

Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny z Biologia na czasie – klasa 4 poziom rozszerzony

ocena dopuszczająca	ocena dostateczna	ocena dobra	ocena bardzo dobra	ocena celująca
Okres I				
Rozdział 1. Genetyka molekularna				
<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 wirusów	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych
<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>replikacja</i> - przedstawia znaczenie replikacji DNA - wymienia etapy replikacji DNA - wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji	<i>Uczeń:</i> - 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	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje poszczególne etapy replikacji - wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA - wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych - określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	<i>Uczeń:</i> - 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	<i>Uczeń:</i> - opisuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA - wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej

	• porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych		a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych	
<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>gen, 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 ciągłe i nieciągłe • wyjaśnia pojęcie: <i>genom</i> • przedstawia budowę chromosomu • omawia budowę i rodzaje chromatyny	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje gen • porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym	<i>Uczeń:</i> • porównuje heterochromatynę z euchromatyną • opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym • oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera	<i>Uczeń:</i> • rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematycznej (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)
<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, 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 • określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji	<i>Uczeń:</i> • omawia przebieg transkrypcji i translacji • analizuje i wykorzystuje 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 aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji	<i>Uczeń:</i> • omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego 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	<i>Uczeń:</i> • wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja • przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów • wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów • porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i wybranych organellach komórki eukariotycznej • wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach 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
<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>alternatywne składanie RNA</i>	<i>Uczeń:</i> • opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u

- wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej - przedstawia rolę czynników transkrypcyjnych	- omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej - przedstawia regulację dostępu do genu - przedstawia regulację inicjacji transkrypcji z udziałem czynników transkrypcyjnych	względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informację genetyczną	- wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej - wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu - wyjaśnia dlaczego regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych jest dużo bardziej skomplikowana niż w komórkach prokariotycznych	organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy
Rozdział 2. Genetyka klasyczna – I semestr				
<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	<i>Uczeń:</i> - 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> analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego	<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
<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	<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 występuje gen letalny	<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

	wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej			
<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
<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 chromosomie	<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	<i>Uczeń:</i> - określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej - uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi
<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>kariotyp, chromosomy płci</i> - charakteryzuje kariotyp człowieka	<i>Uczeń:</i> wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen <i>SRY</i> i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet - omawia przykłady środowiskowego mechanizmu	<i>Uczeń:</i> porównuje i wskazuje różnice między dziedziczeniem genów sprzężonych z płcią

- 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	- 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	- 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	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	a dziedziczeniem cech związanych z płcią wykazuje znaczenie regionów pseudoautosomalnych dla prawidłowego rozdziału chromosomów do gamet
<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 barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą	<i>Uczeń:</i> - 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 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 - wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym
Rozdział 3. Zmienność organizmów				
<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>zmienność genetyczna (rekombinacyjna, mutacyjna)</i> - podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej	<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 - opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji	<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	<i>Uczeń:</i> - omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych - porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną	<i>Uczeń:</i> określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie

<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, średnia ważona, dominanta, odchylenie standardowe</i> - oblicza dominantę, medianę - wykorzystuje odchylenie standardowe w analizie wyników badań	<i>Uczeń:</i> - wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą - interpretuje odchylenie standardowe na podstawie wykresów z zaznaczonymi słupkami błędów (tzw. wąsy)	<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
<i>Uczeń:</i> - 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	<i>Uczeń:</i> - 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	<i>Uczeń:</i> - 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	<i>Uczeń:</i> - 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	<i>Uczeń:</i> - 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 kodującego ją genu wystąpi mutacja
<i>Uczeń:</i> - podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych - wyjaśnia pojęcie: <i>choroby bloku metabolicznego</i>	<i>Uczeń:</i> - klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia - podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego - charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, płasawicę Huntingтона, mukowiscydozę	<i>Uczeń:</i> - 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

• podaje nazwę choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria) • wskazuje fenyloketonurię jako chorobę metaboliczną, której leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej	• analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych	fenyloketonuria, płasawica Huntingтона, daltonizm, hemofilia • wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego		w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
<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> • 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> • przedstawia sytuację, 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 (zespół Klinefeltera, zespół Downa, zespół Turnera) • wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa	<i>Uczeń:</i> • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia

Okres II

Rozdział 4. Biotechnologia molekularna

<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>biotechnologia klasyczna</i>, <i>biotechnologia molekularna</i>, <i>inżynieria genetyczna</i> • podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna • podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej	<i>Uczeń:</i> • przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii klasycznej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków • podaje zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym	<i>Uczeń:</i> • wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną • omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym	<i>Uczeń:</i> • omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną	<i>Uczeń:</i> • wykazuje zasadność stosowania produktów wytwarzanych dzięki biotechnologii tradycyjnej i biotechnologii molekularnej w życiu człowieka • na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia rolę fermentacji w innej gałęzi przemysłu niż przemysł spożywczy
--	--	---	---	--

rozróżnia i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej				
<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>wektor, elektroforeza DNA, PCR, mapy restrykcyjne, biblioteki genomowe, biblioteki cDNA, transformacja genetyczna</i> - wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA) - wymienia techniki inżynierii genetycznej - podaje przykłady wektorów	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA metodą Sangera</i> - charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej - przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA) - uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych - 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 restrykcyjnej 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 restrykcyjne - 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, plazmidów - 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
<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	<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	<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	<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	<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

wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie	przedstawia sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO	dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku	analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciw nim	
<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka</i> - wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie - określa cele klonowania organizmów - wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi - podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt - wymienia sposoby 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 - wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt	<i>Uczeń:</i> - omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania - wyjaśnia sposoby klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt - formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu - porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym	<i>Uczeń:</i> - analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdziałania komórek zarodka - wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt - wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów - wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem	<i>Uczeń:</i> - planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki zawiera informację genetyczną odpowiedzialną za rozwój organizmu - wyjaśnia, dlaczego klonowanie człowieka budzi duży sprzeciw etyczny - wymienia argumenty przemawiające za klonowaniem wymarłych gatunków zwierząt i przeciw niemu
<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	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>przeciwciała monoklonalne</i> - wyjaśnia ogólną zasadę terapii genowej - wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej - omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej	<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	<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	<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, czym zajmuje się diagnostyka molekularna • podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych • podaje przykłady biofarmaceutyków	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	• 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	• omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy • wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii	• wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych
<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcie: <i>profil genetyczny</i> • wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny • przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie	<i>Uczeń:</i> • omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie • omawia zastosowanie profilu genetycznego • przedstawia wykorzystanie profili genetycznych w medycynie sądowej • dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej	<i>Uczeń:</i> • dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością • formułuje własne opinie na temat rozwoju biotechnologii molekularnej • przedstawia sposób otrzymania profilu genetycznego • przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań 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	<i>Uczeń:</i> • na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej
Rozdział 5. Ewolucja organizmów				
<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji</i>	<i>Uczeń:</i> • przedstawia założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina • wskazuje różnice między doбором naturalnym a doбором sztucznym	<i>Uczeń:</i> • porównuje dobór naturalny z doбором sztucznym • omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji	<i>Uczeń:</i> • podaje argumenty świadczące o tym, że ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów

<i>Uczeń:</i> - 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 organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy - podaje przykłady atawizmów i narządów szczątkowych - określa, czym zajmuje się paleontologia - opisuje metodę pozwalającą ustalić wiek bezwzględny skał	<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 pozwalające na ocenę względnego wieku skał osadowych - wyjaśnia różnice między atawizmem a narządem szczątkowym - charakteryzuje formy przejściowe zwierząt	<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 biochemiczne organizmów	<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 najbliżej spokrewnione
<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, konkurencja, 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	<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 - podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu	<i>Uczeń:</i> - wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu - wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie - charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doбором krewniaczym - omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji	<i>Uczeń:</i> omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku	<i>Uczeń:</i> dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne
<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i> przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową	<i>Uczeń:</i> określa czynniki, które mogą doprowadzić w danej populacji	<i>Uczeń:</i>	<i>Uczeń:</i> przewiduje skutki wąskiego gardła i efektu założyciela

