**WYMAGANIA EDUKACYJNE Technikum po gimnazjum zakres rozszerzony**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Dział programu** | **Lp.** | **Temat** | **Poziom wymagań** |
| **konieczny (K)** | **podstawowy (P)** | **rozszerzający (R)** | **dopełniający (D)** |
| **Mechanizmy dziedziczenia** | 1. | Budowa i rola kwasów nukleinowych | *Uczeń:** charakteryzuje budowę pojedynczego nukleotydu DNA i RNA
* określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej
* wymienia rodzaje RNA
* określa rolę podstawowych rodzajów RNA
* charakteryzuje budowę przestrzenną cząsteczki DNA
* wyjaśnia pojęcie *podwójna helisa*
 | *Uczeń:** charakteryzuje sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA
* wyjaśnia, z czego wynika komplementarność zasad
* uzupełnia schemat jednego łańcucha polinukleotydowego DNA o łańcuch komplementarny
* charakteryzuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA
* określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej
 | *Uczeń:** wyjaśnia, na czym polega różna orientacja 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
 | *Uczeń:** wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów
* planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej
* rozróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa
 |
| 2. | Replikacja DNA | * wyjaśnia pojęcie *replikacja*
* wyjaśnia znaczenie replikacji DNA
* wymienia etapy replikacji DNA
* uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki
 | * wyjaśnia pojęcia: *widełki replikacyjne*, *oczko replikacyjne*
* omawia przebieg replikacji
* wyjaśnia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA
* określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji
* porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych
 | * charakteryzuje poszczególne etapy replikacji
* wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA
* wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA
* wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych
* określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA
 | * rozróżnia poszczególne modele replikacji
* planuje doświadczenie mające na celu wykazanie, że replikacja DNA jest semikonserwatywna
* wykazuje naprawczą rolę polimerazy DNA w replikacji
* omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA
 |
| 3. | Geny i genomy | * wyjaśnia pojęcia: *gen*, *genom*, *pozagenowy DNA*, *chromosom*, *chromatyna*, *nukleosom*
* rozróżnia eksony i introny
* określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej
 | * omawia budowę genu
* rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe
* wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu
* wyjaśnia pojęcia: *sekwencje powtarzalne*, *pseudogeny*
* omawia skład chemiczny chromatyny
* przedstawia budowę chromosomu
 | * określa informacje zawarte w genie
* charakteryzuje genom wirusa
* porównuje strukturę genomów prokariotycznego i eukariotycznego
* wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym
 | * porównuje heterochromatynę z euchromatyną
* różnicuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria
* omawia genom mitochondrialny człowieka
 |
| 4. | Związek między genem a cechą | * wyjaśnia pojęcia: *kod genetyczny*, *ekspresja genu*, *translacja*, *transkrypcja*
* wymienia i charakteryzuje cechy kodu genetycznego
* ilustruje schematycznie etapy odczytywania informacji genetycznej
* nazywa etapy translacji
 | * omawia przebieg transkrypcji i translacji
* analizuje tabelę kodu genetycznego
* wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej organizmu przez kolejne trójki nukleotydów w DNA i mRNA
* określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji
* określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji
 | * omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA
* zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA
* porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych
* określa rolę i sposoby modyfikacji potranskrypcyjnej RNA
* określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek
 | * wymienia przykłady wirusów, u których występuje 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
 |
| 5. | Regulacja ekspresji genów | * wyjaśnia pojęcie *operon*
* wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury
* wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej
 | * wyjaśnia, na czym polega regulacja ekspresji genów w komórce prokariotycznej na podstawie modelu operonu laktozowego i tryptofanowego
* wyjaśnia, jakie znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor
* omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej
 | * rozróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego
* porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego
* wyjaśnia, na czym polega alternatywne składanie RNA
* porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej
 | * 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 niekodującego RNA w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej
* wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych powoduje zróżnicowanie komórek na poszczególne typy
 |
| 6. | Dziedziczenie cech. I prawo Mendla | * wyjaśnia pojęcia: *allel*, *genotyp*, *fenotyp*, *homozygota*, *heterozygota*, *allel dominujący*, *allel recesywny*
* zapisuje przebieg i wyniki doświadczeń Gregora Mendla za pomocą kwadratu Punnetta
* podaje treść I prawa Mendla
 | * omawia prace G. Mendla, na podstawie których sformułował on reguły dziedziczenia
* wymienia przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla
* wykonuje przykładowe krzyżówki jednogenowe
 | * wyjaśnia pojęcie *linia czysta*
* wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych
* analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia jednej cechy
 | * określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej jednogenowej
 |
| 7. | II prawo Mendla | * podaje treść II prawa Mendla
 | * wykonuje przykładowe krzyżówki dwugenowe
 | * analizuje wyniki krzyżówek dwugenowych na przykładzie grochu zwyczajnego
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech niesprzężonych
 | * określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej dwugenowej
* ocenia znaczenie badań G. Mendla dla rozwoju genetyki
 |
| 8. | Chromosomowa teoria dziedziczenia | * wyjaśnia pojęcia: *locus*, *geny sprzężone*, *crossing-over*
* wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia
* wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów
 | * wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia *crossing-over* a odległością między dwoma genami w chromosomie
* wyjaśnia, na czym polega mapowanie genów
* wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych
 | * oblicza częstość *crossing--over* między dwoma genami sprzężonymi
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech sprzężonych
* analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych
* oblicza odległość między genami
 | * wykazuje różnice między genami niesprzężonymi a sprzężonymi
 |
| 9. | Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią | * wyjaśnia pojęcia: *kariotyp*, *chromosomy płci*
* wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny
* wyjaśnia sposób determinacji płci u człowieka
* charakteryzuje kariotyp człowieka
* określa płeć różnych osób na podstawie analizy ich kariotypu
* wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią
 | * wymienia nazwy oraz objawy chorób uwarunkowanych mutacjami genów sprzężonych z płcią
* wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią
* wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu
* rozróżnia cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią
 | * wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywają 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 powody, dla których daltonizm i hemofilia występują niemal wyłącznie u mężczyzn
 | * wyjaśnia, jakie znaczenie ma proces inaktywacji jednego z chromosomów X w większości komórek organizmu kobiety
* omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci
* planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci
 |
| 10. | Inne sposoby dziedziczenia cech | * wyjaśnia pojęcie *allele wielokrotne* na przykładzie dziedziczenia grup krwi u człowieka
* wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych
 | * wyjaśnia pojęcia: *dominacja niezupełna*, *kodominacja*, *geny kumulatywne*, *geny plejotropowe*
* charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niezupełnej i kodominacji
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji
* podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych
 | * wyjasnia pojęcia: *geny komplementarne*, *geny dopełniające się*, *geny epistatyczne*, *geny hipostatyczne*
* wyjaśnia, z jakiego powodu geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami komplementarnymi
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów dopełniających się
* wyjaśnia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych w wypadku dziedziczenia barwy sierści u gryzoni
 | * wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy
* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów epistatycznych
 |
| 11. | Zmienność organizmów | * wyjaśnia pojęcia: *zmienność genetyczna*, *zmienność środowiskowa*
* wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi
* wymienia przykłady potwierdzające występowanie zmienności środowiskowej
 | * wyjaśnia pojęcia: *zmienność ciągła*, *zmienność nieciągła*
* wymienia przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej
* omawia przyczyny zmienności genetycznej
* określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej
* porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową
 | * wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, *crossing--over* oraz losowe łączenie się gamet wpływają na zmienność osobniczą
* wymienia cechy mutacji, które stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej
* porównuje zmienność genetyczną rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną
* określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska
 | * wyjaśnia znaczenie pojęcia *transpozony* i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności osobniczej
* wyjaśnia znaczenie pojęcia *norma reakcji genotypu*
* wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej w wypadku organizmów o identycznych genotypach
 |
| 12. | Zmiany w informacji genetycznej | * wyjaśnia pojęcia: *mutacja*, *mutacja genowa*, *mutacja chromosomowa strukturalna*, *mutacja chromosomowa liczbowa*, *czynnik mutagenny*
* wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych
* wymienia przykłady mutacji genowych i mutacji chromosomowych
* wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji
 | * wyjaśnia pojęcia: *mutacja somatyczna*, *mutacja generatywna*, *mutacja spontaniczna*, *mutacja indukowana*
* klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów
* określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu
* wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych
* uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych
 | * wyjaśnia pojęcia: *mutacje letalne*, *mutacje subletalne*, *mutacje neutralne*, *mutacje korzystne*, *protoonkogeny*, *onkogeny*, *geny supresorowe*
* wyjaśnia charakter zmian w DNA typowych dla różnych mutacji
* określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego
* omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych
* rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych
* wskazuje na zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki
 | * przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu dowolnego organizmu powstałe w wyniku mutacji chromosomowych liczbowych
* wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji
* wskazuje różnicę między kariotypami organizmu aneuploidalnego i organizmu poliploidalnego
* wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych oraz chorób nowotworowych związanych z ich mutacjami
 |
| 13. | Choroby jednogenowe | * wymienia przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących i recesywnych
* wyjaśnia pojęcie *choroby bloku metabolicznego*
* wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego
* wymienia przykłady chorób bloku metabolicznego
* wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej
 | * klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia
* wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy mukowiscydozy, fenyloketonurii, choroby Huntingtona, anemii sierpowatej
* rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi
 | * wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy albinizmu, alkaptonurii, choroby Parkinsona, dystrofii mięśniowej Duchenne’a, krzywicy opornej na witaminę D
* wymienia przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność
* wymienia przykłady chorób człowieka wynikających z mutacji mitochondrialnego DNA
* ustala typy dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów
 | * porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej
* charakteryzuje choroby człowieka wynikające z mutacji DNA mitochondrialnego
* uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych
 |
| 14. | Choroby chromosomalne i wieloczynnikowe | * wymienia przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka wynikających z nieprawidłowej struktury chromosomów
* wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci
 | * określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera
* wymienia objawy zespołu Downa, zespołu Klinefelterai zespołu Turnera
* wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców a prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka z zespołem Downa
 | * omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej
* określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Edwardsa i zespołem Patau
* wymienia objawy zespołu Edwardsa i zespołu Patau
 | * analizuje fotografie kariotypów człowieka
* omawia choroby wieloczynnikowe
 |
| **Biotechnologia molekularna** | 1. | Biotechnologia. Podstawowe techniki inżynierii genetycznej | * wyjaśnia pojęcia: *biotechnologia molekularna*, *inżynieria genetyczna*, *elektroforeza* *DNA*, *PCR*, *klonowanie DNA*, *transformacja genetyczna*
* wymienia przykłady dziedzin życia, w których można zastosować biotechnologię molekularną
* wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej
* wymienia techniki inżynierii genetycznej
* wymienia etapy modyfikacji genomu
 | * wyjaśnia pojęcia: *sonda molekularna*, *wektor*, *sekwencjonowanie DNA*, *hybrydyzacja DNA*
* wyjaśnia, czym się zajmuje inżynieria genetyczna
* omawia wykorzystanie enzymów restrykcyjnych, ligaz i polimeraz DNA
* wyjaśnia, na czym polega: hybrydyzacja DNA z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie DNA, transformacja genetyczna
* wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej
* wymienia sposoby wprowadzenia obcego genu do komórki
 | * porównuje biotechnologię klasyczną z biotechnologią molekularną
* charakteryzuje enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej
* omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, klonowania DNA
* określa cel tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA
* charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej
 | * sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne
* określa zalety i wady łańcuchowej reakcji polimerazy
* omawia metody pośredniego i bezpośredniego wprowadzenia DNA do komórek roślin i zwierząt
* analizuje przebieg klonowania DNA na przykładzie genu myszy
* omawia etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA
 |
| 2. | Organizmy zmodyfikowane genetycznie | * wyjaśnia pojęcia: *organizm zmodyfikowany genetycznie*, *organizm transgeniczny*, *produkt GMO*
* wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi
* wymienia metody otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie
* wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie
 | * podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt
* omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce
* omawia sposób oznakowania produktów GMO
* wskazuje na zagrożenia ze strony GMO
 | * charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych
* omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt
* wymienia przykłady produktów GMO
* podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie
 | * omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt
* wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska
* charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO
* analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciw niej
* omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej
 |
| 3. | Klonowanie – korzyści i zagrożenia | * wyjaśnia pojęcia: *klon*, *klonowanie*
* wymienia przykłady organizmów będących naturalnymi klonami
* określa cele klonowania mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt
 | * 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
* uzasadnia swoje stanowisko w sprawie klonowania człowieka
 | * omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania
* omawia sposoby klonowania roślin i zwierząt
* formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu
* porównuje klonowanie terapeutyczne i klonowanie reprodukcyjne
 | * analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka
* planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki może pokierować rozwojem organizmu
* wymienia przykłady osiągnięć w klonowaniu zwierząt
 |
| 4. | Biotechnologia molekularna w medycynie | * wyjaśnia pojęcia: *diagnostyka molekularna*, *biofarmaceutyki*, *terapia genowa*, *komórki macierzyste*
* wymienia korzyści wynikające z poznania genomu człowieka
* wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna
* wymienia przykłady technik inżynierii genetycznej wykorzystywanych w diagnozowaniu chorób genetycznych
 | * wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej
* omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych
* wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej
* wyjaśnia, na czym polega terapia genowa
* omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka
* wyjaśnia, czym się zajmuje medycyna molekularna
 | * omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka
* wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne szczepionki
* porównuje szczepionki rekombinowane zeszczepionkami DNA
* charakteryzuje techniki inżynierii genetycznej wykorzystywane w diagnostyce molekularnej
* omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków
* wyjaśnia pojęcie *przeciwciała monoklonalne*
* podaje przykłady wykorzystania przeciwciał monoklonalnych w medycynie
* wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może się przyczynić do postępu w transplantologii
* omawia korzyści i zagrożenia wynikające z terapii genowej
 | * omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej
* określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób
* planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste
 |
| 5. | Inne zastosowania biotechnologii molekularnej | * wyjaśnia pojęcie *profil genetyczny*
* wymienia przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce
 | * przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce
* wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa)
 | * wyjaśnia pojęcie *sekwencje mikrosatelitarne*
* uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych
 | * analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego
* omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych
* wyjaśnia pojęcie *filogenetyka molekularna*
* analizuje drzewo filogenetyczne
* przedstawia sposoby wykorzystania informacji zawartych w DNA
 |
| **Ekologia** | 1. | Czym się zajmuje ekologia? | * wyjaśnia pojęcia: *ekologia*, *ochrona środowiska*, *ochrona przyrody*, *siedlisko*, *nisza ekologiczna*
* określa zakres badań ekologicznych
* klasyfikuje czynniki środowiska na biotyczne i abiotyczne
* wyjaśnia pojęcia: *zasoby środowiska*, *warunki środowiska*, podaje odpowiednie przykłady
* wyjaśnia pojęcia: *nisza ekologiczna*, *gatunki wskaźnikowe*
* wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych
 | * określa, czym się zajmują ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody
* określa niszę ekologiczną wybranych gatunków
* wyjaśnia relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu
* omawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej
* wyjaśnia, na czym polega zasada współdziałania czynników środowiska
* wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza
 | * wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska
* podaje przykłady ilustrujące prawo minimum, prawo tolerancji ekologicznej, zasadę współdziałania czynników
* wymienia podobieństwai różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej
* uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi
* charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych organizmów
* wyjaśnia pojęcia: *eurybionty*, *stenobionty*
* interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska
 | * wyjaśnia pojęcie *gatunek kosmopolityczny*
* wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarównoosobnika, jak i gatunku
* omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska
* wskazuje różnice między gatunkami kosmopolitycznymi a wskaźnikowymi
* charakteryzuje formy ekologiczne roślin wyodrębnione ze względu na wymagania dotyczące ilości wody
* planuje doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika środowiska
 |
| 2. | Ekologia populacji | * wyjaśnia pojęcie *populacja lokalna gatunku*
* wymienia dwa podstawowe typy oddziaływania między osobnikami w populacji
* wymienia cechy charakteryzujące populację
* omawia znaczenie liczebności i zagęszczenia jako parametrów opisujących populację
* wymienia czynniki wpływające na liczebność populacji
 | * wyjaśnia pojęcia: *rozrodczość*, *śmiertelność*, *migracja*, *struktura wiekowa* *populacji*, *struktura płciowa* *populacji*, *zasięg* *przestrzenny*, *rozmieszczenie*, *emigracja*, *imigracja*
* charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich
* przedstawia trzy podstawowe typy krzywej przeżywania, podaje przykłady gatunków, dla których są one charakterystyczne
* charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji
 | * wyjaśnia pojęcia: *opór środowiska*, *tempo wzrostu populacji*
* charakteryzuje oddziaływania między członkami populacji
* omawia regułę Alleego i podaje przykłady jej działania
* wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów
* analizuje piramidę obrazującą strukturę wiekową i strukturę płciową populacji
* określa możliwości rozwoju danej populacji
* przedstawia w sposób graficzny wzrost wykładniczy i wzrost logistyczny populacji
* wymienia zalety i wady życia w grupie
 | * wskazuje różnice między rozrodczością fizjologiczną i ekologiczną oraz śmiertelnością fizjologiczną i ekologiczną
* porównuje strategie rozrodu typu *r* oraz typu *K*
* charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji
* porównuje podstawowe modele wzrostu populacjii podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich
* omawia formy rozmieszczenia skupiskowego populacji
* omawia trzy podstawowe okresy w życiu każdego osobnika
 |
| 3. | Oddziaływania antagonistyczne między organizmami | * klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagoniczne i nieantagonistyczne
* wymienia przykłady oddziaływań anatagonistycznych
* wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej
* wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji
* wymienia główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej
 | * charakteryzuje oddziaływania międzygatunkowe w relacjach: ofiara – drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt
* charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli
* klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów
 | * wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania
* omawia skutki konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu przeprowadzonego przez Gieorgija Gausego
* wymienia konsekwencje zawężenia nisz ekologicznych konkurujących gatunków
* analizuje cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego
* porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo
 | * planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego wypierania
* charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej
* określa skutki działania substancji allelopatycznych
* wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy
* przewiduje skutki masowych pojawów organizmów w środowisku
* wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów
 |
| 4. | Oddziaływania nieantagonistyczne między organizmami | * wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe
* wyjaśnia pojęcia: *mutualizm*, *komensalizm*
 | * charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związku mutualistycznym
* wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych
 | * porównuje mutualizm obligatoryjny i mutualizm fakultatywny
 | * omawia przykłady mutualizmu i komensalizmu
 |
| 5. | Struktura ekosystemu | * wyjaśnia pojęcia: *ekosystem*, *biocenoza*, *biotop*, *struktura troficzna* *ekosystemu*, *struktura przestrzenna* *ekosystemu*, *sukcesja ekologiczna*
* wymienia biotyczne i abiotyczne elementy ekosystemu
* wyjaśnia, jaką rolę w biocenozie odgrywają producenci, konsumenci i destruenci
 | * klasyfikuje rodzaje ekosystemów
* klasyfikuje elementy ekosystemu na biotyczne i abiotyczne
* charakteryzuje strukturę przestrzenną i troficzną ekosystemu
* wyjaśnia, na czym polega sukcesja
* wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior
 | * określa kryteria podziału ekosystemów
* charakteryzuje rodzaje ekosystemów
* wyjaśnia, na czym polega rola biocenozy w kształtowaniu biotopu
* wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu
* charakteryzuje procesy glebotwórcze
* omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej
 | * określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej
* omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych
* charakteryzuje poziomy glebowe
* omawia wpływ biocenozy na mikroklimat
* omawia etapy eutrofizacji jezior
 |
| 6. | Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie | * wyjaśnia pojęcia: *łańcuch troficzny*, *poziom troficzny*, *sieć troficzna*
* wskazuje zależności między poziomami troficznymi
* wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów
 | * konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne
* nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i sieci troficznej
* wyjaśnia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie
* porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów
* wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie
 | * wyróżnia i porównuje dwa typy łańcuchów troficznych
* wyjaśnia pojęcia: *produkcja pierwotna* (*brutto*, *netto*), *produkcja wtórna* (*brutto*, *netto*)
* wyjaśnia, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny
* omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach
 | * analizuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu
* rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy
* wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności
 |
| 7. | Obieg węgla i azotu w przyrodzie | * wyjaśnia pojęcie *cykle biogeochemiczne*
* wyjaśnia, na czym polegają obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie
 | * wymienia źródła węgla w przyrodzie
* wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka
 | * omawia schematy obiegu węgla i obiegu azotu w przyrodzie
* wyjaśnia, na czym polega nitryfikacja, amonifikacja oraz denitryfikacja
 | * określa rolę organizmów w obiegu pierwiastków
* omawia przebieg reakcji nitryfikacji
 |
| 8. | Różnorodność biologiczna  | * wyjaśnia pojęcia: *biom*, *różnorodność biologiczna*
* omawia poziomy różnorodności biologicznej
* wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują
* wymienia główne biomy wodne
 | * omawia kryteria, na podstawie których wyróżniono biomy
* charakteryzuje biomy lądowe oraz obszary gór wysokich, uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą roślinność i towarzyszące jej zwierzęta
* charakteryzuje warstwy lasu występujące w biomach leśnych
* omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu
* charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki, jak warunki tlenowe, świetlne, głębokość, przeważającą roślinność oraz towarzyszące jej zwierzęta
 | * omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi
* wyjaśnia pojęcie *ogniska różnorodności biologicznej*
* określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu
 | * dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi
* ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi
* porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów
 |
| 9. | Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną | * wymienia czynniki geograficzne wpływające na bioróżnorodność
* omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność
* wymienia powody ochrony przyrody
* wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów
 | * klasyfikuje czynniki kształtujące różnorodność biologiczną
* omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na różnorodność biologiczną
* wyjaśnia, na czym polega ochrona przyrody czynna i bierna
* podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej
* uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów
* wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja gatunku
 | * wymienia przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej
* określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania powierzchni na różnorodność biologiczną
* wyjaśnia pojęcia: *relikt*, *ostoja*, *endemit*
* uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt
 | * wskazuje konsekwencje zmniejszenia różnorodności biologicznej
* wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone
* określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime
* określa znaczenie korytarzy ekologicznych
 |
| 10. | Elementy ochrony środowiska | * klasyfikuje zasoby przyrody
* wymienia skutki eksploatacji zasobów nieodnawialnych
* wyjaśnia pojęcia: *efekt cieplarniany*, *kwaśne opady*, *smog*, *dziura ozonowa*, *alternatywne źródła energii*, *recykling*
* podaje przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody
 | * wymienia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych
* wymienia przyczyny globalnego ocieplenia klimatu, powstawania kwaśnych opadów, smogu i dziury ozonowej
* wyjaśnia, w jaki sposób niewłaściwa eksploatacja zasobów przyrody wpływa na środowisko
* omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka
* wymienia skutki powstawania dziury ozonowej
* wymienia sposoby utylizacji odpadów
 | * wyjaśnia pojęcie *rekultywacja*
* omawia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych
* wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do powstania efektu cieplarnianego
* uzasadnia konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody
* omawia proces powstawania kwaśnych opadów
* ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisko
 | * przedstawia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego
* odróżnia rodzaje smogu
* wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów
* uzasadnia konieczność gospodarowania odpadami
 |
| **Ewolucja organizmów** | 1. | Rozwój myśli ewolucyjnej | * wyjaśnia pojęcia: *ewolucja biologiczna*, *ewolucjonizm*, *dobór naturalny*, *dobór sztuczny*
* omawia główne założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina
 | * przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste’a Lamarcka i kreacjonistów
* wyjaśnia, dlaczego teoria J.B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej
* wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji
* wyjaśnia pojęcie *walka o byt*
 | * porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny
* omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji
 | * charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w.
* omawia założenia teorii Georges’a Cuviera
* ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji
 |
| 2. | Dowody ewolucji | * wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady
* wyjaśnia pojęcia: *skamieniałości przewodnie*, *anatomia porównawcza*
* wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy
 | * wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych
* wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych
* wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami
* wymienia przykład metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych
* wyjaśnia różnicę między atawizmem a narządem szczątkowym
* wymienia przykłady atawizmów i narządów szczątkowych
* wyjaśnia, czym się zajmuje paleontologia
 | * wymienia przykłady zwierząt zaliczanych do form przejściowych oraz podaje cechy tych zwierząt
* podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych
* wyjaśnia pojęcia: *dywergencja*, *konwergencja*
* wymienia przykłady dywergencji i konwergencji
* wymienia przykłady dowodów ewolucjiz zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii
* wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów
 | * wyjaśnia pojęcie *formy przejściowe*
* wyjaśnia, na czym opierają się radioizotopowe i biostratygraficzne metody datowania
* analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli różnych gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu oraz środowisku ich życia
* wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi
 |
| 3. | Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji | * wyjaśnia pojęcia: *dymorfizm płciowy*, *dobór płciowy*, *dobór krewniaczy*, *dobór stabilizujący*, *dobór kierunkowy*, *dobór rozrywający*
* wymienia przykłady dymorfizmu płciowego
* charakteryzuje sposób i przewiduje efekty działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego
 | * wyjaśnia, na czym polega zmienność wewnątrzgatunkowa
* wyjaśnia, który z rodzajów zmienności organizmów ma znaczenie ewolucyjne
* omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji
* wyjaśnia pojęcie *preferencje w krzyżowaniu*
* wymienia przykłady występowania preferencji w krzyżowaniu w przyrodzie
* podaje przykłady utrzymywania się w populacji człowieka alleli warunkujących choroby genetyczne
 | * wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie
* wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie
* omawia występowanie genu anemii sierpowatej w populacjach ludzi żyjących na obszarach dotkniętych malarią
 | * omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu
* wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne
 |
| 4. | Ewolucja na poziomie populacji | * wyjaśnia pojęcia: *genetyka populacyjna*, *pula genowa populacji*
* wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką ewolucji
* wymienia czynniki ewolucji
 | * wyjaśnia, na czym polega zjawisko dryfu genetycznego i wymienia skutki jego działania w przyrodzie
* wymienia warunki, które spełnia populacja znajdująca się w stanie równowagi genetycznej
 | * omawia regułę Hardy’ego–Weinberga
* oblicza częstość występowania genotypów i fenotypów w populacji
 | * wyjaśnia rolę dryfu genetycznego w kształtowaniu puli genetycznej populacji na przykładach efektu założyciela oraz efektu wąskiego gardła
* sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej
 |
| 5. | Powstawanie gatunków – specjacja | * przedstawia biologiczną koncepcję gatunku
* wyjaśnia pojęcia: *mechanizmy izolacji rozrodczej*, *specjacja*
 | * omawia znaczenie mechanizmów izolacji rozrodczej w przyrodzie
* klasyfikuje mechanizmy izolacji rozrodczej
* wymienia rodzaje specjacji
 | * wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec gatunków rozmnażających się bezpłciowo
* charakteryzuje rodzaje specjacji, biorąc pod uwagę typ pierwotnej bariery izolacyjnej
 | * charakteryzuje prezygotyczne i postzygotyczne mechanizmy izolacji rozrodczej oraz podaje przykłady ich działania
* omawia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji
 |
| 6. | Prawidłowości ewolucji. Koewolucja | * wyjaśnia pojęcie *prawidłowości ewolucji*
* wymienia prawidłowości ewolucji
 | * wyjaśnia pojęcia: *mikroewolucja*, *makroewolucja*, *kierunkowość ewolucji*, *nieodwracalność ewolucji*, *koewolucja*
* wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji
 | * wymienia czynniki, które wpływają na tempo ewolucji
* charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji
* wymienia przykłady koewolucji
* omawia skutki doboru naturalnego w postaci powstawania różnych strategii życiowych organizmów
 | * wymienia przykłady przemian w skali mikro- i makroewolucji
* wyjaśnia wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji
* omawia zjawisko radiacji adaptacyjnej
 |
| 7. | Historia życia na Ziemi | * wymienia etapy rozwoju życia na Ziemi
* wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych
* charakteryzuje środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych
* wymienia główne założenia teorii endosymbiozy
* charakteryzuje zmiany prowadzące do powstania organizmów wielokomórkowych
* nazywa erę i okres, w których pojawiły się pierwsze rośliny lądowe
* nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym
 | * charakteryzuje warunki klimatyczne i fizykochemiczne panujące na Ziemi ok. 4 mld lat temu
* wyjaśnia pojęcie *makrocząsteczka*
* charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi
* wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych
* wyjaśnia, na czym polegają sposoby odżywiania chemoautotrofów i fotoautotrofów
* wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi
* wyjaśnia, jakie dane można uzyskać dzięki analizie tabeli stratygraficznej
 | * wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych
* przedstawia przebieg i wyniki doświadczenia Stanley’a Millera i Harolda Ureya
* wyjaśnia pojęcia: *bulion pierwotny*, *pizza pierwotna* w nawiązaniu do etapów ewolucji chemicznej
* wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi
* wymienia argumenty przemawiające za słusznością teorii endosymbiozy
* wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi
 | * ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera i H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi
* wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w rozwoju teorii powstania życia na Ziemi
* wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki na Ziemi
* wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało wykształcenie się form wielokomórkowych
* wymienia okresy, w których nastąpiły masowe wymierania organizmów
* określa prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi
 |
| 8. | Antropogeneza | * wyjaśnia pojęcia: *antropogeneza*, *antropologia*
* określa stanowisko systematyczne człowieka
* wymienia kilka cech wspólnych naczelnych
* wymienia główne cechy budowy ciała charakterystyczne dla człowieka
* określa chronologię występowania przedstawicieli rodzaju *Homo*
 | * wymienia korzyści wynikające z pionizacji ciała, redukcji owłosienia oraz zwiększania masy i objętości mózgu
* omawia warunki, w których doszło do powstania bezpośrednich przodków człowieka
* omawia zmiany, które zaszły podczas ewolucji rodzaju *Homo*
 | * uzasadnia przynależność człowieka do królestwa: zwierzęta, typu: strunowce, podtypu: kręgowce, gromady: ssaki, rzędu: naczelne
* wymienia rodzaje człekokształtnych
* wymienia zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała oraz stopniowego zwiększania masy i objętości mózgowia
* charakteryzuje budowę oraz tryb życia bezpośrednich przodków człowieka
 | * analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi
* wymienia drobne cechy morfologiczne właściwe tylko człowiekowi
* omawia drogi rozprzestrzeniania się rodzaju *Homo* z Afryki na pozostałe kontynenty
* omawia negatywne skutki pionizacji ciała
 |