

Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny. *Biologia na czasie 4. Zakres rozszerzony*

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 i 3					
Rozdział 1. Genetyka molekularna					
2. Budowa i rola kwasów nukleinowych	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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

			<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa 		
3. Replikacja DNA	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie: <i>replikacja</i> • przedstawia znaczenie replikacji DNA • wymienia etapy replikacji DNA • wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne, replikon</i> • omawia przebieg replikacji • uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki • 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> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje poszczególne etapy replikacji • wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA • wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA • wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych • określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji • omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA • wykazuje związek między replikacją DNA a zdolnością komórki do podziału • analizuje różnice między replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA • wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej
4. Geny i genomy	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom,</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia budowę genu • rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje informacje zawarte w genie • charakteryzuje genom 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje heterochromatynę z euchromatyną 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje genom wirusowy ze względu na wybrane

	<p><i>chromatyna, nukleosom</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje funkcje genu • przedstawia strukturę genu • wskazuje różnicę między eksonem a intronem • określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej • wymienia rodzaje chromatyny 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>wirusa</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje strukturę genomu prokariotycznego i genomu eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym • wskazuje różnice między genomem haplontów a genomem diplontów 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>kryteria: rodzaj kwasu nukleinowego, liczbę nici, strukturę</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu</i> • wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg transkrypcji i translacji • analizuje tabelę kodu genetycznego • porównuje pre-mRNA z mRNA • wyjaśnia zasadę kodowania informacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA • zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji

	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia budowę mRNA • wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA • wskazuje rolę tRNA w procesie translacji • nazywa etapy translacji 	<p>genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej • określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji • określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA • porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych • określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nić kodującą i nić matrycową • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka
7. Regulacja ekspresji genów	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

		<p>znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej 	<p>względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informację genetyczną</p>	<p>eukariotycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy 	<p>od tego, czy tryptofan będzie w komórce</p>
8. Powtórzenie i sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Genetyka molekularna”					
Rozdział 2. Genetyka klasyczna					
<p>9–10. Dziedziczenie cech. Prawa Mendla</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych • wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym

	<p>jednogenowej</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje zasługi G. Mendla dla rozwoju genetyki 	<p>i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech</p>	<p>dziedziczenia cech i ich wkład w rozwój genetyki</p>		
<p>11. Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 niepełnej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 występuje gen letalny 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej • przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F₁ i F₂ mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim
<p>12–13. Dziedziczenie wielogenowe</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>geny dopełniające się, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>gen epistatyczny, gen hipostatyczny</i> • określa 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie

	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych • podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo 	<p>prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi)</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych 	<p>i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego 	
14–15. Chromosomowa teoria dziedziczenia	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>locus</i>, <i>geny sprzężone</i>, <i>chromosomy homologiczne crossing-over</i>, <i>mapa genowa</i>, <i>centymorgan (cM)</i> • wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia T. Morgana 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa zgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi • wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych • przedstawia wszystkie 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej

	<ul style="list-style-type: none"> • podaje cechy muszki owocowej, dzięki której stała się ona organizmem modelowym w badaniach genetycznych • przedstawia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów 	<p>mapowanie genów</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych • na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie 	<p>cech sprzężonych</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych • oblicza odległość między genami 	<p>możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone</p> <ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi 	
<p>16. Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

			<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt 	<p>pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią</p>	
17. Dziedziczenie pozajądrowe	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny • przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego • podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterylność jest korzystna dla roślin • uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodyg i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendłowskim i jednorodzielskim 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych • wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego
18. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Genetyka klasyczna”					
Rozdział 3. Zmienność organizmów					
19. Rodzaje zmienności	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>zmienność genetyczna (rekombinacyjna,</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>zmienność ciągła,</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej

	<p><i>mutacyjna</i>), <i>zmiennosc srodowiskowa</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej podaje przykłady zmienności srodowiskowej określa, jakiego typu zmienność obserwuje się w przypadku bliźniąt jednojajowych 	<ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej omawia przyczyny zmienności genetycznej określa znaczenie zmienności genetycznej i srodowiskowej porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością srodowiskową 	<p><i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą</p> <ul style="list-style-type: none"> uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu srodowiska 	<p>u organizmów prokariotycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie 	<p>u organizmów o identycznych genotypach</p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i>
20. Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>minimum, maksimum, srednia arytmetyczna</i> oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>zakres wartosci, srednia arytmetyczna, mediana, dominanta, odchylenie standardowe</i> oblicza dominantę, medianę, odchylenie standardowe 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji

21–22. Mutacje	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutagenny</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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>mutacja somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana</i> rozdziela 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje zależności 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia różnice 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 kodującym ją genu wystąpi mutacja
23. Choroby	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>

jedenogenowe	<ul style="list-style-type: none"> • 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, fenyloketonuria, albinizm oczno-skórny) • wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej • rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jedenogenowych • przedstawia sposób dziedziczenia chorób mitochondrialnych na przykładzie choroby Lebera (dziedziczna neuropatia nerwu wzrokowego) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego 	<ul style="list-style-type: none"> • ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu • ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
24. Zespoły aberracji chromosomowych	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie: <i>gen fuzyjny</i> • określa rodzaj zmian 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia choroby spowodowane mutacjami 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje przyczyny i objawy chorób genetycznych, takich

	<p>człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady chorób genetycznych 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 	<p>w kariotypie u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia i porównuje objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera • zapisuje kariotypy mężczyzny i kobiety z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera 	<p>strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) 	<p>podłoże genetyczne chorób (przewlekła białaczka szpikowa, zespół Klinefeltera, zespół cri-du-chat)</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa 	<p>jak zespół Patau, zespół Edwardsa</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>biotechnologia klasyczna, biotechnologia molekularna, inżynieria</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii klasycznej w przemyśle 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje zasadność stosowania produktów wytwarzanych dzięki

	<p><i>genetyczna</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym 	<p>molekularną</p>	<p>biotechnologii tradycyjnej i biotechnologii molekularnej w życiu człowieka</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia rolę fermentacji w innej gałęzi przemysłu niż przemysł spożywczy
<p>28–29. Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>wektor, elektroforeza DNA, PCR, mapy restrykcyjne, biblioteki genomowe, biblioteki cDNA, transformacja genetyczna</i> • wymienia enzymy 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA</i> • charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) • omawia techniki hybrydyzacji DNA z użyciem sondy molekularnej w celu badania, wyszukania 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne • określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, kosmidów, plazmidów • na podstawie dostępnych źródeł

	<p>stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA)</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia techniki inżynierii genetycznej podaje przykłady wektorów 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA, klonowania DNA) uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych klasyfikuje metody transformacji genetycznej 	<p>i izolowania genów</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA omawia rolę startera w reakcji PCR 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>wyjaśnia wybrane warianty metody PCR oraz technikę FISH</p> <ul style="list-style-type: none"> 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	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego do wytwarzania białek człowieka nie zawsze można użyć bakterii transgenicznych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> proponuje metodę otrzymywania transgenicznego organizmu, który wytwarzałby

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>uzyskanych efektów</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 przeciw nim 	<p>erythropoetynę człowieka, i uzasadnia swój wybór</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt • wymienia sposoby 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania • wyjaśnia sposoby 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej

	<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<p>wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt</p> <ul style="list-style-type: none"> formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem 	<p>komórki zawiera informację genetyczną odpowiedzialną za rozwój organizmu</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego klonowanie człowieka budzi duży sprzeciw etyczny wymienia argumenty przemawiające za klonowaniem wymarłych gatunków zwierząt i przeciw niemu
32. Biotechnologia molekularna w medycynie	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste</i> określa korzyści 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie: <i>przeciwciała monoklonalne</i> wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka omawia wykorzystanie diagnostyki 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób przedstawia terapię genową jako metodę 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić

	<p>i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwnecjonowania</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna • podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych • podaje przykłady biofarmaceutyków 	<p>wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych • omawia sposoby powstawania i wykorzystania szczepionek rekombinowanych, szczepionek DNA, 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 	<p>molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji danej osoby do wystąpienia niektórych chorób</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje techniki wykorzystywane w diagnostyce molekularnej • wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych • porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA • wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi • przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny 	<p>leczenia chorób</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 przyczynić się do postępu transplantologii 	<p>w komórki macierzyste</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej • wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych
33. Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie: <i>profil genetyczny</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia sposoby zastosowania metod 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie: <i>filogenetyka</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie dostępnych źródeł

	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>genetycznych w sądownictwie, badaniach ewolucyjnych i systematyce organizmów</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie omawia zastosowanie profilu genetycznego omawia <i>hipotezę pożegnania z Afryką</i> 	<p><i>molekularna</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>DNA w badaniach ewolucyjnych</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 ewolucyjnej	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje główne założenia teorii Lamarcka i kreacjonistów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> porównuje dobór naturalny z doborem sztucznym 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> analizuje i przedstawia wnioski z eksperymentu

	<p><i>naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia główne teorie dotyczące powstania życia na Ziemi przedstawia założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina przedstawia zarys teorii Lamarcka i teorii Cuviera 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> omawia założenia syntetycznej teorii ewolucji ocenia wpływ podróży Karola Darwina na rozwój jego teorii ewolucji 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>Lederbergów, dotyczące powstawania antybiotykooporności u bakterii</p>
37. Dowody ewolucji	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>skamieniałości, formy przejściowe, relikty filogenetyczne</i> klasyfikuje dowody ewolucji wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady podaje metody datowania wymienia cechy anatomiczne 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliższe spokrewnione

	<p>organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady atawizmów i narządów szczątkowych • określa, czym zajmuje się paleontologia • opisuje metodę pozwalającą ustalić wiek bezwzględny skał 	<p>dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych • wyjaśnia różnice między atawizmem a narządem szczątkowym • charakteryzuje formy przejściowe zwierząt 	<p>których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozpoznaje na podstawie schematu konwergencję i dywergencję • analizuje podobieństwo biochemiczne organizmów 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między gatunkami • przedstawia pokrewieństwo ewolucyjne organizmów 	
38. Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu • wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie • charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doborem krewniaczym • argumentuje, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku • wykazuje związek między działaniem doboru naturalnego a występowaniem chorób genetycznych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne

	<p>chorób genetycznych warunkowanych allelami, które utrzymują się w populacji człowieka</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje, na czym polega przewaga heterozygot w przypadku anemii sierpowatej 	<p>populacji</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu • wskazuje związek między genem anemii sierpowatej w populacji ludzkiej a występowaniem malarii 	<p>utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne</p>		
<p>39–40. Ewolucja na poziomie gatunku i populacji</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>genetyka populacyjna, pula genowa populacji</i> • podaje założenia prawa Hardy’ego–Weinberga • podaje warunki istnienia populacji w stanie równowagi • wymienia efekty zmian częstości występowania alleli • wymienia przyczyny zmian częstości występowania alleli w populacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową • stosuje równanie Hardy’ego–Weinberga do obliczeń częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji • charakteryzuje dryf genetyczny i efekt wąskiego gardła • podaje przykłady działania dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • określa czynniki, które mogą doprowadzić w danej populacji do wystąpienia efektu założyciela i efektu wąskiego gardła • wyjaśnia regułę Hardy’ego–Weinberga • oblicza częstość występowania alleli, a także genotypów i fenotypów w populacji na podstawie zadań tekstowych • wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką w ewolucji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej • uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • przewiduje skutki wąskiego gardła i efektu założyciela dla puli genowej danej populacji • na podstawie dostępnych źródeł wykazuje zachodzenie zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji

<p>41. Powstawanie gatunków – specjacja</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>specjacja, radiacja adaptacyjna</i> • przedstawia biologiczną koncepcję gatunku • klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji przygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej • wymienia rodzaje specjacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: przygotyczne i postzygotyczne • podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej • wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji • określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków
<p>42. Prawidłowości ewolucji. Koewolucja</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>mikroewolucja, makroewolucja, koewolucja, mimetyzm, mimikra</i> • wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji • podaje przykład kierunkowości ewolucji • podaje przykłady mimikry i mimetyzmu u 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji • określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji • wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów • omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów

	organizmów				
43. Historia życia na Ziemi	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>makrocząsteczka, prakomórka, koacerwat, bulion pierwotny</i> • wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych • podaje sens hipotezy dotyczącej samorzutnej 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych • przedstawia przebieg oraz wyniki doświadczenia S. Millera i H. Ureya dotyczącego samorzutnej syntezy związków organicznych • wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi • wymienia argumenty przemawiające za słusznością teorii endosymbiozy • omawia przyczyny i skutki masowego wymierania organizmów • wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

			panujących na Ziemi		
44. Antropogeneza	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie: <i>antropogeneza</i> • określa przynależność systematyczną człowieka • wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt • wskazuje podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi • wymienia cechy specyficznie ludzkie • porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia korzyści związane z pionizacją ciała • przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych • przedstawia warunki sprzyjające ewolucji przodków człowieka • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia przynależność systematyczną człowieka • określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie drzewa rodowego człowieka • omawia drogi rozprzestrzeniania się człowieka z Afryki na inne kontynenty 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi • przedstawia korzyści i straty związane z pionizacją ciała • wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia tendencję zmian ewolucyjnych form człowiekowatych • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia antropogenezę
45. Utrwalenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ewolucja organizmów”					
Rozdział 6. Ekologia i różnorodność biologiczna					
46–47. Podstawy	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i>

<p>ekologii. Tolerancja ekologiczna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 minimum a prawem tolerancji ekologicznej 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody • przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
---	---	--	--	---	---

		wybranego czynnika środowiskowego	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi • wyjaśnia zasadę współdziałania czynników 	środowiska	
48–49. Ekologia populacji	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową • podaje przyczyny śmiertelności • charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów • omawia strategię rozrodu • porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji • charakteryzuje krzywe przeżywania • charakteryzuje niezależne od 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczną) od rozrodczości realizowanej (ekologiczną) • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia teorię metapopulacji • wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku

	<p>migracji (emigracja, imigracja)</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia zalety i wady życia w grupie • omawia wybrane cechy populacji • podaje efekt Alleego • przedstawia strukturę wiekową populacji w formie piramid 	<p>zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z modeli wzrostu • charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji • podaje główne założenia teorii metapopulacji 		
50. Zależności nieantagonistyczne	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe • wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych • charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych • wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym

	<p>nieantagonistyczne zależności</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia przystosowania organizmów wchodzących w związki mutualistyczne 				
51. Zależności antagonistyczne	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 konkurencji wewnątrzgatunkowej podaje główne przyczyny 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 zdobywania pokarmu 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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, drapieżniki i roślinożercy 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływanie antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków określa skutki działania substancji allelopatycznych

	i skutki konkurencji międzygatunkowej	kryteriów <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów • omawia na podstawie wykresu cykliczne zmiany liczebności w układzie roślinożerca-roślina 			
52. Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, reducent, 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia przyczyny i skutki antropogenicznej eutrofizacji jezior • wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny

	wtórną				
53. Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 spasanania i łańcucha detrytusowego 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 równowaga w ekosystemie podaje rolę gatunków kluczowych (zwornikowych) w ekosystemie omawia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 mogą ograniczać produktywność ekosystemów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy

	(liczebności, biomasy, energii)				
54. Obieg azotu i węgla w przyrodzie	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>amonifikacja, nityfikacja, denityfikacja</i> opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie wymienia źródła węgla w przyrodzie 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie nityfikacji, amonifikacji oraz denityfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez sinice 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie wykazuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot
55. Różnorodność biologiczna	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>gatunek reliktowy, endemit, ostoja</i> wymienia typy różnorodności biologicznej wymienia czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność wymienia przykłady biomów lądowych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje wybrane środowiska wodne omawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne

	<p>i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna 	<p>endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu podaje przykłady gatunków endemicznych i gatunków reliktowych 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne, głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej 	<ul style="list-style-type: none"> wykazuje wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi
<p>56. Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną</p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka

	przez człowieka		kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka	nowotworów	
57–58. Ochrona różnorodności biologicznej	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> 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 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje różnice między introdukcją a reintrodukcją gatunków przedstawia kryteria podziału różnych form ochrony przyrody wyjaśnia celowość stosowania form ochrony służących zachowaniu różnorodności gatunkowej w Polsce podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i ochrony biernej omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia różnice między ochroną środowiska a ochroną przyrody charakteryzuje formy ochrony indywidualnej i obszarowej w Polsce wymienia przyczyny stosowania ochrony przyrody wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> uzasadnia konieczność ochrony starych odmian roślin i ras zwierząt hodowlanych wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony przyrody 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody

	ochrony indywidualnej w Polsce				
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