

**WYMAGANIA EDUKACYJNE Z BIOLOGII NIEZBĘDNE DO UZYSKANIA PRZEZ UCZNIA**

 **POSZCZEGÓLNYCH ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH OCEN KLASYFIKACYJNYCH WYNIKAJĄCYCH Z REALIZOWANEGO PROGRAMU NAUCZANIA MAŁGORZATA MIĘKUS, BIOLOGIA NA CZASIE, NOWA ERA. (LICEUM 4-LETNIE)**

**ZAKRES ROZSZERZONY**

|  |
| --- |
| **Szczegółowe wymagania edukacyjne dla klasy 4A, 4B1, 4B2, 4B3, 4D, 4F** |
| Uczeń spełnia wszystkie wymagania edukacyjne dla poziomu podstawowego, a ponadto wymagania wyszczególnione poniżej. Ocenę **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który nie spełnia wymagań edukacyjnych niezbędnych do uzyskania oceny dopuszczającej. |

|  |
| --- |
| **Poziom wymagań** |
| **ocena****dopuszczająca** | **ocena****dostateczna** | **ocena****dobra** | **ocena****bardzo dobra** | **ocena****celująca** |
|  |
| **Genetyka molekularna** |
| *Uczeń:** definiuje pojęcie: *podwójna helisa*
* 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
 | *Uczeń:** 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 RNAw komórkach prokariotyczneji eukariotycznej
 | *Uczeń:** 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 budowęi funkcje DNA z budowąi funkcjami RNA
* oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad
* odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa
 | *Uczeń:** wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów
* wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA
* wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki
* omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wiroidów i wirusów
 | *Uczeń:** planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej
* wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcie: *replikacja*
* przedstawia znaczenie replikacji DNA
* wymienia etapy replikacji DNA
* wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji
 | *Uczeń:** definiuje pojęcia: *widełki replikacyjne*, *oczko replikacyjne*, *replikon*
* omawia przebieg replikacji
* uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki
* przedstawia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA
* określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji
* porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznychi eukariotycznych
* określa funkcję enzymów w replikacji DNA u bakterii *E. coli*
 | *Uczeń:** charakteryzuje poszczególne etapy replikacji
* wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA
* wykazuje różnicew syntezie obu nowych łańcuchów DNA
* wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych
* określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA
 | *Uczeń:** wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji
* omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA
* wykazuje związek między replikacją DNA a zdolnością komórki do podziału
* analizuje różnice między replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych
 | *Uczeń:** planuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA
* wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *gen*, *genom*, *pozagenowy DNA*, *chromosom*, *chromatyna*, *nukleosom*
* podaje funkcje genu
* przedstawia strukturę genu
* wskazuje różnicę między eksonem a intronem
* określa lokalizację DNAw komórkach prokariotyczneji eukariotycznej
* wymienia rodzaje chromatyny
 | *Uczeń:** omawia budowę genu
* rozróżnia geny ciągłei nieciągłe
* wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu
* charakteryzuje genom komórki prokariotycznej i genom komórki eukariotycznej
* definiuje pojęcia: *sekwencje powtarzalne*, *pseudogeny*
* omawia skład chemiczny chromatyny
* przedstawia budowę chromosomu
 | *Uczeń:** podaje informacje zawarte w genie
* charakteryzuje genom wirusa
* porównuje strukturę genomu prokariotycznego i genomu eukariotycznego
* wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNAw jądrze komórkowym
* wskazuje różnice między genomem haplontów a genomem diplontów
 | *Uczeń:** porównuje heterochromatynęz euchromatyną
* opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym
* omawia genom mitochondrialny człowieka
* omawia różnice między genomem wirusa a genomem bakterii
* oblicza, jaką część pozagenowego DNA zawiera cząsteczka DNA o określonej długości
* oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera
 | *Uczeń:** klasyfikuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria: rodzaj kwasu nukleinowego, liczbę nici, strukturę
* rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania faktów / informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematyczną (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *kod genetyczny*, *ekspresja genu*, *translacja*, *transkrypcja*, *ramka odczytu*
* wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego
* przedstawia budowę mRNA
* wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA
* wskazuje rolę tRNA w procesie translacji
* nazywa etapy translacji
 | *Uczeń:** omawia przebieg transkrypcji i translacji
* analizuje tabelę kodu genetycznego
* porównuje pre-mRNA z mRNA
* wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów
* omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej
* określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji
* określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji
 | *Uczeń:** 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 prokariotycznychi komórkach eukariotycznych
* określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek
 | *Uczeń:** wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja
* wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów
* wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów
* porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej
* wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową
 | *Uczeń:** 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
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *operon*, *alternatywne składanie RNA*
* wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury
* wymienia czynniki wpływające na ekspresję genów operonu laktozowego
* wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej
 | *Uczeń:** przedstawia na podstawie modelu operonu założenia regulacji ekspresji genów w komórce prokariotycznej
* opisuje działanie czynników wpływających na ekspresję genów operonu laktozowego
* opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA
* przedstawia, jakie znaczeniew regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor
* omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej
 | *Uczeń:** porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego
* porównuje regulację ekspresji genóww komórkach prokariotycznychi komórkach eukariotycznych
* wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informacje genetyczną
 | *Uczeń:** wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej
* wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu
* omawia rolę sekwencji niekodujących RNAw regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej
* wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy
 | *Uczeń:** odróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego
* przewiduje i wyjaśnia skutki braku możliwości regulacji represora operonu tryptofanowego, który będzie wiązał się z DNA niezależnie od tego, czy tryptofan będzie w komórce
 |
| **Genetyka klasyczna** |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *allel*, *genotyp*, *fenotyp*, *homozygota*, *heterozygota*, *allel dominujący*, *allel recesywny*, *czyste linie*
* podaje treść I i II prawa Mendla
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta
* określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej
* podaje zasługi G. Mendla dla rozwoju genetyki
 | *Uczeń:** omawia badania G. Mendla
* definiuje pojęcie: *linia czysta*
* 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniachG. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych
* analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego
* wyjaśnia znacznie badań G. Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech i ich wkład w rozwój genetyki
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych
* wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *allele wielokrotne*, *dominacja niepełna*, *dominacja pełna*, *kodominacja*, *geny letalne*
* wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców
* opisuje zjawisko plejotropii
 | *Uczeń:** charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypówi fenotypów u potomstwaw przypadku kodominacji
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwaw przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej
* przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi
 | *Uczeń:** wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F1 i F2 mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *geny* *dopełniające się*, *geny kumulatywne*, *geny plejotropowe*
* podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych
* podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo
 | *Uczeń:** definiuje pojęcia: *gen epistatyczny*, *gen hipostatyczny*
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypówi 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi)
* omawia, na czym polega działanie genów epistatycznychi hipostatycznych
 | *Uczeń:** określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypówi fenotypów u potomstwaw przypadku dziedziczenia genów epistatycznych
* rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego
 | *Uczeń:** określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *locus*, *geny sprzężone*, *chromosomy homologiczne crossing-over*, *mapa genowa*, *centymorgan* (*cM*)
* 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia *crossing-over* a odległością między dwoma genamiw 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
 | *Uczeń:** oblicza częstość *crossing--over* między dwoma genami sprzężonymi
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypówi fenotypów u potomstwazgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch cech sprzężonych
* analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych
* oblicza odległość między genami
 | *Uczeń:** wykazuje różnice między genami niesprzężonymii sprzężonymi
* wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych
* przedstawia wszystkie możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone
* uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi
 | *Uczeń:** określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *kariotyp*, *chromosomy płci*
* charakteryzuje kariotyp człowieka
* wskazuje podobieństwai różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny
* przedstawia sposób determinacji płciu człowieka
* określa płeć na podstawie analizy kariotypu
* podaje typy chromosomowej determinacji płci
* wymienia choroby sprzężone z płcią
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia, jaką rolęw determinacji płci odgrywa gen *SRY* 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 wyłącznieu mężczyzn
* wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt
 | *Uczeń:** wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet
* omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci u zwierząt
* planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia np. koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci
* uzasadnia prawdopodobieństwo pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią
 | *Uczeń:** 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
 |
| *Uczeń:** podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny
* przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego
* podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** 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 niemendlowskim i jednorodzicielskim
 | *Uczeń:** wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych
* wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego
 | *Uczeń:** na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego
 |
| **Zmienność organizmów** |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *zmienność genetyczna* (*rekombinacyjna*, *mutacyjna*), *zmienność środowiskowa*
* wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi
* podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej
* podaje przykłady zmienności środowiskowej
* określa, jakiego typu zmienność obserwuje się w przypadku bliźniąt jednojajowych
 | *Uczeń:** definiuje pojęcia: *zmienność ciągła*, *zmienność nieciągła*
* podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej
* omawia przyczyny zmienności genetycznej
* określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej
* porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową
 | *Uczeń:** wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, *crossing--over* oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą
* uzasadnia, że mutacje stanowią jednoz głównych źródeł zmienności genetycznej
* porównuje zmienność rekombinacyjnąze zmiennością mutacyjną
* określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska
 | *Uczeń:** omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych
* określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie
 | *Uczeń:** wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowaneju organizmówo identycznych genotypach
* wykazuje znaczenie pojęcia *norma reakcji genotypu*
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *minimum*, *maksimum*, *średnia arytmetyczna*
* oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną
* na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy
 | *Uczeń:** definiuje pojęcia: *zakres wartości*, *średnia arytmetyczna*, *mediana*, *dominanta*, *odchylenie standardowe*
* oblicza dominantę, medianę, odchylenie standardowe
 | *Uczeń:** wykazuje różnice między średnia arytmetyczną a medianą
 | *Uczeń:** wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań
 | *Uczeń:** udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *mutacja*,

*mutacja genowa*, *mutacja chromosomowa strukturalna*, *mutacja chromosomowa liczbowa*, *czynnik mutagenny** wymienia przykłady fizycznych, chemicznychi 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
 | *Uczeń:** definiuje pojęcia: *mutacja somatyczna*, *mutacja generatywna*, *mutacja spontaniczna*, *mutacja indukowana*
* 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia pojęcia: *mutacje letalne*, *mutacje subletalne*, *mutacje neutralne*, *mutacje korzystne*, *protoonkogeny*, *onkogeny*, *geny supresorowe*
* 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
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia różnice między kariotypem organizmu aneuploidalnegoa 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
 |
| *Uczeń:** podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych
* wyjaśnia pojęcie: *choroby bloku metabolicznego*
* wymienia choroby bloku metabolicznego (galaktozemia, alkaptonuria, fenyloketonuria, albinizm oczno-skórny)
* wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej
* rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi
 | *Uczeń:** klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia
* podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego
* charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, pląsawicę Huntingtona, dystrofię mięśniową Duchenne’a, krzywicę oporną na witaminę D, mukowiscydozę
* analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych
* przedstawia sposób dziedziczenia chorób mitochondrialnych na przykładzie choroby Lebera (dziedziczna neuropatia nerwu wzrokowego)
 | *Uczeń:** porównuje strukturęi właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej
* podaje przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność
* ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów
* wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego
 | *Uczeń:** ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu
* ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci
 | *Uczeń:** uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych
* na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
 |
| *Uczeń:** podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów
* podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomówi chromosomów płci
* przedstawia zadania poradnictwa genetycznego
* porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera
 | *Uczeń:** definiuje pojęcie: *gen fuzyjny*
* określa rodzaj zmian w kariotypie u chorychz 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
 | *Uczeń:** omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej
* przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego
* wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii, np. 21 chromosomu

(zespołu Downa) | *Uczeń:** określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (przewlekła białaczka szpikowa, zespół Klinefeltera, zespół cri-du-chat)
* wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa
 | *Uczeń:** analizuje przyczyny i objawy chorób genetycznych, takich jak zespół Patau, zespół Edwardsa
* wyjaśnia, w jaki sposób powstaje gen fuzyjny odpowiedzialny za przewlekłą białaczkę szpikową
* na podstawie dostępnych źródeł przedstawiai opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia
 |
|  **Biotechnologia molekularna** |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *biotechnologia klasyczna*, *biotechnologia molekularna*, *inżynieria genetyczna*
* podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna
* podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej
* rozróżnia i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną
* omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym
 | *Uczeń:** omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną
 | *Uczeń:** 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
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *wektor*, *elektroforeza DNA*, *PCR*, *mapy restrykcyjne*, *biblioteki genomowe*, *biblioteki cDNA*, *transformacja genetyczna*
* wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA)
* wymienia techniki inżynierii genetycznej
* podaje przykłady wektorów
 | *Uczeń:** definiuje pojęcia: *sonda molekularna*, *hybrydyzacja DNA*, *sekwencjonowanie DNA*
* charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej
* przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA, klonowania DNA)
* uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych
* klasyfikuje metody transformacji genetycznej
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, kosmidów, plazmidów
* na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia wybrane warianty metody PCR oraz technikę FISH
* porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii
* proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *organizm zmodyfikowany genetycznie*, *organizm transgeniczny*
* wskazuje podobieństwai różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi
* podaje sposoby otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie
* podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom
* wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów
* charakteryzuje sposoby otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych
* omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt
* charakteryzuje wybrane produkty GMO
* przedstawia badania przeprowadzane przed dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli
* wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku
 | *Uczeń:** 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 przeciw nim
 | *Uczeń:** 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
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *klon*, *klonowanie*, *metoda* *transferu jąder komórkowych*, *metoda rozdziału komórek zarodka*
* wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie
* wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt
* określa cele klonowania organizmów
* wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi
* podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania
* wyjaśnia sposoby klonowania mikroorganizmów, roślini zwierząt
* formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu
* porównuje klonowanie terapeutycznez klonowaniem reprodukcyjnym
 | *Uczeń:** analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka
* wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt
* wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów
* wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem
 | *Uczeń:** 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
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *diagnostyka molekularna*, *biofarmaceutyki*, *terapia genowa*, *komórki macierzyste*
* określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwnecjonowania
* wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna
* podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych
* podaje przykłady biofarmaceutyków
 | *Uczeń:** definiuje pojęcie: *przeciwciała monoklonalne*
* wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej
* omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych
* omawia sposoby powstawania i wykorzystania szczepionek rekombinowanych, szczepionek DNA, szczepionek RNA oraz szczepionek przeciwnowotworowych
* wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej
* podaje, na czym polega terapia genowa
* omawia zastosowanie komórek macierzystychw leczeniu chorób człowieka
 | *Uczeń:** omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka
* omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji danej osoby do wystąpienia niektórych chorób
* charakteryzuje techniki wykorzystywane w diagnostyce molekularnej
* wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych
* porównuje szczepionki rekombinowane zeszczepionkami DNA
* wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi
* przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny
 | *Uczeń:** określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób
* przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób
* wykazuje korzyścii zagrożenia wynikające ze stosowania terapii genowej
* omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy
* wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postęputransplantologii
 | *Uczeń:** planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcićw komórki macierzyste
* wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej
* wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcie: *profil genetyczny*
* wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny
* podaje przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w systematyce organizmów i badaniach ewolucyjnych
* wymienia zadania filogenetyki molekularnej
 | *Uczeń:** przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie, badaniach ewolucyjnych i systematyce organizmów
* omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie
* omawia zastosowanie profilu genetycznego
* omawia *hipotezę* *pożegnania z Afryką*
 | *Uczeń:** definiuje pojęcie: *filogenetyka molekularna*
* uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnychi taksonomicznych
* dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością
* formułuje własne opinii na temat rozwoju biotechnologii molekularnej
 | *Uczeń:** wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego DNA w badaniach ewolucyjnych
* dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej
* wyjaśnia, dlaczego do tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów pochodzących z DNA pozagenowego
* analizuje drzewo filogenetyczne skonstruowane na podstawie analizy sekwencji nukleotydów pozagenowego jądrowego DNA
 | *Uczeń:** na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej
* wykazuje różnice między tradycyjną systematyką a systematyką opartą na filogenetyce molekularnej
 |
| **Ewolucja organizmów** |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *ewolucja biologiczna*, *ewolucjonizm*, *dobór naturalny*, *dobór sztuczny*, *walka o byt*, *syntetyczna teoria ewolucji*
* wymienia główne teorie dotyczące powstania życia na Ziemi
* przedstawia założenia teorii doboru naturalnegoKarola Darwina
* przedstawia zarys teorii Lamarcka i teorii Cuviera
 | *Uczeń:** opisuje główne założenia teorii Lamarcka i kreacjonistów
* wyjaśnia, dlaczego teoriaLamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej
* wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnegoKarola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji
* przedstawia wyniki obserwacji dotyczących procesu ewolucji, powstałych podczas podróży Darwina dookoła świata
 | *Uczeń:** porównuje dobór naturalny z doborem sztucznym
* omawia założenia syntetycznej teorii ewolucji
* ocenia wpływ podróży Karola Darwina na rozwój jego teorii ewolucji
 | *Uczeń:** charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi
* omawia założenia teorii Cuviera i wskazuje różnice między jego poglądami a poglądami kreacjonistów
* podaje argumenty świadczące o tym, że ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów
 | *Uczeń:** analizuje i przedstawia wnioski z eksperymentu Lederbergów, dotyczącego powstawania antybiotykooporności u bakterii
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *skamieniałości*, *formy przejściowe*, *relikty filogenetyczne*
* 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
 | *Uczeń:** definiuje pojęcia: *dywergencja*, *konwergencja*
* wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych
* wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnicw budowie narządów homologicznych i analogicznych
* wymienia przykłady dowodów ewolucjiz 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
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych metod datowania
* analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli gatunków ssakówi 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów
* na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliżej spokrewnione
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *dymorfizm płciowy*, *konkurencja*, *polimorfizm genetyczny*, *dobór płciowy*, *dobór krewniaczy*, *dobór stabilizujący*, *dobór kierunkowy*, *dobór rozrywający*
* wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska
* podaje przykłady dymorfizmu płciowego
* podaje przykłady chorób genetycznych warunkowanych allelami, które utrzymują sięw populacji człowieka
* podaje, na czym polega przewaga heterozygot w przypadku anemii sierpowatej
 | *Uczeń:** przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków
* opisuje działania doborustabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego
* wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie
* omawia rolę mutacjiw kształtowaniu zmienności genetycznej populacji
* podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu
* wskazuje związek między genem anemii sierpowatej w populacji ludzkiej a występowaniem malarii
 | *Uczeń:** wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu
* wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie
* charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doborem krewniaczym
* argumentuje, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne
 | *Uczeń:** omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencjiw krzyżowaniu osobników danego gatunku
* wykazuje związek między działaniem doboru naturalnego a występowaniem chorób genetycznych
 | *Uczeń:** dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *genetyka populacyjna*, *pula genowa populacji*
* 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
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej
* uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji
 | *Uczeń:** 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
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *specjacja*, *radiacja adaptacyjna*
* przedstawia biologiczną koncepcję gatunku
* klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej
* wymienia rodzaje specjacji
 | *Uczeń:** 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)
 | *Uczeń:** charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne i postzygotyczne
* podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej
* wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady
 | *Uczeń:** wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo
* wyjaśnia na przykładzie kiełży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków
 | *Uczeń:** wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji
* określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *mikroewolucja*, *makroewolucja*, *koewolucja*, *mimetyzm*, *mimikra*
* wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji
* podaje przykład kierunkowości ewolucji
* podaje przykłady mimikry i mimetyzmu u organizmów
 | *Uczeń:** wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji
* określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji
 | *Uczeń:** charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji
* wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów
* omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów
 | *Uczeń:** wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji
 | *Uczeń:** charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *makrocząsteczka*, *prakomórka*, *koacerwat*, *bulion pierwotny*
* wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych
* podaje sens hipotezy dotyczącej samorzutnej syntezy związków organicznych
* przedstawia środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych
* podaje założenia teorii endosymbiozy
* układa chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi
* wymienia okresy, w których nastąpiły masowe wymierania organizmów
 | *Uczeń:** charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi
* wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych
* omawia skutki pojawienia się organizmów fotosyntetyzujących
* wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi
* omawia hipotetyczną fazę w dziejach Ziemi (świat RNA)
* omawia koncepcję pojawienia się organizmów wielokomórkowych
 | *Uczeń:** wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych
* przedstawia przebiegoraz wyniki doświadczenia S. Millera i H. Ureya dotyczącego samorzutnej syntezy związków organicznych
* wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi
* wymienia argumenty przemawiające za słusznością teorii endosymbiozy
* omawia przyczyny i skutki masowego wymierania organizmów
* wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowychi nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi
 | *Uczeń:** ocenia znaczenie doświadczenia S. Millerai H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi
* wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w wyjaśnieniu powstania oraz rozwoju życia na Ziemi
* wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki życia na Ziemi
* wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało powstanie form wielokomórkowych
 | *Uczeń:** wykazuje, że zmiany warunków w środowisku miały wpływ na przebieg ewolucji
* przedstawia prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmóww historii Ziemi
* na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje przebieg historii życia na Ziemi
 |
| *Uczeń:** wyjaśnia pojęcie: *antropogeneza*
* 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
 | *Uczeń:** omawia korzyści związane z pionizacją ciała
* przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych
* przedstawia warunki sprzyjające ewolucji przodków człowieka
* omawia charakterystyczne cechy budowy bezpośrednich przodków człowieka
* podaje zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała
* określa korzyści związane ze stopniowym zwiększaniem się masy i objętości mózgowia oraz wskazuje na wpływ tych zmian na budowę szkieletu
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi
* przedstawia korzyści i straty związane z pionizacją ciała
* wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia
 | *Uczeń:** przedstawia tendencję zmian ewolucyjnych form człowiekowatych
* na podstawie dostępnych źródeł przedstawia antropogenezę
 |
| **Ekologia i różnorodność biologiczna** |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *ekologia*, *ochrona środowiska*, *ochrona przyrody*, *środowisko*, *siedlisko*, *stenobionty*, *eurybionty*, *gatunki wskaźnikowe* (*bioindykatory*)
* opisuje niszę ekologiczną
* charakteryzuje tolerancję ekologiczną
* określa zakres badań ekologicznych
* wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych
* rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy
 | *Uczeń:** definiuje pojęcie: *gatunek kosmopolityczny*
* 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 minimumi 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
 | *Uczeń:** 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 stopnień zanieczyszczenia tlenkiem siarki(IV) powietrza na podstawie skali porostowej
* wymienia podobieństwai 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
 | *Uczeń:** wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną
* ocenia stan czystości wód na podstawie składu gatunkowego bioindykatorów
* wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku
* omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska
* wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi
* charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody
* przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska
 | *Uczeń:** planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiskowego
* wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i adaptacji na zakres tolerancji ekologicznej danego organizmu
* na podstawie tekstu uzasadnia i klasyfikuje, które z podanych stwierdzeń dotyczą: prawa minimum, prawa tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcie: *populacja*
* wymienia cechy populacji
* podaje parametry populacji wpływające na jej liczebność
* przedstawia typy rozmieszczenia osobników w populacji
* przedstawia trzy podstawowe typy krzywych przeżywania wraz z przykładami gatunków, dla których są one charakterystyczne
* podaje modele wzrostu liczebności populacji
* wymienia rodzaje migracji (emigracja, imigracja)
* przedstawia zalety i wady życia w grupie
* omawia wybrane cechy populacji
* podaje efekt Alleego
* przedstawia strukturę wiekową populacji w formie piramid
 | *Uczeń:** charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową
* podaje przyczyny śmiertelności
* charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów
* omawia strategie rozrodu
* porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji
* charakteryzuje krzywe przeżywania
* charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji
* przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku
 | *Uczeń:** definiuje pojęcie: *opór środowiska*
* omawia zagęszczenie populacji oraz znaczenie dla niej efektu Alleego
* dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku
* wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów
* analizuje piramidy wieku populacji
* określa możliwości rozwoju danej populacji
* opisuje modele wzrostu liczebności populacji
* podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z modeli wzrostu
* charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji
* podaje główne założenia teorii metapopulacji
 | *Uczeń:** odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczna) od rozrodczości realizowanej (ekologiczna)
* przewiduje zmiany liczebności populacji na podstawie danych o jej liczebności, rozrodczości, śmiertelności i migracjach osobników
* porównuje modele wzrostu populacji i określa, który z nich najczęściej występuje w środowisku naturalnym
 | *Uczeń:** wyjaśnia teorię metapopulacji
* wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *komensalizm*, *mutualizm*
* 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
 | *Uczeń:** charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe
* wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych
 | *Uczeń:** charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych
* charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych
 | *Uczeń:** wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych
* wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie
 | *Uczeń:** wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym
 |
| *Uczeń:** wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję
* podaje przykłady oddziaływań antagonistycznych
* podaje znaczenie terminów: *hierarchia społeczna*, *samoprzerzedzenie*, *wyparcie konkurenta*
* charakteryzuje roślinożerność
* wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej
* podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania
* charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej
* podaje konsekwencje w ograniczaniu niszy ekologicznej jednego z konkurentów
* porównuje drapieżnictwo, roślinożernośći pasożytnictwo
* przedstawia adaptacje

drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu | *Uczeń:** wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany
* wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa
* wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy
 | *Uczeń:** planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków
* określa skutki działania substancji allelopatycznych
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *ekosystem*, *biocenoza*, *biotop*, *reducenci*, *sukcesja ekologiczna*
* wyróżnia poziomy troficzne
* podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w ekosystemie
* klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne
* klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne
* wyróżnia sukcesję pierwotną i sukcesję wtórną
 | *Uczeń:** charakteryzuje strukturę przestrzenną ekosystemu
* omawia wpływ czynników na przebieg sukcesji ekologicznej
* charakteryzuje znaczenie biocenozy i biotopu w sukcesji ekologicznej
* wyjaśnia, na czym polega sukcesja ekologiczna
* odróżnia sukcesję pierwotną od sukcesji wtórnej
* podaje kryteria podziału sukcesji na sukcesję pierwotną i sukcesję wtórną
 | *Uczeń:** określa kryteria podziału ekosystemów
* charakteryzuje rodzaje ekosystemów
* charakteryzuje gatunki pionierskie
* wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą
* przedstawia etapy eutrofizacji jezior
* wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu
* charakteryzuje przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej
 | *Uczeń:** omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych
* omawia wpływ biocenozy na mikroklimat
* przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie (wzbogacenie układu w węgiel i azot, zmiany w składzie gatunkowym)
 | *Uczeń:** wyjaśnia przyczyny i skutki antropogenicznej eutrofizacji jezior
* wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *łańcuch troficzny*, *poziom troficzny*, *sieć pokarmowa* (*troficzna*), *produktywność ekosystemu*
* przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych
* podaje przykłady łańcucha spasania i łańcucha detrytusowego
* nazywa poziomy troficznew 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)
 | *Uczeń:** przedstawia znaczenie terminów: *produkcja pierwotna* (*brutto*, *netto*), *produkcja wtórna* (*brutto*, *netto*)
* 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 energiiw ekosystemie
 | *Uczeń:** wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych
* omawia przyczyny zaburzenia równowagiw ekosystemach
* rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy
* wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów
 | *Uczeń:** charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu
* wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne
* omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów
 | *Uczeń:** wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy
* wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemamio najwyższej produktywności
* uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *amonifikacja*, *nitryfikacja*, *denitryfikacja*
* opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie
* wymienia źródła węgla w przyrodzie
 | *Uczeń:** wyjaśnia pojęcie: *cykl biogeochemiczny*
* 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia znaczenie nitryfikacji, amonifikacji oraz denitryfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie
* wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka
 | *Uczeń:** wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków
* wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez sinice
 | *Uczeń:** wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie
* wykazuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *gatunek* *reliktowy*, *endemit*, *ostoja*
* 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
 | *Uczeń:** definiuje pojęcie: *ogniska różnorodności biologicznej*
* omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy
* charakteryzuje biomy występujące na Ziemi
* przedstawia gatunki reliktowe jako dowody ewolucji organizmów
* podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu
* omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu
* podaje przykłady gatunków endemicznych i gatunków reliktowych
 | *Uczeń:** omawia różnicew 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
 | *Uczeń:** charakteryzuje wybrane środowiska wodne
* omawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi
* porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów
* wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej
 | *Uczeń:** wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej
* dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne
* wykazuje wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *introdukcja*, *erozja*, *degradacja gleby*
* podaje znaczenie terminów: *dziura ozonowa*, *kwaśne opady*, *smog*
* podaje możliwe skutki intensyfikacji rolnictwa
* omawia proces kumulacji związków toksycznych w ogniwach łańcucha pokarmowego
* wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka
 | *Uczeń:** 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
 | *Uczeń:** 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 środowiskai zdrowia człowieka
 | *Uczeń:** 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 ozonowąa powstawaniem nowotworów
 | *Uczeń:** wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną
* wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka
 |
| *Uczeń:** definiuje pojęcia: *restytucja*, *reintrodukcja*, *ochrona czynna*, *ochrona bierna*, *Agenda 21*
* 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
 | *Uczeń:** 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 działańz zakresu ochrony czynneji ochrony biernej
* omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności
 | *Uczeń:** 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 gatunkówi ekosystemów
 | *Uczeń:** uzasadnia konieczność ochrony starych odmian roślin i ras zwierząt hodowlanych
* wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego
* uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony przyrody
 | *Uczeń:** proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła
* uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów
* na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody
 |