

Plan wynikowy z wymaganiami edukacyjnymi

Biologia 3. Ciekawi Świata. Zakres rozszerzony dla szkół ponadgimnazjalnych

Temat	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń:	Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra) Uczeń:	Wymagania wykraczające (ocena celująca) Uczeń:
Dział 1. Genetyka					
1. Budowa i funkcja DNA (rozdział 1)	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia chemiczne składniki DNA; – podaje elementy budujące nukleotyd; – przedstawia budowę strukturalną DNA. 	<ul style="list-style-type: none"> – uzasadnia, że kwas nukleinowy jest polimerem; – wskazuje różnice między nukleotydem a nukleozydem; – wymienia zasady azotowe występujące w DNA; – wyjaśnia zasadę komplementarności zasad azotowych w cząsteczce DNA; – wymienia i omawia funkcje DNA; – wskazuje miejsce występowania DNA w komórce prokariotycznej i eukariotycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> – klasyfikuje zasady azotowe (podział na puryny i pirymidyny); – omawia rodzaje wiązań chemicznych w cząsteczce DNA; – wskazuje różnice między DNA prokariotycznym a eukariotycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, na czym polega antyrównoległość nici DNA; – wykorzystuje zasadę komplementarności do rozwiązywania zadań genetycznych; – uzasadnia, że ułożenie poszczególnych elementów w helisie DNA nadaje jej stabilność we wnętrzu komórki. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia historię rozwoju wiedzy o kwasach nukleinowych.
2. Replikacja DNA (rozdział 2)	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia istotę procesu replikacji DNA; – omawia biologiczne znaczenie procesu 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, na czym polega replikacja semikonserwatywna; – uzasadnia, że 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje miejsce zachodzenia procesu replikacji w komórce; – wymienia i omawia 	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia enzymy biorące udział w procesie replikacji; – porównuje przebieg 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia przebieg doświadczenia Melsona i Stahla, w którym wykazano, że replikacja

	replikacji.	replikacja jest procesem endoergicznym.	etapy replikacji semikonserwatywnej; – wyjaśnia rolę starterów w przebiegu replikacji DNA.	replikacji na nici wiodącej i nici opóźnionej; – porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych; – uzasadnia, dlaczego replikacja DNA nie może zachodzić w sposób ciągły na obu niciach; – omawia zasadę działania telomerazy i znaczenie telomerów w funkcjonowaniu komórki.	DNA w komórkach przebiega w sposób semikonserwatywny.
3. Budowa i funkcje RNA (rozdział 3)	– wymienia rodzaje RNA; – podaje składniki chemiczne RNA.	– podaje miejsce występowania RNA w komórce eukariotycznej; – omawia biologiczną funkcję kwasów rRNA, tRNA, mRNA i snRNA.	– wskazuje miejsce powstawania cząsteczek RNA; – porównuje DNA i RNA.	– wymienia rodzaje polimeraz RNA biorących udział w syntezie różnych rodzajów RNA; – omawia budowę tRNA.	– omawia rolę rybozymów.
4. Cykl komórkowy (rozdział 4)	– wymienia etapy cyklu komórkowego; – wskazuje miejsce występowania DNA w komórce prokariotycznej i eukariotycznej.	– omawia procesy zachodzące w poszczególnych etapach cyklu komórkowego; – omawia ogólną organizację materiału genetycznego w komórce	– porównuje genom prokariotyczny i eukariotyczny; – omawia przebieg procesu koniugacji w komórkach prokariotycznych; – omawia budowę chromatyny;	– omawia podstawowe kryteria wielkości genomów; – wskazuje różnicę między euchromatyną a heterochromatyną; – wyjaśnia istotę apoptozy oraz podaje jej przykłady;	– porównuje genomy różnych organizmów eukariotycznych; – wyjaśnia zjawisko paradoksu wartości C; – wyjaśnia pojęcie heterochromatyny fakultatywnej i podaje jej przykład.

		eukariotycznej; – wskazuje rolę procesu koniugacji w ewolucji bakterii.	– omawia budowę nukleosomu.	– uzasadnia, że zaburzenia cyklu komórkowego mogą doprowadzić do transformacji nowotworowej.	
5. Podział komórki (rozdział 5)	– omawia budowę chromosomu; – wymienia rodzaje podziałów komórkowych; – wskazuje sens biologicznych podziałów komórkowych.	– wyjaśnia i posługuje się terminami: <i>haploidalność</i> , <i>diploidalność</i> , <i>chromosomy homologiczne</i> , <i>allosomy</i> , <i>autosomy</i> ; – wymienia etapy mitozy i mejozy w odpowiedniej kolejności; – określa rolę mitozy i mejozy.	– wymienia i charakteryzuje rodzaje chromosomów ze względu na położenie centromeru; – omawia przebieg poszczególnych faz mitozy i mejozy; – porównuje przebieg i efekt mitozy i mejozy.	– wskazuje chromosomy homologiczne na kariogramie; – uzasadnia, że analiza kariotypu jest podstawową metodą diagnostyki mutacji chromosomowych; – uzasadnia, że proces <i>crossing-over</i> zwiększa różnorodność genetyczną osobników; – analizuje zmiany liczby chromosomów oraz ilości DNA w komórkach w czasie przebiegu mitozy i mejozy.	– wskazuje różnicę między mejozą pregamiczną a postgamiczną oraz podaje przykłady organizmów, u których one występują.
6. Kod genetyczny (rozdział 6)	– wymienia cechy kodu genetycznego.	– omawia cechy kodu genetycznego.	– wykorzystuje znajomość cech kodu genetycznego w odczytywaniu informacji genetycznej zakodowanej w sekwencji mRNA.	– wymienia rodzaje kodonów w tabeli kodu genetycznego (kodon inicjujący, kodony terminacyjne, kodony synonimiczne).	– podaje przykłady organizmów, u których stwierdzono występowanie odstępstw od uniwersalności kodu genetycznego.
7. Transkrypcja	– wskazuje sens	– wymienia etapy	– omawia przebieg	– porównuje	– wymienia rodzaje i

informacji genetycznej (rozdział 7)	biologiczny transkrypcji; – podaje miejsce zachodzenia transkrypcji w komórce.	transkrypcji; – przedstawia zasadę powstawania transkryptu; – uzasadnia konieczność przeprowadzenia potranskrypcyjnej obróbki pierwotnego transkryptu w komórkach eukariontów.	etapów transkrypcji: inicjacji, elongacji i terminacji; – wskazuje nić matrycową i nić kodującą w cząsteczce DNA; – omawia przebieg i znaczenie procesu <i>splicingu pre-mRNA</i> .	transkrypcję genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych; – uzasadnia konieczność modyfikacji końców mRNA; – porównuje obróbkę potranskrypcyjną pierwotnych transkryptów rRNA, tRNA i mRNA.	funkcje eukariotycznych polimeraz RNA.
8. Translacja informacji genetycznej (rozdział 8)	– wskazuje miejsce zachodzenia translacji w komórce; – wyjaśnia istotę procesu translacji.	– omawia rolę tRNA i mRNA w procesie translacji; – wymienia etapy translacji; – uzasadnia, że białka powstałe w procesie translacji muszą ulec obróbce potranslacyjnej; – wymienia sposoby potranslacyjnej modyfikacji białek.	– uzasadnia, że translacja jest procesem anabolicznym; – porównuje budowę rybosomów prokariotycznych i eukariotycznych; – omawia przebieg poszczególnych etapów translacji; – wymienia enzymy biorące udział w procesie translacji; – omawia sposoby potranslacyjnej modyfikacji białek.	– omawia przebieg reakcji powstawania cząsteczki aminoacylo-tRNA; – omawia budowę małej i dużej podjednostki rybosomu; – porównuje translację u prokariotów i eukariontów; – omawia rolę poszczególnych enzymów w procesie translacji.	– omawia wpływ niektórych antybiotyków, np. streptomycyny, na przebieg procesu translacji.
9. Regulacja ekspresji genów (rozdział 9)	– wyjaśnia pojęcie: <i>ekspresja genów</i> ; – wymienia sposoby	– wymienia podstawowe rodzaje operonów w	– omawia funkcję poszczególnych elementów operonu;	– omawia pozytywną i negatywną kontrolę operonów;	– wymienia geny struktury operonu laktozowego i ich

	regulacji ekspresji genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych.	komórkach prokariotycznych; – wymienia elementy operonu; – podaje rolę operonu laktozowego i tryptofanowego w komórkach prokariotów; – uzasadnia konieczność regulacji ekspresji genów; – wskazuje etapy, na których odbywa się kontrola ekspresji genów w komórkach eukariotycznych.	– wskazuje różnicę między operonem indukowalnym a reprimowalnym; – omawia budowę operonu laktozowego i tryptofanowego; – omawia mechanizm działania operonu laktozowego i tryptofanowego; – omawia wybrany mechanizm regulacji ekspresji genów w komórkach eukariotycznych.	– porównuje mechanizm działania operonu laktozowego i tryptofanowego; – wyjaśnia zjawisko represji katabolicznej; – omawia wszystkie mechanizmy regulacji ekspresji genów u eukariotów; – omawia istotę i rolę <i>splicingu</i> alternatywnego.	białkowe produkty; – omawia hormonalną regulację ekspresji genów w komórkach larw muszki owocowej.
10. Podstawowe pojęcia genetyczne. Prawa Mendla (rozdziały 10, 11 i 14)	– zna znaczenie pojęć: <i>allel</i> , <i>locus</i> , <i>homozygota</i> , <i>heterozygota</i> , <i>chromosomy homologiczne</i> , <i>genotyp</i> , <i>fenotyp</i> ; – podaje definicję I i II prawa Mendla; – zapisuje i rozwiązuje proste krzyżówki jednogenowe.	– wyjaśnia, w jakim celu prowadzi się tzw. chów wsobny; – zapisuje i rozwiązuje proste krzyżówki dwugenowe; – wymienia cechy dziedziczone zgodnie z prawami Mendla.	– wskazuje różnicę między depresją wsobną a heterozją; – rozwiązuje zadania genetyczne dotyczące cechy dziedziczonych zgodnie z prawami Mendla; – podaje, w jakim celu stosuje się krzyżówkę testową.	– przedstawia przebieg i wyniki doświadczeń prowadzonych przez Grzegorza Mendla; – określa genotyp osobnika o fenotypie warunkowanym przez allel dominujący za pomocą krzyżówki testowej.	– uzasadnia, że groch jadalny jest doskonałym obiektem badań dotyczących dziedziczenia cech.
11. Odstępstwa od praw Mendla (rozdziały 11 i 14)	– wymienia oddziaływania pomiędzy allelami (jednego lub różnych	– omawia oddziaływania między allelami tego samego genu: kodominację,	– rozwiązuje zadania genetyczne dotyczące dziedziczenia pośredniego i	– rozwiązuje zadania genetyczne z zakresu epistazy, hipostazy, alleli wielokrotnych i	– uzasadnia, że zespół Marfana jest wynikiem mutacji w genie plejotropowym.

	genów) będące odstępstwami od praw Mendla.	dominację niecałkowitą oraz oddziaływania pomiędzy allelami różnych genów: plejotropizm i epistazę.	kodominacji; – charakteryzuje allele wielokrotne i allele letalne; – podaje przykłady chorób będących wynikiem mutacji w genie plejotropowym; – wymienia przykładowe cechy dziedziczące się niezgodnie z prawami Mendla.	alleli letalnych.	
12. Sprzężenie genów (rozdziały 12 i 14)	– wyjaśnia pojęcia: <i>geny sprzężone, cechy sprzężone z płcią, cechy autosomalne</i> ; – wskazuje geny sprzężone/grupę sprzężenia na mapie genetycznej; – wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią.	– wymienia założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana; – uzasadnia, że geny sprzężone dziedziczą się niezgodnie z prawami Mendla; – wymienia zjawiska mogące prowadzić do rozdzielania genów sprzężonych; – poprawnie zapisuje genotyp osobnika w przypadku cech sprzężonych z płcią.	– omawia założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana; – omawia przebieg procesu <i>crossing-over</i> i uzasadnia, że prowadzi on do rozdzielania grupy sprzężeń; – wyjaśnia zależność między odległością genów w chromosomie a stopniem ich sprzężenia i prawdopodobieństwem <i>crossing-over</i> ; – wyjaśnia, dlaczego mężczyźni nie są nosicielami chorób sprzężonych z płcią;	– rozwiązuje zadania genetyczne dotyczące genów sprzężonych; – podaje przykłady cech muszki owocowej, które są warunkowane przez geny sprzężone; – uzasadnia, że badania Morgana przyczyniły się do uzupełnienia badań Mendla; – omawia zasady mapowania genów; – rozwiązuje zadania genetyczne dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią.	– wyjaśnia, w jaki sposób krzyżówka testowa może być pomocna w określaniu sprzężenia genów.

			– wskazuje różnicę pomiędzy dziedziczeniem cech autosomalnych i cech sprzężonych z płcią.		
13. Dziedziczenie cech (rozdziały 13 i 14)	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia mechanizm determinacji płci u człowieka; – wymienia przykłady cech nieciągłych dziedziczących się zgodnie z prawami Mendla; – wymienia przykłady informacji, jakie można odczytać z drzewa rodowego; – zna zasady konstruowania drzew rodowych. 	<ul style="list-style-type: none"> – zapisuje mechanizm dziedziczenia płci u człowieka w postaci krzyżówki genetycznej; – uzasadnia celowość konstruowania drzew rodowych w diagnostyce chorób genetycznych i poradnictwie genetycznym; – podaje różnice między cechami ciągłymi a nieciągłymi człowieka. 	<ul style="list-style-type: none"> – analizuje drzewa rodowe pod kątem mechanizmu dziedziczenia analizowanej cechy; – odczytuje z drzewa rodowego, czy analizowany gen jest warunkowany przez allel recesywny, czy dominujący/sprzężony z płcią, czy autosomalny. 	<ul style="list-style-type: none"> – charakteryzuje chromosom Y człowieka; – określa prawdopodobieństwo wystąpienia danej cechy na podstawie analizy drzewa rodowego. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady innych niż u człowieka sposobów determinacji płci; – konstruuje drzewo rodowe na podstawie przykładowych genotypów/analizy występowania danej cechy w rodzinie.
14. Zmienność genetyczna (rozdział 15)	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia pojęcie: <i>zmienność genetyczna</i>; – wymienia rodzaje zmienności genetycznej; – wskazuje, które rodzaje zmienności podlegają dziedziczeniu. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia rodzaje zmienności genetycznej; – wymienia przyczyny zmienności rekombinacyjnej; – podaje prawidłowości charakterystyczne dla genów kumulatywnych. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady zmienności środowiskowej, rekombinacyjnej i mutacyjnej; – porównuje zmienność ciągłą i nieciągłą; – wyjaśnia sposób dziedziczenia genów kumulatywnych. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia modele rekombinacji: homologiczną, zlokalizowaną i transpozycyjną; – uzasadnia, że zmienność genetyczna jest ważnym czynnikiem wpływającym na przebieg ewolucji; – rozwiązuje zadania genetyczne dotyczące 	<ul style="list-style-type: none"> – uzasadnia, że konwersja jest odmianą rekombinacji homologicznej.

				genów kumulatywnych.	
15. Rekombinacja (rozdział 16)	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia pojęcie: <i>rekombinacja</i>; – wymienia rodzaje rekombinacji genów: uprawnioną i nieuprawnioną. 	<ul style="list-style-type: none"> – wskazuje różnicę między rekombinacją uprawnioną a nieuprawnioną; – wymienia procesy prowadzące do rekombinacji materiału genetycznego w komórkach prokariotycznych; – wymienia procesy warunkujące zmienność rekombinacyjną organizmów eukariotycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia proces transformacji, transdukcji i koniugacji; – przedstawia przebieg i skutki procesu <i>crossing-over</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia przebieg rekombinacji transpozycyjnej; – przedstawia zalety i wady zmienności rekombinacyjnej. 	<ul style="list-style-type: none"> – wskazuje różnicę między horyzontalnym a wertykalnym transferem genów.
16. Mutacje i czynniki mutagenne (rozdział 17)	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja</i>, <i>mutagen</i>, <i>miejsce „hot spot”</i>; – wymienia kryteria podziału mutacji; – podaje grupy czynników mutagennych (klasy mutagenów). 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady mutagenów chemicznych, fizycznych i biologicznych; – wymienia rodzaje mutacji. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia poszczególne rodzaje mutacji: somatyczne/germinalne, korzystne/niekorzystne, chromosomowe/punktowe. 	<ul style="list-style-type: none"> – opisuje działanie wybranych mutagenów; – określa skutki działania wybranych mutagenów. 	<ul style="list-style-type: none"> – zauważa w swoim najbliższym otoczeniu czynniki, które mogą mieć działanie mutagenne.
17. Skutki mutacji (rozdział 18)	<ul style="list-style-type: none"> – dzieli mutacje na genowe i chromosomowe; – podaje różnicę pomiędzy mutacją genową a mutacją chromosomową. 	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia rodzaje mutacji genowych: delecję, insercję i substytucję; – wymienia rodzaje mutacji chromosomowych 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia zmiany w materiale genetycznym będące skutkiem mutacji punktowych; – omawia wpływ mutacji punktowych na sekwencje 	<ul style="list-style-type: none"> – wskazuje różnicę między tranzycją a transwersją; – uzasadnia, że nie każda zmiana w materiale genetycznym jest widoczna 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, dlaczego poliploidy o nieparzystej liczbie chromosomów są bezpłodne; – podaje, dlaczego kolchicina jest

		liczbowych i strukturalnych.	aminokwasów w białku; – omawia mutacje chromosomowe strukturalne i liczbowe.	fenotypowo; – uzasadnia, że nie każda delekcja i insercja spowodują przesunięcie ramki odczytu; – na modelu chromosomu (kartonowe sześciiany z narysowanymi literami) wskazuje zmiany spowodowane przez mutacje chromosomowe strukturalne; – wskazuje różnicę między delekcją terminalną a interstycjalną; – podaje przykłady chorób genetycznych spowodowanych przez mutacje chromosomowe i genowe; – wyjaśnia, na czym polega nondysjunkcja chromosomów i określa jej wpływ na powstanie aneuploidii.	czynnikiem mutagennym.
18. Choroby genetyczne (rozdział 19)	– klasyfikuje choroby genetyczne na jednogenowe, chromosomowe i	– wymienia choroby genetyczne będące efektem mutacji genowych i	– charakteryzuje objawy chorób genetycznych: mukowiscydozy,	– omawia zmiany w materiale genetycznym będące przyczyną: mukowiscydozy,	– omawia przebieg testu Guthriego; – wymienia geny kodujące różne

	wieloczynnikowe.	chromosomowych; – charakteryzuje choroby jednogenowe, chromosomowe i wieloczynnikowe; – wymienia choroby genetyczne człowieka warunkowane przez allele recesywne i dominujące.	pląsawicy Huntingtona, fenyloketonurii, hemofilii, daltonizmu, zespołu kociego krzyku, zespołu Downa, zespołu Klinefeltera, zespołu Turnera.	pląsawicy Huntingtona, fenyloketonurii, hemofilii, daltonizmu, zespołu kociego krzyku, zespołu Downa, zespołu Klinefeltera, zespołu Turnera; – omawia zjawisko antycypacji; – wymienia i charakteryzuje rodzaje ślepoty na barwy.	warianty opsyny; – podaje przykłady terapii pozwalających na minimalizowanie skutków chorób genetycznych.
19. Inżynieria genetyczna (rozdział 20)	– wymienia narzędzia stosowane w inżynierii genetycznej; – wymienia techniki inżynierii genetycznej.	– omawia mechanizm działania enzymów restrykcyjnych; – wymienia przykłady wektorów; – przedstawia istotę techniki PCR; – wyjaśnia znaczenie enzymów restrykcyjnych dla komórek bakterii.	– porównuje enzymy restrykcyjne tworzące w wyniku cięcia „lepkie końce” i „tępe końce”; – podaje przykłady sekwencji palindromowych; – uzasadnia, że elektroforeza jest techniką pozwalającą na identyfikację genów/fragmentów DNA; – wymienia cechy wektorów; – przedstawia zasadę działania sondy molekularnej; – wymienia możliwe zastosowania reakcji PCR;	– wskazuje na nici DNA miejsce cięcia danego enzymu restrykcyjnego; – omawia strategię klonowania DNA; – wyjaśnia, w jaki sposób powstaje tzw. biblioteka DNA; – uzasadnia, że sonda molekularna pozwala na wykrycie określonego genu/fragmentu DNA; – omawia przebieg pojedynczego cyklu reakcji PCR.	– omawia zastosowanie techniki RFLP; – przedstawia znaczenie inżynierii genetycznej w różnych aspektach życia człowieka; – uzasadnia, że odkrycie termostabilnej polimerazy DNA zrewolucjonizowało inżynierię genetyczną.

			– wymienia etapy reakcji PCR.		
20. Organizmy modyfikowane genetycznie (rozdział 21)	– wyjaśnia pojęcia: <i>organizm transgeniczny</i> , <i>transgen</i> .	– wymienia metody pozwalające na otrzymanie organizmów transgenicznych; – przedstawia istotę procesu klonowania organizmów.	– omawia proces transgenizacji roślin metodą wektorową i metodą bezwektorową; – omawia proces klonowania roślin i zwierząt.	– porównuje proces transgenizacji roślin i zwierząt; – przedstawia korzyści i zagrożenia wynikające z tworzenia organizmów transgenicznych; – porównuje proces klonowania roślin i zwierząt.	– opisuje przebieg klonowania owcy Dolly.
21. Perspektywy terapii genowej (rozdział 22)	– wyjaśnia istotę terapii genowej.	– wyjaśnia, czym są komórki macierzyste.	– wymienia rodzaje komórek macierzystych; – omawia techniki stosowane w terapii genowej: <i>in vivo</i> i <i>ex vivo</i> ; – porównuje wektory biologiczne i niebiologiczne.	– przedstawia potencjalne zastosowanie komórek macierzystych; – przedstawia perspektywy terapii genowej; – omawia terapię genową nowotworu za pomocą wektora wirusowego.	– wyszukuje w literaturze naukowej najnowsze informacje dotyczące komórek macierzystych.
22. Praktyczne zastosowanie genetyki (rozdział 23)	– wymienia aspekty życia człowieka, w których znalazła zastosowanie współczesna genetyka.	– przedstawia zastosowanie genetyki w diagnostyce medycznej; – wymienia metody diagnostyki prenatalnej; – wymienia zastosowanie genetyki w kryminalistyce i	– omawia metody diagnostyki prenatalnej: amniopunkcję, biopsję kordocentezę; – wymienia techniki genetyczne stosowane w diagnostyce medycznej,	– omawia techniki genetyczne stosowane w diagnostyce medycznej: hybrydyzacja typu <i>Southern</i> , analiza długości fragmentów restrykcyjnych; – omawia technikę „genetycznego odcisku	– wyjaśnia, na czym polega diagnostyka genetyczna preimplantacyjna; – analizuje wyniki ekspertyzy genetycznej.

		sądownictwie.	kryminalistyce i sądownictwie, archeologii oraz klasyfikacji organizmów.	palca”; – omawia rolę sekwencjonowania DNA w określaniu stopnia pokrewieństwa między organizmami.	
23. Etyka i rozwój genetyki (rozdział 24)	– prezentuje swoje zdanie na temat zalet i wad technik stosowanych w inżynierii genetycznej i biotechnologii.	– omawia przykłady potwierdzające znaczenie inżynierii genetycznej i biotechnologii w życiu człowieka.	– podaje zalety i wady organizmów transgenicznych; – wymienia plusy i minusy rozwoju inżynierii genetycznej i biotechnologii.	– przedstawia strategię klonowania terapeutycznego; – porównuje klonowanie terapeutyczne i reprodukcyjne.	– prezentuje swoje zdanie na temat wątpliwości etycznych klonowania człowieka; – wyjaśnia, dlaczego osiągnięcia współczesnej biotechnologii i inżynierii genetycznej mogą naruszać prawa i godność człowieka; – wyjaśnia, czym są indukowane pluripotencjalne komórki macierzyste.
Dział 2. Ekologia					
24. Nisza ekologiczna (rozdział 25)	– wyjaśnia, czym zajmuje się ekologia; – definiuje ekosystem; – podaje przykłady ekosystemów; – wymienia i definiuje składniki ekosystemu: biocenozę i biotop.	– wyjaśnia pojęcie: <i>nisza ekologiczna</i> ; – wymienia elementy niszy ekologicznej.	– wymienia rodzaje niszy ekologicznej; – odróżnia zasoby i warunki środowiska oraz podaje ich przykłady.	– wyjaśnia różnicę między niszą ekologiczną potencjalną a niszą ekologiczną realizowaną.	– podaje przykłady sposobów, w jakie organizmy radzą sobie z nakładaniem się nisz ekologicznych; – podaje przykłady zasobów, o które konkurencja jest minimalna lub wcale

					nie występuje.
25. Tolerancja na warunki środowiska (rozdział 26)	<ul style="list-style-type: none"> – podaje definicję zakresu tolerancji ekologicznej organizmu na czynniki środowiskowe; – wymienia formy ekologiczne roślin. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia krzywą tolerancji ekologicznej organizmu; – definiuje oraz wskazuje optimum, minimum i maksimum ekologiczne organizmów; – podaje, do jakich warunków środowiska są przystosowane poszczególne formy ekologiczne roślin. 	<ul style="list-style-type: none"> –charakteryzuje stenobionty i eurybionty oraz podaje ich przykłady; – wymienia anatomiczne i morfologiczne przystosowania form ekologicznych roślin do warunków środowiska. 	<ul style="list-style-type: none"> – definiuje prawo minimum Liebiga i zasadę tolerancji ekologicznej (prawo tolerancji) Shelforda; – przedstawia rolę organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w monitorowaniu zmian środowiska; – wyjaśnia pojęcie: <i>organizmy wskaźnikowe</i>; – podaje przykłady roślin należących do poszczególnych grup ekologicznych. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady organizmów wskaźnikowych; – przedstawia skalę porostową; – charakteryzuje rośliny mięsożerne, krioфіty, termofity i piroфіty.
26. Populacja – liczebność i struktura przestrzenna (rozdział 27)	<ul style="list-style-type: none"> – definiuje populację; – wyróżnia populację lokalną gatunku, określając jej przykładowe granice; – wymienia parametry opisujące populację. 	<ul style="list-style-type: none"> – charakteryzuje liczebność, zagęszczenie i strukturę przestrzenną populacji; – wymienia typy rozmieszczenia organizmów w populacji. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia przyczyny konkurencji wewnątrzgatunkowej; – wyjaśnia pojęcia: <i>terytorium, areal populacji</i> oraz <i>zasięg</i>; – charakteryzuje typy rozmieszczenia osobników w populacji; – podaje przykłady organizmów o rozmieszczeniu skupiskowym, równomiernym i 	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia czynniki wpływające na liczebność i zagęszczenie osobników w populacji oraz omawia wpływ tych czynników na liczebność i zagęszczenie; – wymienia czynniki wpływające na rozmieszczenie osobników w populacji; – przedstawia zalety i 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej; – podaje przykłady sposobów, w jakie organizmy zmniejszają konkurencję wewnątrzgatunkową.

			losowym.	wady rozmieszczenia losowego, równomiernego i skupiskowego.	
27. Struktura wiekowa populacji (rozdział 28)	<ul style="list-style-type: none"> – definiuje rozrodczość i śmiertelność; – definiuje migrację oraz jej typy – emigrację oraz imigrację. 	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia czynniki wpływające na rozrodczość i śmiertelność; – definiuje przeżywalność; – wymienia typy krzywych przeżywania; – definiuje strukturę wiekową populacji oraz niż i wyż demograficzny. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia różnicę między rozrodczością potencjalną a realizowaną oraz potencjalną a realizowaną długością życia; – charakteryzuje poszczególne rodzaje krzywych przeżywania; – omawia wpływ migracji na liczebność populacji; – rozpoznaje piramidy wiekowe populacji rozwijających się, ustabilizowanych i wymierających. 	<ul style="list-style-type: none"> – rozpoznaje i wskazuje na wykresie każdy z typów krzywych przeżywania; – podaje przykłady organizmów, które cechują poszczególne typy krzywych przeżywania; – omawia wpływ migracji na konkurencję i zróżnicowanie genetyczne wewnątrz populacji; – analizuje piramidy wiekowe oraz na ich podstawie wyciąga wnioski dotyczące przeszłości i przyszłości danej populacji. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia wpływ zagęszczenia na rozrodczość i śmiertelność; – wyjaśnia, dlaczego w przypadku niektórych organizmów zamiast struktury wiekowej powinno się analizować strukturę wielkości.
28. Konkurencja (rozdział 29)	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia istotę oddziaływań antagonistycznych; – wymienia konkurencję jako przykład oddziaływań antagonistycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> – charakteryzuje konkurencję oraz wyjaśnia jej przyczyny; – podaje przykłady konkurencji międzygatunkowej. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje różnice pomiędzy konkurencją wewnątrzgatunkową a międzygatunkową; – wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia na dowolnych przykładach skutki konkurencji międzygatunkowej (wyparcie jednego z gatunków i zawężanie nisz ekologicznych jednego lub obu konkurujących 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, czym jest maksymalna zbieżność nisz; – omawia na dowolnym przykładzie konkurencyjne rozszczepienie cech; – wyjaśnia, dlaczego wprowadzanie nowych

				gatunków).	gatunków na danym obszarze może mieć negatywne skutki i podaje przykład takiej sytuacji.
29. Drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo (rozdział 30)	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo jako przykłady oddziaływań antagonistycznych; – definiuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady drapieżnictwa, roślinożerności i pasożytnictwa; – wymienia podobieństwa i różnice między drapieżnictwem, roślinożernością i pasożytnictwem. 	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia i omawia przystosowania drapieżnika do chwytania i zabijania ofiary oraz przystosowania ofiary do obrony przed atakiem drapieżnika; – wyjaśnia różnicę między makropasożytami a mikropasożytami; – wymienia czynniki sprzyjające rozprzestrzenianiu się pasożytów. 	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia i omawia przystosowania roślinożercy do zdobywania pokarmu oraz roślin do obrony przed roślinożercami; – podaje przykłady makropasożytów i mikropasożytów; – omawia czynniki sprzyjające rozprzestrzenianiu się pasożytów; – wymienia i omawia przystosowania pasożytów do trybu życia. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia na dowolnym przykładzie parazytoidy.
30. Wpływ drapieżników na liczebność ofiar (rozdział 31)	<ul style="list-style-type: none"> – wskazuje na wpływ zmian liczebności drapieżników na zmiany liczebności ich ofiar. 	<ul style="list-style-type: none"> – uzasadnia, że zróżnicowanie środowiska sprzyja przetrwaniu ofiar mimo presji ze strony drapieżników; – wskazuje sprzężenie zwrotne jako typ regulacji, której podlegają zmiany liczebności drapieżnika 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia zmiany liczebności populacji drapieżnika i ofiary w jednostce czasu na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego; – omawia wpływ drapieżników na regulację liczebności ofiar; – podaje różnice we 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia wpływ drapieżników na zmniejszenie konkurencji między ofiarami oraz na różnorodność gatunkową ekosystemu; – omawia wpływ roślinożerców i pasożytów na 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady drapieżników, roślinożerców i pasożytów niewyspecjalizowanych i wyspecjalizowanych; – używając argumentów zawierających informacje na temat pasożytnictwa i

		i jego ofiary.	wpływie drapieżników wyspecjalizowanych i niewyspecjalizowanych na regulację liczebności ofiar.	konkurencję między ofiarami i na różnorodność gatunkową ekosystemu.	roślinożerności, wyjaśnia, dlaczego w lasach strefy umiarkowanej występuje mniej gatunków drzew niż w lasach strefy tropikalnej.
31. Oddziaływania protekcyjistyczne (rozdział 32)	– wyjaśnia istotę oddziaływań protekcyjistycznych; – wymienia rodzaje oddziaływań protekcyjistycznych.	– charakteryzuje oddziaływania protekcyjistyczne: komensalizm, mutualizm fakultatywny i mutualizm obligatoryjny; – podaje przykłady komensalizmu i mutualizmu; – definiuje symbiozę.	– porównuje mutualizm obligatoryjny i fakultatywny; – podaje przykłady mutualizmu obligatoryjnego i fakultatywnego; – charakteryzuje różne układy symbiotyczne: endosymbiozę, helotyzm i mikoryzę.	– omawia na wybranym przykładzie rolę związków mutualistycznych w przyrodzie; – uzasadnia, że pasożytnictwo jest przykładem symbiozy; – wyjaśnia różnicę między endomikoryzą a ektomikoryzą; – omawia neutralizm i amensalizm.	– omawia allelopatię; – wyjaśnia, dlaczego uwalnianie antybiotyków przez grzyby może być uznawane za formę konkurencji.
32. Wpływ biocenozy na biotop. Zróżnicowanie w obrębie ekosystemów (rozdział 33)	– podaje elementy biotopu; – wymienia glebę i mikroklimat jako elementy biotopu, na które wpływają organizmy żywe.	– definiuje mikroklimat; – wymienia warstwy lasu.	– omawia rolę różnych grup organizmów (bakterie, grzyby, porosty, rośliny, zwierzęta) w procesie glebotwórczym; – omawia wpływ roślin na mikroklimat; – charakteryzuje warstwy lasu.	– wymienia poziomy gleby; – na przykładzie lasu wykazuje, że zróżnicowanie ekosystemów zależy od zróżnicowania czynników fizykochemicznych i biotycznych.	– definiuje ekoton; – omawia zjawisko sukcesji ekologicznej.
33. Łańcuchy i sieci pokarmowe (rozdział	– wyjaśnia, czym jest łańcuch pokarmowy.	– konstruuje łańcuchy pokarmowe z podanych	– wskazuje różnicę między łańcuchem	– analizuje zależności pokarmowe w sieciach	– na podstawie tekstu źródłowego konstruuje

34)		<p>organizmów;</p> <p>– omawia zależności pokarmowe między organizmami w łańcuchu pokarmowym;</p> <p>– wymienia rodzaje łańcuchów pokarmowych:</p> <p>łańcuchy spasaniasa i łańcuchy detrytusowe.</p>	<p>spasaniasa a łańcuchem detrytusowym;</p> <p>– wyjaśnia, czym jest sieć pokarmowa;</p> <p>– wskazuje różnicę między łańcuchem pokarmowym a siecią pokarmową;</p> <p>– wyjaśnia, czym jest gradacja roślinożerców.</p>	<p>troficznych;</p> <p>– wyjaśnia, dlaczego ekosystemy o sztucznie uproszczonej strukturze są mniej odporne na zaburzenia, w tym gradację.</p>	<p>sieć troficzną ekosystemu.</p>
34. Zależności energetyczne w ekosystemie (rozdział 35)	<p>– wymienia poziomy troficzne ekosystemu: producentów, konsumentów i destruentów;</p> <p>– podaje przykłady producentów, konsumentów i destruentów;</p> <p>– przedstawia istotę przepływu energii przez ekosystem.</p>	<p>– charakteryzuje producentów, konsumentów i destruentów;</p> <p>– wyróżnia wśród konsumentów roślinożerców oraz drapieżniki kolejnych rzędów;</p> <p>– wyróżnia konsumentów kolejnych rzędów;</p> <p>– wyjaśnia pojęcia: <i>produkcja pierwotna</i>, <i>produkcja wtórna</i>.</p>	<p>– wskazuje różnicę pomiędzy produkcją brutto i netto;</p> <p>– wyjaśnia, czym jest piramida troficzna;</p> <p>– wymienia najważniejsze czynniki wpływające na produktywność ekosystemów wodnych i lądowych.</p>	<p>– wyjaśnia, czym jest wydajność ekologiczna;</p> <p>– omawia zależności energetyczne między poziomami troficznymi;</p> <p>– wyjaśnia, dlaczego wykres ilustrujący ilość energii przepływającej przez poziomy troficzne od producentów do konsumentów ostatniego rzędu ma postać piramidy;</p> <p>– podaje przykłady ekosystemów o najmniejszej i największej produktywności.</p>	<p>– wyjaśnia, dlaczego zamiast piramidy troficznej odzwierciedlającej ilość energii zmagazynowanej w poszczególnych poziomach troficznych można stosować piramidy odzwierciedlające biomasę lub liczebność organizmów w poszczególnych poziomach troficznych;</p> <p>– podaje przykłady odwróconych piramid biomasy i piramid liczebności.</p>
35. Rola destruentów. Cykle biogeochemiczne (rozdział 36)	<p>– przedstawia istotę obiegu materii w ekosystemie;</p>	<p>– omawia cykl biogeochemiczny węgla;</p>	<p>– wyjaśnia rolę destruentów w obiegu materii w ekosystemie;</p>	<p>– wskazuje główne źródła dopływu i odpływu węgla do i z</p>	<p>– wyjaśnia, czym są detrytusofagi i jaką odgrywają rolę w</p>

	– wyjaśnia, czym jest cykl biogeochemiczny.	– wyjaśnia pojęcia: <i>gazy cieplarniane, efekt cieplarniany</i> .	– omawia cykl biogeochemiczny azotu.	jego obiegu w przyrodzie; – wymienia grupy bakterii biorące udział w cyklu biogeochemicznym azotu.	obiegu materii; – wyjaśnia, dlaczego poziom stężenia dwutlenku węgla w atmosferze mógł mieć wpływ na wystąpienie zlodowaceń; – wymienia rodzaje bakterii biorące udział w cyklu biogeochemicznym azotu: <i>Azotobacter, Nitrosomonas, Nitrobacter, Nitrococcus, Thiobacillus</i> ; – wyjaśnia przyczyny zakwitów wody.
Dział 3. Różnorodność biologiczna					
36. Wpływ czynników geograficznych na zróżnicowanie życia (rozdział 37)	– podaje definicję różnorodności biologicznej (bioróżnorodności); – wymienia czynniki geograficzne wpływające na różnorodność biologiczną (klimat, ukształtowanie terenu).	– wyjaśnia, czym się zajmuje biogeografia; – wymienia elementy składające się na bioróżnorodność; – wyjaśnia, w jaki sposób klimat wpływa na rozmieszczenie roślin i zwierząt.	– omawia wpływ klimatu na rozmieszczenie ekosystemów; – omawia wpływ ukształtowania powierzchni na rozmieszczenie gatunków i ekosystemów; – omawia układ pięter roślinnych w górach; – wyjaśnia, czym jest górna granica lasu.	– wyjaśnia, na czym polegają reguła Allena i reguła Bergmana; – podaje przykład działania reguły Allena; – wyjaśnia, na czym polega synergia w oddziaływaniu temperatur i opadów.	– omawia formy życiowe roślin; – podaje działanie reguły Allena w populacjach ludzkich.

37. Biomy (rozdział 38)	<ul style="list-style-type: none"> – podaje definicję biomu; – wymienia główne biomy lądowe. 	<ul style="list-style-type: none"> – wskazuje klimat jako główny czynnik decydujący o wykształceniu się konkretnego biomu; – przyporządkowuje biomy do odpowiednich typów klimatu; – podaje główny typ roślinności występujący w każdym z biomów. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady roślin i zwierząt typowych dla poszczególnych biomów; – omawia występowanie biomów na poszczególnych kontynentach; – wyjaśnia, czym jest północna granica lasu. 	<ul style="list-style-type: none"> – szczegółowo charakteryzuje roślinność poszczególnych biomów; – wymienia i podaje krótkie charakterystyki głównych typów ekosystemów lądowych zależnych od innych czynników środowiska niż klimat; – charakteryzuje rafy koralowe. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia główne czynniki wpływające na rozmieszczenie ekosystemów morskich; – wskazuje powiązania pomiędzy typami biomów a gospodarką człowieka.
38. Ogniska różnorodności biologicznej. Złodowacenia i relikty (rozdział 39)	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, czym są ogniska różnorodności biologicznej; – podaje, czym były złodowacenia oraz czym są gatunki reliktowe. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady ognisk różnorodności biologicznej; – wyjaśnia wpływ złodowaceń na różnorodność gatunkową; – podaje przykłady reliktyw; – wyjaśnia, czym są endemity. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia znaczenie reliktyw jako świadectwa przemian świata żywego; – przedstawia rolę ostoi w przetrwaniu gatunków podczas złodowaceń; – podaje przykłady ostoi. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje krótką charakterystykę wybranych ognisk różnorodności biologicznej; – podaje przykłady endemitów; – wymienia czynniki sprzyjające wysokiej różnorodności biologicznej. 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia rolę ognisk różnorodności biologicznej w ochronie przyrody; – wyjaśnia różnicę w skutkach złodowaceń pomiędzy Europą a Azją i Ameryką Północną.
39. Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną (rozdział 40)	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady negatywnego wpływu człowieka na różnorodność biologiczną; – wyjaśnia różnicę pomiędzy czynną i bierną ochroną 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia zagrożenie gatunków rodzimych związane z działalnością człowieka; – wyjaśnia znaczenie ochrony biernej dla zachowania różnorodności 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia zagrożenia dla różnorodności biologicznej związane z introdukcją gatunków obcych, podaje przykłady takich gatunków; – wyjaśnia przyczyny 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia zagrożenia różnorodności biologicznej związane z fragmentacją i zanikaniem siedlisk; – podaje przykłady ochrony czynnej; – wyjaśnia, na czym 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia pozytywny wpływ tradycyjnego rolnictwa na różnorodność biologiczną; – podaje, jak doszło do wyginięcia dużych ssaków w Ameryce

	przrody.	biologicznej oraz wymienia przykładowe sposoby jej stosowania (np. ochrona gatunkowa, różne obszarowe formy ochrony przyrody); – uzasadnia, że odmiany roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych są częścią różnorodności biologicznej.	stosowania ochrony czynnej dla zachowania części gatunków i ekosystemów; – omawia przyczyny zmniejszania się różnorodności odmian roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych.	polega reintrodukcja; – omawia zagrożenia wynikające ze zmniejszania się różnorodności odmian roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych.	Północnej.
Dział 4. Ewolucja					
40. Teoria ewolucji (rozdział 41)	– wyjaśnia pojęcie ewolucji.	– wyjaśnia podstawowe zasady działania doboru naturalnego.	– podaje podstawowe założenia teorii ewolucji Karola Darwina; – wyjaśnia, czym są skamieniałości i w jaki sposób powstają.	– wyjaśnia działanie doboru naturalnego zgodnie z założeniami syntetycznej teorii ewolucji.	– wyjaśnia różnice pomiędzy teorią Darwina a teorią Lamarcka, a także wcześniejszymi wyjaśnieniami zróżnicowania życia.
41. Świadectwa ewolucji (rozdział 42)	– wymienia podstawowe źródła wiedzy na temat przebiegu i mechanizmów ewolucji.	– wyjaśnia znaczenie skamieniałości jako bezpośredniego zapisu przebiegu ewolucji; – podaje krótkie charakterystyki pozostałych źródeł informacji na temat przebiegu i mechanizmów ewolucji.	– wyjaśnia sposób powstawania skamieniałości; – podaje podstawowe zalety i wady poszczególnych źródeł informacji na temat przebiegu i mechanizmów ewolucji; – wymienia najważniejsze przykłady	– wyjaśnia przyczyny niekompletności zapisu kopalnego; – wyjaśnia zmiany udziału form barwnych krępaków brzoźowca i wzrost oporności bakterii na antybiotyki, odwołując się do warunków środowiska i mechanizmu doboru naturalnego.	– podaje dodatkowe przykłady działania doboru naturalnego; – wymienia przykłady wykorzystania skamieniałości do rekonstrukcji pokrewieństwa między organizmami.

			obserwacji działania doboru naturalnego (melanizm przemysłowy, nabywanie przez bakterie oporności na antybiotyki).		
42. Drzewa filogenetyczne (rozdział 43)	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, czym jest drzewo filogenetyczne; – wskazuje wspólnego przodka organizmów przedstawionych na drzewie filogenetycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> – odczytuje z drzewa filogenetycznego relację pokrewieństwa ewolucyjnego gatunków; – korzysta z prostego klucza do oznaczania organizmów. 	<ul style="list-style-type: none"> – porządkuje hierarchicznie podstawowe rangi taksonomiczne; – przedstawia związek między filogenezą organizmów a ich klasyfikacją. 	<ul style="list-style-type: none"> – przedstawia na podstawie klasyfikacji określonej grupy organizmów jej uproszczone drzewo filogenetyczne; – opracowuje prosty dychotomiczny klucz do oznaczania określonej grupy organizmów lub obiektów; – rozróżnia (na schemacie) grupy mono-, para- i polifiletyczne. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady grup mono-, para- i polifiletycznych.
43. Źródła zmienności organizmów (rozdział 44)	<ul style="list-style-type: none"> – określa zakres problematyki będący przedmiotem badań genetyki populacyjnej; – wymienia fenotyp i genotyp jako elementy składające się na zróżnicowanie osobników. 	<ul style="list-style-type: none"> – wskazuje na zróżnicowanie genotypów jako elementu zmienności o podstawowym znaczeniu dla ewolucji; – wymienia mechanizmy, które zwiększają zróżnicowanie genotypów osobników. 	<ul style="list-style-type: none"> – charakteryzuje mutacje i rekombinację genetyczną jako mechanizmy zwiększające zróżnicowanie genetyczne osobników; – wskazuje mutacje jako jedyny mechanizm pozwalający na powstanie całkowicie 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia rolę <i>crossing-over</i> w zwiększaniu różnorodności genetycznej; – wskazuje, że nie wszystkie nowo powstałe genotypy skutkują lepszym przystosowaniem osobników do 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, dlaczego częstość mutacji niekorzystnych jest znacznie większa niż częstość mutacji korzystnych.

			nowych genów.	środowiska.	
44. Prawo Hardy'ego–Weinberga (rozdział 45)	<ul style="list-style-type: none"> – definiuje pulę genową populacji; – podaje brzmienie prawa Hardy'ego–Weinberga. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje proporcję, w jakiej występują genotypy w populacji, w której są spełnione warunki zachowania równowagi Hardy'ego–Weinberga; – wymienia warunki zachowania równowagi Hardy'ego–Weinberga; – określa zależności pomiędzy częstością genotypów i alleli w populacji. 	<ul style="list-style-type: none"> – oblicza częstość alleli, dysponując częstością genotypów w populacji; – objaśnia konsekwencje, jakie dla częstości genotypów i alleli w populacji ma brak spełnienia poszczególnych warunków równowagi Hardy'ego–Weinberga. 	<ul style="list-style-type: none"> – oblicza częstość alleli i genotypów w pokoleniu potomnym, dysponując częstością genotypów lub alleli w pokoleniu rodzicielskim; – wyjaśnia, czy w populacjach naturalnych jest możliwe spełnienie wszystkich warunków równowagi Hardy'ego–Weinberga. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady populacji, w których można zaobserwować stan zbliżony do równowagi Hardy'ego–Weinberga; – wyjaśnia, jak funkcjonuje prawo Hardy'ego–Weinberga w wypadku występowania genu w postaci więcej niż dwóch alleli.
45. Dobór naturalny (rozdział 46)	<ul style="list-style-type: none"> – określa, jak zmieniają się częstości korzystnych i niekorzystnych alleli na skutek działania doboru naturalnego. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, w jaki sposób zmiany częstości alleli i genotypów powodują adaptację populacji do środowiska; – wyjaśnia, na czym polega utrwalenie się allelu lub cechy w populacji. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia pojęcie dostosowania; – podaje, w jaki sposób określa się dostosowanie genotypu lub allelu; – wymienia przykłady adaptacji u poznanych wcześniej gatunków. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, dlaczego dla oceny dostosowania wykorzystuje się liczbę potomstwa, które dożywa do wieku rozmnażania; – przedstawia drogę, na jakiej mogło dojść do wykształcenia się wybranych adaptacji u poznanych wcześniej gatunków; – podaje przykłady działania doboru płciowego; – określa, w jakim zakresie ewolucja jest procesem 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia mechanizm doboru krewniaczego i podaje jego przykłady.

				kierunkowym.	
46. Efekty działania doboru naturalnego (rozdział 47)	<ul style="list-style-type: none"> – wymienia, jakie główne typy doboru występują w przypadku cech ilościowych; – podaje przykłady chorób genetycznych, które mogą się utrzymywać w populacji pomimo działania doboru naturalnego. 	<ul style="list-style-type: none"> – określa efekty działania doboru kierunkowego, stabilizującego i rozrywającego; – wyjaśnia, w jaki sposób utrzymują się w populacji niekorzystne allele recesywne (np. mukowiscydoza). 	<ul style="list-style-type: none"> – omawia efekty działania doboru kierunkowego, stabilizującego i rozrywającego, uwzględniając dostosowanie osobników o różnej wartości cechy; – wyjaśnia, w jaki sposób utrzymują się w populacji niekorzystne allele dominujące (np. choroba Huntingtona). 	<ul style="list-style-type: none"> – określa, który z typów doboru (kierunkowy, stabilizujący, rozrywający) może doprowadzić do podziału gatunku, oraz omawia mechanizm tego procesu; – wyjaśnia, w jaki sposób utrzymują się w populacji niekorzystne allele współdominujące (np. anemia sierpowata). 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, dlaczego nieposiadanie potomstwa przez osoby chorujące na choroby genetyczne nie zmniejsza znacząco częstości tych chorób w populacji; – wyjaśnia, na czym polega koncepcja samolubnego genu.
47. Dryf genetyczny (rozdział 48)	<ul style="list-style-type: none"> – podaje definicję dryfu genetycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, w jaki sposób zdarzenia losowe powodują zmiany częstości alleli w puli genowej populacji; – podaje definicje efektu wąskiego gardła i efektu założyciela. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje, w jaki sposób w wyniku dryfu genetycznego może dojść do utrwalenia się jednego z alleli; – wyjaśnia mechanizm efektu wąskiego gardła i efektu założyciela. 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia konsekwencje dryfu genetycznego dla zróżnicowania genetycznego w obrębie populacji oraz pomiędzy populacjami; – wyjaśnia zagrożenia związane z działaniem dryfu genetycznego w niewielkich populacjach. 	<ul style="list-style-type: none"> – podaje przykłady działania dryfu genetycznego w naturze; – wyjaśnia, czym jest efektywna wielkość populacji.
48. Specjacja (rozdział 49)	<ul style="list-style-type: none"> – podaje definicję specjacji; – podaje biologiczną definicję gatunku (gatunek jako zamknięta pula 	<ul style="list-style-type: none"> – na podstawie opisu, ilustracji lub schematu rozróżnia gatunki biologiczne; – wyjaśnia znaczenie izolacji rozrodczej 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia mechanizm specjacji allopatrycznej; – omawia rolę barier geograficznych w specjacji allopatrycznej; – wyjaśnia różnicę 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia, w jaki sposób bariery prezygotyczne i postzygotyczne zapewniają izolację rozrodczą gatunków; 	<ul style="list-style-type: none"> – wyjaśnia mechanizm specjacji sympatrycznej.

	genowa).	gatunków; – wyjaśnia różnicę pomiędzy specjacją allopatryczną i sympatryczną.	pomiędzy mikroewolucją a makroewolucją.	– wyjaśnia rolę czynników zewnętrznych (złodowacenia, zmiany klimatyczne, wędrówki kontynentów) w powstawaniu i zanikaniu barier geograficznych.	
49. Dywergencja i konwergencja (rozdział 50)	– podaje definicje pojęć: <i>radiacja adaptacja</i> , <i>konwergencja</i> (<i>ewolucja zbieżna</i>), <i>dywergencja</i> .	– określa warunki, pod których wpływem dochodzi odpowiednio do konwergencji lub dywergencji; – podaje przykłady konwergencji i dywergencji; – wyjaśnia, czym są narządy analogiczne i homologiczne.	– rozpoznaje dywergencje i konwergencje na podstawie schematów, rysunków lub opisów; – podaje przykłady narządów homologicznych i analogicznych oraz rozpoznaje je na rysunku, schemacie lub na podstawie opisu; – podaje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna.	– podaje przykłady radiacji adaptacyjnych; – wyjaśnia, na czym polegają koewolucja i mimikra.	– wyjaśnia, na czym polega hipoteza czerwonej królowej; – podaje przykłady mimikry i koewolucji.
50. Powstanie życia na Ziemi (rozdział 51)	– wymienia główne etapy, które złożyły się na powstanie życia.	– podaje skład pierwotnej atmosfery Ziemi; – wyjaśnia, na czym polegał „świat RNA”; – opisuje micle lipidowe i koacerwaty.	– na podstawie doświadczenia Millera–Ureya wyjaśnia, w jaki sposób doszło do syntezy związków organicznych; – podaje, w jaki sposób doszło do przekształcenia „świata	– wyjaśnia, w jaki sposób powstanie związków organicznych, materiału genetycznego i prymitywnych protokomórek doprowadziło do zaistnienia pierwszych	– wyjaśnia, na czym polega teoria panspermii; – podaje argumenty za możliwością powstania życia poza Ziemią.

			RNA” w układ DNA, RNA i białek; – wskazuje możliwość wykazywania przez koacerwaty prostego metabolizmu.	organizmów; – wskazuje moment, w którym pojawił się dobór naturalny i rozpoczęła się ewolucja biologiczna.	
51. Najważniejsze wydarzenia w historii życia (rozdział 52)	– wymienia eony i ery; – wyjaśnia pojęcie <i>prekambr</i> ; – podaje eony, w których powstało życie, pojawił się tlen w atmosferze oraz doszło do kolonizacji lądu; – wyjaśnia, czym były wielkie wymierania.	– podaje eon, w którym powstały komórki eukariotyczne i organizmy wielokomórkowe; – podaje ery, w których pojawiły się pierwsze ryby, doszło do wyjścia roślin i zwierząt na ląd, na lądzie panowały wielkie paprotniki, dinozaury, ssaki; – podaje możliwe przyczyny wielkich wymierań.	– podaje eon, w którym pojawiły się organizmy autotroficzne i wyjaśnia, jakie ich pojawienie się mało konsekwencje dla życia na Ziemi; – podaje przykłady wielkich wymierań; – podaje ery, w których pojawiły się pierwsze gady, ptaki, ssaki, rośliny nagonasienne, okrytonasienne oraz nastąpiły ostatnie zlodowacenia.	– wyjaśnia, czym była eksplozja kambryjska; – wyjaśnia konsekwencje wielkich wymierań oraz związek z nimi radiacji adaptacyjnych; – podaje erę, w której doszło do największego w historii Ziemi wymierania; – omawia dryf kontynentów i zmiany klimatu w przeszłości oraz ich wpływ na ewolucję.	– wyjaśnia, na czym polega hipoteza „Ziemi-śnieżki”; – podaje okresy, w których nastąpiło wyjście roślin na ląd, dominowały wielkie paprotniki, z których powstały pokłady węgla kamiennego, doszło do największego w historii wymierania, rozpoczęło się panowanie dinozaurów na lądach.
52. Człowiek jako przedstawiciel ssaków naczelnych (rozdział 53)	– zalicza człowieka do ssaków naczelnych; – podaje inne przykłady ssaków naczelnych.	– zalicza człowieka do małp, a w ich obrębie do małp wąskonosych i małp człekokształtnych; – podaje obecność kciuka, paznokci i linii papilarnych, widzenie przestrzenne oraz rozwój mózgu i zachowań społecznych jako cechy	– wymienia rodzaje małp człekokształtnych; – podaje cechy wspólne człowieka i małp człekokształtnych (brak ogona, silny rozwój mózgu, zwykle duże rozmiary); – wymienia najważniejsze różnice w budowie ciała	– wyjaśnia przyczynę różnic w budowie szkieletu pomiędzy człowiekiem a pozostałymi naczelnymi; – wskazuje na związek wielkości mózgu człowieka z silnym rozwojem zachowań społecznych i	– charakteryzuje małpiatki; – wymienia cechy charakterystyczne małp szerokonosych.

		<p>charakterystyczne ssaków naczelnych;</p> <p>– podaje kolorowe widzenie jako cechę charakterystyczną małp.</p>	<p>między człowiekiem a pozostałymi małpami człekokształtnymi (wielkość mózgu, budowa kręgosłupa, miednicy, kończyn i stóp, położenie otworu wielkiego czaszki).</p>	<p>używaniem narzędzi;</p> <p>– wyjaśnia, na czym polega brachiacja.</p>	
53. Antropogeneza (rozdział 54)	<p>– wyjaśnia pojęcie antropogenezy;</p> <p>– wymienia chronologicznie najważniejsze kopalne formy człowiekowate (australopiteki, człowiek zręczny, człowiek wyprostowany, neandertalczyk).</p>	<p>– przedstawia główne tendencje zmian podczas ewolucji człowieka (doskonalenie dwunożności, wzrost wielkości mózgu);</p> <p>– wskazuje człowieka zręcznego jako pierwszego z człowiekowatych wytwarzającego narzędzia.</p>	<p>– omawia (odwołując się do konkretnych przedstawicieli człowiekowatych) zmiany zachodzące w budowie szkieletu, związane z doskonaleniem dwunożności;</p> <p>– wskazuje człowieka wyprostowanego jako pierwszego posługującego się ogniem.</p>	<p>– podaje pojemności mózgu poszczególnych przedstawicieli człowiekowatych;</p> <p>– wskazuje różnice w budowie między neandertalczykiem a współczesnym człowiekiem rozumnym;</p> <p>– wskazuje współczesnego człowieka rozumnego jako pierwszego, który pozostawił ślady sztuki.</p>	<p>– charakteryzuje masywne australopiteki;</p> <p>– podaje nazwy poszczególnych kultur (olduwajska, aszelska, mustierska) i przyporządkowuje je do konkretnych przedstawicieli człowiekowatych;</p> <p>– przedstawia hipotezy powstania współczesnego człowieka rozumnego (wyparcia i multiregionalna);</p> <p>– wyjaśnia, czym była rewolucja neolityczna.</p>