

Rozdział 1. Genetyka molekularna

Budowa i rola kwasów

1. nukleinowych

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
- omawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA
- wymienia nazwy wiązań występujących między elementami budującymi nukleotydy
- uzupełnia schemat jednoniciowego DNA
- o komplementarny łańcuch polinukleotydowy
- opisuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA
- określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej
- wyjaśnia regułę komplementarności zasad
- wyjaśnia, na czym polega różna polarność łańcuchów polinukleotydowych DNA
- rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA
- wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa
- porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA

- oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad
- odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa
- wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów
- wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA
- wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki
- omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wirusów
- wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych

2. Replikacja DNA

Uczeń:

- definiuje pojęcie: replikacja
- przedstawia znaczenie replikacji DNA
- wymienia etapy replikacji DNA
- wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji
- 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 prokariotycznych i eukariotycznych
- charakteryzuje poszczególne etapy replikacji
- wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA i wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA
- 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

- opisuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA
- wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej

3. Geny i genomy

Uczeń:

- definiuje pojęcia: gen, chromosom, chromatyna, nukleosom
 - podaje funkcje genu
 - przedstawia strukturę genu
 - wskazuje różnicę między eksonem a intronem
 - określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej
 - wymienia rodzaje chromatyny
 - omawia budowę genu
 - rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe
 - wyjaśnia pojęcie: genom
 - przedstawia budowę chromosomu
 - omawia budowę i rodzaje chromatyny
 - charakteryzuje gen
 - porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego
 - wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym
 - porównuje heterochromatynę z euchromatyną
 - opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym
-
- oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera
 - rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematycznej (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)

4. Ekspresja genów

Uczeń:

- 5. — definiuje pojęcia: kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu
 - 6. — wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego
 - przedstawia budowę mRNA
 - wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA
 - wskazuje rolę tRNA w procesie translacji
 - nazywa etapy translacji
 - określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji
 - omawia przebieg transkrypcji i translacji
 - analizuje i wykorzystuje tabelę kodu genetycznego
 - porównuje pre-mRNA z mRNA
 - wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów
 - omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej
 - określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji
 - omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA
-
- zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA
 - wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA
 - porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych
 - określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek
 - wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja
 - przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek
 - wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów
 - wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów
-
- porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i wybranych organellach komórki eukariotycznej
 - wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową
-
- 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

Regulacja ekspresji

7. genów

Uczeń:

- definiuje pojęcia: alternatywne składanie RNA
- wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej
- przedstawia rolę czynników transkrypcyjnych
- opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA

- omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej
- przedstawia regulację dostępu do genu
- przedstawia regulację inicjacji transkrypcji z udziałem czynników transkrypcyjnych
- wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informację genetyczną
- wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej
- wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu
- wyjaśnia dlaczego regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych jest dużo bardziej skomplikowana niż w komórkach prokariotycznych
- wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy

Rozdział 2. Genetyka klasyczna

Dziedziczenie cech.

10. Prawa Mendla Uczeń:
- definiuje pojęcia: allel, genotyp, fenotyp, homozygota, heterozygota, allel dominujący, allel recesywny, czyste linie
- 11.
- podaje treść I i II prawa Mendla
 - określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta
 - określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenej
 - 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 dwugenej
 - oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech
 - analizuje wyniki krzyżówek jednogennych na przykładzie grochu zwyczajnego
 - 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
 - interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych

Dziedziczenie jednogenne. Różne stosunki

12. dominacji Uczeń:
- 13.
- 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
 - charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej
 - określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji
 - określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej
 - 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
 - wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej
 - przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi
 - wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F₁ i F₂ mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim

Dziedziczenie

14. wielogenowe

15.

Uczeń:

- definiuje pojęcia: geny dopełniające się, geny kumulatywne, geny plejotropowe
- podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych
- podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo
- definiuje pojęcia: gen epistatyczny, gen hipostatyczny
- określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się
- odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia kumulatywnego na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa
- wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi)
- omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych
- określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych
- rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego
- określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie

Chromosomowa

16. teoria dziedziczenia

17.

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
- wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia crossing-over a odległością między dwoma genami w chromosomie
- przedstawia przyczynę występowania rekombinantów w potomstwie
- opisuje, na czym polega mapowanie genów
- wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych
- na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie
- oblicza częstość crossing-over między dwoma genami sprzężonymi
- określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa zgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch cech sprzężonych
- analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych
- oblicza odległość między genami
- wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi

- wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych

- przedstawia wszystkie możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone
- określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej
- uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi

Determinacja płci.

Cechy sprzężone

18. z płcią

Uczeń:

- definiuje pojęcia: kariotyp, chromosomy płci
- charakteryzuje kariotyp człowieka
- wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny
- przedstawia sposób determinacji płci u człowieka
- określa płeć na podstawie analizy kariotypu
- podaje typy chromosomowej determinacji płci
- wymienia choroby sprzężone z płcią
- 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

- wyjaśnia, jaką rolę w 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 wyłącznie u mężczyzn
- wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt
- 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
- 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

Dziedziczenie

19. pozajądrowe

Uczeń:

- podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny
- przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego
- podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego
- podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem
- omawia sposób przekazywania organelli półautonomicznych w procesie zapłodnienia
- podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dzierzawy peruwiańskiego mogą mieć barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą
- uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterility jest korzystna dla roślin
- uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łądyg i jednorodzielskim
- wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych
- wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego
- na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego
- wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym

Rozdział 3. Zmienność organizmów

21. Rodzaje zmienności Uczeń:

- definiuje pojęcia: zmienność genetyczna (rekombinacyjna, mutacyjna)
- podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej
- definiuje pojęcia: zmienność ciągła, zmienność nieciągła
- podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej
- omawia przyczyny zmienności genetycznej
- określa znaczenie zmienności genetycznej
- opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji
- wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, crossing-over oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą
- uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej
- omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych
- porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną
- określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie

22. Analiza statystyczna w badaniu zmienności

Uczeń:

23. organizmów

- definiuje pojęcia: minimum, maksimum, średnia arytmetyczna
- oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną

- na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy
- definiuje pojęcia: zakres wartości, średnia arytmetyczna, mediana, średnia ważona, dominanta, odchylenie standardowe
- oblicza dominantę, medianę
- wykorzystuje odchylenie standardowe w analizie wyników badań
- wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą
- interpretuje odchylenie standardowe na podstawie wykresów z zaznaczonymi słupkami błędu (tzw. wąsy)
- wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań
- udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji

24. Mutacje

Uczeń:

25.

- definiuje pojęcia: mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutagenny
- wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych
- wymienia rodzaje mutacji genowych i mutacji chromosomowych
- wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji
- uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych
- 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
- 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
- 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
- wyjaśnia różnice między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego
- wykazuje, w jaki sposób zostanie zmieniona cząsteczka białka o określonej liczbie aminokwasów, jeżeli w ściśle określonym miejscu kodującego ją genu wystąpi mutacja

Choroby

26. jednogenowe

Uczeń:

27.

- podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych
- wyjaśnia pojęcie: choroby bloku metabolicznego
- podaje nazwę choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria)
- wskazuje fenyloketonurię jako chorobę metaboliczną, której leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej
- klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia
- podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego
- charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, płąsawicę Huntingtona, mukowiscydozę
- analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych
- podaje przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność
- ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów (mukowiscydoza, fenyloketonuria, płąsawica Huntingtona, daltonizm, hemofilia)
- wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego
- ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej

z uwzględnieniem płci dzieci

— uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych

Zespoły aberracji

28. chromosomowych

Uczeń:

29.

- podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów
- podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci
- przedstawia zadania poradnictwa genetycznego
- porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera
- określa rodzaj zmian w kariotypie u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera
- wymienia i porównuje objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera
- zapisuje kariotypy mężczyzny i kobiety z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera
- 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)
- określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (zespół Klinefeltera, zespół Downa, zespół Turnera)
- wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa
- na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia

Rozdział 4. Biotechnologia molekularna

32. Biotechnologia

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
- 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
- wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną
- omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym
- omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną
- 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

Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii

33. genetycznej

Uczeń:

34.

— 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

- definiuje pojęcia: sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA metodą Sangera
- charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej
- przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA)
- uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych
- klasyfikuje metody transformacji genetycznej
- 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
- 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
- wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, plazmidów
- porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii
- proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu
- w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne

Organizmy zmodyfikowane

35. genetycznie

Uczeń:

- definiuje pojęcia: organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny
- wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi
- podaje sposoby otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie
- podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom
- wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie
- 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
- 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
- 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
- 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

Klonowanie
organizmów i

36. komórki

Uczeń:

- definiuje pojęcia: klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka
- wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie
- określa cele klonowania organizmów
- wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi
- podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)
- wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt
- wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka
- wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi
- opisuje klonowanie organizmów otrzymywanych metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju
- wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt
- omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania
- wyjaśnia sposoby klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt
- formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu
- porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym

- 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
- 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

Biotechnologia
molekularna w

37. medycynie

Uczeń:

38.

- definiuje pojęcia: diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste
- określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwencjonowania
- wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna
- podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych
- podaje przykłady biofarmaceutyków
- definiuje pojęcie: przeciwciała monoklonalne
- wyjaśnia ogólną zasadę terapii genowej
- 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 macierzystych w leczeniu chorób człowieka
- 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 ze szczepionkami DNA
 - wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi
 - przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny
 - określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób
 - przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób
 - wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania terapii genowej
-
- omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy
 - wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii
 - planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste
 - wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej
 - wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych

Inne zastosowania biotechnologii

39. molekularnej

Uczeń:

- definiuje pojęcie: profil genetyczny
 - wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny
 - przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie
 - omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie
 - omawia zastosowanie profilu genetycznego
 - przedstawia wykorzystanie profili genetycznych w medycynie sądowej
-
- dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej
 - dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością
 - formułuje własne opinie na temat rozwoju biotechnologii molekularnej
 - przedstawia sposób otrzymania profilu genetycznego
 - przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej
 - 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
 - na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej

Rozdział 5. Ewolucja organizmów

Rozwój myśli

42. ewolucyjnej

Uczeń:

- definiuje pojęcia: ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji
- przedstawia założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina
- wskazuje różnice między doбором naturalnym a doбором sztucznym
- porównuje dobór naturalny z doбором sztucznym
- omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji
- wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji

— podaje argumenty świadczące o tym, że ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów

43. Dowody ewolucji

Uczeń:

44.

- 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

- definiuje pojęcia: dywergencja, konwergencja
- wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych
- wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych i analogicznych
- wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii
- charakteryzuje metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych
- wyjaśnia różnice między atawizmem a narządem szczątkowym
- charakteryzuje formy przejściowe zwierząt
- 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
- wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych metod datowania
- analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu mimo różnych środowisk życia
- wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między gatunkami
- przedstawia pokrewieństwo ewolucyjne organizmów
- wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów
- na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliższe spokrewnione

Dobór naturalny –
główny mechanizm

45. ewolucji

Uczeń:

- definiuje pojęcia: dymorfizm płciowy, konkurencja, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający
- wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska
- podaje przykłady dymorfizmu płciowego
- przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków
- opisuje działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego
- wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie
- podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu
- wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu
- wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie
- charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doбором krewniaczym
- omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji
- omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku
- dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne

Ewolucja na
poziomie gatunku i

46. populacji

Uczeń:

47.

48.

- 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
- 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
- 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
- sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej
- uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji
- 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

Powstawanie gatunków –

49. specjacja

Uczeń:

- definiuje pojęcia: specjacja, radiacja adaptacyjna
- przedstawia biologiczną koncepcję gatunku
- wymienia rodzaje specjacji
- klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej
- przedstawia mechanizmy izolacji rozrodczej w przyrodzie i podaje jej znaczenie
- charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na obecność bariery geograficznej
- charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na szybkość jej zachodzenia (skokowa, ciągła)
- opisuje bariery prezygotyczne i bariery postzygotyczne
- charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne i postzygotyczne
- podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej
- wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady
- wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo
- wyjaśnia na przykładzie kietży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków
- wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji
- określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków

Prawidłowości ewolucji.

50. Koewolucja

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
- wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji
- określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji
- charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji
- wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów
- omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów
- wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji
- charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów

51. Antropogeneza

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
- 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
- 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
- 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

Rozdział 6. Ekologia i różnorodność biologiczna

Podstawy ekologii.

Tolerancja

53. ekologiczna

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
- 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 minimum i prawo tolerancji ekologicznej
- omawia zasadę współdziałania czynników środowiska
- wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza
- interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiskowego
- wskazuje różnice między zakresem badań ekologii a działaniami na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska
- opisuje poziomy organizacji biologicznej badane przez ekologię
- wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji
- wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska
- określa stopień zanieczyszczenia tlenkiem siarki(IV) powietrza na podstawie skali porostowej
- wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej

- uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi
- wyjaśnia zasadę współdziałania czynników
- wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną
- ocenia stan czystości wód na podstawie składu gatunkowego bioindykatorów
- wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku
- wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi
- charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody
- przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska
- 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

54. Ekologia populacji

Uczeń:

55.

- 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

- 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
- charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową
- podaje przyczyny śmiertelności
- charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów
- omawia strategie rozrodu
- porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji
- charakteryzuje krzywe przeżywania
- przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku
- 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
- charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji
- podaje główne założenia teorii metapopulacji
- odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczna) od rozrodzości realizowanej (ekologiczna)
- charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji
- wyjaśnia teorię metapopulacji
- wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku

Zależności

56. nieantagonistyczne

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
- charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe
- wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych
- charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych
- charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych
- wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych
- wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie
- wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym

Zależności

57. antagonistyczne

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
- 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
- wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania

- charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej
- podaje konsekwencje w ograniczaniu niszy ekologicznej jednego z konkurentów
- porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo
- przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu
- wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany
- wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy
- określa skutki działania substancji allelopatycznych
- wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa

Struktura
ekosystemu.
Sukcesja

58. ekologiczna

Uczeń:

- definiuje pojęcia: ekosystem, biocenoza, biotop, reducenty, 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
- 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
- określa kryteria podziału ekosystemów
- charakteryzuje rodzaje ekosystemów
- charakteryzuje gatunki pionierskie
- wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą
- wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu
- omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych
- omawia wpływ biocenozy na mikroklimat
- przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie
- wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny

59. Krążenie materii
i przepływ energii
w ekosystemie

Uczeń:

- definiuje pojęcia: łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć pokarmowa (troficzna), produktywność ekosystemu
- przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych
- podaje przykłady łańcucha spasanania i łańcucha detrytusowego
- nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i w sieci troficznej
- wyszukuje łańcuchy pokarmowe w przedstawionej sieci troficznej i poprawnie je zapisuje
- wymienia trzy typy piramidy ekologicznej (liczebności, biomasy, energii)
- 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 energii w ekosystemie
- wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych
- omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach
- rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy
- wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów
- charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu
- wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne
- omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów
- wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy
- wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności

- uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy

Obieg azotu i węgla

60. w przyrodzie

Uczeń:

- definiuje pojęcia: amonifikacja, nitrifikacja, denitrifikacja
- opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie
- wymienia źródła węgla w przyrodzie
- 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
- wyjaśnia znaczenie nitrifikacji, amonifikacji oraz denitrifikacji w krążeniu azotu w przyrodzie
- wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka
- wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków
- wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez sinice wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie
- wykazuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot

Różnorodność

61. biologiczna

Uczeń:

- definiuje pojęcie endemit
- 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
- definiuje pojęcie: ogniska różnorodności biologicznej
- omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy
- charakteryzuje biomy występujące na Ziemi
- podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu
- omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu
- podaje przykłady gatunków endemicznych
- omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi
- charakteryzuje typy różnorodności biologicznej
- przedstawia przykłady ognisk różnorodności biologicznej na kuli ziemskiej
- wyjaśnia regułę Allena i regułę Bergmanna
- charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne, głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta
- charakteryzuje wybrane środowiska wodne
- porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów
- wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej
- wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej
- dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne

Wpływ człowieka na różnorodność

62. biologiczną

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 łańcuchach pokarmowych
- wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka
- 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
- podaje przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej
- omawia wpływ introdukowanych gatunków na gatunki rodzime

- charakteryzuje zjawisko smogu, kwaśnych opadów i dziury ozonowej
- omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka
- wyjaśnia wpływ działalności człowieka na wzrost globalnego ocieplenia
- porównuje smog kwaśny ze smogiem fotochemicznym
- opisuje wpływ ocieplenia klimatu na bioróżnorodność
- wyjaśnia różnice między introdukcją a zawleczeniem
- wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów
- wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną
- wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka

Ochrona
różnorodności

63. biologicznej
64.

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
 - wskazuje różnice między introdukcją a reintrodukcją gatunków
 - przedstawia kryteria podziału różnych form ochrony przyrody
-
- wyjaśnia celowość stosowania form ochrony służących zachowaniu różnorodności gatunkowej w Polsce
 - podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i ochrony biernej
 - omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21)
 - wyjaśnia różnice między ochroną środowiska a ochroną przyrody
 - charakteryzuje formy ochrony indywidualnej i obszarowej w Polsce
 - wymienia przyczyny stosowania ochrony przyrody
 - wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów
 - wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego
 - uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony przyrody
 - uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów
 - proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła
 - na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody