszczędzają ciepło metaboliczne 881

Niektóre zwierzęta ektotermiczne regulują metaboliczną produkcję ciepła 882

38.5 Temperatura ciała jest regulowana poprzez adaptacje do wytwarzania i wydalania ciepła 883

Podstawowe wskaźniki wytwarzania ciepła u zwierząt endotermicznych korelują z rozmiarem ciała 883

Zwierzęta endotermiczne reagują na zimno, wytwarzając ciepło, i dostosowują się do zimna, zmniejszając jego utratę 884

Parowanie powoduje rozpraszanie ciepła, ale ma to swoją cenę 885

Termostat ssaków wykorzystuje informacje zwrotne 885

Eksperyment Podwzgórze reguluje temperaturę ciała 886

Niektóre zwierzęta oszczędzają energię, zmniejszając temperaturę na termostacie 886

39 Hormony zwierzęce 891

► Badając ŻYCIE

„Inteligentny” i zdrowy hormon 891

39.1 Hormony krążą w ciele i wpływają na komórki, które mają receptory 892

W ciele występuje wiele rodzajów systemów komunikacji 892

Sygnalizacja hormonalna może działać lokalnie lub na odległość 892

Na podstawie budowy chemicznej wyróżnia się trzy grupy hormonów 893

W działaniu hormonów pośredniczą receptory na komórkach docelowych lub wewnątrz nich 894

Działanie hormonu zależy od charakteru komórki docelowej i jej receptorów 894

Struktura hormonów jest w ewolucji konserwatywna, ale funkcje się zmieniają 895

39.2 Układ hormonalny i układ nerwowy współpracują ze sobą 896

Przysadka mózgowa jest łącznikiem między układem nerwowym i układem hormonalnym 897

Neurohormony podwzgórza kontrolują przedni płat przysadki mózgowej 898



Pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego regulują wydzielanie hormonów 898

Hormony wpływają na układ nerwowy 898

► **Badając ŻYCIE** Jak iryzyna może pośredniczyć w korzyściach płynących z ćwiczeń na funkcje poznawcze? 900

Eksperyment 900

Praca z danymi 900

39.3 Hormony odgrywają ważną rolę w rozwoju 901

Rozwój owadów obejmuje przeobrażenie zupełne lub niezupełne 901

Eksperymenty nad rozwojem owadów ujawniły hormonalne systemy sygnalizacyjne 901

Trzy hormony regulują linienie i dojrzewanie u stawonogów 901

Steroidy płciowe kontrolują rozwój płciowy 903

39.4 Hormony regulują metabolizm i środowisko wewnętrzne 904

Tyrosyna stymuluje wiele procesów metabolicznych 904

Trzy hormony regulują stężenie wapnia we krwi 906

PTH obniża stężenie fosforanów we krwi 907

Insulina i glukagon regulują stężenie glukozy we krwi 907

Eksperyment Wpływ ćwiczeń na metabolizm glukozy 909

Praca z danymi Wpływ ćwiczeń na metabolizm glukozy 909

Nadnercze to dwa gruczoły w jednym 910

Szyszynka charakteryzuje się dobowym rytmem uwalniania melatoniny 911

Wiele substancji chemicznych może działać jak hormony 911

40

Immunologia: systemy obronne zwierząt 915

► **Badając ŻYCIE**

Szczepionki i odporność 915

40.1 Zwierzęta używają wrodzonych i nabytych mechanizmów obronnych 916

Wrodzone mechanizmy obronne wyewoluowały przed nabytymi mechanizmami obronnymi 916

Ssaki mają zarówno wrodzoną, jak i nabytą odporność 917

Krew i tkanka limfatyczna odgrywają ważną rolę w obronie 917

Krwinki białe odgrywają wiele ról obronnych 918

Białka układu odpornościowego wiążą patogeny lub wysyłają sygnały innym komórkom 918

40.2 Wrodzone mechanizmy obronne nie są swoiste 919

Zapobiegnięcie inwazji jest pierwszą linią obrony 919

Rozpoznawanie i reakcja obejmują różnorodne komórki i białka 920

Zapalenie jest skoordynowaną, wrodzoną reakcją na infekcję lub uraz 921

40.3 Nabyte mechanizmy obronne są swoiste 922

Jakie są kluczowe cechy odporności nabytej? 922

Komórki pochodzące z monocytów odgrywają kluczową rolę w aktywacji odporności nabytej 923

Dwa rodzaje odpowiedzi nabytych oddziałują na siebie 923

Rozwój odporności nabytej jest wynikiem selekcji klonalnej 924

Delecja klonalna pomaga układowi odpornościowemu odróżnić siebie od obcych 924

Pamięć immunologiczna skutkuje wtórną odpowiedzią immunologiczną 925

Szczepionki są zastosowaniem pamięci immunologicznej 925

► **Badając ŻYCIE** Jakie są mechanizmy i implikacje długotrwałej odporności? 926

Eksperyment 926

Praca z danymi 927

40.4 Odpowiedź odpornościowa humoralna angażuje przeciwciała 928

Struktura białka przeciwciała odzwierciedla jego funkcję 928

Istnieje pięć klas immunoglobulin 929

Różnorodność immunoglobulin wynika z rearanżacji DNA i innych mutacji 929

Region stały bierze udział w przełączaniu klas immunoglobulin 931

40.5 Odpowiedź odpornościowa komórkowa angażuje limfocyty T i receptory 932

Białka MHC przekazują antygen limfocytom T, powodując ich rozpoznanie 932

Komórki pomocnicze T i białka MHC klasy II przyczyniają się do humoralnej odpowiedzi immunologicznej 933

Cytotoksyczne komórki T i białka MHC I przyczyniają się do komórkowej odpowiedzi immunologicznej 933

Limfocyty T regulatorowe tłumią humoralną i komórkową odpowiedź immunologiczną 935

40.6 Zaburzenia odporności mogą być szkodliwe 935

Układ odpornościowy wykazuje nadmierną reakcję w przypadku reakcji alergicznych 936

Choroby autoimmunologiczne powstają w wyniku reakcji na własne antygeny 936

AIDS jest chorobą związaną z niedoborem odporności 937

41

Rozród zwierząt 943

► **Badając ŻYCIE**

Nie ma czasu do stracenia 943

41.1 Rozmnażanie bezpłciowe jest wydajne, ale ogranicza zmienność genetyczną 944

Rozmnażanie bezpłciowe ogranicza różnorodność genetyczną 944

Dzięki mitozie zachodzą pączkowanie i regeneracja, w których powstają nowe osobniki 944

Partenogeneza to rozwój niezapłodnionych jaj 945

41.2 Rozmnażanie płciowe obejmuje połączenie haploidalnej komórki jajowej i plemnika 946

Gametogeneza prowadzi do powstawania komórek jajowych i plemników 946

Zapłodnienie to połączenie plemnika i komórki jajowej 948

Tarło i zachowania godowe prowadzą do połączenia komórki jajowej plemnika 951

Niektóre osobniki mogą funkcjonować zarówno jako samce, jak i samice 951

Ewolucja układów rozrodczych kręgowców jest równoległa do wyjścia na ląd 952

Zwierzęta z zapłodnieniem wewnętrznym wyróżniają się miejscem rozwoju zarodka 953

Opieka rodzicielska 953

41.3 Męskie narządy płciowe produkują i mogą dostarczać plemniki 953

Nasienie jest produktem męskiego układu rozrodczego 953

Penis i moszna to męskie zewnętrzne narządy płciowe 954

Męskie funkcje seksualne są kontrolowane przez hormony 956

41.4 Żeńskie narządy płciowe produkują komórki jajowe i są miejscem rozwoju zarodków 957

Cykle jajnikowe produkują dojrzałe komórki jajowe 958

Cykl maciczny przygotowuje środowisko dla zapłodnionej komórki jajowej 958

Hormony kontrolują i koordynują cykle jajnikowe i maciczne 960

Receptory FSH określają, który pęcherzyk ulega owulacji 960

W ciąży działają hormony z błon płodowych 960

Karmienie piersią może opóźnić powrót cyklu jajnikowego 960

Poród jest wywołany przez bodźce hormonalne i mechaniczne 961

► Badając ŻYCIE Kontrola dipauzy u walabii damy 962

Eksperyment 962

Praca z danymi 962

Narodziny i rozmnażanie są określone w czasie 963

41.5 Płodność można kontrolować 963

Ludzie stosują różne metody kontrolowania płodności 963

Technologie reprodukcyjne pomagają rozwiązać problemy z niepłodnością 965



© Fotograferen.net/Alamy Stock Photo

42 Rozwój zwierząt 969

► Badając ŻYCIE

Podążaj z prądem 969

42.1 Zapłodnienie stymuluje rozwój 970

Plemnik i komórka jajowa w różny sposób przyczyniają się do powstania zygoty 970

Zapłodnienie przygotowuje grunt pod determinację 970

42.2 Mitoza dzieli wczesny zarodek 972

Bruzdkowanie powoduje powstanie zarodka wielokomórkowego 972

Bruzdkowanie ssaków jest wyjątkowe 972

Los blastomerów zależy od cytoplazmy, jaką otrzymują podczas bruzdkowania 974

Komórki rozrodcze są determinowane na wczesnym etapie bruzdkowania 975

42.3 Gastrulacja tworzy wiele warstw tkanek 976

Inwagacja na biegunie wegetatywnym inicjuje gastrulację u jeżowca 976

Gastrulacja żaby rozpoczyna się od szarego półksiężyca 977

Warga grzbietowa blastoporu organizuje powstawanie zarodka płaza 977

U podstaw działań organizatora leżą czynniki transkrypcyjne i czynniki wzrostu 979

Właściwości komórek organizatorów zmieniają się w trakcie migracji z wargi grzbietowej 979

Ilość żółtka wpływa na gastrulację 979

Gastrulacja u ssaków jest podobna do gastrulacji u ptaków 980

W jaki sposób łamana jest dwustronna symetria? 980

► Badając ŻYCIE Czy kierunek przepływu węzłowego wpływa na rozwój asymetrii lewo-prawo w embrionie myszy? 982

Eksperyment 982

Praca z danymi 982

42.4 Narządy rozwijają się z trzech listków zarodkowych 983

Organizator przygotowuje grunt pod organogenezę 983

Segmentacja ciała jest wczesną cechą rozwoju kręgowców 984

Geny *Hox* kontrolują różnicowanie wzdłuż osi przednio-tylnej 984

42.5 Mezoderma pozazarodkowa pielęgnuje embriony ptaków i ssaków 985

Ptaki rozwijają cztery błony pozazarodkowe 985

Łożysko ssaków tworzy się z błon pozazarodkowych 985

Ciąża u człowieka dzieli się na trymestry 987

43 Neurony, komórki glejowe i układ nerwowy 991

► Badając ŻYCIE

Równoważenie mózgu 991

43.1 Neurony i komórki glejowe są wyjątkowymi komórkami w układzie nerwowym 992

Neurony i makroglej kręgowców powstają w rozwoju embrionalnym w cewie nerwowej 992

Struktura neuronów odzwierciedla ich funkcje 992

Glej jest „cichym partnerem” neuronów 993

43.2 Neurony generują i przesyłają sygnały elektryczne 995

Proste koncepcje elektryczne leżą u podstaw funkcji neuronów 995

Narzędzia badawcze Pomiar potencjału membrany 996

Aktywność neuronów jest rejestrowana jako zmiany w potencjale błonowym 996

Transportery i kanały jonowe generują potencjały błonowe 996

Narzędzia badawcze Wykorzystanie równania Nernsta 997

Praca z danymi Równowagowy potencjał błonowy: równanie Goldmana 998

Narzędzia badawcze Metoda patch-clamp 998

Kanały jonowe i ich właściwości mogą być badane bezpośrednio 999

Bramkowane kanały jonowe zmieniają potencjał błonowy 999

Stopniowe zmiany potencjału błonowego mogą integrować informacje 1000

Nagłe zmiany w kanałach Na^+ i K^+ generują potencjały czynnościowe 1000

Potencjały czynnościowe są przewodzone wzdłuż aksonów bez utraty sygnału 1000

Potencjały czynnościowe przeskakują wzdłuż zmielinizowanych aksonów 1002

43.3 Neurony komunikują się z innymi komórkami 1003

Synapsa nerwowo-mięśniowa jest modelową synapsą chemiczną 1004

Pojawienie się potencjału czynnościowego powoduje uwolnienie neuroprzekaźnika 1004

Funkcjonowanie synaps obejmuje wiele białek 1004

Błona postsynaptyczna reaguje na neuroprzekaźnik 1004

Synapsy mogą być pobudzające lub hamujące 1004

Neuron postsynaptyczny sumuje pobudzające i hamujące sygnały 1005

Synapsy elektryczne są szybkie, ale nie integrują dobrze informacji 1006

Działanie neuroprzekaźnika zależy od receptora, z którym się on wiąże 1006

► Badając ŻYCIE Czy można przywrócić uczenie się w mysich modelach zespołu Downa? 1007

Eksperyment 1007

Praca z danymi 1007

Synapsy muszą zostać oczyszczone z neuroprzekaźników, aby wyłączyć odpowiedzi 1008

Specyficzność leków wynika z różnorodności receptorów 1008

43.4 Neurony i głąz tworzą obwody przetwarzające informacje 1008

Systemy nerwowe mają różny stopień złożoności 1009

Odruchy są kontrolowane przez proste obwody obejmujące neurony czuciowe, interneurony i efekторы 1009

Mózg kręgowców jest odpowiedzialny za złożone zachowania 1011

44 Narządy zmysłów 1015

► Badając ŻYCIE

Widzenie w ciemności 1015

44.1 Komórki receptorów sensorycznych przekształcają bodźce w potencjał czynnościowy 1016

Transdukcja sensoryczna obejmuje zmiany potencjałów błonowych 1016

Białka receptorów czuciowych działają na kanały jonowe 1016

Doznania zależą od tego, które neurony otrzymują potencjały czynnościowe z komórek czuciowych 1017

Wiele receptorów przystosowuje się do powtarzającej się stymulacji 1017

► Badając ŻYCIE W jaki sposób grzechotnik „widzi” w ciemności? 1018

Eksperyment 1018

Praca z danymi 1018

44.2 Chemoreceptory reagują na określone cząsteczki 1019

Powonienie to zmysł węchu 1019



© Chien Lee/Minden Pictures

Niektóre chemoreceptory wykrywają feromony 1020

Narząd Jacobsona zawiera chemoreceptory 1020

Zmysł smaku 1021

44.3 Mechanoreceptory reagują na siły fizyczne 1022

Wiele różnych komórek receptorowych reaguje na dotyk i nacisk 1022

Mechanoreceptory znajdują się również w mięśniach, ścięgnach i więzadłach 1023

Komórki rzęstate są mechanoreceptorami układu słuchowego i przedsionkowego 1023

Układy słuchowe wykorzystują komórki rzęstate do wyczuwania fal dźwiękowych 1023

Zgięcie błony podstawowej odbierane jest jako dźwięk 1025

Różne rodzaje uszkodzeń mogą skutkować utratą słuchu 1026

Układ przedsionkowy wykorzystuje komórki rzęstate do wykrywania sił grawitacji i pędu 1026

44.4 Fotoreceptory reagują na światło 1027

Bezkręgowce mają różnorodne systemy wzrokowe 1028

Oczy tworzące obrazy ewoluowały niezależnie u kręgowców i głowonogów 1028

Siatkówka kręgowców odbiera i przetwarza informacje wizualne 1029

Opsyny są uniwersalną cząsteczką fotoreceptorów u zwierząt 1029

Komórki pręcików i czopków są fotoreceptorami siatkówki kręgowców 1029

Eksperyment Jak stymulować pręciki 1031

Informacje są integrowane przez warstwy neuronów w siatkówce 1032

45

Układ nerwowy ssaków: struktura i wyższe funkcje 1037

► Badając ŻYCIE

Mózgi taksówkarzy 1037

45.1 Funkcje są zlokalizowane w układzie nerwowym 1038

Organizacja funkcjonalna opiera się na przepływie i rodzaju informacji 1038

Anatomiczna organizacja OUN pojawia się podczas rozwoju 1038

Rdzeń kręgowy przesyła i przetwarza informacje 1039

Pień mózgu pełni wiele funkcji autonomicznych 1039

Rdzeń przedmózgowia kontroluje popędy fizjologiczne, instynkty i emocje 1040

Kora mózgowa odpowiada za złożone zachowanie i świadomość 1040

► Badając ŻYCIE Komórki miejsca ujawniają procesy konsolidacji pamięci podczas snu 1041

Eksperyment 1041

Praca z danymi 1042

Rozmiar ludzkiego mózgu wykacza poza krzywą 1044

45.2 Funkcje układu nerwowego zależą od obwodów neuronowych 1045

Drogi autonomicznego układu nerwowego kontrolują mimowolne funkcje fizjologiczne 1045

System wzrokowy jest przykładem integracji informacji przez korę mózgową 1046

Trójwymiarowe widzenie to zasługa komórek korowych odbierających dane z obojga oczu 1047

Eksperyment Co oko mówi mózgowi? 1048

45.3 Wyższe funkcje mózgu obejmują integrację wielu systemów 1050

Sen i marzenia sennie są odzwierciedlone we wzorach elektrycznych w korze mózgowej 1050

Zdolności językowe są zlokalizowane w lewej półkuli mózgowej 1051

Niektóre procesy uczenia się i zapamiętywania można zlokalizować w określonych obszarach mózgu 1052

Nadal nie potrafimy odpowiedzieć na pytanie, czym jest świadomość 1053

46

Układy mięśniowo-szkieletowe 1057

► Badając ŻYCIE

Mistrzowie skoków 1057

46.1 Interakcje aktywne i miozyny powodują kurczenie się mięśni 1058

Ślizgające się włókna aktywne i miozyny powodują kurczenie się mięśni szkieletowych 1058

Interakcje między aktyną a miozyną powodują ślizganie się włókien 1059

Interakcje między aktyną a miozyną są kontrolowane przez jony wapnia 1059

Miedzy mięśniami sercowym a szkieletowym istnieją podobieństwa i różnice 1062

Mięśnie gładkie powodują powolne skurcze wielu narządów wewnętrznych 1063

46.2 Na wydajność mięśni wpływa wiele czynników 1064

Liczba i szybkość kurczenia się włókien wpływa na siłę skurczu mięśnia 1065

Rodzaje włókien mięśniowych determinują wytrzymałość i siłę 1065

Długość mięśnia jest optymalna do wytwarzania maksymalnego napięcia 1066

Ćwiczenia zwiększają siłę i wytrzymałość mięśni 1066

Dostawy ATP do mięśni ograniczają wydajność 1067

► Badając ŻYCIE Jaka jest optymalna pozycja spoczynkowa dla mięśnia stawu skokowego żaby? 1068

Eksperyment 1068

Praca z danymi 1068

Praca z danymi Czy ciepło powoduje zmęczenie mięśni? 1069

Mięśnie owadów charakteryzują się największą szybkością cykli 1070

46.3 Mięśnie i układy szkieletowe współpracują ze sobą 1070

Szkielety hydrostatyczne są zależne od różnic ciśnień 1070

Egzoszkielety to sztywne struktury zewnętrzne 1070

Endoszkielety kręgowców składają się z chrząstki i kości 1071

Kości rozwijają się z tkanki łącznej 1072

Kości mające wspólny staw mogą działać jak dźwignia 1073

47

Wymiana gazowa 1077

► Badając ŻYCIE

Oddech życia 1077

47.1 Czynniki fizyczne regulują wymianę gazów oddechowych 1078

Dyfuzja gazów jest napędzana przez różnice ciśnień cząstkowych 1078

Prawo Ficka dotyczy wszystkich systemów wymiany gazowej 1078

Powietrze jest lepszym medium oddechowym niż woda 1079

Wysokie temperatury powodują problemy z oddychaniem u zwierząt wodnych 1080

Dostępność O₂ zmniejsza się wraz z wysokością 1080

CO₂ jest wydalone w wyniku dyfuzji 1080

47.2 Wzmocnienie dyfuzji maksymalizuje wymianę gazową w drogach oddechowych 1081

Narządy oddechowe mają dużą powierzchnię 1081

Wentylacja i perfuzja powierzchni wymiany gazowej maksymalizują gradienty ciśnienia parcialnego 1081

OWADY mają drogi oddechowe w całym ciele 1083

Skrzela ryb, aby zmaksymalizować wymianę gazową, wykorzystują przepływ przeciwpłdowy 1083

Ptaki, aby zmaksymalizować wymianę gazową, korzystają z wentylacji jednokierunkowej 1083

Wentylacja pływowa wytwarza martwą przestrzeń, która ogranicza efektywność wymiany gazowej 1085

Narzędzia badawcze Pomiar wentylacji płuc 1086

Praca z danymi Pomiar wentylacji płuc 1086

Mała objętość zalegająca zapobiega chorobie dekompresyjnej 1086

47.3 Ludzie mają wentylację pływową 1087

Płuca są wentylowane poprzez rozgałęziony system dróg oddechowych 1087

Wydzieliny dróg oddechowych wspomagają wentylację 1087

Płuca są wentylowane poprzez zmiany ciśnienia w jamie klatki piersiowej 1089

47.4 Gazy oddechowe są transportowane przez krew 1090

Krwinki czerwone produkowane są w szpiku kostnym 1091

Hemoglobina łączy się odwracalnie z O_2 1091

Mioglobina posiada rezerwę O_2 1092

Powinowactwo hemoglobiny do O_2 jest zmienne 1092

► Badając ŻYCIE Foki są mistrzami w nurkowaniu na wstrzymanym oddechu 1093

Eksperyment 1093

Praca z danymi 1093

Większość CO_2 jest transportowana we krwi w postaci jonów wodorowęglanowych 1094

47.5 Oddychanie jest regulowane homeostaticznie 1095



o PCN Photography/Alamy Stock Photo

Oddychanie kontrolowane jest w pniu mózgu 1095

Regulacja oddychania wymaga informacji zwrotnej 1095

48 Układy krążenia 1101

► Badając ŻYCIE

Sportowcy o wielkich sercach 1101

48.1 Układy krążenia są systemami transportowymi 1102

Niektóre zwierzęta nie mają układu krążenia 1102

Układy krążenia mogą być otwarte lub zamknięte 1102

Otwarte układy krążenia transportują płyn pozakomórkowy 1102

W zamkniętych układach krążenia krew krąży w systemie naczyń krwionośnych 1102

48.2 Układy krążenia kręgowców ewoluowały od obwodów pojedynczych do podwójnych 1104

Krążenie u ryb odbywa się w jednym obwodzie 1104

Ryby dwudyszne wykształciły narząd oddychający gazem 1104

Płazy mają częściowo oddzielone obiegi obwodowe i płucne 1106

Gady doskonale kontrolują krążenie płucne i obwodowe 1106

Ptaki i ssaki mają całkowicie oddzielone obiegi płucne i obwodowe 1106

48.3 Czynność serca zależy od właściwości mięśnia sercowego 1107

Krew przepływa z prawego serca do płuc, a z lewego serca do ciała 1107

Bicie serca ma swoje źródło w mięśniu sercowym 1109

Układ przewodzący koordynuje skurcz mięśnia sercowego 1111

HCM może zakłócać przewodzenie 1112

Właściwości elektryczne mięśni komorowych podtrzymują skurcz serca 1112

EKG rejestruje aktywność elektryczną serca 1112

► Badając ŻYCIE Wyciszenie zmutowanych genów miozyny 1113

Eksperyment 1113

Praca z danymi 1113

48.4 Funkcje układu krążenia zależą od krwi i naczyń krwionośnych 1114

Krwinki czerwone transportują gazy oddechowe 1115

Płytki krwi są niezbędne do krzepnięcia krwi 1116

Tętnice wytrzymują wysokie ciśnienie, tętniczki kontrolują przepływ krwi 1116

Wymiana materiałów w złożach naczyń włosowatych następuje poprzez filtrację, osmozę i dyfuzję 1117

Krew wraca do serca żyłami 1118

Naczynia limfatyczne zwracają płyn śródmiąższowy do krwi 1119

Choroby naczyniowe to zabójcy 1119

48.5 Krążenie jest kontrolowane przez sygnały hormonalne i neuronalne 1120

Autoregulacja dopasowuje lokalny przepływ krwi do lokalnych potrzeb 1121

Ciśnienie tętnicze jest regulowane przez mechanizmy hormonalne i nerwowe 1122

49

Odżywianie, trawienie i wchłanianie 1127

► Badając ŻYCIE

„Oszczędne” fenotypy 1127

49.1 Żywność dostarcza energii i materiałów do biosyntezy 1128

Zapotrzebowanie na energię i jej wydatkowanie można zmierzyć 1128

Źródła energii są przechowywane w organizmie 1129

Pokarm dostarcza szkieletów węglowych do biosyntezy 1130

Zwierzęta potrzebują składników mineralnych do różnych funkcji 1131

Zwierzęta muszą pozyskiwać witaminy z pożywienia 1131

Niedobór składników odżywczych sprawia, że pojawiają się choroby 1133

49.2 Różnorodne adaptacje wspomagają przyjmowanie i trawienie pokarmu 1134

Pokarm roślinożerców jest często niskoenergetyczny i trudny do strawienia 1134

Mięsożercy muszą znaleźć, schwytac i zabić ofiarę 1134

Kręgowce mają charakterystyczne zęby 1134

Trawienie zwykle rozpoczyna się w jamie ciała 1135

Rurkowe układy trawienia mają otwór na każdym końcu 1135

Enzymy trawienne rozkładają złożone cząsteczki żywności 1137

Mikrobiom jelitowy uczestniczy w trawieniu 1137

► Badając ŻYCIE Jak mikrobiom jelitowy przyczynia się do otyłości i chorób metabolicznych? 1137

Eksperyment 1137

Praca z danymi 1138

49.3 Układ pokarmowy kręgowców jest linią demontażu 1138

Jelito kręgowca składa się z koncentrycznych warstw komórkowych 1138

Perystaltyka jelit przemieszcza pokarm przez jelita i wspomaga trawienie 1139



© Graeme Goy/Minden Pictures

Trawienie chemiczne rozpoczyna się w jamie ustnej i żołądka 1140

Żołądek stopniowo uwalnia swoją zawartość do jelita cienkiego 1141

Większość trawienia chemicznego zachodzi w jelicie cienkim 1141

Składniki odżywcze są wchłaniane w jelicie cienkim 1143

Wchłonięte składniki odżywcze trafiają do wątroby 1143

Woda i jony są wchłaniane w jelicie grubym 1144

Zwierzęta roślinożerne polegają na swojej mikrobiocie, trawiąc celulozę 1144

49.4 Dostępność składników odżywczych jest kontrolowana i regulowana 1145

Hormony kontrolują wiele funkcji trawiennych 1145

Wątroba przechowuje i uwalnia cząsteczki, które napędzają metabolizm 1145

Wątroba produkuje lipoproteiny 1146

Insulina i glukagon kontrolują metabolizm paliwa 1147

Eksperyment Mutacja jednego genu prowadzi do otyłości u myszy 1148

Mózg odgrywa główną rolę w regulowaniu przyjmowania pokarmu 1148

50

Bilans soli i wody oraz wydalanie azotu 1153

► Badając ŻYCIE

Jak nietoperze wampiry wykorzystują krew jako fast food? 1153

50.1 Układy wydalnicze regulują stężenia osmotyczne i jonowe 1154

Osmoza powoduje, że woda dostaje się do komórek lub je opuszcza 1154

Układy wydalnicze kontrolują osmolarność i skład płynu pozakomórkowego 1154

Bezkręgowce wodne są albo konformerami, albo regulatorami jonowymi 1154

Kręgowce są osmoregulatorami i regulatorami jonowymi 1155

50.2 Zwierzęta wydalały azot w postaci amoniaku, mocznika lub kwasu moczowego 1156

Amoniak jest toksyczny 1156

Mocznik jest dobrze rozpuszczalny w wodzie 1157

Kwas moczowy jest słabo rozpuszczalny w wodzie 1157

Większość gatunków wytwarza więcej niż jeden odpad azotowy 1157

50.3 Układy wydalnicze bezkręgowców wykorzystują filtrację, wydzielanie i wchłanianie zwrotne 1157

Protonefrydium płazińców wydala wodę i oszczędza sole 1157

Metanefrydia pierścienic przetwarzają płyn w celomie 1158

Cewki Malpighiego owadów wykorzystują transport aktywny do wydalania odpadów 1158

50.4 Nefron to podstawowa jednostka funkcjonalna układów wydalniczych kręgowców 1159

Ryby morskie muszą oszczędzać wodę 1160

Lądowe płazy i gady muszą unikać wysychania 1160

Ssaki mogą wytwarzać bardzo skoncentrowany mocz 1160

Nefron jest jednostką funkcjonalną nerek kręgowców 1160

Krew jest filtrowana do torebki Bowmana 1161

Kanaliki nerkowe przekształcają przesącz kłębuszkowy w mocz 1162

50.5 Nerka ssaka może wytwarzać skoncentrowany mocz 1162

Nerki produkują mocz, a pęcherz go przechowuje 1162

Nefrony są regularnie ułożone w nerkach 1162

Większość przesączu kłębuszkowego jest ponownie wchłaniana przez proksymalny kanalik kręty 1163

Pętla Henlego tworzy gradient stężeń w rdzeniu nerki 1164

Przepuszczalność wody przez kanalik nerkowe zależy od kanałów wodnych 1165

50.6 Czynność nerek jest regulowana 1169

Stopień filtracji kłębuszkowej jest regulowany 1169

Regulacja GFR wykorzystuje informacje zwrotne z dystalnego kanalik krętego 1170

Osmolarność i ciśnienie krwi są regulowane przez ADH 1170

Serce wytwarza hormon, który pomaga obniżyć ciśnienie krwi 1171

Eksperyment ADH indukuje wstąpienie akwaporyn do błon komórkowych 1171

51 Zachowanie zwierząt 1177

► Badając ŻYCIE

Instykt uczenia się 1177

51.1 Etologia doprowadziła do powstania nowoczesnej biologii behawioralnej 1178

Odruchy warunkowe są prostym mechanizmem behawioralnym 1178

Etolodzy skupili się na zachowaniu zwierząt w ich naturalnym środowisku 1178

Etolodzy badali przyczyny zachowań 1179

51.2 Zachowanie może być uwarunkowane genetycznie 1180

Mutacje pojedynczych genów mogą zmieniać fenotypy behawioralne 1180

Eksperymenty z nokautem ujawniają rolę określonych genów 1181

Kaskady genów mogą kontrolować złożone fenotypy behawioralne 1181

51.3 Zachowanie można badać pod kątem rozwoju 1182

Hormony mogą determinować potencjał behawioralny i czas zachowania 1183

Niektóre zachowania można nabyć tylko w określonym czasie 1183

Uczenie się śpiewu ptaków obejmuje genetykę, wdrutowanie, rozwój i interakcje społeczne 1184

Czas i ekspresja śpiewu ptaków podlegają kontroli hormonalnej 1184

► Badając ŻYCIE Praktyka czyni mistrza 1185

Eksperyment 1185

Praca z danymi 1186

51.4 Presja selekcyjna kształtuje zachowania 1186

Zwierzęta stają przed wieloma wyborami 1186

Zachowania wiążą się z kosztami i korzyściami 1187

Zachowania terytorialne wiążą się ze znacznymi kosztami 1187

Eksperyment Koszty obrony terytorium 1188

Żerowanie wiąże się z kosztami i korzyściami 1188

51.5 Zachowanie można badać mechanistycznie 1190

Rytmy biologiczne koordynują zachowanie z cyklami środowiskowymi 1190

Zwierzęta muszą znaleźć drogę w swoim środowisku 1192

► Badając ŻYCIE W jaki sposób nietoperze wampiry mogą wykorzystywać krew jako fast food? 1165

Eksperyment 1165

Praca z danymi 1165

Dystalny kanalik kręty reguluje skład moczu 1166

Mocz gromadzi się w przewodzie zbiorczym 1167

Nerki pomagają regulować równowagę kwasowo-zasadową 1167

Niewydolność nerek leczy się dializą 1168



Eksperyment Kompas słoneczny z kompensacją czasu 1194
Zwierzęta używają w komunikacji wielu modalności 1194

51.6 Interakcje społeczne kształtują ewolucję zachowań 1196

Systemy kojarzenia ewoluują w celu maksymalizacji kondycji 1196
Dostosowanie może obejmować więcej niż tylko własne potomstwo 1198
Eusocjalność jest skrajnym wynikiem doboru krewniaczego 1199
Życie w grupie wiąże się z korzyściami i kosztami 1199
Czy koncepcje socjobiologii można zastosować do ludzi? 1200

CZĘŚĆ DZIEWIĄTA Ekologia

52 Środowisko fizyczne i biogeografia życia 1205

► Badając ŻYCIE

Największy eksperyment na Ziemi 1205

52.1 Ekologia jest nauką o wzajemnych powiązaniach między organizmami i środowiskiem 1206

Współczesna ekologia jest bardziej „inspirowana użytecznością wyników” 1206

Ekologia jest badana na wielu poziomach organizacji 1206

Odpowiedzi na pytania ekologiczne wymagają obserwacji, eksperymentów i modeli 1207

52.2 Globalny klimat jest podstawowym składnikiem środowiska fizycznego 1207

Promieniowanie słoneczne napędza globalne wzorce klimatyczne 1208

Ziemia jest kulą, co powoduje równoleżnikowe zróżnicowanie globalnej temperatury i opadów 1209

Ziemia obraca się wokół własnej osi, wytwarzając dominujące wiatry i prądy morskie 1210

Nachylenie osi Ziemi i jej orbita powodują powstawanie pór roku 1212

52.3 Topografia, roślinność i ludzie modyfikują środowisko fizyczne 1212

Topografia Ziemi wpływa na lokalne i regionalne środowisko fizyczne 1212

Roślinność wpływa na lokalne i regionalne środowisko fizyczne, zwłaszcza na klimat 1214

Ludzie zmienili swoje środowisko fizyczne, w tym klimat miejski 1214

52.4 Biogeografia to nauka o rozmieszczeniu organizmów na Ziemi 1215

Wzorce biogeograficzne są wzajemnie powiązane w hierarchii skal przestrzennych i czasowych 1215

Biomy lądowe odzwierciedlają globalne wzorce temperatury i opadów 1216

Regiony biogeograficzne odzwierciedlają izolację ewolucyjną 1221

Różnorodność zmienia się w zależności od szerokości i długości geograficznej 1223

Geograficzne zróżnicowanie różnorodności jest wyjaśniane wieloma czynnikami 1224

52.5 Obszar geograficzny i ludzie wpływają na regionalną różnorodność gatunkową 1225

Człowiek wywiera ogromny wpływ na wzorce biogeograficzne 1225

► Badając ŻYCIE Największy eksperyment na Ziemi 1227

Eksperyment 1227

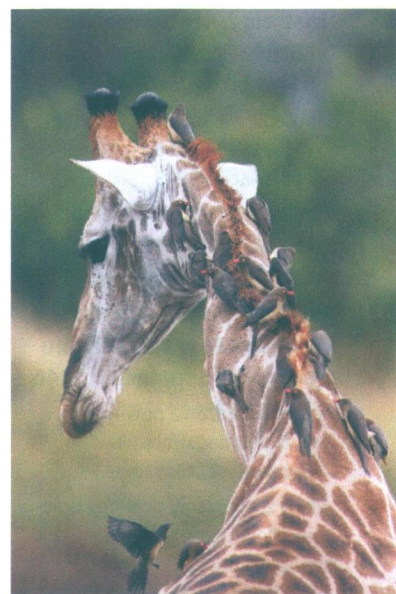
Praca z danymi 1227

53 Populacje 1231

► Badając ŻYCIE

Zdolność Ziemi do utrzymania ludności 1231

53.1 Populacje wykazują dynamiczne zmiany liczebności w przestrzeni i czasie 1232



© Brigitte Marcom/Minden Pictures

Dynamika populacji jest kontrolowana przez środowisko fizyczne, interakcje biologiczne i rozprzestrzenianie 1233

Ekolodzy stosują różne metody do szacowania wielkości populacji i jej zasięgu 1234

Praca z danymi Monitorowanie populacji kleszczy 1235

Narzędzia badawcze Metoda wielokrotnych złowień 1235

53.2 Wzrost populacji opisuje zmianę liczebności populacji w czasie 1236

Z biegiem czasu liczba urodzeń wzrasta, a liczba zgonów maleje 1236

Wszystkie populacje mają potencjał do wzrostu wykładniczego 1237

► Badając ŻYCIE Czy tempo wzrostu globalnej populacji ludzi spadnie? 1238

Eksperyment 1238

Praca z danymi 1239

Logistyczny wzrost populacji występuje, gdy populacja zbliża się do pojemności środowiska 1239

Czynniki ograniczające wzrost liczebności populacji mogą być zależne lub niezależne od zagęszczenia 1240

Tabele przeżywania podążają za wydarzeniami demograficznymi 1240

53.3 Historia życia to wzorec wzrostu i rozwoju, reprodukcji i przetrwania 1242

Strategie życiowe mogą się różnić w zależności od gatunku i populacji 1243

Strategie życiowe wynikają z ograniczeń wzrostu i rozwoju, reprodukcji i przetrwania 1245

53.4 Biologię populacji można zastosować w zarządzaniu i ochronie populacji 1246

Plany zarządzania powinny uwzględniać strategie życiowe 1246

Plany zarządzania powinny opierać się na zasadach dynamiki populacji 1246

Znajomość dynamiki metapopulacji pomaga nam chronić gatunki 1247

54

Oddziaływania między gatunkami 1251

► Badając ŻYCIE

Skrzydlica 1251

54.1 Interakcje między gatunkami różnią się kierunkiem i natężeniem w kontinuum wzajemnych zależności 1252

Oddziaływania między gatunkami nie zawsze są jednoznaczne 1253

Niektóre interakcje powodują zmiany ewolucyjne u gatunków 1253

54.2 Drapieżnictwo to interakcja troficzna, w wyniku której drapieżniki odnoszą korzyści, a ofiary doznają szkody 1254

Drapieżnictwo skutkuje szeregiem mechanizmów chwytania i unikania 1254

Roślinożerność jest powszechnym, ale wyspecjalizowanym rodzajem oddziaływania gatunków 1256

► Badając ŻYCIE

Skrzydlica 1257

Eksperyment 1257

Praca z danymi 1257

Większość pasożytów ma określonych żywicieli, a większość żywicieli jest zamieszkiwana przez wiele gatunków pasożytów 1258

Populacje drapieżników mogą zmieniać się wraz z populacjami ich ofiar 1259

Drapieżniki mogą mieć radykalny wpływ na zbiorowiska 1260

54.3 Konkurencja to negatywna interakcja, w której gatunki rywalizują między sobą o korzystanie z ograniczonych zasobów 1261

Podział zasobów umożliwia gatunkom współwystępowanie pomimo wykorzystywania tych samych ograniczających zasobów 1262

Środowisko fizyczne, zaburzenia i drapieżnictwo mogą zmieniać wynik konkurencji 1263

Konkurencja może wpływać na rozmieszczenie gatunków 1263

54.4 Pozytywne interakcje zachodzą, gdy co najmniej jeden gatunek odnosi korzyści i żaden nie doznaje szkody 1265

Pozytywne interakcje są częstsze w stresujących środowiskach 1266

Pozytywne interakcje mogą mieć radykalny wpływ na populację i zbiorowiska 1266

Eksperyment Czy mrówki i akacja są mutualistami? 1267

55 Biocenozy 1271

► Badając ŻYCIE

Powstanie z popiołów 1271

55.1 Biocenozy to grupy oddziałujących na siebie gatunków występujących razem w czasie i przestrzeni 1272

Ekolodzy często wykorzystują podzbiór gatunków do definiowania biocenoz 1272

Różnorodność gatunkowa i skład gatunkowy dostarczają wiedzy o strukturze biocenozy 1274

55.2 Członkostwo w biocenozie zależy od dostępności gatunków, warunków środowiskowych i interakcji między gatunkami 1275

Członkostwo w biocenozie zależy od dostępności gatunków 1276

Warunki środowiskowe mają kluczowe znaczenie dla członkostwa w biocenozie 1276

Gatunki już obecne mogą ograniczać lub wspomagać członkostwo innych w biocenozie 1277

55.3 Biocenozy są złożonymi sieciami interakcji między gatunkami, które różnią się siłą i kierunkiem 1277

Pośrednie interakcje są ważne dla struktury biocenozy 1278

Silnie oddziałujące na siebie gatunki często regulują strukturę biocenozy 1279

Gatunki o podobnym wpływie na siebie mogą współistnieć przypadkowo 1280

55.4 Biocenozy zawsze się zmieniają 1281

Zmiany w biocenozach mogą być powodowane przez czynniki abiotyczne i biotyczne 1281

Sukcesja to proces zmian zachodzących w biocenozach na przestrzeni czasu 1282

Zarówno ułatwianie, jak i hamowanie wpływają na sukcesję 1284

Alternatywne ścieżki sukcesji powodują różnice w składzie biocenozy 1284

► Badając ŻYCIE Powstanie z popiołów 1285

Eksperyment 1285

Praca z danymi 1286

55.5 Związki między różnorodnością gatunkową a funkcjonowaniem biocenozy są często pozytywne 1287

Różnorodność gatunkowa wiąże się z produktywnością i stabilnością 1288

Różnorodność, produktywność i stabilność różnią się między zbiorowiskami naturalnymi i agrocenozami 1288

56 Ekosystemy 1293

► Badając ŻYCIE

Sieci troficzne w kwaśnym i ocieplającym się oceanie 1293

56.1 Nauka o ekosystemach bada przepływ energii i obieg materii przez środowiska biotyczne i abiotyczne 1294

Energia przepływająca przez ekosystemy pochodzi ze światła słonecznego oraz związków nieorganicznych i organicznych 1294

Składniki odżywcze krążące w ekosystemach pochodzą z gleby, wody i atmosfery 1295

56.2 Energia i składniki odżywcze w ekosystemach są w pierwszej kolejności wychwytywane przez producentów pierwotnych 1295

Produkcja pierwotna netto to ilość węgla pozostająca w roślinach po oddychaniu 1295

Wzorce produkcji pierwotnej różnią się w zależności od szerokości geograficznej i typu ekosystemu 1295

Opady i temperatura w dużej mierze kontrolują lądową produkcję pierwotną 1297

Światło i składniki odżywcze kontrolują produkcję pierwotną w wodach 1298

56.3 W sieciach troficznych energia i składniki odżywcze przemieszczają się od producentów pierwotnych do konsumentów 1299

Ilość energii przekazywanej w sieciach troficznych zależy od wydajności troficznej 1300

Sieci troficzne są regulowane „z dołu” lub „z góry” 1301

Liczba poziomów troficznych może kontrolować przepływ energii przez sieci troficzne 1302

56.4 Obieg składników odżywczych w ekosystemach obejmuje przemiany chemiczne i biologiczne 1303

Woda krąży szybko na całym świecie 1303

Działalność człowieka modyfikuje obieg węgla, co prowadzi do zmian klimatycznych 1304

Obieg azotu jest zdominowany przez procesy biotyczne 1307

► Badając ŻYCIE Sieci troficzne w kwaśnym i ocieplającym się oceanie 1308

Eksperyment 1308

Praca z danymi 1309

W globalnym cyklu fosforu dominują procesy geochemiczne 1309

Spalanie paliw kopalnych wpływa na obieg siarki 1309

56.5 Ekosystemy zapewniają ludziom ważne usługi i wartości 1310

Wartość usług ekosystemowych można zmierzyć 1311

57 Zmieniająca się biosfera 1317

► Badając ŻYCIE

Śmiertelny grzyb – ostateczny los żab? 1317

57.1 Działalność człowieka zmienia biosferę, powodując utratę różnorodności biologicznej 1318

Różnorodność biologiczna ma ogromną wartość dla społeczeństwa ludzkiego 1318

Utrata różnorodności w jednej skali wpływa na utratę różnorodności w innych skalach 1318

Różnorodność gatunkowa jest tracona w bezprecedensowym tempie 1319

Możemy przewidzieć wpływ działalności człowieka na różnorodność biologiczną 1321

57.2 Większość dotychczasowych strat różnorodności biologicznej jest spowodowana utratą i degradacją siedlisk 1321

Utrata siedlisk i ich degradacja zagrażają gatunkom 1321

Nadmierne pozyskiwanie doprowadziło wiele gatunków do wyginięcia i zmieniło sieć troficzną 1323

Inwazyjne drapieżniki, konkurenci i patogeny zagrażają wielu gatunkom 1325

► Badając ŻYCIE Badanie spadku liczebności żab Ameryki Środkowej 1327

Eksperyment 1327

Praca z danymi 1328

Zmiany klimatu już wpływają na gatunki i ekosystemy 1328

57.3 Ochrona różnorodności biologicznej wymaga strategii ochrony i zarządzania 1330

Obszary chronione chronią siedliska i ograniczają utratę różnorodności biologicznej 1331

Zdegradowane ekosystemy można odbudować 1332

Programy hodowli w niewoli mogą utrzymać niewiele gatunków 1333

Zaprzestanie handlu ma kluczowe znaczenie dla ocalenia niektórych gatunków 1334

Inwazje gatunków należy kontrolować lub im zapobiegać 1334

Różnorodność biologiczna może być chroniona ze względu na jej wartość ekonomiczną 1334

DODATEK A – Drzewo życia A-1

DODATEK B – Analiza danych: podstawy statystyki B-1

DODATEK C – Niektóre jednostki miar stosowane w biologii C-1

SŁOWNIK S-1

INDEKS I-1

