

**Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny z biologii dla klasy czwartej szkoły ponadpodstawowej dla zakresu rozszerzonego od 1 września 2024r. (3 godziny tygodniowo)**

| Lp.                                     | Temat                                    | Poziom wymagań  |   |  |  |   |
|---|--|---|---|--|--|---|
|   |  | ocena dopuszczająca   | ocena dostateczna   | ocena dobra  | ocena bardzo dobra   | ocena celująca  |
| <b>Rozdział 1. Genetyka molekularna</b> |  |   |   |  |  |   |
| 1.                                      | <b>Budowa i rola kwasów nukleinowych</b> | <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 wirusów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych</li> </ul>   |
| 2.                                      | <b>Replikacja DNA</b>                    | <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>wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA</li> <li>wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych</li> <li>określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji 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> <li>analizuje różnice między</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA</li> <li>wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej</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> </ul>   |   | replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych   |  |
| 3.             | <b>Geny i genomy</b>   | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>gen, 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>   | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia budowę genu</li> <li>rozdziela geny ciągłe i nieciągłe</li> <li>wyjaśnia pojęcie: <i>genom</i></li> <li>przedstawia budowę chromosomu</li> <li>omawia budowę i rodzaje chromatyny</li> </ul>   | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje gen</li> <li>porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego</li> <li>wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym</li> </ul>   | <i>Uczeń:</i> <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>oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera</li> </ul>  | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematycznej (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)</li> </ul>    |
| 4.<br>5.<br>6. | <b>Ekspresja genów</b> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu</i></li> <li>wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego</li> <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> <li>określa rolę polimerazy</li> </ul> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg transkrypcji i translacji</li> <li>analizuje i wykorzystuje tabelę kodu genetycznego</li> <li>porównuje pre-mRNA z mRNA</li> <li>wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów</li> <li>omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej</li> <li>określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji</li> </ul> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA</li> <li>zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA</li> <li>wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA</li> <li>porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych</li> <li>określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej</li> </ul> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja</li> <li>przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów</li> <li>wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów</li> <li>porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i wybranych organellach komórki</li> </ul> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji</li> <li>wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nić kodującą i nić matrycową</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka</li> </ul> |

|                                       |  |  |  |   |   |   |
|---------------------------------------|--|--|--|---|---|---|
|                                       |  | RNA w procesie transkrypcji  |  | białek  | eukariotycznej  |   |
|                                       |  |  |  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową</li> </ul>  |   |
| 7.                                    | <b>Regulacja ekspresji genów</b>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>alternatywne składanie RNA</i></li> <li>wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej</li> <li>przedstawia rolę czynników transkrypcyjnych</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA</li> <li>omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej</li> <li>przedstawia regulację dostępu do genu</li> <li>przedstawia regulację inicjacji transkrypcji z udziałem czynników transkrypcyjnych</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <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>wyjaśnia dlaczego regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych jest dużo bardziej skomplikowana niż w komórkach prokariotycznych</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy</li> </ul> |
| 8.<br>9.                              | <b>Powtórzenie i sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Genetyka molekularna”</b> |  |  |   |   |   |
| <b>Rozdział 2. Genetyka klasyczna</b> |  |  |  |   |   |   |
| 10.<br>11.                            | <b>Dziedziczenie cech. Prawa Mendla</b>  | <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</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 dwugenowej</li> <li>oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych 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> </ul>   |

|            |  |   |   |  |   |  |
|------------|--|---|---|--|---|--|
|            |  | <p>genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej</li> </ul>   | <p>w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech</p>  |  |   |  |
| 12.<br>13. | <b>Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji</b> | <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> |
| 14.<br>15. | <b>Dziedziczenie wielogenowe</b>                           | <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</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>  |

|            |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|
|            |   |   | procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa  |   |   |   |
| 16.<br>17. | <b>Chromosomowa teoria dziedziczenia</b>          | <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> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej</li> <li>uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi</li> </ul>  |
| 18.        | <b>Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią</b> | <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> </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> </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</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> |

|   |  |   |  |   |   |   |
|---|--|---|--|---|---|---|
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia choroby sprzężone z płcią</li> </ul>  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt</li> </ul>  | pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią  |   |
| 19.                                     | <b>Dziedziczenie pozajądrowe</b>   | <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 sterility 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 jednorodzicielskim</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli</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> <li>wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym</li> </ul> |
| 20.                                     | <b>Powtórzenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Genetyka klasyczna”</b> |   |  |   |   |   |
| <b>Rozdział 3. Zmienność organizmów</b> |  |   |  |   |   |   |
| 21.                                     | <b>Rodzaje zmienności</b>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>zmienność genetyczna (rekombinacyjna, mutacyjna)</i></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> <li>opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji</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> </ul>                                 | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych</li> <li>porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie</li> </ul>   |

|            |   |  |   |  |  |  |
|------------|---|--|---|--|--|--|
| 22.<br>23. | <b>Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów</b> | <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, średnia ważona, dominanta, odchylenie standardowe</i></li> <li>oblicza dominantę, medianę</li> <li>wykorzystuje odchylenie standardowe w analizie wyników badań</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą</li> <li>interpretuje odchylenie standardowe na podstawie wykresów z zaznaczonymi słupkami błędów (tzw. wąsy)</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>   |
| 24.<br>25. | <b>Mutacje</b>  | <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> <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><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>rozróżnia mutacje genowe ze względu na efekt w powstającym białku</li> <li>klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów</li> <li>określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu</li> <li>wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych</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> <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><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 powstałe w wyniku mutacji</li> <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> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia różnice między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego</li> <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> |

|            |   |   |  |   |   |   |
|------------|---|---|--|---|---|---|
| 26.<br>27. | <b>Choroby jednogenowe</b>              | <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>• podaje nazwę choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria)</li> <li>• wskazuje fenyloketonurię jako chorobę metaboliczną, której 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 (mukowiscydoza, fenyloketonuria, płasawica Huntingtona, daltonizm, hemofilia)</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 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> |
| 28.<br>29. | <b>Zespoły aberracji chromosomowych</b> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów</li> <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,</li> </ul>                        | <p><i>Uczeń:</i></p> <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><i>Uczeń:</i></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><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (zespół Klinefeltera, zespół Downa, zespół Turnera)</li> <li>• wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia</li> </ul>   |



|   |  |  |   |  |  |   |
|---|--|--|---|--|--|---|
|   |  | zespołem Klinefeltera<br>i zespołem Turnera  |   |  |  |   |
| 30.   | <b>Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Zmienność organizmów”</b>   |  |   |  |  |   |
| 31.   | <b>Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziałów: „Genetyka klasyczna” i „Zmienność organizmów”</b> |  |   |  |  |   |
| <b>Rozdział 4. Biotechnologia molekularna</b> |  |  |   |  |  |   |
| 32.   | <b>Biotechnologia</b>  | <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>rozdziela i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej</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> |
| 33.<br>34.                                    | <b>Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej</b>  | <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</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA metodą Sangera</i></li> <li>charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej</li> <li>przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii</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</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> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, plazmidów</li> <li>porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło</li> </ul>  |

|     |  |  |  |  |  |   |
|-----|--|--|--|--|--|---|
|     |  | restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA) <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia techniki inżynierii genetycznej</li> <li>podaje przykłady wektorów</li> </ul>  | genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA) <ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych</li> <li>klasyfikuje metody transformacji genetycznej</li> </ul>   | analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA <ul style="list-style-type: none"> <li>określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA</li> <li>omawia rolę startera w reakcji PCR</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <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>   | informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii <ul style="list-style-type: none"> <li>proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne</li> </ul>  |
| 35. | <b>Organizmy zmodyfikowane genetycznie</b> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny</i></li> <li>wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi</li> <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> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt</li> <li>przedstawia metody otrzymywania transgenicznych bakterii</li> <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> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów</li> <li>charakteryzuje sposoby otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych</li> <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 genetycznej zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku</li> </ul> | <i>Uczeń:</i> <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 można wykorzystać mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie w ochronie środowiska</li> <li>charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO</li> <li>analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciw nim</li> </ul> | <i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>proponuje metodę otrzymywania transgenicznego organizmu, który wytwarzałby erytropoetynę człowieka, i uzasadnia swój wybór</li> <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> |

|            |   |  |  |  |  |  |
|------------|---|--|--|--|--|--|
| 36.        | <b>Klonowanie organizmów i komórek</b>        | <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>określa cele klonowania organizmów</li> <li>wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi</li> <li>podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)</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> <li>wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</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 rozdziałania 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> |
| 37.<br>38. | <b>Biotechnologia molekularna w medycynie</b> | <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> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie: <i>przeciwciała monoklonalne</i></li> <li>wyjaśnia ogólną zasadę terapii genowej</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</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> </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</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</li> </ul>  |

|  |   |  |   |   |   |  |
|--|---|--|---|---|---|--|
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych</li> <li>• podaje przykłady biofarmaceutyków</li> </ul>  | <p>wieloczynnikowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <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> | <ul style="list-style-type: none"> <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>wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii</li> </ul>  | <p>molekularnych</p>   |
| 39.                                    | <b>Inne zastosowania biotechnologii molekularnej</b>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcie: <i>profil genetyczny</i></li> <li>• wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny</li> <li>• przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie</li> <li>• omawia zastosowanie profilu genetycznego</li> <li>• przedstawia wykorzystanie profili genetycznych w medycynie sądowej</li> <li>• dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością</li> <li>• formułuje własne opinie na temat rozwoju biotechnologii molekularnej</li> <li>• przedstawia sposób otrzymania profilu genetycznego</li> <li>• przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego DNA w badaniach ewolucyjnych</li> <li>• dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego do tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów pochodzących z DNA pozagenowego</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej</li> </ul> |
| 40.                                    | <b>Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Biotechnologia molekularna”</b>                                      |  |   |   |   |  |
| 41.                                    | <b>Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”</b> |  |   |   |   |  |
| <b>Rozdział 5. Ewolucja organizmów</b> |   |  |   |   |   |  |
| 42.                                    | <b>Rozwój myśli ewolucyjnej</b>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcia: <i>evolucja biologiczna,</i></li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia założenia teorii doboru naturalnego</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje dobór naturalny z doбором sztucznym</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia relacje między teorią doboru</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje argumenty świadczące o tym, że</li> </ul>   |

|            |  |   |  |   |  |   |
|------------|--|---|--|---|--|---|
|            |  | <i>ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji</i>  | Karola Darwina <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje różnice między doбором naturalnym a doбором sztucznym</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji</li> </ul>  | naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji   | ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów   |
| 43.<br>44. | <b>Dowody ewolucji</b>                             | <p><i>Uczeń:</i></p> <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 szczątkowych</li> <li>określa, czym zajmuje się paleontologia</li> <li>opisuje metodę pozwalającą ustalić wiek bezwzględny skał</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <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 względnego wieku skał osadowych</li> <li>wyjaśnia różnice między atawizmem a narządem szczątkowym</li> <li>charakteryzuje formy przejściowe zwierząt</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <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 schematu konwergencję i dywergencję</li> <li>analizuje podobieństwo biochemiczne organizmów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <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 gatunkami</li> <li>przedstawia pokrewieństwo ewolucyjne organizmów</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów</li> <li>na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliżej spokrewnione</li> </ul> |
| 45.        | <b>Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji</b> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, konkurencja, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający</i></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> </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 doбором</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> </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>   |

|                   |   |  |   |   |  |  |
|-------------------|---|--|---|---|--|--|
|                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska</li> <li>podaje przykłady dymorfizmu płciowego</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie</li> <li>podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu</li> </ul>  | <p>krewniaczym</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji</li> </ul>   |  |  |
| 46.<br>47.<br>48. | <b>Ewolucja na poziomie gatunku i populacji</b> | <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 populacji w stanie równowagi</li> <li>wymienia efekty zmian częstości występowania alleli</li> <li>wymienia przyczyny zmian częstości występowania alleli w populacji</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> <li>charakteryzuje dryf genetyczny i efekt wąskiego gardła</li> <li>podaje przykłady działania dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła</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–Weinberga</li> <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><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 zachodzenie zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji</li> </ul> |
| 49.               | <b>Powstawanie gatunków – specjacja</b>         | <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>wymienia rodzaje specjacji</li> <li>klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej</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> <li>opisuje bariery prezygotyczne i bariery postzygotyczne</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne 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>   |
| 50.               | <b>Prawidłowości</b>                            | <p><i>Uczeń:</i></p>   | <p><i>Uczeń:</i></p>  | <p><i>Uczeń:</i></p>  | <p><i>Uczeń:</i></p>   | <p><i>Uczeń:</i></p>   |

|  |   |   |  |  |   |   |
|--|---|---|--|--|---|---|
|  | <b>ewolucji. Koewolucja</b>   | <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>  | <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>  | <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>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów</li> </ul>   |
| 51.  | <b>Antropogeneza</b>  | <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> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia</li> </ul> |
| 52.  | <b>Powtórzenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ewolucja organizmów”</b> |   |  |  |   |   |
| <b>Rozdział 6. Ekologia i różnorodność biologiczna</b> |   |   |  |  |   |   |
| 53.  | <b>Podstawy ekologii. Tolerancja ekologiczna</b>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona</i></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:</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje różnice między zakresem badań ekologii a działaniami na rzecz</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i adaptacji na zakres</li> </ul>   |

|            |                           |  |   |  |  |   |
|------------|---------------------------|--|---|--|--|---|
|            |                           | <p><i>przyrody, środowisko, siedlisko, stenobionty, eurybionty, gatunki wskaźnikowe (bioindykatory)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje niszę ekologiczną</li> <li>• charakteryzuje tolerancję ekologiczną</li> <li>• określa zakres badań ekologicznych</li> <li>• wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych</li> <li>• rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy</li> </ul> | <p>ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 i prawo tolerancji ekologicznej</li> <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>ochrony przyrody i ochrony środowiska</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 a warunkami środowiska</li> <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> | <ul style="list-style-type: none"> <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>• wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi</li> <li>• charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody</li> <li>• przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska</li> </ul> | <p>tolerancji ekologicznej danego organizmu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie tekstu uzasadnia i klasyfikuje, które z podanych stwierdzeń dotyczą: prawa minimum, prawa tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska</li> </ul> |
| 54.<br>55. | <b>Ekologia populacji</b> | <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</li> </ul>   | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową</li> <li>• podaje przyczyny śmiertelności</li> <li>• charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów</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 Alleego</li> <li>• dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku</li> <li>• wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów</li> </ul>  | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczną) od rozrodzości realizowanej (ekologicznej)</li> <li>• charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji</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>krzywych przeżywania wraz z przykładami gatunków, dla których są one charakterystyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia rodzaje migracji (emigracja, imigracja)</li> <li>przedstawia zalety i wady życia w grupie</li> <li>omawia wybrane cechy populacji</li> <li>podaje efekt Alleego</li> <li>przedstawia strukturę wiekową populacji w formie piramid</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia strategię rozrodu</li> <li>porównuje rozrodność ze śmiertelnością w populacji</li> <li>charakteryzuje krzywe przeżywania</li> <li>przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje piramidy wieku populacji</li> <li>charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji</li> <li>podaje główne założenia teorii metapopulacji</li> </ul>  |   |  |
| 56. | <b>Zależności nieantagonistyczne</b> | <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</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> |

|     |   |   |  |   |   |  |
|-----|---|---|--|---|---|--|
|     |   | organizmów wchodzących w związki mutualistyczne   |  |   |   |  |
| 57. | <b>Zależności antagonistyczne</b>                 | <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: <i>hierarchia społeczna, samoprzerzedzenie, wyparcie konkurenta</i></li> <li>charakteryzuje roślinożerność</li> <li>wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej</li> <li>podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej</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 pozyskiwania pokarmu</li> <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><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 z konkurentów</li> <li>porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo</li> <li>przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu</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, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy</li> </ul> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa skutki działania substancji allelopatycznych</li> <li>wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa</li> </ul> |
| 58. | <b>Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna</b> | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, reducenti, sukcesja ekologiczna</i></li> <li>wyróżnia poziomy troficzne</li> <li>podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w ekosystemie</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>wyjaśnia, od czego zależy</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>przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie</li> </ul>     | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny</li> </ul>  |

|     |  |   |  |  |  |   |
|-----|--|---|--|--|--|---|
|     |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne</li> <li>• klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne</li> </ul>   |  | struktura przestrzenna ekosystemu  |  |   |
| 59. | <b>Krażenie materii i przepływ energii w ekosystemie</b> | <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 w postaci łańcuchów pokarmowych</li> <li>• podaje przykłady łańcucha spasania i łańcucha detrytusowego</li> <li>• nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i w sieci troficznej</li> <li>• wyszukuje łańcuchy pokarmowe w przedstawionej sieci troficznej i poprawnie je zapisuje</li> <li>• wymienia trzy typy piramidy ekologicznej (liczebności, biomasy, energii)</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 i sieci troficzne</li> <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><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 piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy</li> <li>• wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów</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 roślinożerne, a nie drapieżne</li> <li>• omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów</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> <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> |
| 60. | <b>Obieg azotu i węgla w przyrodzie</b>                  | <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</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> </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> </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</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</li> </ul>   |

|     |  |   |   |   |  |   |
|-----|--|---|---|---|--|---|
|     |  | <p>obieg azotu w przyrodzie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia źródła węgla w przyrodzie</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <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>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka</li> </ul>  | sinice   | gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot   |
| 61. | <b>Różnorodność biologiczna</b>                    | <p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>definiuje pojęcie <i>endemit</i></li> <li>wymienia typy różnorodności biologicznej</li> <li>wymienia czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność</li> <li>wymienia przykłady biomów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi</li> <li>wymienia czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi</li> <li>przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna</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>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</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 ziemskiej</li> <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><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje wybrane środowiska wodne</li> <li>porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów</li> <li>wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej</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>   |
| 62. | <b>Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną</b> | <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 ogniwach łańcucha pokarmowego</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</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</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 zawlečeniami</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</li> </ul> |

|            |   |   |   |  |  |  |
|------------|---|---|---|--|--|--|
|            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka</li> </ul>  | ekologicznych   | opadów dla środowiska i zdrowia człowieka  | <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów</li> </ul>   | człowieka  |
| 63.<br>64. | <b>Ochrona różnorodności biologicznej</b>   | <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> <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> | <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> <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 (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21)</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> <li>wymienia przyczyny stosowania ochrony przyrody</li> <li>wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów</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 ochrony przyrody</li> <li>uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów</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>na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody</li> </ul> |
| 65.        | <b>Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”</b>    |   |   |  |  |  |
| 66.        | <b>Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”</b> |   |   |  |  |  |
| 67.<br>68. | <b>Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z treści zawartych w 4 części podręcznika</b>            |   |   |  |  |  |
| 69.<br>70. | <b>Przygotowania do egzaminu maturalnego z biologii w zakresie rozszerzonym</b>                                   |   |   |  |  |  |