

WYMAGANIA EDUKACYJNE

Zawierają szczegółowy wykaz wiadomości i umiejętności, które uczeń powinien opanować po omówieniu poszczególnych lekcji z podręcznika *Biologia na czasie 2 – zakres rozszerzony*.

Poziomy oczekiwanych osiągnięć ucznia

| Wymagania podstawowe | Wymagania ponadpodstawowe |
|--|--|
| konieczne (na stopień dopuszczający) | rozszerzające (na stopień dobry) |
| podstawowe (na stopień dostateczny) | dopełniające (na stopień bardzo dobry) |
| obejmują treści i umiejętności | obejmują treści i umiejętności |
| <ul style="list-style-type: none">• najważniejsze w uczeniu się biologii | <ul style="list-style-type: none">• złożone i mniej przystępne niż zaliczone do wymagań podstawowych |
| <ul style="list-style-type: none">• łatwe dla ucznia nawet mało zdolnego | <ul style="list-style-type: none">• wymagające korzystania z różnych źródeł informacji |
| <ul style="list-style-type: none">• często powtarzające się w procesie nauczania | <ul style="list-style-type: none">• umożliwiające rozwiązywanie problemów |
| <ul style="list-style-type: none">• określone programem nauczania na poziomie nieprzekraczającym wymagań zawartych w podstawie programowej | <ul style="list-style-type: none">• pośrednio użyteczne w życiu pozaszkolnym |
| <ul style="list-style-type: none">• użyteczne w życiu codziennym | <ul style="list-style-type: none">• pozwalające łączyć wiedzę z różnych przedmiotów i dziedzin |

Stopnie szkolne

Stopień dopuszczający

Stopień dopuszczający można wystawić uczniowi, który przyswoił treści konieczne. Taki uczeń z pomocą nauczyciela jest w stanie nadrobić braki w podstawowych umiejętnościach.

Stopień dostateczny

Stopień dostateczny może otrzymać uczeń, który opanował wiadomości podstawowe i z niewielką pomocą nauczyciela potrafi rozwiązać podstawowe problemy. Analizuje również proste zależności, a także próbuje porównywać, wnioskować i zajmować określone stanowisko.

Stopień dobry

Stopień dobry można wystawić uczniowi, który przyswoił treści rozszerzające, właściwie stosuje terminologię przedmiotową, a także wiadomości w sytuacjach typowych wg wzorów znanych z lekcji i podręcznika, rozwiązuje typowe problemy z wykorzystaniem poznanych metod, samodzielnie pracuje z podręcznikiem i materiałem źródłowym oraz aktywnie uczestniczy w zajęciach.

Stopień bardzo dobry

Stopień bardzo dobry może otrzymać uczeń, który opanował treści dopełniające. Potrafi on samodzielnie interpretować zjawiska oraz bronić swych poglądów.

Stopień celujący

Stopień celujący może otrzymać uczeń, który opanował pełne treści zawarte w podręczniku. Potrafi on selekcjonować i hierarchizować wiadomości, z powodzeniem bierze udział w konkursach i olimpiadach przedmiotowych, a także pod okiem nauczyciela prowadzi własne prace badawcze.

Biologia na czasie 3 – zakres rozszerzony

| Dział programu | Lp. | Temat | Poziom wymagań | | | |
|--------------------------|-----|-----------------------------------|--|---|--|--|
| | | | konieczny (K) | podstawowy (P) | rozszerzający (R) | dopelniający (D) |
| Mechanizmy dziedziczenia | 1. | Budowa i rola kwasów nukleinowych | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ³⁵/₁₇ charakteryzuje budowę pojedynczego nukleotydu DNA i RNA ³⁵/₁₇ określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej ³⁵/₁₇ wymienia rodzaje RNA ³⁵/₁₇ określa rolę podstawowych rodzajów RNA ³⁵/₁₇ charakteryzuje budowę przestrzenną cząsteczki DNA ³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>podwójna helisa</i> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ³⁵/₁₇ charakteryzuje sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA ³⁵/₁₇ wyjaśnia, z czego wynika komplementarność zasad łańcucha ³⁵/₁₇ uzupełnia schemat jednego polinukleotydowego DNA o łańcuch komplementarny ³⁵/₁₇ charakteryzuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA ³⁵/₁₇ określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega różna orientacja łańcuchów polinukleotydowych DNA ³⁵/₁₇ rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA ³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa ³⁵/₁₇ porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ³⁵/₁₇ wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów ³⁵/₁₇ planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej ³⁵/₁₇ rozróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa |
| | 2. | Replikacja DNA | <ul style="list-style-type: none"> ³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>replikacja</i> ³⁵/₁₇ wyjaśnia znaczenie replikacji DNA ³⁵/₁₇ wymienia etapy replikacji DNA ³⁵/₁₇ uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki | <ul style="list-style-type: none"> ³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne</i> ³⁵/₁₇ omawia przebieg replikacji ³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA ³⁵/₁₇ określa rolę polimerazy DNA | <ul style="list-style-type: none"> ³⁵/₁₇ charakteryzuje poszczególne etapy replikacji ³⁵/₁₇ wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA ³⁵/₁₇ wykazuje różnice | <ul style="list-style-type: none"> ³⁵/₁₇ rozróżnia poszczególne modele replikacji ³⁵/₁₇ planuje doświadczenie mające na celu wykazanie, że replikacja DNA jest semikonserwatywna ³⁵/₁₇ wykazuje naprawczą rolę |

| | | | | | | |
|----|------------------------------|--|---|--|--|---|
| | | | | <p>podczas replikacji</p> ³⁵ / ₁₇ porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych | <p>w syntezie obu nowych łańcuchów DNA</p> ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych ³⁵ / ₁₇ określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA | <p>polimerazy DNA w replikacji</p> ³⁵ / ₁₇ omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA |
| 3. | Geny i genomy | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom</i> ³⁵ / ₁₇ rozróżnia eksony i introny ³⁵ / ₁₇ określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej | ³⁵ / ₁₇ omawia budowę genu ³⁵ / ₁₇ rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe ³⁵ / ₁₇ wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne, pseudogeny</i> ³⁵ / ₁₇ omawia skład chemiczny chromatyny ³⁵ / ₁₇ przedstawia budowę chromosomu | ³⁵ / ₁₇ określa informacje zawarte w genie ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje genom wirusa ³⁵ / ₁₇ porównuje strukturę genomów prokariotycznego i eukariotycznego ³⁵ / ₁₇ wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym | ³⁵ / ₁₇ porównuje heterochromatynę z euchromatyną ³⁵ / ₁₇ różnicuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria ³⁵ / ₁₇ omawia genom mitochondrialny człowieka | |
| 4. | Związek między genem a cechą | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja</i> ³⁵ / ₁₇ wymienia i charakteryzuje cechy kodu genetycznego ³⁵ / ₁₇ ilustruje schematycznie etapy odczytywania informacji genetycznej ³⁵ / ₁₇ nazywa etapy translacji | ³⁵ / ₁₇ omawia przebieg transkrypcji i translacji ³⁵ / ₁₇ analizuje tabelę kodu genetycznego ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej organizmu przez kolejne trójki nukleotydów w DNA i mRNA ³⁵ / ₁₇ określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji ³⁵ / ₁₇ określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji | ³⁵ / ₁₇ omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA ³⁵ / ₁₇ zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA ³⁵ / ₁₇ porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych ³⁵ / ₁₇ określa rolę i sposoby modyfikacji | ³⁵ / ₁₇ wymienia przykłady wirusów, u których występuje odwrotna transkrypcja ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów ³⁵ / ₁₇ porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej | |

| | | | | | | |
|----|------------------------------------|---|---|---|--|--|
| | | | | | potranskrypcyjnej RNA ³⁵ / ₁₇ określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek | |
| 5. | Regulacja ekspresji genów | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>operon</i> ³⁵ / ₁₇ wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury operonu oraz geny struktury operonu ³⁵ / ₁₇ wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, na czym polega regulacja ekspresji genów w komórce prokariotycznej na podstawie modelu operonu laktozowego i tryptofanowego ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, jakie znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor ³⁵ / ₁₇ omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej | ³⁵ / ₁₇ rozróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego ³⁵ / ₁₇ porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, na czym polega alternatywne składanie RNA ³⁵ / ₁₇ porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu ³⁵ / ₁₇ omawia rolę niekodującego RNA w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych powoduje zróżnicowanie komórek na poszczególne typy | |
| 6. | Dziedziczenie cech. I prawo Mendla | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>allel</i> , <i>genotyp</i> , <i>fenotyp</i> , <i>homozygota</i> , <i>heterozygota</i> , <i>allel dominujący</i> , <i>allel recesywny</i> ³⁵ / ₁₇ zapisuje przebieg i wyniki doświadczeń Gregora Mendla za pomocą kwadratu Punnetta ³⁵ / ₁₇ podaje treść I prawa Mendla | ³⁵ / ₁₇ omawia prace G. Mendla, na podstawie których sformułował on reguły dziedziczenia ³⁵ / ₁₇ wymienia przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla ³⁵ / ₁₇ wykonuje przykładowe krzyżówki jednogenowe | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>linia czysta</i> ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych ³⁵ / ₁₇ analizuje wyniki | ³⁵ / ₁₇ określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej jednogenowej | |

| | | | | | | |
|----|-----------------------------------|--|--|---|---|--|
| | | | | | <p>krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego</p> <p>³⁵/₁₇ określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia jednej cechy</p> | |
| 7. | II prawo Mendla | ³⁵ / ₁₇ podaje treść II prawa Mendla | ³⁵ / ₁₇ wykonuje przykładowe krzyżówki dwugenowe | <p>³⁵/₁₇ analizuje wyniki krzyżówek dwugenowych na przykładzie grochu zwyczajnego</p> <p>³⁵/₁₇ określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech niesprzężonych</p> | <p>³⁵/₁₇ określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej dwugenowej</p> <p>³⁵/₁₇ ocenia znaczenie badań G. Mendla dla rozwoju genetyki</p> | |
| 8. | Chromosomowa teoria dziedziczenia | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>locus</i>, <i>geny sprzężone</i>, <i>crossing-over</i></p> <p>³⁵/₁₇ wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega mapowanie genów</p> <p>³⁵/₁₇ wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych</p> | <p>³⁵/₁₇ oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi</p> <p>³⁵/₁₇ określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech sprzężonych</p> <p>³⁵/₁₇ analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych</p> | ³⁵ / ₁₇ wykazuje różnice między genami niesprzężonymi a sprzężonymi | |

| | | | | | | |
|-----|--|---|---|--|--|--|
| | | | | | ³⁵ ₁₇ oblicza odległość między genami | |
| 9. | Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>kariotyp</i> , <i>chromosomy płci</i> ³⁵ ₁₇ wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny ³⁵ ₁₇ wyjaśnia sposób determinacji płci u człowieka ³⁵ ₁₇ charakteryzuje kariotyp człowieka ³⁵ ₁₇ określa płeć różnych osób na podstawie analizy ich kariotypu ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią | ³⁵ ₁₇ wymienia nazwy oraz objawy chorób uwarunkowanych mutacjami genów sprzężonych z płcią ³⁵ ₁₇ wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią ³⁵ ₁₇ określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią ³⁵ ₁₇ wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu ³⁵ ₁₇ rozróżnia cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywają gen SRY i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra ³⁵ ₁₇ omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X ³⁵ ₁₇ charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują ³⁵ ₁₇ wyjaśnia powody, dla których daltonizm i hemofilia występują niemal wyłącznie u mężczyzn | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, jakie znaczenie ma proces inaktywacji jednego z chromosomów X w większości komórek organizmu kobiety ³⁵ ₁₇ omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci ³⁵ ₁₇ planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci | |
| 10. | Inne sposoby dziedziczenia cech | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>allele wielokrotne</i> na przykładzie dziedziczenia grup krwi u człowieka ³⁵ ₁₇ wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh ³⁵ ₁₇ określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>dominacja niezupełna</i> , <i>kodominacja</i> , <i>geny kumulatywne</i> , <i>geny plejotropowe</i> ³⁵ ₁₇ charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niezupełnej i kodominacji ³⁵ ₁₇ określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>geny komplementarne</i> , <i>geny dopełniające się</i> , <i>geny epistatyczne</i> , <i>geny hipostatyczne</i> ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, z jakiego powodu geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami komplementarnymi ³⁵ ₁₇ określa | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy ³⁵ ₁₇ określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów epistatycznych | |

| | | | | | | |
|-----|---------------------------------|---|---|---|---|--|
| | | | | ³⁵ ₁₇ podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych | prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów dopełniających się ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych w wypadku dziedziczenia barwy sierści u gryzoni | |
| 11. | Zmienność organizmów | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>zmiennosc genetyczna, zmiennosc srodowiskowa</i> ³⁵ ₁₇ wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady potwierdzające występowanie zmienności srodowiskowej | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>zmiennosc ciagla, zmiennosc nieciagla</i> ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej ³⁵ ₁₇ omawia przyczyny zmienności genetycznej ³⁵ ₁₇ określa znaczenie zmienności genetycznej i srodowiskowej ³⁵ ₁₇ porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością srodowiskową | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na zmienność osobniczą ³⁵ ₁₇ wymienia cechy mutacji, które stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej ³⁵ ₁₇ porównuje zmienność genetyczną rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną ³⁵ ₁₇ określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu srodowiska | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>transpozony</i> i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności osobniczej ³⁵ ₁₇ wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i> ³⁵ ₁₇ wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej w wypadku organizmów o identycznych genotypach | |
| 12. | Zmiany w informacji genetycznej | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutageny</i> | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana</i> ³⁵ ₁₇ klasyfikuje mutacje według | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje letalne, mutacje subletalne, mutacje neutralne, mutacje korzystne, protoonkogeny, onkogeny, geny</i> | ³⁵ ₁₇ przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu dowolnego organizmu powstałe w wyniku mutacji chromosomowych | |

| | | | | | |
|-----|---------------------|---|---|---|--|
| | | <p>³⁵₁₇ wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych</p> <p>³⁵₁₇ wymienia przykłady mutacji genowych i mutacji chromosomowych</p> <p>³⁵₁₇ wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji</p> | <p>różnych kryteriów</p> <p>³⁵₁₇ określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu</p> <p>³⁵₁₇ wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych</p> <p>³⁵₁₇ uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych</p> | <p><i>supresorowe</i></p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia charakter zmian w DNA typowych dla różnych mutacji</p> <p>³⁵₁₇ określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego</p> <p>³⁵₁₇ omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych</p> <p>³⁵₁₇ rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych</p> <p>³⁵₁₇ wskazuje na zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki</p> | <p>liczbowych</p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji</p> <p>³⁵₁₇ wskazuje różnicę między kariotypami organizmu aneuploidalnego i organizmu poliploidalnego</p> <p>³⁵₁₇ wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych oraz chorób nowotworowych związanych z ich mutacjami</p> |
| 13. | Choroby jednogenowe | <p>³⁵₁₇ wymienia przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących i recesywnych</p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>choroby bloku metabolicznego</i></p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego</p> <p>³⁵₁₇ wymienia przykłady chorób bloku metabolicznego</p> | <p>³⁵₁₇ klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia</p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy mukowiscydozy, fenyloketonurii, choroby Huntingtona, anemii sierpowatej</p> <p>³⁵₁₇ rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erythrocyty krwi</p> | <p>³⁵₁₇ wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy albinizmu, alkaptonurii, choroby Parkinsona, dystrofii mięśniowej Duchenne'a, krzywicy odpornej na witaminę D</p> <p>³⁵₁₇ wymienia przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność</p> <p>³⁵₁₇ wymienia przykłady</p> | <p>³⁵₁₇ porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej</p> <p>³⁵₁₇ charakteryzuje choroby człowieka wynikające z mutacji DNA mitochondrialnego</p> <p>³⁵₁₇ uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych</p> |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|--|---|---|--|--|
| | | | ³⁵ ₁₇ wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej | | chorób człowieka wynikających z mutacji mitochondrialnego DNA ³⁵ ₁₇ ustala typy dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów | |
| | 14. | Choroby chromosomalne i wieloczynnikowe | ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka wynikających z nieprawidłowej struktury chromosomów ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci | ³⁵ ₁₇ określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera ³⁵ ₁₇ wymienia objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera ³⁵ ₁₇ wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców a prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka z zespołem Downa | ³⁵ ₁₇ omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej ³⁵ ₁₇ określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Edwardsa i zespołem Patau ³⁵ ₁₇ wymienia objawy zespołu Edwardsa i zespołu Patau | ³⁵ ₁₇ analizuje fotografie kariotypów człowieka ³⁵ ₁₇ omawia choroby wieloczynnikowe |
| Biotechnologia molekularna | 1. | Biotechnologia. Podstawowe techniki inżynierii genetycznej | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna, elektroforeza DNA, PCR, klonowanie DNA, transformacja genetyczna</i> ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady dziedzin życia, w których można zastosować biotechnologię molekularną ³⁵ ₁₇ wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej ³⁵ ₁₇ wymienia techniki inżynierii | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>sonda molekularna, wektor, sekwencjonowanie DNA, hybrydyzacja DNA</i> ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, czym się zajmuje inżynieria genetyczna ³⁵ ₁₇ omawia wykorzystanie enzymów restrykcyjnych, ligaz i polimeraz DNA ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, na czym polega: hybrydyzacja DNA z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza | ³⁵ ₁₇ porównuje biotechnologię klasyczną z biotechnologią molekularną ³⁵ ₁₇ charakteryzuje enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej ³⁵ ₁₇ omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, klonowania DNA ³⁵ ₁₇ określa cel tworzenia bibliotek genomowych | ³⁵ ₁₇ sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne ³⁵ ₁₇ określa zalety i wady łańcuchowej reakcji polimerazy ³⁵ ₁₇ omawia metody pośredniego i bezpośredniego wprowadzenia DNA do komórek roślin i zwierząt ³⁵ ₁₇ analizuje przebieg klonowania DNA na |

| | | | | | |
|----|-------------------------------------|--|--|--|---|
| | | genetycznej ³⁵ / ₁₇ wymienia etapy modyfikacji genomu | DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie DNA, transformacja genetyczna ³⁵ / ₁₇ wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej ³⁵ / ₁₇ wymienia sposoby wprowadzenia obcego genu do komórki | i bibliotek cDNA ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej | przykładzie genu myszy ³⁵ / ₁₇ omawia etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA |
| 2. | Organizmy zmodyfikowane genetycznie | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie</i> , <i>organizm transgeniczny</i> , <i>produkt GMO</i> ³⁵ / ₁₇ wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi ³⁵ / ₁₇ wymienia metody otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie ³⁵ / ₁₇ wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie | ³⁵ / ₁₇ podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt ³⁵ / ₁₇ omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce ³⁵ / ₁₇ omawia sposób oznakowania produktów GMO ³⁵ / ₁₇ wskazuje na zagrożenia ze strony GMO | ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych ³⁵ / ₁₇ omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt ³⁵ / ₁₇ wymienia przykłady produktów GMO ³⁵ / ₁₇ podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie | ³⁵ / ₁₇ omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO ³⁵ / ₁₇ analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciw niej ³⁵ / ₁₇ omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej |
| 3. | Klonowanie – korzyści | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>klon</i> , | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób | ³⁵ / ₁₇ omawia rodzaje | ³⁵ / ₁₇ analizuje kolejne etapy |

| | | | | | | |
|----|--|---|--|--|---|--|
| | | i zagrożenia | <p><i>klonowanie</i></p> <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady organizmów będących naturalnymi klonami</p> <p>³⁵/₁₇ określa cele klonowania mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</p> | <p>otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka</p> <p>³⁵/₁₇ wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt</p> <p>³⁵/₁₇ uzasadnia swoje stanowisko w sprawie klonowania człowieka</p> | <p>rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania</p> <p>³⁵/₁₇ omawia sposoby klonowania roślin i zwierząt</p> <p>³⁵/₁₇ formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu</p> <p>³⁵/₁₇ porównuje klonowanie terapeutyczne i klonowanie reprodukcyjne</p> | <p>klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka</p> <p>³⁵/₁₇ planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki może pokierować rozwojem organizmu</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady osiągnięć w klonowaniu zwierząt</p> |
| 4. | Biotechnologia molekularna w medycynie | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste</i></p> <p>³⁵/₁₇ wymienia korzyści wynikające z poznania genomu człowieka</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady technik inżynierii genetycznej wykorzystywanych w diagnozowaniu chorób genetycznych</p> | <p>³⁵/₁₇ wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej</p> <p>³⁵/₁₇ omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega terapia genowa</p> <p>³⁵/₁₇ omawia zastosowanie komórek macierzystych</p> | <p>³⁵/₁₇ omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne szczepionki</p> <p>³⁵/₁₇ porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje techniki inżynierii genetycznej wykorzystywane w diagnostyce molekularnej</p> <p>³⁵/₁₇ omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków</p> | <p>³⁵/₁₇ omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej</p> <p>³⁵/₁₇ określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób</p> <p>³⁵/₁₇ planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste</p> | |

| | | | | | | |
|-----------------|----|---|--|--|--|--|
| | | | | <p>w leczeniu chorób człowieka</p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia, czym się zajmuje medycyna molekularna</p> | <p>³⁵₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>przeciwciała monoklonalne</i></p> <p>³⁵₁₇ podaje przykłady wykorzystania przeciwciał monoklonalnych w medycynie</p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może się przyczynić do postępu w transplantologii</p> <p>³⁵₁₇ omawia korzyści i zagrożenia wynikające z terapii genowej</p> | |
| | 5. | Inne zastosowania biotechnologii molekularnej | <p>³⁵₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>profil genetyczny</i></p> <p>³⁵₁₇ wymienia przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</p> | <p>³⁵₁₇ przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa)</p> | <p>³⁵₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>sekwencje mikrosatelitarne</i></p> <p>³⁵₁₇ uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych</p> | <p>³⁵₁₇ analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego</p> <p>³⁵₁₇ omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych</p> <p>³⁵₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>filogenetyka molekularna</i></p> <p>³⁵₁₇ analizuje drzewo filogenetyczne</p> <p>³⁵₁₇ przedstawia sposoby wykorzystania informacji zawartych w DNA</p> |
| Ekologia | 1. | Czym się zajmuje ekologia? | <p>³⁵₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, siedlisko, nisza ekologiczna</i></p> <p>³⁵₁₇ określa zakres badań</p> | <p>³⁵₁₇ określa, czym się zajmują ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody</p> <p>³⁵₁₇ określa niszę ekologiczną</p> | <p>³⁵₁₇ wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska</p> <p>³⁵₁₇ podaje przykłady ilustrujące prawo</p> | <p>³⁵₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>gatunek kosmopolityczny</i></p> <p>³⁵₁₇ wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno</p> |

| | | | | | |
|----|--------------------|---|---|--|--|
| | | <p>ekologicznych</p> <p>³⁵/₁₇ klasyfikuje czynniki środowiska na biotyczne i abiotyczne</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>zasoby środowiska, warunki środowiska</i>, podaje odpowiednie przykłady</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>nisza ekologiczna, gatunki wskaźnikowe</i></p> <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych</p> | <p>wybranych gatunków</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu</p> <p>³⁵/₁₇ omawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega zasada współdziałania czynników środowiska</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza</p> | <p>minimum, prawo tolerancji ekologicznej, zasadę współdziałania czynników</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej</p> <p>³⁵/₁₇ uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych organizmów</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>eurybionty, stenobionty</i></p> <p>³⁵/₁₇ interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska</p> | <p>osobnika, jak i gatunku</p> <p>³⁵/₁₇ omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska</p> <p>³⁵/₁₇ wskazuje różnice między gatunkami kosmopolitycznymi a wskaźnikowymi</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje formy ekologiczne roślin wyodrębnione ze względu na wymagania dotyczące ilości wody</p> <p>³⁵/₁₇ planuje doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika środowiska</p> |
| 2. | Ekologia populacji | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>populacja lokalna gatunku</i></p> <p>³⁵/₁₇ wymienia dwa podstawowe typy oddziaływania między osobnikami w populacji</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia cechy charakteryzujące populację</p> <p>³⁵/₁₇ omawia znaczenie</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>rozrodczość, śmiertelność, migracja, struktura wiekowa populacji, struktura płciowa populacji, zasięg przestrzenny, rozmieszczenie, emigracja, imigracja</i></p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>opór środowiska, tempo wzrostu populacji</i></p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje oddziaływania między członkami populacji</p> <p>³⁵/₁₇ omawia regułę Alleego i podaje przykłady jej</p> | <p>³⁵/₁₇ wskazuje różnice między rozrodczością fizjologiczną i ekologiczną oraz śmiertelnością fizjologiczną i ekologiczną</p> <p>³⁵/₁₇ porównuje strategie rozrodu typu</p> |

| | | | | | |
|----|--|--|--|---|--|
| | | <p>liczebności i zagęszczenia jako parametrów opisujących populację</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia czynniki wpływające na liczebność populacji</p> | <p>populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich</p> <p>³⁵/₁₇ przedstawia trzy podstawowe typy krzywej przeżywania, podaje przykłady gatunków, dla których są one charakterystyczne</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji</p> | <p>działania</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów</p> <p>³⁵/₁₇ analizuje piramidę obrazującą strukturę wiekową i strukturę płciową populacji</p> <p>³⁵/₁₇ określa możliwości rozwoju danej populacji</p> <p>³⁵/₁₇ przedstawia w sposób graficzny wzrost wykładniczy i wzrost logistyczny populacji</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia zalety i wady życia w grupie</p> | <p>r oraz typu K</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji</p> <p>³⁵/₁₇ porównuje podstawowe modele wzrostu populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich</p> <p>³⁵/₁₇ omawia formy rozmieszczenia skupiskowego populacji</p> <p>³⁵/₁₇ omawia trzy podstawowe okresy w życiu każdego osobnika</p> |
| 3. | Oddziaływania antagonistyczne między organizmami | <p>³⁵/₁₇ klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagoniczne i nieantagonistyczne</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady oddziaływań an antagonistycznych</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia główne przyczyny</p> | <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje oddziaływania międzygatunkowe w relacjach: ofiara – drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli</p> <p>³⁵/₁₇ klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania</p> <p>³⁵/₁₇ omawia skutki konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu przeprowadzonego przez Georgija Gausego</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia konsekwencje zawężenia niszy ekologicznych konkurujących gatunków</p> <p>³⁵/₁₇ analizuje cykliczne</p> | <p>³⁵/₁₇ planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego wypierania</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej</p> <p>³⁵/₁₇ określa skutki działania substancji allelopatycznych</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy</p> |

| | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|--|
| | | | i skutki konkurencji międzygatunkowej | | zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego ³⁵ / ₁₇ porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo | ³⁵ / ₁₇ przewiduje skutki masowych pojawów organizmów w środowisku ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów |
| 4. | Oddziaływania nieantagonistyczne między organizmami | ³⁵ / ₁₇ wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>mutualizm</i> , <i>komensalizm</i> | ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związku mutualistycznym ³⁵ / ₁₇ wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych | ³⁵ / ₁₇ porównuje mutualizm obligatoryjny i mutualizm fakultatywny | ³⁵ / ₁₇ omawia przykłady mutualizmu i komensalizmu | |
| 5. | Struktura ekosystemu | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>ekosystem</i> , <i>biocenoza</i> , <i>biotop</i> , <i>struktura troficzna ekosystemu</i> , <i>struktura przestrzenna ekosystemu</i> , <i>sukcesja ekologiczna</i> ³⁵ / ₁₇ wymienia biotyczne i abiotyczne elementy ekosystemu ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, jaką rolę w biocenozie odgrywają producenci, konsumenci i destruenci | ³⁵ / ₁₇ klasyfikuje rodzaje ekosystemów ³⁵ / ₁₇ klasyfikuje elementy ekosystemu na biotyczne i abiotyczne ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje strukturę przestrzenną i troficzną ekosystemu ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, na czym polega sukcesja ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior | ³⁵ / ₁₇ określa kryteria podziału ekosystemów ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje rodzaje ekosystemów ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, na czym polega rola biocenozy w kształtowaniu biotopu ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje procesy glebotwórcze ³⁵ / ₁₇ omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej | ³⁵ / ₁₇ określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej ³⁵ / ₁₇ omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje poziomy glebowe ³⁵ / ₁₇ omawia wpływ biocenozy na mikroklimat ³⁵ / ₁₇ omawia etapy eutrofizacji jezior | |
| 6. | Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>łańcuch troficzny</i> , <i>poziom troficzny</i> , <i>sieć troficzna</i> ³⁵ / ₁₇ wskazuje zależności między | ³⁵ / ₁₇ konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne ³⁵ / ₁₇ nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i sieci | ³⁵ / ₁₇ wyróżnia i porównuje dwa typy łańcuchów troficznych ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: | ³⁵ / ₁₇ analizuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu ³⁵ / ₁₇ rysuje i porównuje trzy | |

| | | | | | | |
|----|----------------------------------|---|---|--|---|--|
| | | | <p>poziomami troficznymi</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów</p> | <p>troficznej</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie</p> <p>³⁵/₁₇ porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie</p> | <p><i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i></p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny</p> <p>³⁵/₁₇ omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach</p> | <p>typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności</p> |
| 7. | Obieg węgla i azotu w przyrodzie | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>cykle biogeochemiczne</i></p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polegają obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie</p> | <p>³⁵/₁₇ wymienia źródła węgla w przyrodzie</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka</p> | <p>³⁵/₁₇ omawia schematy obiegu węgla i obiegu azotu w przyrodzie</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega nityfikacja, amonifikacja oraz denityfikacja</p> | <p>³⁵/₁₇ określa rolę organizmów w obiegu pierwiastków</p> <p>³⁵/₁₇ omawia przebieg reakcji nityfikacji</p> | |
| 8. | Różnorodność biologiczna | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>biom, różnorodność biologiczna</i></p> <p>³⁵/₁₇ omawia poziomy różnorodności biologicznej</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia główne biomy wodne</p> | <p>³⁵/₁₇ omawia kryteria, na podstawie których wyróżniono biomy</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje biomy lądowe oraz obszary gór wysokich, uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą roślinność i towarzyszące jej zwierzęta</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje warstwy lasu występujące w biomach leśnych</p> <p>³⁵/₁₇ omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu</p> | <p>³⁵/₁₇ omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>ogniska różnorodności biologicznej</i></p> <p>³⁵/₁₇ określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu</p> | <p>³⁵/₁₇ dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi</p> <p>³⁵/₁₇ ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi</p> <p>³⁵/₁₇ porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów</p> | |

| | | | | | | |
|-----|--|--|--|---|--|--|
| | | | | ³⁵ ₁₇ charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki, jak warunki tlenowe, świetlne, głębokość, przeważającą roślinność oraz towarzyszące jej zwierzęta | | |
| 9. | Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną | ³⁵ ₁₇ wymienia czynniki geograficzne wpływające na bioróżnorodność ³⁵ ₁₇ omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność ³⁵ ₁₇ wymienia powody ochrony przyrody ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów | ³⁵ ₁₇ klasyfikuje czynniki kształtujące różnorodność biologiczną ³⁵ ₁₇ omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na różnorodność biologiczną ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, na czym polega ochrona przyrody czynna i bierna ³⁵ ₁₇ podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej ³⁵ ₁₇ uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja gatunku | ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej ³⁵ ₁₇ określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania powierzchni na różnorodność biologiczną ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>relikt</i> , <i>ostoja</i> , <i>endemit</i> ³⁵ ₁₇ uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt | ³⁵ ₁₇ wskazuje konsekwencje zmniejszenia różnorodności biologicznej ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone ³⁵ ₁₇ określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime ³⁵ ₁₇ określa znaczenie korytarzy ekologicznych | |
| 10. | Elementy ochrony środowiska | ³⁵ ₁₇ klasyfikuje zasoby przyrody ³⁵ ₁₇ wymienia skutki eksploatacji zasobów nieodnawialnych ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>efekt cieplarniany</i> , <i>kwaśne opady</i> , <i>smog</i> , <i>dziura ozonowa</i> , <i>alternatywne źródła energii</i> , | ³⁵ ₁₇ wymienia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych ³⁵ ₁₇ wymienia przyczyny globalnego ocieplenia klimatu, powstawania kwaśnych opadów, smogu i dziury ozonowej | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>rekultywacja</i> ³⁵ ₁₇ omawia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do powstania | ³⁵ ₁₇ przedstawia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego ³⁵ ₁₇ odróżnia rodzaje smogu ³⁵ ₁₇ wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem | |

| | | | | | | |
|----------------------------|----|--------------------------|---|--|---|---|
| | | | <p><i>recykling</i></p> <p>³⁵/₁₇ podaje przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób niewłaściwa eksploatacja zasobów przyrody wpływa na środowisko</p> <p>³⁵/₁₇ omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia skutki powstawania dziury ozonowej</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia sposoby utylizacji odpadów</p> | <p>efektu cieplarnianego</p> <p>³⁵/₁₇ uzasadnia konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody</p> <p>³⁵/₁₇ omawia proces powstawania kwaśnych opadów</p> <p>³⁵/₁₇ ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisko</p> | <p>nowotworów</p> <p>³⁵/₁₇ uzasadnia konieczność gospodarowania odpadami</p> |
| Ewolucja organizmów | 1. | Rozwój myśli ewolucyjnej | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny</i></p> <p>³⁵/₁₇ omawia główne założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina</p> | <p>³⁵/₁₇ przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste'a Lamarcka i kreacjonistów</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, dlaczego teoria J.B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>walka o byt</i></p> | <p>³⁵/₁₇ porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny</p> <p>³⁵/₁₇ omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji</p> | <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w.</p> <p>³⁵/₁₇ omawia założenia teorii Georges'a Cuviera</p> <p>³⁵/₁₇ ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji</p> |
| | 2. | Dowody ewolucji | <p>³⁵/₁₇ wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>skamieniałości przewodnie, anatomia porównawcza</i></p> <p>³⁵/₁₇ wymienia cechy anatomiczne organizmów</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych</p> | <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady zwierząt zaliczanych do form przejściowych oraz podaje cechy tych zwierząt</p> <p>³⁵/₁₇ podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>formy przejściowe</i></p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym opierają się radioizotopowe i biostratygraficzne metody datowania</p> <p>³⁵/₁₇ analizuje budowę</p> |

| | | | | | | |
|----|---|---|--|---|---|---|
| | | | potwierdzające jedność ich planu budowy | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami ³⁵ ₁₇ wymienia przykład metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych ³⁵ ₁₇ wyjaśnia różnicę między atawizmem a narządem szczątkowym ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady atawizmów i narządów szczątkowych ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, czym się zajmuje paleontologia | osadowych ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>dywergencja</i> , <i>konwergencja</i> ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady dywergencji i konwergencji ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii ³⁵ ₁₇ wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów | przednich kończyn przedstawicieli różnych gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu oraz środowisku ich życia ³⁵ ₁₇ wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi |
| 3. | Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>dymorfizm płciowy</i> , <i>dobór płciowy</i> , <i>dobór krewniaczy</i> , <i>dobór stabilizujący</i> , <i>dobór kierunkowy</i> , <i>dobór rozrywający</i> ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady dymorfizmu płciowego ³⁵ ₁₇ charakteryzuje sposób i przewiduje efekty działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego | ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, na czym polega zmienność wewnątrzgatunkowa ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, który z rodzajów zmienności organizmów ma znaczenie ewolucyjne ³⁵ ₁₇ omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji ³⁵ ₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>preferencje w krzyżowaniu</i> ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady występowania preferencji | ³⁵ ₁₇ wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie ³⁵ ₁₇ wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie ³⁵ ₁₇ omawia występowanie genu anemii sierpowatej w populacjach ludzi żyjących na obszarach dotkniętych malarią | ³⁵ ₁₇ omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu ³⁵ ₁₇ wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne | |

| | | | | | | |
|----|------------------------------------|--|--|---|---|--|
| | | | | <p>w krzyżowaniu w przyrodzie</p> <p>³⁵/₁₇ podaje przykłady utrzymywania się w populacji człowieka alleli warunkujących choroby genetyczne</p> | | |
| 4. | Ewolucja na poziomie populacji | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>genetyka populacyjna, pula genowa populacji</i></p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką ewolucji</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia czynniki ewolucji</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, na czym polega zjawisko dryfu genetycznego i wymienia skutki jego działania w przyrodzie</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia warunki, które spełnia populacja znajdująca się w stanie równowagi genetycznej</p> | <p>³⁵/₁₇ omawia regułę Hardy’ego–Weinberga</p> <p>³⁵/₁₇ oblicza częstość występowania genotypów i fenotypów w populacji</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia rolę dryfu genetycznego w kształtowaniu puli genetycznej populacji na przykładach efektu założyciela oraz efektu wąskiego gardła</p> <p>³⁵/₁₇ sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej</p> | |
| 5. | Powstawanie gatunków – specjacja | <p>³⁵/₁₇ przedstawia biologiczną koncepcję gatunku</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>mechanizmy izolacji rozrodczej, specjacja</i></p> | <p>³⁵/₁₇ omawia znaczenie mechanizmów izolacji rozrodczej w przyrodzie</p> <p>³⁵/₁₇ klasyfikuje mechanizmy izolacji rozrodczej</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia rodzaje specjacji</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec gatunków rozmnażających się bezpłciowo</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje rodzaje specjacji, biorąc pod uwagę typ pierwotnej bariery izolacyjnej</p> | <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje prezygotyczne i postzygotyczne mechanizmy izolacji rozrodczej oraz podaje przykłady ich działania</p> <p>³⁵/₁₇ omawia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji</p> | |
| 6. | Prawidłowości ewolucji. Koewolucja | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>prawidłowości ewolucji</i></p> <p>³⁵/₁₇ wymienia prawidłowości ewolucji</p> | <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>mikroewolucja, makroewolucja, kierunkowość ewolucji, nieodwracalność ewolucji, koewolucja</i></p> <p>³⁵/₁₇ wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności</p> | <p>³⁵/₁₇ wymienia czynniki, które wpływają na tempo ewolucji</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady koewolucji</p> <p>³⁵/₁₇ omawia skutki doboru</p> | <p>³⁵/₁₇ wymienia przykłady przemian w skali mikro- i makroewolucji</p> <p>³⁵/₁₇ wyjaśnia wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji</p> <p>³⁵/₁₇ omawia zjawisko radiacji adaptacyjnej</p> | |

| | | | | ewolucji | naturalnego w postaci powstawania różnych strategii życiowych organizmów | |
|----|-------------------------|--|--|---|---|--|
| 7. | Historia życia na Ziemi | ³⁵ / ₁₇ wymienia etapy rozwoju życia na Ziemi ³⁵ / ₁₇ wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych ³⁵ / ₁₇ wymienia główne założenia teorii endosymbiozy ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje zmiany prowadzące do powstania organizmów wielokomórkowych ³⁵ / ₁₇ nazywa erę i okres, w których pojawiły się pierwsze rośliny lądowe ³⁵ / ₁₇ nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym | ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje warunki klimatyczne i fizykochemiczne panujące na Ziemi ok. 4 mld lat temu ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcie <i>makrocząsteczka</i> ³⁵ / ₁₇ charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, na czym polegają sposoby odżywiania chemoautotrofów i fotoautotrofów ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, jakie dane można uzyskać dzięki analizie tabeli stratygraficznej | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych ³⁵ / ₁₇ przedstawia przebieg i wyniki doświadczenia Stanley'a Millera i Harolda Ureya ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>bulion pierwotny</i> , <i>pizza pierwotna</i> w nawiązaniu do etapów ewolucji chemicznej ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi ³⁵ / ₁₇ wymienia argumenty przemawiające za słuszością teorii endosymbiozy ³⁵ / ₁₇ wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi | ³⁵ / ₁₇ ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera i H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w rozwoju teorii powstania życia na Ziemi ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki na Ziemi ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało wykształcenie się form wielokomórkowych ³⁵ / ₁₇ wymienia okresy, w których nastąpiły masowe wymierania organizmów ³⁵ / ₁₇ określa prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi | |
| 8. | Antropogeneza | ³⁵ / ₁₇ wyjaśnia pojęcia: <i>antropogeneza</i> , <i>antropologia</i> ³⁵ / ₁₇ określa stanowisko | ³⁵ / ₁₇ wymienia korzyści wynikające z pionizacji ciała, redukcji owłosienia oraz zwiększania masy i objętości | ³⁵ / ₁₇ uzasadnia przynależność człowieka do królestwa: zwierzęta, typu: strunowce, podtypu: | ³⁵ / ₁₇ analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|
| | | | <p>systematyczne człowieka</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia kilka cech wspólnych naczelných</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia główne cechy budowy ciała charakterystyczne dla człowieka</p> <p>³⁵/₁₇ określa chronologię występowania przedstawicieli rodzaju <i>Homo</i></p> | <p>mózgu</p> <p>³⁵/₁₇ omawia warunki, w których doszło do powstania bezpośrednich przodków człowieka</p> <p>³⁵/₁₇ omawia zmiany, które zaszły podczas ewolucji rodzaju <i>Homo</i></p> | <p>kręgowce, gromady: ssaki, rzędu: naczelne</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia rodzaje człękokształtných</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała oraz stopniowego zwiększania masy i objętości mózgowia</p> <p>³⁵/₁₇ charakteryzuje budowę oraz tryb życia bezpośrednich przodków człowieka</p> | <p>człowieka z innymi człękokształtnymi</p> <p>³⁵/₁₇ wymienia drobne cechy morfologiczne właściwe tylko człowiekowi</p> <p>³⁵/₁₇ omawia drogi rozprzestrzeniania się rodzaju <i>Homo</i> z Afryki na pozostałe kontynenty</p> <p>³⁵/₁₇ omawia negatywne skutki pionizacji ciała</p> |
|--|--|--|--|--|--|---|