

| Temat   | Poziom wymagań  |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
|   | ocena dopuszczająca   | ocena dostateczna   | ocena dobra  | ocena bardzo dobra  | ocena celująca  |
| 1. Organizacja pracy na lekcjach biologii. Powtórzenie wiadomości z klas 1, 2 i 3 |   |   |  |   |   |
| Rozdział 1. <b>Genetyka molekularna</b>   |   |   |  |   |   |
| 2. Budowa i rola kwasów nukleinowych  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>podwójna helisa</i></li> <li>przedstawia budowę nukleotydu DNA i RNA</li> <li>wymienia zasady azotowe występujące w DNA i RNA</li> <li>przedstawia regułę Chargaffa</li> <li>określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej</li> <li>wymienia rodzaje RNA</li> <li>określa rolę podstawowych rodzajów RNA</li> <li>podaje budowę przestrzenną cząsteczki DNA</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA</li> <li>wymienia nazwy wiązań występujących między elementami budującymi nukleotyd</li> <li>uzupełnia schemat jednoniciowego DNA o komplementarny łańcuch polinukleotydowy</li> <li>opisuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA</li> <li>określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia regułę komplementarności zasad</li> <li>wyjaśnia, na czym polega różna polarność łańcuchów polinukleotydowych DNA</li> <li>rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA</li> <li>wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa</li> <li>porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA</li> <li>oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad</li> <li>odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA</li> <li>wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki</li> <li>omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wiroidów i wirusów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej</li> <li>wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych</li> </ul> |
| 3. Replikacja DNA   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>replikacja</i></li> <li>przedstawia znaczenie replikacji DNA</li> <li>wymienia etapy replikacji DNA</li> <li>wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne, replikon</i></li> <li>omawia przebieg replikacji</li> <li>uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki</li> <li>przedstawia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje poszczególne etapy replikacji</li> <li>wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA</li> <li>wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji</li> <li>omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA</li> <li>wykazuje związek między replikacją DNA a zdolnością komórki do podziału</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA</li> <li>wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania</li> </ul>                                      |

|                      |   |   |  |  |   |
|----------------------|---|---|--|--|---|
|                      |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji</li> <li>porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych</li> <li>określa funkcję enzymów w replikacji DNA u bakterii <i>E. coli</i></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych</li> <li>określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje różnice między replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych</li> </ul>  | informacji genetycznej  |
| 4. Geny i genomy     | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom</i></li> <li>podaje funkcje genu</li> <li>przedstawia strukturę genu</li> <li>wskazuje różnicę między eksonem a intronem</li> <li>określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej</li> <li>wymienia rodzaje chromatyny</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia budowę genu</li> <li>rozdziela geny ciągłe i nieciągłe</li> <li>wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu</li> <li>charakteryzuje genom komórki prokariotycznej i genom komórki eukariotycznej</li> <li>definiuje pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne, pseudogeny</i></li> <li>omawia skład chemiczny chromatyny</li> <li>przedstawia budowę chromosomu</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje informacje zawarte w genie</li> <li>charakteryzuje genom wirusa</li> <li>wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym</li> <li>wskazuje różnice między genomem haplontów a genomem diplontów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje heterochromatynę z euchromatyną</li> <li>opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym</li> <li>omawia genom mitochondrialny człowieka</li> <li>omawia różnice między genomem wirusa a genomem bakterii</li> <li>oblicza, jaką część pozagenowego DNA zawiera cząsteczka DNA o określonej długości</li> <li>oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria: rodzaj kwasu nukleinowego, liczbę nici, strukturę</li> <li>rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania faktów / informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematycznej (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)</li> </ul> |
| 5–6. Ekspresja genów | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu</i></li> <li>wymienia i przedstawia</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg transkrypcji i translacji</li> <li>analizuje tabelę kodu genetycznego</li> <li>porównuje pre-mRNA</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA</li> <li>zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji</li> </ul>  |

|                              |  |  |   |  |  |
|------------------------------|--|--|---|--|--|
|                              | <p>cechy kodu genetycznego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia budowę mRNA</li> <li>• wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA</li> <li>• wskazuje rolę tRNA w procesie translacji</li> <li>• nazywa etapy translacji</li> </ul>   | <p>z mRNA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów</li> <li>• omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej</li> <li>• określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji</li> <li>• określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji</li> </ul> | <p>peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA</li> <li>• porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych</li> <li>• określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek</li> </ul> | <p>dochodzi do tworzenia się polirybosomów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów</li> <li>• porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej</li> <li>• wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nić kodującą i nić matrycową</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka</li> </ul>  |
| 7. Regulacja ekspresji genów | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>operon</i>, <i>alternatywne składanie RNA</i></li> <li>• wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury</li> <li>• wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia na podstawie modelu operonu założenia regulacji ekspresji genów w komórce prokariotycznej</li> <li>• opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA</li> <li>• omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informację genetyczną</li> </ul>             | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu</li> <li>• omawia rolę sekwencji niekodujących RNA w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego</li> <li>• przewiduje i wyjaśnia skutki braku możliwości regulacji represora operonu tryptofanowego, który będzie wiązał się z DNA niezależnie od tego, czy tryptofan będzie w komórce</li> </ul> |

| 8. Powtórzenie i sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Genetyka molekularna” |  |   |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|
| Rozdział 2. Genetyka klasyczna   |  |   |  |  |  |
| 9–10. Dziedziczenie cech. Prawa Mendla   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>allel, genotyp, fenotyp, homozygota, heterozygota, allel dominujący, allel recesywny, czyste linie</i></li> <li>podaje treść I i II prawa Mendla</li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta</li> <li>określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogowej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>linia czysta</i></li> <li>podaje przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla</li> <li>rozwiązuje zadania dotyczące I prawa Mendla</li> <li>określa cel prowadzenia krzyżówki testowej dwugowej</li> <li>oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech</li> </ul>    | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje wyniki krzyżówek jednogowych na przykładzie grochu zwyczajnego</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje celowość i określa sposób wykonania krzyżówek testowych</li> <li>określa fenotypy i liczbę osobników należących do różnych klas pokolenia F<sub>2</sub></li> <li>wyjaśnia, czym zajmuje się obecnie genetyka klasyczna</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych</li> <li>wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym</li> </ul> |
| 11. Dziedziczenie jednogowe. Różne stosunki dominacji  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>allele wielokrotne, dominacja niepełna, dominacja pełna, kodominacja, geny letalne</i></li> <li>wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców</li> <li>opisuje zjawisko plejotropii</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej</li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji</li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje dziedziczenie cech w przypadku dominacji pełnej i dominacji niepełnej</li> <li>porównuje dominację niepełną z kodominacją</li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych fenotypów w przypadku alleli wielokrotnych warunkujących daną cechę</li> <li>przewiduje wynik krzyżówki, w której występuje gen letalny</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej</li> <li>przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi</li> </ul>        | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim</li> </ul>   |

|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| <p>12–13. Dziedziczenie wielogenowe</p>         | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>geny dopełniające się, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i></li> <li>podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych</li> <li>podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>gen epistatyczny, gen hipostatyczny</i></li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się</li> <li>odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia kumulatywnego</li> <li>na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi)</li> <li>omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych</li> <li>rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie</li> </ul>                 |
| <p>14–15. Chromosomowa teoria dziedziczenia</p> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>locus, geny sprzężone, chromosomy homologiczne crossing-over, mapa genowa, centymorgan (cM)</i></li> <li>wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia T. Morgana</li> <li>podaje cechy muszki owocowej, dzięki którym stała się ona organizmem modelowym w badaniach genetycznych</li> <li>przedstawia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie</li> <li>przedstawia przyczynę występowania rekombinantów w potomstwie</li> <li>opisuje, na czym polega mapowanie genów</li> <li>wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych</li> <li>na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie</li> </ul>                  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi</li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa zgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch cech sprzężonych</li> <li>analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych</li> <li>oblicza odległość między genami</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi</li> <li>wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych</li> <li>przedstawia wszystkie możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone</li> <li>uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej</li> </ul> |

|   |   |   |   |  |   |
|---|---|---|---|--|---|
| <p>16. Determinacja płci.<br/>Cechy sprzężone z płcią</p> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>kariotyp, chromosomy płci</i></li> <li>charakteryzuje kariotyp człowieka</li> <li>wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny</li> <li>przedstawia sposób determinacji płci u człowieka</li> <li>określa płeć na podstawie analizy kariotypu</li> <li>podaje typy chromosomowej determinacji płci</li> <li>wymienia choroby sprzężone z płcią</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią</li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią</li> <li>wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu</li> <li>wskazuje cechy związane z płcią i podaje przyczyny ich występowania</li> <li>opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen <i>SRY</i> i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra</li> <li>omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X</li> <li>charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują</li> <li>wyjaśnia, dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn</li> <li>wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet</li> <li>omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci u zwierząt</li> <li>planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia np. koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci</li> <li>uzasadnia prawdopodobieństwo pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje i wskazuje różnice między dziedziczeniem genów sprzężonych z płcią a dziedziczeniem cech związanych z płcią</li> <li>wykazuje znaczenie regionów pseudoautosomalnych dla prawidłowego rozdziału chromosomów do gamet</li> </ul> |
| <p>17. Dziedziczenie pozajądrowe</p>                      | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny</li> <li>przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego</li> <li>podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem</li> <li>omawia sposób przekazywania organelli półautonomicznych w procesie zapłodnienia</li> <li>podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dziwaczka peruwiańskiego mogą mieć barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterylność jest korzystna dla roślin</li> <li>uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodyg i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendlowskim i jednorodzielskim</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych</li> <li>wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego</li> </ul>  |

| 18. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Genetyka klasyczna” |   |   |  |   |  |
|--|---|---|--|---|--|
| Rozdział 3. Zmienność organizmów   |   |   |  |   |  |
| 19. Rodzaje zmienności   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>zmienność genetyczna (rekombinacyjna, mutacyjna)</i></li> <li>wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi</li> <li>Podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej</li> </ul>                     | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>zmienność ciągła, zmienność nieciągła</i></li> <li>podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej</li> <li>omawia przyczyny zmienności genetycznej</li> <li>określa znaczenie zmienności genetycznej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą</li> <li>uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej</li> <li>porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną</li> <li>określa fenotypy zależne od genotypu</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych</li> <li>określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej u organizmów o identycznych genotypach</li> <li>wykazuje znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i></li> </ul>           |
| 20. Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów                                   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>minimum, maksimum, średnia arytmetyczna</i></li> <li>oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną</li> <li>na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>zakres wartości, średnia arytmetyczna, mediana, dominanta, odchylenie standardowe</i></li> <li>oblicza dominantę, medianę, odchylenie standardowe</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji</li> </ul> |
| 21–22. Mutacje   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutageny</i></li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>mutacja somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana</i></li> <li>rozdziela mutacje genowe ze</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje letalne, mutacje subletalne, mutacje neutralne, mutacje korzystne, protoonkogeny, onkogeny, geny supresorowe</i></li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki</li> <li>przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu</li> </ul>                                  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia różnice między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego</li> </ul>   |

|                                      |  |  |  |   |   |
|--------------------------------------|--|--|--|---|---|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych</li> <li>wymienia rodzaje mutacji genowych i mutacji chromosomowych</li> <li>wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji</li> <li>uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych</li> </ul>   | <p>względem na efekt w powstającym białku</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów</li> <li>określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu</li> <li>wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia charakter zmian w DNA, które są typowe dla różnych mutacji</li> <li>określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego</li> <li>omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych</li> <li>charakteryzuje przebieg transformacji nowotworowej</li> <li>rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych</li> </ul> | <p>powstałe w wyniku mutacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji</li> <li>wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych</li> <li>charakteryzuje choroby nowotworowe związane z mutacjami w obrębie genu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje, w jaki sposób zostanie zmieniona cząsteczka białka o określonej liczbie aminokwasów, jeżeli w ściśle określonym miejscu kodującego ją genu wystąpi mutacja</li> </ul>  |
| 23. Choroby jednogenowe              | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych</li> <li>wyjaśnia pojęcie: <i>choroby bloku metabolicznego</i></li> <li>wymienia choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria,)</li> <li>wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia</li> <li>podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego</li> <li>charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, płasawicę Huntingtona, mukowiscydozę</li> <li>analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność</li> <li>ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów</li> <li>wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu</li> <li>ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci</li> </ul>                               | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych</li> <li>na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych</li> </ul> |
| 24. Zespoły aberracji chromosomowych | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady oraz objawy chorób</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>gen fuzyjny</i></li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia choroby spowodowane mutacjami</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa na podstawie analizy rodowodu lub</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie dostępnych źródeł przedstawia</li> </ul>   |

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  | <p>genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci</li> <li>• przedstawia zadania poradnictwa genetycznego</li> <li>• porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• określa rodzaj zmian w kariotypie u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera</li> <li>• wymienia i porównuje objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera</li> <li>• zapisuje kariotypy mężczyzny i kobiety z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera</li> </ul> | <p>strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego</li> <li>• wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii, np. 21 chromosomu (zespołu Downa)</li> </ul> | <p>kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (zespół Klinefeltera</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa</li> </ul> | <p>i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia</p> |
|--|--|--|--|---|--|

**25. Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Zmienność organizmów”**

**26. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziałów: „Genetyka molekularna”, „Genetyka klasyczna” i „Zmienność organizmów”**

**Rozdział 4. Biotechnologia molekularna**

|                    |   |   |  |  |   |
|--------------------|---|---|--|--|---|
| 27. Biotechnologia | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>biotechnologia klasyczna, biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna</i></li> <li>• podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna</li> <li>• podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej</li> <li>• rozróżnia i klasyfikuje produkty wytwarzane na</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii klasycznej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków</li> <li>• podaje zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną</li> <li>• omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje zasadność stosowania produktów wytwarzanych dzięki biotechnologii tradycyjnej i biotechnologii molekularnej w życiu człowieka</li> <li>• na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia rolę fermentacji w innej gałęzi przemysłu niż przemysł spożywczy</li> </ul> |
|--------------------|---|---|--|--|---|

|   |  |  |   |  |  |
|---|--|--|---|--|--|
|   | drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej   |  |   |  |  |
| 28–29. Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>wektor, elektroforeza DNA, PCR, mapy restrykcyjne, biblioteki genomowe, biblioteki cDNA, transformacja genetyczna</i></li> <li>wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA)</li> <li>wymienia techniki inżynierii genetycznej</li> <li>podaje przykłady wektorów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA</i></li> <li>charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej</li> <li>przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA metodą Sangera, klonowania DNA)</li> <li>uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych</li> <li>klasyfikuje metody transformacji genetycznej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR)</li> <li>omawia techniki hybrydyzacji DNA z użyciem sondy molekularnej w celu badania, wyszukania i izolowania genów</li> <li>omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA metodą Sangera</li> <li>określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA</li> <li>omawia rolę startera w reakcji PCR</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne</li> <li>określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy</li> <li>wyjaśnia proces transformacji genetycznej</li> <li>charakteryzuje metody przeprowadzania transformacji genetycznej (bezpośrednie i pośrednie)</li> <li>oblicza, ile cykli PCR należy przeprowadzić, aby z jednej cząsteczki DNA uzyskać milion kopii wybranego fragmentu genu</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, kosmidów, plazmidów</li> <li>na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia wybrane warianty metody PCR oraz technikę FISH</li> <li>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</li> <li>proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne</li> </ul> |
| 30. Organizmy zmodyfikowane genetycznie                       | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny</i></li> <li>wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt</li> <li>przedstawia metody otrzymywania transgenicznych bakterii</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów</li> <li>charakteryzuje sposoby</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego do wytwarzania białek człowieka nie zawsze można użyć bakterii transgenicznych</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>proponuje metodę otrzymywania transgenicznego organizmu, który wytwarzałby erytropoetynę człowieka,</li> </ul>   |

|                                     |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|
|                                     | <p>zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje sposoby otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie</li> <li>• podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom</li> <li>• wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia perspektywy praktycznego wykorzystania GMO w rolnictwie, nauce, przemyśle i medycynie</li> <li>• przedstawia korzyści wynikające ze stosowania GMO</li> <li>• podaje zagrożenia dla środowiska i zdrowia wynikające z wykorzystywania GMO</li> <li>• przedstawia sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO</li> </ul>   | <p>otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt</li> <li>• charakteryzuje wybrane produkty GMO</li> <li>• przedstawia badania przeprowadzane przed dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli</li> <li>• wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku</li> </ul> | <p>można wykorzystać mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie w ochronie środowiska</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO</li> <li>• analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciw nim</li> </ul>  | <p>i uzasadnia swój wybór</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie dostępnych źródeł wskazuje, jakie normy dotyczące upraw i hodowli GMO obowiązują w krajach UE oraz w dwóch państwach poza UE</li> </ul>  |
| 31. Klonowanie organizmów i komórek | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka</i></li> <li>• wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie</li> <li>• wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</li> <li>• określa cele klonowania organizmów</li> <li>• wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</li> <li>• wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka</li> <li>• wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi</li> <li>• opisuje klonowanie organizmów otrzymywanych metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania</li> <li>• wyjaśnia sposoby klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt</li> <li>• formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu</li> <li>• porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka</li> <li>• wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt</li> <li>• wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów</li> <li>• wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki zawiera informację genetyczną odpowiedzialną za rozwój organizmu</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego klonowanie człowieka budzi duży sprzeciw etyczny</li> <li>• wymienia argumenty przemawiające za klonowaniem wymarłych gatunków zwierząt i przeciw niemu</li> </ul> |

|   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
|   | zwierząt i ludzi<br>• podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)   |   |  |   |   |
| 32. Biotechnologia molekularna w medycynie        | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste</i></li> <li>określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwencjonowania</li> <li>wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna</li> <li>podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych</li> <li>podaje przykłady biofarmaceutyków</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>przeciwciała monoklonalne</i></li> <li>wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej</li> <li>omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych</li> <li>omawia sposoby powstawania i wykorzystania szczepionek rekombinowanych, szczepionek DNA, szczepionek RNA oraz szczepionek przeciwnowotworowych</li> <li>wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej</li> <li>podaje, na czym polega terapia genowa</li> <li>omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka</li> <li>omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji danej osoby do wystąpienia niektórych chorób</li> <li>charakteryzuje techniki wykorzystywane w diagnostyce molekularnej</li> <li>wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych</li> <li>porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA</li> <li>wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi</li> <li>przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób</li> <li>przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób</li> <li>wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania terapii genowej</li> <li>omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste</li> <li>wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej</li> <li>wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych</li> </ul> |
| 33. Inne zastosowania biotechnologii molekularnej | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>profil genetyczny</i></li> <li>wymienia dziedziny nauki,</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści</li> </ul>   |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
|   | w których wykorzystuje się profil genetyczny  | w sądownictwie,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie</li> <li>• omawia zastosowanie profilu genetycznego</li> </ul>  | wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• formułuje własne opinie na temat rozwoju biotechnologii molekularnej</li> </ul>   | inżynierii genetycznej<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego do tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów pochodzących z DNA pozagenowego</li> </ul>  | i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej  |
| <b>34. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”</b>       |   |   |   |   |   |
| <b>35. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”</b> |   |   |   |   |   |
| <b>Rozdział 5. Ewolucja organizmów</b>  |   |   |   |   |   |
| 36. Rozwój myśli ewolucyjnej  | <i>Uczeń:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji</i></li> <li>• przedstawia założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina</li> </ul>  | <i>Uczeń:</i>   | <i>Uczeń:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje dobór naturalny z doborem sztucznym</li> </ul>  | <i>Uczeń:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje argumenty świadczące o tym, że ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów</li> </ul>  | <i>Uczeń:</i>   |
| 37. Dowody ewolucji   | <i>Uczeń:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>skamieniałości, formy przejściowe, relikty filogenetyczne</i></li> <li>• klasyfikuje dowody ewolucji</li> <li>• wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady</li> <li>• podaje metody datowania</li> <li>• wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy</li> <li>• podaje przykłady atawizmów i narządów</li> </ul> | <i>Uczeń:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>dywergencja, konwergencja</i></li> <li>• wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych</li> <li>• wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych i analogicznych</li> <li>• wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii</li> <li>• charakteryzuje metody pozwalającej na ocenę</li> </ul> | <i>Uczeń:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych</li> <li>• wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów</li> <li>• wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami</li> <li>• rozpoznaje na podstawie</li> </ul> | <i>Uczeń:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych metod datowania</li> <li>• analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu mimo różnych środowisk życia</li> <li>• wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między</li> </ul> | <i>Uczeń:</i><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliżej spokrewnione</li> </ul> |

|   |   |   |  |  |   |
|---|---|---|--|--|---|
|   | <p>szczałkowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa, czym zajmuje się paleontologia</li> <li>opisuje metodę pozwalającą ustalić wiek bezwzględny skał</li> </ul>   | <p>względnego wieku skał osadowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia różnice między atawizmem a narządem szczątkowym</li> <li>charakteryzuje formy przejściowe zwierząt</li> </ul>  | <p>schematu konwergencję i dywergencję</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje podobieństwo biochemiczne organizmów</li> </ul>  | <p>gatunkami</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia pokrewieństwo ewolucyjne organizmów</li> </ul>   |   |
| 38. Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, konkurencja, polimorfizm genetyczny, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający</i></li> <li>wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska</li> <li>podaje przykłady dymorfizmu płciowego</li> <li>podaje przykłady chorób genetycznych warunkowanych allelami, które utrzymują się w populacji człowieka</li> <li>podaje, na czym polega przewaga heterozygot w przypadku anemii sierpowatej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków</li> <li>opisuje działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego</li> <li>wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie</li> <li>omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji</li> <li>podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu</li> <li>wskazuje związek między genem anemii sierpowatej w populacji ludzkiej a występowaniem malarii</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu</li> <li>wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie</li> <li>charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doborem krewniaczym</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku</li> <li>wykazuje związek między działaniem doboru naturalnego a występowaniem chorób genetycznych</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne</li> </ul>   |
| 39–40. Ewolucja na poziomie gatunku i populacji | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>genetyka populacyjna, pula genowa populacji</i></li> <li>podaje założenia prawa Hardy’ego–Weinberga</li> <li>podaje warunki istnienia</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową</li> <li>stosuje równanie Hardy’ego–Weinberga do obliczeń częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa czynniki, które mogą doprowadzić w danej populacji do wystąpienia efektu założyciela i efektu wąskiego gardła</li> <li>wyjaśnia regułę Hardy’ego–</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej</li> <li>uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przewiduje skutki wąskiego gardła i efektu założyciela dla puli genowej danej populacji</li> <li>na podstawie dostępnych źródeł wykazuje</li> </ul> |

|  |   |   |  |  |  |
|--|---|---|--|--|--|
|  | <p>populacji w stanie równowagi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia efekty zmian częstości występowania alleli</li> <li>wymienia przyczyny zmian częstości występowania alleli w populacji</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje dryf genetyczny i efekt wąskiego gardła</li> <li>podaje przykłady działania dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła</li> </ul>  | <p>Weinberga</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza częstość występowania alleli, a także genotypów i fenotypów w populacji na podstawie zadań tekstowych</li> <li>wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką w ewolucji</li> </ul>  |  | <p>zachodzenie zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji</p>  |
| 41. Powstawanie gatunków – specjacja   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>specjacja, radiacja adaptacyjna</i></li> <li>przedstawia biologiczną koncepcję gatunku</li> <li>klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji przygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej</li> <li>wymienia rodzaje specjacji</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia mechanizmy izolacji rozrodczej w przyrodzie i podaje jej znaczenie</li> <li>charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na obecność bariery geograficznej</li> <li>charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na szybkość jej zachodzenia (skokowa, ciągła)</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: przygotyczne i postzygotyczne</li> <li>podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej</li> <li>wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady</li> </ul>                                 | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo</li> <li>wyjaśnia na przykładzie kielży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji</li> <li>określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków</li> </ul> |
| 42. Prawidłowości ewolucji. Koewolucja | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>mikroewolucja, makroewolucja, koewolucja, mimetyzm, mimikra</i></li> <li>wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji</li> <li>podaje przykład kierunkowości ewolucji</li> <li>podaje przykłady mimikry i mimetyzmu u organizmów</li> </ul>       | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji</li> <li>określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji</li> <li>wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów</li> <li>omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów</li> </ul>               |

|  |  |  |  |   |   |
|--|--|--|--|---|---|
| 43. Antropogeneza  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie: <i>antropogeneza</i></li> <li>• określa przynależność systematyczną człowieka</li> <li>• wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt</li> <li>• wskazuje podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi</li> <li>• wymienia cechy specyficznie ludzkie</li> <li>• porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia korzyści związane z pionizacją ciała</li> <li>• przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych</li> <li>• przedstawia warunki sprzyjające ewolucji przodków człowieka</li> <li>• omawia charakterystyczne cechy budowy bezpośrednich przodków człowieka</li> <li>• podaje zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała</li> <li>• określa korzyści związane ze stopniowym zwiększaniem się masy i objętości mózgowia oraz wskazuje na wpływ tych zmian na budowę szkieletu</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnia przynależność systematyczną człowieka</li> <li>• określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie drzewa rodowego człowieka</li> <li>• omawia drogi rozprzestrzeniania się człowieka z Afryki na inne kontynenty</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi</li> <li>• przedstawia korzyści i straty związane z pionizacją ciała</li> <li>• wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia tendencję zmian ewolucyjnych form człowiekowatych</li> </ul>  |
| <b>44. Utrwalenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ewolucja organizmów”</b> |  |  |  |   |   |
| <b>Rozdział 6. Ekologia i różnorodność biologiczna</b>   |  |  |  |   |   |
| 45–46. Podstawy ekologii.<br>Tolerancja ekologiczna  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, środowisko, siedlisko, stenobionty, eurybionty, gatunki wskaźnikowe (bioindykatory)</i></li> <li>• opisuje niszę ekologiczną</li> <li>• charakteryzuje tolerancję ekologiczną</li> <li>• określa zakres badań ekologicznych</li> <li>• wymienia przykłady praktycznego zastosowania</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcie: <i>gatunek kosmopolityczny</i></li> <li>• wyjaśnia, czym się zajmują: ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody</li> <li>• przedstawia prawo minimum Liebiga oraz prawo tolerancji ekologicznej</li> <li>• opisuje niszę ekologiczną wybranych gatunków</li> <li>• określa relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu</li> <li>• przedstawia prawo minimum</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje różnice między zakresem badań ekologii a działaniami na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska</li> <li>• opisuje poziomy organizacji biologicznej badane przez ekologię</li> <li>• wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji</li> <li>• wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną</li> <li>• ocenia stan czystości wód na podstawie składu gatunkowego bioindykatorów</li> <li>• wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku</li> <li>• omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i adaptacji na zakres tolerancji ekologicznej danego organizmu</li> <li>• na podstawie tekstu uzasadnia i klasyfikuje, które z podanych stwierdzeń dotyczą: prawa minimum, prawa tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska</li> </ul> |

|                           |  |   |  |   |  |
|---------------------------|--|---|--|---|--|
|                           | <p>gatunków wskaźnikowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy</li> </ul>  | <p>i prawo tolerancji ekologicznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia zasadę współdziałania czynników środowiska</li> <li>wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza</li> <li>interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiskowego</li> </ul>  | <p>a warunkami środowiska</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa stopień zanieczyszczenia tlenkiem siarki(IV) powietrza na podstawie skali porostowej</li> <li>wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej</li> <li>uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi</li> <li>wyjaśnia zasadę współdziałania czynników</li> </ul>  | <p>czynnika środowiska</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi</li> <li>charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody</li> <li>przedstawia adaptacje form ekologicznych roślin do życia w różnych siedliskach</li> </ul> |  |
| 47–48. Ekologia populacji | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>populacja</i></li> <li>wymienia cechy populacji</li> <li>podaje parametry populacji wpływające na jej liczebność</li> <li>przedstawia typy rozmieszczenia osobników w populacji</li> <li>przedstawia trzy podstawowe typy krzywych przeżywania wraz z przykładami gatunków, dla których są one charakterystyczne</li> <li>podaje modele wzrostu liczebności populacji</li> <li>wymienia rodzaje migracji (emigracja, imigracja)</li> <li>przedstawia zalety i wady życia w grupie</li> <li>omawia wybrane cechy</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje cechy populacji: rozrodność, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową</li> <li>podaje przyczyny śmiertelności</li> <li>charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów</li> <li>omawia strategię rozrodu</li> <li>porównuje rozrodność ze śmiertelnością w populacji</li> <li>charakteryzuje krzywe przeżywania</li> <li>charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>opór środowiska</i></li> <li>omawia zagęszczenie populacji oraz znaczenie dla niej efektu Allego</li> <li>dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku</li> <li>wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów</li> <li>analizuje piramidy wieku populacji</li> <li>określa możliwości rozwoju danej populacji</li> <li>podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z modeli wzrostu</li> <li>charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia rozrodność potencjalną (fizjologiczna) od rozrodności realizowanej (ekologiczna)</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia teorię metapopulacji</li> <li>wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku</li> </ul> |

|                                   |   |  |   |  |  |
|-----------------------------------|---|--|---|--|--|
|                                   | <p>populacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje efekt Alleego</li> <li>• przedstawia strukturę wiekową populacji w formie piramid</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku</li> </ul>   | <p>populacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje główne założenia teorii metapopulacji</li> </ul>   |  |  |
| 49. Zależności nieantagonistyczne | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>komensalizm, mutualizm</i></li> <li>• klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagonistyczne i nieantagonistyczne</li> <li>• wymienia nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe (mutualizm, komensalizm)</li> <li>• podaje rodzaje mutualizmu</li> <li>• podaje przykłady organizmów wykazujących nieantagonistyczne zależności</li> <li>• wymienia przystosowania organizmów wchodzących w związku mutualistyczne</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe</li> <li>• wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych</li> <li>• charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych</li> </ul>           | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych</li> <li>• wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym</li> </ul> |
| 50. Zależności antagonistyczne    | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję</li> <li>• podaje przykłady oddziaływań antagonistycznych</li> <li>• podaje znaczenie terminów:</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje mechanizmy obronne u roślin</li> <li>• opisuje, na czym polega drapieżnictwo w relacjach ofiara–drapieżnik</li> <li>• charakteryzuje pasożytnictwo w relacjach żywiciel–pasożyt</li> <li>• omawia przystosowania anatomiczne i behawioralne roślinożerców do</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania</li> <li>• charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej</li> <li>• podaje konsekwencje w ograniczaniu niszy ekologicznej jednego</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany</li> <li>• wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• określa skutki działania substancji allelopatycznych</li> </ul>  |

|   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
|   | <p><i>hierarchia społeczna, samoprzerzedzenie, wyparcie konkurenta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje roślinożerność</li> <li>• wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej</li> <li>• podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej</li> </ul>   | <p>pozyskiwania pokarmu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia przystosowania pasożytów oraz mechanizmy obronne żywicieli</li> <li>• klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów</li> <li>• przedstawia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów</li> <li>• omawia na podstawie wykresu cykliczne zmiany liczebności w układzie roślinożerca–roślina</li> </ul> | <p>z konkurentów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo</li> <li>• przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu</li> </ul>  | <p>roślinożerności i drapieżnictwa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy</li> </ul>                               |   |
| 51. Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna        | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, reducent, sukcesja ekologiczna</i></li> <li>• wyróżnia poziomy troficzne</li> <li>• podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w ekosystemie</li> <li>• klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne</li> <li>• klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje strukturę przestrzenną ekosystemu</li> <li>• omawia wpływ czynników na przebieg sukcesji ekologicznej</li> <li>• charakteryzuje znaczenie biocenozy i biotopu w sukcesji ekologicznej</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega sukcesja ekologiczna</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• określa kryteria podziału ekosystemów</li> <li>• charakteryzuje rodzaje ekosystemów</li> <li>• charakteryzuje gatunki pionierskie</li> <li>• wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą</li> <li>• przedstawia etapy eutrofizacji jezior</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych</li> <li>• omawia wpływ biocenozy na mikroklimat</li> <li>•</li> </ul>                                    | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia przyczyny i skutki antropogenicznej eutrofizacji jezior</li> <li>• wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny</li> </ul> |
| 52. Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć pokarmowa (troficzna), produktywność ekosystemu</i></li> <li>• przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia znaczenie terminów: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i></li> <li>• konstruuje łańcuchy troficzne</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych</li> <li>• omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach</li> <li>• rysuje i porównuje trzy typy</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy</li> </ul>           |

|                                      |   |   |  |   |   |
|--------------------------------------|---|---|--|---|---|
|                                      | <p>w postaci łańcuchów pokarmowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady łańcucha spasanania i łańcucha detrytusowego</li> <li>• nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i w sieci troficznnej</li> <li>• wyszukuje łańcuchy pokarmowe w przedstawionej sieci troficznnej i poprawnie je zapisuje</li> <li>• wymienia trzy typy piramidy ekologicznej (liczebności, biomasy, energii)</li> </ul> | <p>i sieci troficzne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów</li> <li>• wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie</li> <li>• podaje rolę gatunków kluczowych (zwornikowych) w ekosystemie</li> <li>• omawia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie</li> </ul>                         | <p>piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów</li> </ul>  | <p>roślinożerne, a nie drapieżne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności</li> <li>• uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy</li> </ul>  |
| 53. Obieg azotu i węgla w przyrodzie | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>amonifikacja, nityfikacja, denityfikacja</i></li> <li>• opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie</li> <li>• wymienia źródła węgla w przyrodzie</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie: <i>cykl biogeochemiczny</i></li> <li>• podaje rolę organizmów w obiegu azotu i obiegu węgla</li> <li>• wyjaśnia na podstawie schematu obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie</li> <li>• przedstawia, w jaki sposób wylesianie terenów wpływa na obieg węgla w przyrodzie</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia znaczenie nityfikacji, amonifikacji oraz denityfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie</li> <li>• wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków</li> <li>• wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez sinice</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie</li> <li>• wykazuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot</li> </ul>               |
| 54. Różnorodność biologiczna         | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>gatunek reliktowy, endemit, ostoja</i></li> <li>• wymienia typy różnorodności biologicznej</li> <li>• wymienia czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność</li> <li>• wymienia przykłady</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcie: <i>ogniska różnorodności biologicznej</i></li> <li>• omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy</li> <li>• charakteryzuje biomy występujące na Ziemi</li> <li>• przedstawia gatunki reliktowe</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi</li> <li>• charakteryzuje typy różnorodności biologicznej</li> <li>• przedstawia przykłady ognisk różnorodności biologicznej na kuli</li> </ul>                            | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje wybrane środowiska wodne</li> <li>• omawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków na Ziemi</li> <li>• porównuje różnorodność gatunkową</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej</li> <li>• dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne</li> </ul> |

|   |   |   |   |  |   |
|---|---|---|---|--|---|
|   | <p>biomów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi</li> <li>przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna</li> </ul>  | <p>jako dowody ewolucji organizmów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu</li> <li>omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu</li> <li>podaje przykłady gatunków endemicznych i gatunków reliktowych</li> </ul>   | <p>ziemskiej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia regułę Allena i regułę Bergmanna</li> <li>charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne, głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta</li> </ul>   | <p>poszczególnych biomów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej</li> </ul>   |   |
| 55. Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>introdukcja, erozja, degradacja gleby</i></li> <li>podaje znaczenie terminów: <i>dziura ozonowa, kwaśne opady, smog</i></li> <li>podaje możliwe skutki intensyfikacji rolnictwa</li> <li>omawia proces kumulacji związków toksycznych w łańcuchach pokarmowych</li> <li>wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady introdukowanych gatunków</li> <li>przedstawia, w jaki sposób powstają kwaśne opady</li> <li>wymienia przykłady chorób, które mogą wystąpić w wyniku długotrwałego działania smogu na organizm człowieka</li> <li>określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime</li> <li>określa znaczenie korytarzy ekologicznych</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej</li> <li>omawia wpływ introdukowanych gatunków na gatunki rodzime</li> <li>charakteryzuje zjawisko smogu, kwaśnych opadów i dziury ozonowej</li> <li>omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia wpływ działalności człowieka na wzrost globalnego ocieplenia</li> <li>porównuje smog kwaśny ze smogiem fotochemicznym</li> <li>opisuje wpływ ocieplenia klimatu na bioróżnorodność</li> <li>wyjaśnia różnice między introdukcją a zawleczeniem</li> <li>wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną</li> <li>wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka</li> </ul> |
| 56–57. Ochrona różnorodności biologicznej       | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>restytucja, reintrodukcja, ochrona czynna, ochrona bierna, Agenda 21</i></li> <li>podaje zadania ochrony środowiska i ochrony przyrody</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje różnice między introdukcją a reintrodukcją gatunków</li> <li>przedstawia kryteria podziału różnych form ochrony przyrody</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia różnice między ochroną środowiska a ochroną przyrody</li> <li>charakteryzuje formy ochrony indywidualnej i obszarowej w Polsce</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego</li> <li>uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła</li> <li>uzasadnia konieczność stosowania ochrony</li> </ul>  |

|   |  |  |  |                  |   |
|---|--|--|--|------------------|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia formy ochrony przyrody w zależności od stopnia ingerencji człowieka w ekosystem (ochrona czynna i ochrona bierna)</li> <li>wyróżnia formy ochrony przyrody ze względu na obiekt obejmowany ochroną (ochrona obszarowa gatunkowa, ochrona indywidualna)</li> <li>wymienia formy ochrony obszarowej w Polsce</li> <li>wymienia formy ochrony indywidualnej w Polsce</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia celowość stosowania form ochrony służących zachowaniu różnorodności gatunkowej w Polsce</li> <li>podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i ochrony biernej</li> <li>omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przyczyny stosowania ochrony przyrody</li> <li>wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów</li> </ul> | ochrony przyrody | <p>czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody</li> </ul> |
| <b>58. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”</b>            |  |  |  |                  |   |
| <b>59. Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”</b>         |  |  |  |                  |   |
| <b>60–61. Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z treści zawartych w 4 części podręcznika</b>                 |  |  |  |                  |   |
| <b>62–64. Podsumowanie stopnia opanowania wiadomości zawartych w podstawie programowej dla liceum w zakresie rozszerzonym</b> |  |  |  |                  |   |

**OPRACOWANIE:**

**Agnieszka Sobczak .....**

**Jacek Pawłowski .....**

**Katarzyna Kamzol .....**