

Wymagania edukacyjne z biologii dla klasy 4 Liceum Ogólnokształcącego – zakres rozszerzony
Podręcznik: „Biologia na czasie” – część 4 – zakres rozszerzony F. Dubert, M. Jurgowiak, W. Zamachowski

		ocena dopuszczająca	ocena dostateczna	ocena dobra	ocena bardzo dobra	ocena celująca
Rozdział 1. Genetyka molekularna						
1.	Budowa i rola kwasów nukleinowych	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>podwójna helisa</i> - przedstawia budowę nukleotydu DNA i RNA - wymienia zasady azotowe występujące w DNA i RNA - przedstawia regułę Chargaffa - określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej - wymienia rodzaje RNA - określa rolę podstawowych rodzajów RNA - podaje budowę przestrzenną cząsteczki DNA	<i>Uczeń:</i> - omawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA - wymienia nazwy wiązań występujących między elementami budującymi nukleotyd - uzupełnia schemat jednoniciowego DNA o komplementarny łańcuch polinukleotydowy - opisuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA - określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia regułę komplementarności zasad - wyjaśnia, na czym polega różna polarność łańcuchów polinukleotydowych DNA - rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA - wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa - porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA - oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad - odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów - wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA - wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki - omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wirusów	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych
2.	Replikacja DNA	<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	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje poszczególne etapy replikacji - wyказuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA - wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych - określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	<i>Uczeń:</i> - wyказuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji - omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA - wyказuje związek między replikacją DNA a zdolnością komórki do podziału - analizuje różnice między	<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

			- określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji - porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych		replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych	
3.	Geny i genomy	<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 - rozdziela 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)
4. 5. 6.	Ekspresja genów	<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	<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	<i>Uczeń:</i> - wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja - przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek - wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się poliribosomów - wyjaśnia biologiczne znaczenie poliribosomów - porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i wybranych organellach komórki	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji - wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nie kodującą i nie matrycową - wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka

		RNA w procesie transkrypcji		białek	eukariotycznej	
					wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nie kodującą i nie matrycową	
7.	Regulacja ekspresji genów	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>alternatywne składanie RNA</i> - wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej - przedstawia rolę czynników transkrypcyjnych	<i>Uczeń:</i> - opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA - omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej - przedstawia regulację dostępu do genu - przedstawia regulację inicjacji transkrypcji z udziałem czynników transkrypcyjnych	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informację genetyczną	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej - wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu - wyjaśnia dlaczego regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych jest dużo bardziej skomplikowana niż w komórkach prokariotycznych	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy
Rozdział 2. Genetyka klasyczna						
8. 9.	Dziedziczenie cech. Prawa Mendla	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>allel, genotyp, fenotyp, homozygota, heterozygota, allel dominujący, allel recesywny, czyste linie</i> - podaje treść I i II prawa Mendla - określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy	<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 - oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego	<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

		Punnetta określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej	dziedziczenia dwóch cech			
10. 11.	Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>allele wielokrotne, dominacja niepełna, dominacja pełna, kodominacja, geny letalne</i> - wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców - opisuje zjawisko plejotropii	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji - określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej	<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 F_1 i F_2 mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim
12. 13.	Dziedziczenie wielogenowe	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>geny dopełniające się, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> - podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych - podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>gen epistatyczny, gen hipostatyczny</i> - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się - odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia kumulatywnego - na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi) - omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych	<i>Uczeń:</i> - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych - rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego	<i>Uczeń:</i> określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie

14. 15.	Chromosomowa teoria dziedziczenia	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>locus</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 - 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
16.	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>kariotyp</i>, <i>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	<i>Uczeń:</i> - wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią - określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią - wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu - wskazuje cechy związane z płcią i podaje przyczyny ich występowania - opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen <i>SRY</i> i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra - omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X - charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują - wyjaśnia, dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn - wyjaśnia i porównuje męską	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet - omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci u zwierząt - planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia np. koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci - uzasadnia prawdopodobieństwo pojawienia się określonych fenotypów	<i>Uczeń:</i> - porównuje i wskazuje różnice między dziedziczeniem genów sprzężonych z płcią a dziedziczeniem cech związanych z płcią - wykazuje znaczenie regionów pseudoautosomalnych dla prawidłowego rozdziału chromosomów do gamet

		sprzężone z płcią		i żeńską różnogametyczność u zwierząt	w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią	
17.	Dziedziczenie pozajądrowe	<i>Uczeń:</i> • podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny • przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego • podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego	<i>Uczeń:</i> • podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem • omawia sposób przekazywania organelli półautonomicznych w procesie zapłodnienia • podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dzwiczka peruwiańskiego mogą mieć barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą	<i>Uczeń:</i> • uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterility jest korzystna dla roślin • uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodyg i liści u dzwiczka 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						
18.	Rodzaje zmienności	<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
19. 20.	Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>minimum, maksimum, średnia arytmetyczna</i> • oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>zakres wartości, średnia arytmetyczna, mediana, średnia ważona, dominanta, odchylenie standardowe</i> • oblicza dominantę, medianę	<i>Uczeń:</i> • wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą • interpretuje odchylenie standardowe na podstawie wykresów z zaznaczonymi	<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

		na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy	wykorzystuje odchylenie standardowe w analizie wyników badań	słupkami błęd (tzw. wąsy)		hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji
21. 22.	Mutacje	<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> - rozróżnia mutacje genowe ze względu na efekt w powstającym białku - klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów - określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu - wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych	<i>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 różnicę między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego - wykazuje, w jaki sposób zostanie zmieniona cząsteczka białka o określonej liczbie aminokwasów, jeżeli w ściśle określonym miejscu kodującego ją genu wystąpi mutacja
23. 24.	Choroby jednogenowe	<i>Uczeń:</i> podaje przykłady chorób	<i>Uczeń:</i> klasyfikuje choroby	<i>Uczeń:</i> podaje przykłady	<i>Uczeń:</i> ustala typ dziedziczenia	<i>Uczeń:</i> uzasadnia znaczenie

		genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych • wyjaśnia pojęcie: <i>choroby bloku metabolicznego</i> • podaje nazwę choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria) • wskazuje fenyloketonurię jako chorobę metaboliczną, której leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej	genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia • podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego • charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, płasawicę Huntingtona, mukowiscydozę • analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych	stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność • ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów (mukowiscydoza, fenyloketonuria, płasawica Huntingtona, daltonizm, hemofilia) • wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego	na podstawie analizy rodowodu ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci	analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
25. 26.	Zespoły aberracji chromosomowych	<i>Uczeń:</i> • podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów • podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci • przedstawia zadania poradnictwa genetycznego • porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z	<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 sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego • wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii, np. 21 chromosomu (zespołu Downa)	<i>Uczeń:</i> • określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (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 Philadelphii

		zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera				
Rozdział 4. Biotechnologia molekularna						
27.	Biotechnologia	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>biotechnologia klasyczna, biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna</i> - podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna - podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej - rozdziela i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej	<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
28. 29.	Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>wektor, elektroforeza DNA, PCR, mapy restrykcyjne, biblioteki genomowe, biblioteki cDNA, transformacja genetyczna</i> - wymienia enzymy stosowane w biotechnologii	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA metodą Sangera</i> - charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej - przedstawia istotę technik	<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	<i>Uczeń:</i> - sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne - określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy - wyjaśnia proces transformacji	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, plazmidów - porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej

		molekularnej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA) - wymienia techniki inżynierii genetycznej - podaje przykłady wektorów	stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA) - uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych - klasyfikuje metody transformacji genetycznej	- 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	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	przydatna jako źródło informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne
30.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny</i> - wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi - podaje sposoby otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie - podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom - wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych	<i>Uczeń:</i> - podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt - przedstawia metody otrzymywania transgenicznych bakterii - omawia perspektywy praktycznego wykorzystania GMO w rolnictwie, nauce, przemyśle i medycynie - przedstawia korzyści wynikające ze stosowania GMO - podaje zagrożenia dla środowiska i zdrowia wynikające z wykorzystywania GMO - przedstawia sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO	<i>Uczeń:</i> - omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów - charakteryzuje sposoby otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych - omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt - charakteryzuje wybrane produkty GMO - przedstawia badania przeprowadzane przed dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli - wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznej zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego do wytwarzania białek człowieka nie zawsze można użyć bakterii transgenicznych - wyjaśnia, w jaki sposób można wykorzystać mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie w ochronie środowiska - charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO - analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciwnym	<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