- 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	- 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	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	- sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej - uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji	dla puli genowej danej populacji na podstawie dostępnych źródeł wykazuje zachodzenie zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji
<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>specjacja, radiacja adaptacyjna</i> - przedstawia biologiczną koncepcję gatunku - wymienia rodzaje specjacji - klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej	<i>Uczeń:</i> - przedstawia mechanizmy izolacji rozrodowej 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) - opisuje bariery prezygotyczne i bariery postzygotyczne	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodowej: prezygotyczne i postzygotyczne - podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodowej - 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 kietły 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
<i>Uczeń:</i> - 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 organizmów	<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
<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia pojęcie: <i>antropogeneza</i> - określa przynależność systematyczną człowieka	<i>Uczeń:</i> - omawia korzyści związane z pionizacją ciała - przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych	<i>Uczeń:</i> - uzasadnia przynależność systematyczną człowieka - określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na	<i>Uczeń:</i> analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej

- wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt - wskazuje podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi - wymienia cechy specyficzne ludzkie - porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych	- 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	podstawie drzewa rodowego człowieka omawia drogi rozprzestrzeniania się człowieka z Afryki na inne kontynenty	człowieka z innymi człekokształtnymi przedstawia korzyści i straty związane z pionizacją ciała	postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia
--	--	--	---	---

Rozdział 6. Ekologia i różnorodność biologiczna

<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 - interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiskowego	<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 minimum a prawem tolerancji ekologicznej - uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi	<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 - wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi - charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody - przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska	<i>Uczeń:</i> - 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
--	---	--	---	---

		• wyjaśnia zasadę współdziałania czynników		
<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 • 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 • 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 • charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji • podaje główne założenia teorii metapopulacji	<i>Uczeń:</i> • odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczną) od rozrodzości realizowanej (ekologiczną) • charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia teorię metapopulacji • wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku
<i>Uczeń:</i> • 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	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe • wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych • charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych • wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie	<i>Uczeń:</i> • wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym

<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 konkurencji wewnątrzgatunkowej - podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej	<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 wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów - omawia na podstawie wykresu cykliczne zmiany liczebności w układzie roślinożerca–roślina	<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 zdobywania pokarmu	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany - wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożerca	<i>Uczeń:</i> - określa skutki działania substancji allelopatycznych - wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa
<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, redukcja, 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	<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	<i>Uczeń:</i> - określa kryteria podziału ekosystemów - charakteryzuje rodzaje ekosystemów - charakteryzuje gatunki pionierskie - wyjaśnia oddziaływanie między biotopem a biocenozą - wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu	<i>Uczeń:</i> - omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych - omawia wpływ biocenozy na mikroklimat - przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie	<i>Uczeń:</i> wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny
<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć pokarmowa (troficzna), produktywność ekosystemu</i>	<i>Uczeń:</i> przedstawia znaczenie terminów: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i>	<i>Uczeń:</i> wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych	<i>Uczeń:</i> charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha

• 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 (liczebności, biomasy, energii)	• 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	• 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	• wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne • omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów	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
<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
<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcie <i>endemit</i> • wymienia typy różnorodności biologicznej • wymienia czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność • wymienia przykłady biotów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi • wymienia czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcie: <i>ogniska różnorodności biologicznej</i> • omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się bioty • charakteryzuje bioty występujące na Ziemi • podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biot • omawia strefowość biotów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu	<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 bioty wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne,	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje wybrane środowiska wodne • porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biotów • wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej	<i>Uczeń:</i> • wykazuje związek między rozmieszczeniem biotów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej • dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne

• przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna	• podaje przykłady gatunków endemicznych	głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta		
<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 zawleczeniem • 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
<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 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	<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 Polsce • podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i ochrony biernej • omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21)	<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 działań podejmowanych w celu ochrony gatunków ekosystemów	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego • uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony przyrody • uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów	<i>Uczeń:</i> • proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła • na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody