

**Wymagania edukacyjne z biologii dla klasy trzeciej szkoły ponadpodstawowej
dla zakresu rozszerzonego od roku 2019**

Temat	Poziom wymagań				
	ocena dopuszczająca	ocena dostateczna	ocena dobra	ocena bardzo dobra	ocena celująca
1. Organizacja pracy na lekcjach biologii. Powtórzenie wiadomości z klas 1, 2					
Rozdział 1. Genetyka molekularna					
2. Budowa i rola kwasów nukleinowych	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>podwójna helisa</i> - przedstawia budowę nukleotydu DNA i RNA - wymienia zasady azotowe występujące w DNA i RNA - przedstawia regułę Chargaffa - określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej - wymienia rodzaje RNA - określa rolę podstawowych rodzajów RNA - podaje budowę przestrzenną cząsteczki DNA	<i>Uczeń:</i> - omawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA - wymienia nazwy wiązań występujących między elementami budującymi nukleotyd - uzupełnia schemat jednoniciowego DNA o komplementarny łańcuch polinukleotydowy - opisuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA - określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia regułę komplementarności zasad - wyjaśnia, na czym polega różna polarność łańcuchów polinukleotydowych DNA - rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA - wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa - porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA - oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad - odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów - wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA - wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki - omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wiroidów i wirusów	<i>Uczeń:</i> - planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej - wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych
3. Replikacja DNA	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>replikacja</i> - przedstawia znaczenie replikacji DNA - wymienia etapy replikacji DNA - wymienia nazwy enzymów biorących udział	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne, replikon</i> - omawia przebieg replikacji - uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje poszczególne etapy replikacji - wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA - wykazuje różnice	<i>Uczeń:</i> - wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji - omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA - wykazuje związek między replikacją DNA	<i>Uczeń:</i> - planuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA - wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji

	w replikacji	• przedstawia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA • określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji • porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych • określa funkcję enzymów w replikacji DNA u bakterii <i>E. coli</i>	w syntezie obu nowych łańcuchów DNA • wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych • określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	a zdolnością komórki do podziału • analizuje różnice między replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych	końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej
4. Geny i genomy	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom</i> • podaje funkcje genu • przedstawia strukturę genu • wskazuje różnicę między eksonem a intronem • określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej • wymienia rodzaje chromatyny	<i>Uczeń:</i> • omawia budowę genu • rozróżnia geny ciągle i nieciągle • wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu • charakteryzuje genom komórki prokariotycznej i genom komórki eukariotycznej • definiuje pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne, pseudogeny</i> • omawia skład chemiczny chromatyny • przedstawia budowę chromosomu	<i>Uczeń:</i> • podaje informacje zawarte w genie • charakteryzuje genom wirusa • porównuje strukturę genomu prokariotycznego i genomu eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym • wskazuje różnice między genomem haplontów a genomem diplontów	<i>Uczeń:</i> • porównuje heterochromatynę z euchromatyną • opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym • omawia genom mitochondrialny człowieka • omawia różnice między genomem wirusa a genomem bakterii • oblicza, jaką część pozagenowego DNA zawiera cząsteczka DNA o określonej długości • oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera	<i>Uczeń:</i> • klasyfikuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria: rodzaj kwasu nukleinowego, liczbę nici, strukturę • rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania faktów / informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematycznej (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)
5–6. Ekspresja genów	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu,</i>	<i>Uczeń:</i> • omawia przebieg transkrypcji i translacji	<i>Uczeń:</i> • omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego	<i>Uczeń:</i> • wymienia przykłady wirusów, u których	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach

	<i>translacja, transkrypcja, ramka odczytu</i> - wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego - przedstawia budowę mRNA - wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA - wskazuje rolę tRNA w procesie translacji - nazywa etapy translacji	- analizuje tabelę kodu genetycznego - porównuje pre-mRNA z mRNA - wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów - omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej - określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji - określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji	RNA - zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA - wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA - porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych - określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek	zachodzi odwrotna transkrypcja - wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów - wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów - porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej - wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową	eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji - wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nić kodującą i nić matrycową - wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka
7. Regulacja ekspresji genów	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>operon, alternatywne składanie RNA</i> - wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury - wymienia czynniki wpływające na ekspresję genów operonu laktozowego - wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej	<i>Uczeń:</i> - przedstawia na podstawie modelu operonu założenia regulacji ekspresji genów w komórce prokariotycznej - opisuje działanie czynników wpływających na ekspresję genów operonu laktozowego - opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA - przedstawia, jakie znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor - omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej	<i>Uczeń:</i> - porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego - porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych - wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informację genetyczną	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej - wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu - omawia rolę sekwencji niekodujących RNA w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej - wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy	<i>Uczeń:</i> - odróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego - przewiduje i wyjaśnia skutki braku możliwości regulacji represora operonu tryptofanowego, który będzie wiązał się z DNA niezależnie od tego, czy tryptofan będzie w komórce

8. Powtórzenie i sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Genetyka molekularna”					
Rozdział 2. Genetyka klasyczna					
9–10. Dziedziczenie cech. Prawa Mendla	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>allel, genotyp, fenotyp, homozygota, heterozygota, allel dominujący, allel recesywny, czyste linie</i> - podaje treść I i II prawa Mendla - określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta - określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej - podaje zasługi G. Mendla dla rozwoju genetyki	<i>Uczeń:</i> - omawia badania G. Mendla - definiuje pojęcie: <i>linia czysta</i> - podaje przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla - rozwiązuje zadania dotyczące I prawa Mendla - określa cel prowadzenia krzyżówki testowej dwugenowej - oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych - analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego - wyjaśnia znacznie badań G. Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech i ich wkład w rozwój genetyki	<i>Uczeń:</i> - wykazuje celowość i określa sposób wykonania krzyżówek testowych - określa fenotypy i liczbę osobników należących do różnych klas pokolenia F₂ - wyjaśnia, czym zajmuje się obecnie genetyka klasyczna	<i>Uczeń:</i> - interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych - wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym
11. Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>allele wielokrotne, dominacja niepełna, dominacja pełna, kodominacja, geny letalne</i> - wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców - opisuje zjawisko plejotropii	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji - określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji	<i>Uczeń:</i> - porównuje dziedziczenie cech w przypadku dominacji pełnej i dominacji niepełnej - porównuje dominację niepełną z kodominacją - określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych fenotypów w przypadku alleli wielokrotnych warunkujących daną cechę - przewiduje wynik krzyżówki, w której	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej - przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F₁ i F₂ mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim

		niepełnej	występuje gen letalny		
12–13. Dziedziczenie wielogenowe	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>geny dopełniające się, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> - podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych - podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>gen epistatyczny, gen hipostatyczny</i> - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się - odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia kumulatywnego - na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi) - omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych	<i>Uczeń:</i> - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych - rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego	<i>Uczeń:</i> określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie
14–15. Chromosomowa teoria dziedziczenia	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>locus, geny sprzężone, chromosomy homologiczne crossing-over, mapa genowa, centymorgan (cM)</i> - wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia T. Morgana - podaje cechy muszki owocowej, dzięki którym stała się ona organizmem modelowym w badaniach genetycznych - przedstawia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie - przedstawia przyczynę występowania rekombinantów w potomstwie - opisuje, na czym polega mapowanie genów - wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych - na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na	<i>Uczeń:</i> - oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa zgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch cech sprzężonych - analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych - oblicza odległość między genami	<i>Uczeń:</i> - wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi - wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych - przedstawia wszystkie możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone - uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi	<i>Uczeń:</i> określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej

		chromosomie			
16. Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>kariotyp, chromosomy płci</i> - charakteryzuje kariotyp człowieka - wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny - przedstawia sposób determinacji płci u człowieka - określa płeć na podstawie analizy kariotypu - podaje typy chromosomowej determinacji płci - wymienia choroby sprzężone z płcią	<i>Uczeń:</i> - wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią - określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią - wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu - wskazuje cechy związane z płcią i podaje przyczyny ich występowania - opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen <i>SRY</i> i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra - omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X - charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują - wyjaśnia, dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn - wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet - omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci u zwierząt - planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia np. koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci - uzasadnia prawdopodobieństwo pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią	<i>Uczeń:</i> - porównuje i wskazuje różnice między dziedziczeniem genów sprzężonych z płcią a dziedziczeniem cech związanych z płcią - wykazuje znaczenie regionów pseudoautosomalnych dla prawidłowego rozdziału chromosomów do gamet
17. Dziedziczenie pozajądrowe	<i>Uczeń:</i> - podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny - przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego - podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego	<i>Uczeń:</i> - podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem - omawia sposób przekazywania organelli półautonomicznych w procesie zapłodnienia - podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dziwaczka peruwiańskiego mogą mieć	<i>Uczeń:</i> - uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterility jest korzystna dla roślin - uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodyg i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendrowskim i jednorodzicielskim	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych - wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego	<i>Uczeń:</i> na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego

		barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą			
18. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Genetyka klasyczna”					
Rozdział 3. Zmienność organizmów					
19. Rodzaje zmienności	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>zmienność genetyczna (rekombinacyjna, mutacyjna)</i>, <i>zmienność środowiskowa</i> - wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi - podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej - podaje przykłady zmienności środowiskowej - określa, jakiego typu zmienność obserwuje się w przypadku bliźniąt jednojajowych	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>zmienność ciągła, zmienność nieciągła</i> - podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej - omawia przyczyny zmienności genetycznej - określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej - porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą - uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej - porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną - określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska	<i>Uczeń:</i> - omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych - określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej u organizmów o identycznych genotypach - wykazuje znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i>
20. Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>minimum, maksimum, średnia arytmetyczna</i> - oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną - na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>zakres wartości, średnia arytmetyczna, mediana, dominanta, odchylenie standardowe</i> - oblicza dominantę, medianę, odchylenie standardowe	<i>Uczeń:</i> wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą	<i>Uczeń:</i> wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań	<i>Uczeń:</i> udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji
21–22. Mutacje	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>mutacja</i>,	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>mutacja</i>	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje</i>	<i>Uczeń:</i> wykazuje zależności	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia różnice

	<i>mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutageny</i> - wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych - wymienia rodzaje mutacji genowych i mutacji chromosomowych - wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji - uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych	<i>somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana</i> - rozróżnia mutacje genowe ze względu na efekt w powstającym białku - klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów - określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu - wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych	<i>letalne, mutacje subletalne, mutacje neutralne, mutacje korzystne, protoonkogeny, onkogeny, geny supresorowe</i> - wyjaśnia charakter zmian w DNA, które są typowe dla różnych mutacji - określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego - omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych - charakteryzuje przebieg transformacji nowotworowej - rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych	między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki - przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu powstałe w wyniku mutacji - wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji - wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych - charakteryzuje choroby nowotworowe związane z mutacjami w obrębie genu	między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego wykazuje, w jaki sposób zostanie zmieniona cząsteczka białka o określonej liczbie aminokwasów, jeżeli w ściśle określonym miejscu kodującego ją genu wystąpi mutacja
23. Choroby jednogenowe	<i>Uczeń:</i> - podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych - wyjaśnia pojęcie: <i>choroby bloku metabolicznego</i> - wymienia choroby bloku metabolicznego (galaktozemia, alkaptonuria, fenylketonuria, albinizm)	<i>Uczeń:</i> - klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia - podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego - charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, płasawicę Huntingtona, dystrofię mięśniową Duchenne’a, krzywicę oporną na witaminę D, mukowiscydozę	<i>Uczeń:</i> - porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej - podaje przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność - ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów	<i>Uczeń:</i> - ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu - ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci	<i>Uczeń:</i> - uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych - na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych

	oczno-skórny) - wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej - rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi	- analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych - przedstawia sposób dziedziczenia chorób mitochondrialnych na przykładzie choroby Lebera (dziedziczna neuropatia nerwu wzrokowego)	wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego		
24. Zespoły aberracji chromosomowych	<i>Uczeń:</i> - podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów - podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci - przedstawia zadania poradnictwa genetycznego - porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>gen fuzyjny</i> - określa rodzaj zmian w kariotypie u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera - wymienia i porównuje objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera - zapisuje kariotypy mężczyzny i kobiety z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera	<i>Uczeń:</i> - omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej - przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego - wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii, np. 21 chromosomu (zespołu Downa)	<i>Uczeń:</i> - określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (przewlekła białaczka szpikowa, zespół Klinefeltera, zespół cri-du-chat) - wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa	<i>Uczeń:</i> - analizuje przyczyny i objawy chorób genetycznych, takich jak zespół Patau, zespół Edwardsa - wyjaśnia, w jaki sposób powstaje gen fuzyjny odpowiedzialny za przewlekłą białaczkę szpikową - na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia
25. Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Zmienność organizmów”					
26. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziałów: „Genetyka molekularna”, „Genetyka klasyczna” i „Zmienność organizmów”					
Rozdział 4. Biotechnologia molekularna					
27. Biotechnologia	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>biotechnologia klasyczna, biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna</i>	<i>Uczeń:</i> przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii klasycznej w przemyśle farmaceutycznym,	<i>Uczeń:</i> - wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną - omawia przykłady	<i>Uczeń:</i> omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną	<i>Uczeń:</i> wykazuje zasadność stosowania produktów wytwarzanych dzięki biotechnologii tradycyjnej

	• podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna • podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej • rozróżnia i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej	spożywcym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków • podaje zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym	zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym		i biotechnologii molekularnej w życiu człowieka • na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia rolę fermentacji w innej gałęzi przemysłu niż przemysł spożywczy
28–29. Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>wektor, elektroforeza DNA, PCR, mapy restrikcyjne, biblioteki genomowe, biblioteki cDNA, transformacja genetyczna</i> • wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy restrikcyjne, ligazy, polimerazy DNA) • wymienia techniki inżynierii genetycznej • podaje przykłady wektorów	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA</i> • charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej • przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrikcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA, klonowania DNA) • uzasadnia potrzebę tworzenia map restrikcyjnych • klasyfikuje metody transformacji genetycznej	<i>Uczeń:</i> • wskazuje zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) • omawia techniki hybrydyzacji DNA z użyciem sondy molekularnej w celu badania, wyszukania i izolowania genów • omawia poszczególne etapy analizy restrikcyjnej DNA, przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA • określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA • omawia rolę startera w reakcji PCR	<i>Uczeń:</i> • sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrikcyjne • określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy • wyjaśnia proces transformacji genetycznej • charakteryzuje metody przeprowadzania transformacji genetycznej (bezpośrednie i pośrednie) • oblicza, ile cykli PCR należy przeprowadzić, aby z jednej cząsteczki DNA uzyskać milion kopii wybranego fragmentu genu	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, kosmidów, plazmidów • na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia wybrane warianty metody PCR oraz technikę FISH • porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii • proponuje sposoby zidentyfikowania

					wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne
30. Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny</i> - wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi - podaje sposoby otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie - podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom - wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie	<i>Uczeń:</i> - podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt - przedstawia metody otrzymywania transgenicznych bakterii - omawia perspektywy praktycznego wykorzystania GMO w rolnictwie, nauce, przemyśle i medycynie - przedstawia korzyści wynikające ze stosowania GMO - podaje zagrożenia dla środowiska i zdrowia wynikające z wykorzystywania GMO - przedstawia sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO	<i>Uczeń:</i> - omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów - charakteryzuje sposoby otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych - omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt - charakteryzuje wybrane produkty GMO - przedstawia badania przeprowadzane przed dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli - wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego do wytwarzania białek człowieka nie zawsze można użyć bakterii transgenicznych - wyjaśnia, w jaki sposób można wykorzystać mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie w ochronie środowiska - charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO - analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciwnie	<i>Uczeń:</i> - proponuje metodę otrzymywania transgenicznego organizmu, który wytwarzałby erytropoetynę człowieka, i uzasadnia swój wybór - na podstawie dostępnych źródeł wskazuje, jakie normy dotyczące upraw i hodowli GMO obowiązują w krajach UE oraz w dwóch państwach poza UE
31. Klonowanie organizmów i komórek	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek</i>	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt - wymienia sposoby	<i>Uczeń:</i> - omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania - wyjaśnia sposoby	<i>Uczeń:</i> analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka	<i>Uczeń:</i> planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki zawiera informację

	<i>zarodka</i> - wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie - wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt - określa cele klonowania organizmów - wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi - podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)	wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka - wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi - opisuje klonowanie organizmów otrzymywanych metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju	klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt - formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu - porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym	- wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt - wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów - wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem	genetyczną odpowiedzialną za rozwój organizmu - wyjaśnia, dlaczego klonowanie człowieka budzi duży sprzeciw etyczny - wymienia argumenty przemawiające za klonowaniem wymarłych gatunków zwierząt i przeciw niemu
32. Biotechnologia molekularna w medycynie	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste</i> - określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwencjonowania - wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna - podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>przeciwciała monoklonalne</i> - wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej - omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych - omawia sposoby powstawania i wykorzystania szczepionek rekombinowanych, szczepionek DNA,	<i>Uczeń:</i> - omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka - omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji danej osoby do wystąpienia niektórych chorób - charakteryzuje techniki wykorzystywane w diagnostyce molekularnej - wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych - porównuje szczepionki	<i>Uczeń:</i> - określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób - przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób - wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania terapii genowej - omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy - wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może	<i>Uczeń:</i> - planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste - wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej - wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych

	• podaje przykłady biofarmaceutyków	szczepionek RNA oraz szczepionek przeciwnowotworowych • wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej • podaje, na czym polega terapia genowa • omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka	rekombinowane ze szczepionkami DNA • wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi • przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny	przyczynić się do postępu transplantologii	
33. Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcie: <i>profil genetyczny</i> • wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny • podaje przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w systematyce organizmów i badaniach ewolucyjnych • wymienia zadania filogenetyki molekularnej	<i>Uczeń:</i> • przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie, badaniach ewolucyjnych i systematyce organizmów • omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie • omawia zastosowanie profilu genetycznego • omawia <i>hipotezę pożegnania z Afryką</i>	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcie: <i>filogenetyka molekularna</i> • uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych • dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością • formułuje własne opinie na temat rozwoju biotechnologii molekularnej	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego DNA w badaniach ewolucyjnych • dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej • wyjaśnia, dlaczego do tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów pochodzących z DNA pozagenowego • analizuje drzewo filogenetyczne skonstruowane na podstawie analizy sekwencji nukleotydów pozagenowego jądrowego DNA	<i>Uczeń:</i> • na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej • wykazuje różnice między tradycyjną systematyką a systematyką opartą na filogenetyce molekularnej
34. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”					
35. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”					
Rozdział 5. Ewolucja organizmów					
36. Rozwój myśli	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>

ewolucyjnej	- definiuje pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji</i> - wymienia główne teorie dotyczące powstania życia na Ziemi - przedstawia założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina - przedstawia zarys teorii Lamarcka i teorii Cuviera	- opisuje główne założenia teorii Lamarcka i kreacjonistów - wyjaśnia, dlaczego teoria Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej - wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji - przedstawia wyniki obserwacji dotyczących procesu ewolucji, powstałych podczas podróży Darwina dookoła świata	- porównuje dobór naturalny z doбором sztucznym - omawia założenia syntetycznej teorii ewolucji - ocenia wpływ podróży Karola Darwina na rozwój jego teorii ewolucji	- charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi - omawia założenia teorii Cuviera i wskazuje różnice między jego poglądami a poglądami kreacjonistów - podaje argumenty świadczące o tym, że ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów	analizuje i przedstawia wnioski z eksperymentu Lederbergów, dotyczącego powstawania antybiotykooporności u bakterii
37. Dowody ewolucji	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>skamieniałość, formy przejściowe, relikty filogenetyczne</i> - klasyfikuje dowody ewolucji - wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady - podaje metody datowania - wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy - podaje przykłady atawizmów i narządów szczątkowych - określa, czym zajmuje się paleontologia	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>dywergencja, konwergencja</i> - wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych - wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych i analogicznych - wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii - charakteryzuje metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych - wyjaśnia różnice między	<i>Uczeń:</i> - podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych - wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów - wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami - rozpoznaje na podstawie schematu konwergencję i dywergencję - analizuje podobieństwo	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych metod datowania - analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu mimo różnych środowisk życia - wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między gatunkami - przedstawia pokrewieństwo ewolucyjne organizmów	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów - na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliżiej spokrewnione

	• opisuje metodę pozwalającą ustalić wiek bezwzględny skał	atawizmem a narządem szczątkowym • charakteryzuje formy przejściowe zwierząt	biochemiczne organizmów		
38. Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, konkurencja, polimorfizm genetyczny, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający</i> • wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska • podaje przykłady dymorfizmu płciowego • podaje przykłady chorób genetycznych warunkowanych allelami, które utrzymują się w populacji człowieka • podaje, na czym polega przewaga heterozygot w przypadku anemii sierpowatej	<i>Uczeń:</i> • przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków • opisuje działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego • wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie • omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji • podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu • wskazuje związek między genem anemii sierpowatej w populacji ludzkiej a występowaniem malarii	<i>Uczeń:</i> • wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu • wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie • charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z dobozem krewniaczym • argumentuje, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne	<i>Uczeń:</i> • omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku • wykazuje związek między działaniem doboru naturalnego a występowaniem chorób genetycznych	<i>Uczeń:</i> • dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne
39–40. Ewolucja na poziomie gatunku i populacji	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>genetyka populacyjna, pula genowa populacji</i> • podaje założenia prawa Hardy’ego–Weinberga • podaje warunki istnienia populacji w stanie	<i>Uczeń:</i> • przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową • stosuje równanie Hardy’ego–Weinberga do obliczeń częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji • charakteryzuje dryf	<i>Uczeń:</i> • określa czynniki, które mogą doprowadzić w danej populacji do wystąpienia efektu założyciela i efektu wąskiego gardła • wyjaśnia regułę Hardy’ego–Weinberga	<i>Uczeń:</i> • sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej • uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji	<i>Uczeń:</i> • przewiduje skutki wąskiego gardła i efektu założyciela dla puli genowej danej populacji • na podstawie dostępnych źródeł wykazuje zachodzenie

	równowagi - wymienia efekty zmian częstości występowania alleli - wymienia przyczyny zmian częstości występowania alleli w populacji	genetyczny i efekt wąskiego gardła podaje przykłady działania dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła	- oblicza częstość występowania alleli, a także genotypów i fenotypów w populacji na podstawie zadań tekstowych - wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką w ewolucji		zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji
41. Powstawanie gatunków – specjacja	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>specjacja</i>, <i>radiacja adaptacyjna</i> - przedstawia biologiczną koncepcję gatunku - klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej - wymienia rodzaje specjacji	<i>Uczeń:</i> - przedstawia mechanizmy izolacji rozrodczej w przyrodzie i podaje jej znaczenie - charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na obecność bariery geograficznej - charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na szybkość jej zachodzenia (skokowa, ciągła)	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne i postzygotyczne - podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej - wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo - wyjaśnia na przykładzie kielży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji - określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków
42. Prawidłowości ewolucji. Koewolucja	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>mikroewolucja</i>, <i>makroewolucja</i>, <i>koewolucja</i>, <i>mimetyzm</i>, <i>mimikra</i> - wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji - podaje przykład kierunkowości ewolucji - podaje przykłady mimikry i mimetyzmu u	<i>Uczeń:</i> - wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji - określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji - wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów - omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów	<i>Uczeń:</i> wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji	<i>Uczeń:</i> charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów

	organizmów				
43. Historia życia na Ziemi	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>makrocząsteczka, pracomórka, koacerwat, bulion pierwotny</i> - wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzną syntezę pierwszych związków organicznych - podaje sens hipotezy dotyczącej samorźutnej syntezy związków organicznych - przedstawia środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych - podaje założenia teorii endosymbiozy - układa chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi - wymienia okresy, w których nastąpiły masowe wymierania organizmów	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi - wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych - omawia skutki pojawienia się organizmów fotosyntetyzujących - wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi - omawia hipotetyczną fazę w dziejach Ziemi (świat RNA) - omawia koncepcję pojawienia się organizmów wielokomórkowych	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, na czym polega teoria samorźutnej syntezy związków organicznych - przedstawia przebieg oraz wyniki doświadczenia S. Millera i H. Ureya dotyczącego samorźutnej syntezy związków organicznych - wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi - wymienia argumenty przemawiające za słusnością teorii endosymbiozy - omawia przyczyny i skutki masowego wymierania organizmów - wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi	<i>Uczeń:</i> - ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera i H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi - wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w wyjaśnieniu powstania oraz rozwoju życia na Ziemi - wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki życia na Ziemi - wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało powstanie form wielokomórkowych	<i>Uczeń:</i> - wykazuje, że zmiany warunków w środowisku miały wpływ na przebieg ewolucji - przedstawia prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi - na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje przebieg historii życia na Ziemi
44. Antropogeneza	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia pojęcie: <i>antropogeneza</i> - określa przynależność systematyczną człowieka - wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt - wskazuje podobieństwa między człowiekiem	<i>Uczeń:</i> - omawia korzyści związane z pionizacją ciała - przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych - przedstawia warunki sprzyjające ewolucji przodków człowieka	<i>Uczeń:</i> - uzasadnia przynależność systematyczną człowieka - określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie drzewa rodowego człowieka - omawia drogi	<i>Uczeń:</i> - analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi - przedstawia korzyści i straty związane	<i>Uczeń:</i> - przedstawia tendencję zmian ewolucyjnych form człowiekowatych - na podstawie dostępnych źródeł przedstawia antropogenezę

	- a innymi naczelnymi - wymienia cechy specyficznie ludzkie - porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych	- omawia charakterystyczne cechy budowy bezpośrednich przodków człowieka - podaje zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała - określa korzyści związane ze stopniowym zwiększaniem się masy i objętości mózgowia oraz wskazuje na wpływ tych zmian na budowę szkieletu	rozprzestrzeniania się człowieka z Afryki na inne kontynenty	- z pionizacją ciała - wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia	
45. Utrwalenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ewolucja organizmów”					
Rozdział 6. Ekologia i różnorodność biologiczna					
46–47. Podstawy ekologii. Tolerancja ekologiczna	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, środowisko, siedlisko, stenobionty, eurybionty, gatunki wskaźnikowe (bioindykatory)</i> - opisuje niszę ekologiczną - charakteryzuje tolerancję ekologiczną - określa zakres badań ekologicznych - wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych - rozdziela czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>gatunek kosmopolityczny</i> - wyjaśnia, czym się zajmują: ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody - przedstawia prawo minimum Liebiga oraz prawo tolerancji ekologicznej - opisuje niszę ekologiczną wybranych gatunków - określa relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu - przedstawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej - omawia zasadę współdziałania czynników środowiska - wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza	<i>Uczeń:</i> - wskazuje różnice między zakresem badań ekologii a działaniami na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska - opisuje poziomy organizacji biologicznej badane przez ekologię - wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji - wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska - określa stopień zanieczyszczenia tlenkiem siarki(IV) powietrza na podstawie skali porostowej - wymienia podobieństwa i różnice między prawem	<i>Uczeń:</i> - wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną - ocenia stan czystości wód na podstawie składu gatunkowego bioindykatorów - wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku - omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska - wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi - charakteryzuje formy	<i>Uczeń:</i> - planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiskowego - wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i adaptacji na zakres tolerancji ekologicznej danego organizmu - na podstawie tekstu uzasadnia i klasyfikuje, które z podanych stwierdzeń dotyczą: prawa minimum, prawa tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska

		• interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiskowego	minimum a prawem tolerancji ekologicznej • uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi • wyjaśnia zasadę współdziałania czynników	ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody • przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska	
48–49. Ekologia populacji	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcie: <i>populacja</i> • wymienia cechy populacji • podaje parametry populacji wpływające na jej liczebność • przedstawia typy rozmieszczenia osobników w populacji • przedstawia trzy podstawowe typy krzywych przeżywania wraz z przykładami gatunków, dla których są one charakterystyczne • podaje modele wzrostu liczebności populacji • wymienia rodzaje migracji (emigracja, imigracja) • przedstawia zalety i wady życia w grupie • omawia wybrane cechy populacji • podaje efekt Alleego • przedstawia strukturę wiekową populacji w formie piramid	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową • podaje przyczyny śmiertelności • charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów • omawia strategie rozrodu • porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji • charakteryzuje krzywe przeżywania • charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji • przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcie: <i>opór środowiska</i> • omawia zagęszczenie populacji oraz znaczenie dla niej efektu Alleego • dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku • wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów • analizuje piramidy wieku populacji • określa możliwości rozwoju danej populacji • opisuje modele wzrostu liczebności populacji • podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z modeli wzrostu • charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji • podaje główne założenia teorii metapopulacji	<i>Uczeń:</i> • odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczna) od rozrodczości realizowanej (ekologiczna) • przewiduje zmiany liczebności populacji na podstawie danych o jej liczebności, rozrodczości, śmiertelności i migracjach osobników • porównuje modele wzrostu populacji i określa, który z nich najczęściej występuje w środowisku naturalnym	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia teorię metapopulacji • wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku
50. Zależności	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>

nieantagonistyczne	- definiuje pojęcia: <i>komensalizm, mutualizm</i> - klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagonistyczne i nieantagonistyczne - wymienia nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe (mutualizm, komensalizm) - podaje rodzaje mutualizmu - podaje przykłady organizmów wykazujących nieantagonistyczne zależności - wymienia przystosowania organizmów wchodzących w związki mutualistyczne	- charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe - wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych	- charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych - charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych	- wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych - wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie	wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym
51. Zależności antagonistyczne	<i>Uczeń:</i> - wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję - podaje przykłady oddziaływań antagonistycznych - podaje znaczenie terminów: <i>hierarchia społeczna, samoprzerzedzenie, wyparcie konkurenta</i> - charakteryzuje roślinożerność - wymienia skutki	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje mechanizmy obronne u roślin - opisuje, na czym polega drapieżnictwo w relacjach ofiara–drapieżnik - charakteryzuje pasożytnictwo w relacjach żywiciel–pasożyt - omawia przystosowania anatomiczne i behawioralne roślinożerców do pozyskiwania pokarmu - przedstawia przystosowania pasożytów oraz mechanizmy obronne żywicieli - klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów - przedstawia znaczenie	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania - charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej - podaje konsekwencje w ograniczaniu niszy ekologicznej jednego z konkurentów - porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo - przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany - wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa - wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty,	<i>Uczeń:</i> - planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków - określa skutki działania substancji allelopacyjnych

	konkurencji wewnątrzgatunkowej • podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej	wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów • omawia na podstawie wykresu cykliczne zmiany liczebności w układzie roślinożerca–roślina	zdobywania pokarmu	drapieżniki i roślinożercy	
52. Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, redukcji, sukcesja ekologiczna</i> • wyróżnia poziomy troficzne • podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w ekosystemie • klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne • klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne • wyróżnia sukcesję pierwotną i sukcesję wtórną	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje strukturę przestrzenną ekosystemu • omawia wpływ czynników na przebieg sukcesji ekologicznej • charakteryzuje znaczenie biocenozy i biotopu w sukcesji ekologicznej • wyjaśnia, na czym polega sukcesja ekologiczna • odróżnia sukcesję pierwotną od sukcesji wtórnej • podaje kryteria podziału sukcesji na sukcesję pierwotną i sukcesję wtórną	<i>Uczeń:</i> • określa kryteria podziału ekosystemów • charakteryzuje rodzaje ekosystemów • charakteryzuje gatunki pionierskie • wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą • przedstawia etapy eutrofizacji jezior • wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu • charakteryzuje przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej	<i>Uczeń:</i> • omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych • omawia wpływ biocenozy na mikroklimat • przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie (wzbogacenie układu w węgiel i azot, zmiany w składzie gatunkowym)	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia przyczyny i skutki antropogenicznej eutrofizacji jezior • wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny
53. Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć pokarmowa (troficzna), produktywność ekosystemu</i> • przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych • podaje przykłady łańcucha spasilania i łańcucha detrytusowego	<i>Uczeń:</i> • przedstawia znaczenie terminów: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i> • konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne • porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów • wyjaśnia, czym jest	<i>Uczeń:</i> • wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych • omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach • rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy • wymienia czynniki, które	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu • wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne • omawia piramidy ekologiczne wybranych	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy • wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami

	- nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i w sieci troficznej - wyszukuje łańcuchy pokarmowe w przedstawionej sieci troficznej i poprawnie je zapisuje - wymienia trzy typy piramidy ekologicznej (liczebności, biomasy, energii)	równowaga w ekosystemie - podaje rolę gatunków kluczowych (zwornikowych) w ekosystemie - omawia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie	mogą ograniczać produktywność ekosystemów	ekosystemów	o najwyższej produktywności uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy
54. Obieg azotu i węgla w przyrodzie	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>amonifikacja, nityfikacja, denityfikacja</i> - opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie - wymienia źródła węgla w przyrodzie	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia pojęcie: <i>cykl biogeochemiczny</i> - podaje rolę organizmów w obiegu azotu i obiegu węgla - wyjaśnia na podstawie schematu obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie - przedstawia, w jaki sposób wylesianie terenów wpływa na obieg węgla w przyrodzie	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia znaczenie nityfikacji, amonifikacji oraz denityfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie - wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków - wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez sinice	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie - wykazuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot
55. Różnorodność biologiczna	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>gatunek reliktowy, endemit, ostoja</i> - wymienia typy różnorodności biologicznej - wymienia czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność - wymienia przykłady biomów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi - wymienia czynniki	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>ogniska różnorodności biologicznej</i> - omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy - charakteryzuje biomy występujące na Ziemi - przedstawia gatunki reliktowe jako dowody ewolucji organizmów - podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych	<i>Uczeń:</i> - omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi - charakteryzuje typy różnorodności biologicznej - przedstawia przykłady ognisk różnorodności biologicznej na kuli ziemskiej - wyjaśnia regułę Allena i regułę Bergmanna - charakteryzuje biomy	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje wybrane środowiska wodne - omawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi - porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów - wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu	<i>Uczeń:</i> - wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej - dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne - wykazuje wpływ zlodowaceń na

	geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi • przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna	dla danego biomu • omawia strefowość biotopów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu • podaje przykłady gatunków endemicznych i gatunków reliktowych	wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne, głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta	ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej	rozmieszczenie gatunków na Ziemi
56. Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>introdukcja, erozja, degradacja gleby</i> • podaje znaczenie terminów: <i>dziura ozonowa, kwaśne opady, smog</i> • podaje możliwe skutki intensyfikacji rolnictwa • omawia proces kumulacji związków toksycznych w ogniwach łańcucha pokarmowego • wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka	<i>Uczeń:</i> • podaje przykłady introdukowanych gatunków • przedstawia, w jaki sposób powstają kwaśne opady • wymienia przykłady chorób, które mogą wystąpić w wyniku długotrwałego działania smogu na organizm człowieka • określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime • określa znaczenie korytarzy ekologicznych	<i>Uczeń:</i> • podaje przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej • omawia wpływ introdukowanych gatunków na gatunki rodzime • charakteryzuje zjawisko smogu, kwaśnych opadów i dziury ozonowej • omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia wpływ działalności człowieka na wzrost globalnego ocieplenia • porównuje smog kwaśny ze smogiem fotochemicznym • opisuje wpływ ocieplenia klimatu na bioróżnorodność • wyjaśnia różnice między introdukcją a zawlečeniami • wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów	<i>Uczeń:</i> • wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną • wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka
57–58. Ochrona różnorodności biologicznej	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>restytucja, reintrodukcja, ochrona czynna, ochrona bierna, Agenda 21</i> • podaje zadania ochrony środowiska i ochrony przyrody • wymienia formy ochrony przyrody w zależności od stopnia ingerencji	<i>Uczeń:</i> • wskazuje różnice między introdukcją a reintrodukcją gatunków • przedstawia kryteria podziału różnych form ochrony przyrody • wyjaśnia celowość stosowania form ochrony służących zachowaniu różnorodności gatunkowej w	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia różnice między ochroną środowiska a ochroną przyrody • charakteryzuje formy ochrony indywidualnej i obszarowej w Polsce • wymienia przyczyny stosowania ochrony przyrody • wymienia przykłady	<i>Uczeń:</i> • uzasadnia konieczność ochrony starych odmian roślin i ras zwierząt hodowlanych • wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego • uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej	<i>Uczeń:</i> • proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła • uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków

	człowieka w ekosystem (ochrona czynna i ochrona bierna) - wyróżnia formy ochrony przyrody ze względu na obiekt obejmowany ochroną (ochrona obszarowa gatunkowa, ochrona indywidualna) - wymienia formy ochrony obszarowej w Polsce - wymienia formy ochrony indywidualnej w Polsce	Polsce - podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i ochrony biernej - omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności	działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów	współpracy na rzecz ochrony przyrody	i ekosystemów na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody
59. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”					
60. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”					
61–62. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z treści zawartych w 4 części podręcznika					
63–64. Podsumowanie stopnia opanowania wiadomości zawartych w podstawie programowej dla liceum w zakresie rozszerzonym					

Autorka: Małgorzata Miękus

Zmodyfikowane przez Anna Paterek