		genetycznie				
31.	Klonowanie organizmów i komórek	<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 rozdziału 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
32. 33.	Biotechnologia molekularna w medycynie	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste</i> - określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwencjonowania - wyjaśnia, czym zajmuje	<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 w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych,	<i>Uczeń:</i> - omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka - omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji danej osoby do wystąpienia niektórych chorób - charakteryzuje techniki wykorzystywane w	<i>Uczeń:</i> - określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób - przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób - wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania terapii genowej - omawia sposoby wytwarzania	<i>Uczeń:</i> - planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste - wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej - wyjaśnia znaczenie

		się diagnostyka molekularna • podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych • podaje przykłady biofarmaceutyków	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	diagnostyce molekularnej • wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych • porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA • wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi • przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny	biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy • wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii	i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych
34.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<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						
35.	Rozwój myśli ewolucyjnej	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>ewolucja biologiczna</i>,	<i>Uczeń:</i> • przedstawia założenia teorii doboru naturalnego	<i>Uczeń:</i> • porównuje dobór naturalny z doбором sztucznym	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia relacje między teorią doboru	<i>Uczeń:</i> • podaje argumenty świadczące o tym, że

		<i>ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji</i>	Karola Darwina wskazuje różnice między doborem naturalnym a doborem sztucznym	omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji	naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji	ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów
36. 37.	Dowody ewolucji	<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 pozwalającej 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
38.	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, konkurencja, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający</i>	<i>Uczeń:</i> - przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków - opisuje działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz	<i>Uczeń:</i> - wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu - wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie - charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doborem	<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

		- wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska - podaje przykłady dymorfizmu płciowego	rozrywającego - wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie - podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu	krewnia czym omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji		
39. 40. 41.	Ewolucja na poziomie gatunku i populacji	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>genetyka populacyjna</i>, <i>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	<i>Uczeń:</i> - przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową - stosuje równanie Hardy’ego–Weinberga do obliczeń częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji - charakteryzuje dryf genetyczny i efekt wąskiego gardła - podaje przykłady działania dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła	<i>Uczeń:</i> - 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	<i>Uczeń:</i> - sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej - uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji	<i>Uczeń:</i> - przewiduje skutki wąskiego gardła i efektu założyciela dla puli genowej danej populacji - na podstawie dostępnych źródeł wykazuje zachodzenie zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji
42.	Powstawanie gatunków – specjacja	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>specjacja</i>, <i>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 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) - opisuje bariery prezygotyczne i bariery postzygotyczne	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne i postzygotyczne - podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej - wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo - wyjaśnia na przykładzie kielży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji - określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków

43.	Prawidłowości ewolucji. Koewolucja	<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
44.	Antropogeneza	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia pojęcie: <i>antropogeneza</i> - określa przynależność systematyczną człowieka - wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt - wskazuje podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi - wymienia cechy specyficznie ludzkie - porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych	<i>Uczeń:</i> - omawia korzyści związane z pionizacją ciała - przedstawia cechy odróżniające człowieka od małą człękoksztalnych - 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	<i>Uczeń:</i> - 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	<i>Uczeń:</i> - analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człękoksztalnymi - przedstawia korzyści i straty związane z pionizacją ciała	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia
Rozdział 6. Ekologia i różnorodność biologiczna						
45.	Podstawy ekologii. Tolerancja ekologiczna	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcia: <i>ekologia, ochrona</i>	<i>Uczeń:</i> definiuje pojęcie: <i>gatunek kosmopolityczny</i>	<i>Uczeń:</i> wskazuje różnice między zakresem badań ekologii	<i>Uczeń:</i> wskazuje różnice między niszą	<i>Uczeń:</i> wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i

		<i>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	• 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	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 • wyjaśnia zasadę współdziałania czynników	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	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
46. 47.	Ekologia populacji	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcie: <i>populacja</i> • wymienia cechy populacji • podaje parametry populacji wpływające na jej liczebność • przedstawia typy rozmieszczenia osobników w populacji • przedstawia trzy	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową • podaje przyczyny śmiertelności • charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia	<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	<i>Uczeń:</i> • odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczną) od rozrodczości realizowanej (ekologicznej) • 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

		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	organizmów - omawia strategię rozrodu - porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji - charakteryzuje krzywe przeżywania - przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku	organizmów - analizuje piramidy wieku populacji - charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji - podaje główne założenia teorii metapopulacji		
48.	Zależności nieantagonistyczne	<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	<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

		przystosowania organizmów wchodzących w związki mutualistyczne				
49.	Zależności antagonistyczne	<i>Uczeń:</i> - wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję - podaje przykłady oddziaływań antagonistycznych - podaje znaczenie terminów: <i>hierarchia społeczna, samoprzerzedzenie, wyparcie konkurenta</i> - charakteryzuje roślinożerność - wymienia skutki 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 roślinożercy	<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
50.	Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, reducent, sukcesja ekologiczna</i> - wyróżnia poziomy troficzne - podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w	<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	<i>Uczeń:</i> - określa kryteria podziału ekosystemów - charakteryzuje rodzaje ekosystemów - charakteryzuje gatunki pionierskie - wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą	<i>Uczeń:</i> - omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych - omawia wpływ biocenozy na mikroklimat - przedstawia sukcesję jako proces przemiany	<i>Uczeń:</i> wyказuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny

		ekosystemie • klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne • klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne	sukcesja ekologiczna	• wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu	ekosystemu w czasie	
51.	Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć pokarmowa (troficzna), produktywność ekosystemu</i> • przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych • podaje przykłady łańcucha spasanias 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)	<i>Uczeń:</i> • przedstawia znaczenie terminów: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i> • konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne • porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów • wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie • podaje rolę gatunków kluczowych (zwornikowych) w ekosystemie • omawia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie	<i>Uczeń:</i> • wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych • omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach • rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy • wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów	<i>Uczeń:</i> • charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu • wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne • omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy • wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności • uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy
52.	Obieg azotu i węgla w przyrodzie	<i>Uczeń:</i> • definiuje pojęcia: <i>amonifikacja, nityfikacja,</i>	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia pojęcie: <i>cykl biogeochemiczny</i> • podaje rolę organizmów	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia znaczenie nityfikacji, amonifikacji oraz denityfikacji	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków	<i>Uczeń:</i> • wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie

		<i>denitryfikacja</i> - opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie - wymienia źródła węgla w przyrodzie	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	w krążeniu azotu w przyrodzie wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez sinice	wyказuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot
53.	Różnorodność biologiczna	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie <i>endemit</i> - wymienia typy różnorodności biologicznej - wymienia czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność - wymienia przykłady biomów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi - wymienia czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi - przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcie: <i>ogniska różnorodności biologicznej</i> - omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy - charakteryzuje biomy występujące na Ziemi - podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu - omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu - podaje przykłady gatunków endemicznych	<i>Uczeń:</i> - omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi - charakteryzuje typy różnorodności biologicznej - przedstawia przykłady ognisk różnorodności biologicznej na kuli ziemskiej - wyjaśnia regułę Allena i regułę Bergmanna - charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne, głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta	<i>Uczeń:</i> - charakteryzuje wybrane środowiska wodne - porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów - wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej	<i>Uczeń:</i> - wyказuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej - dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne
54.	Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>introdukcja, erozja, degradacja gleby</i> - podaje znaczenie terminów: <i>dziura ozonowa, kwaśne opady, smog</i> - podaje możliwe skutki intensyfikacji rolnictwa - omawia proces kumulacji	<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	<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	<i>Uczeń:</i> - wyjaśnia wpływ działalności człowieka na wzrost globalnego ocieplenia - porównuje smog kwaśny ze smogiem fotochemicznym - opisuje wpływ ocieplenia klimatu na bioróżnorodność	<i>Uczeń:</i> - wyказuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną - wyjaśnia skutki

		związków toksycznych w ogniwach łańcucha pokarmowego wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka	inwazyjnych na gatunki rodzime określa znaczenie korytarzy ekologicznych	smogu, kwaśnych opadów i dziury ozonowej omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka	- wyjaśnia różnice między introdukcją a zawleczeniem - wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów	fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka
55. 56.	Ochrona różnorodności biologicznej	<i>Uczeń:</i> - definiuje pojęcia: <i>restytucja, reintrodukcja, ochrona czynna, ochrona bierna, Agenda 21</i> - podaje zadania ochrony środowiska i ochrony przyrody - wymienia formy ochrony przyrody w zależności od stopnia ingerencji 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 i 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