**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 |
| Rozdział 1. **Genetyka molekularna** | | | | | | |
| 1. | **Budowa i rola kwasów nukleinowych** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *podwójna helisa*<br>• przedstawia budowę nukleotydu DNA i RNA<br>• wymienia zasady azotowe występujące w DNA i RNA<br>• przedstawia regułę Chargaffa<br>• określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej<br>• wymienia rodzaje RNA<br>• określa rolę podstawowych rodzajów RNA<br>• podaje budowę przestrzenną cząsteczki DNA | *Uczeń:*<br>• omawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA<br>• wymienia nazwy wiązań występujących między elementami budującymi nukleotyd<br>• uzupełnia schemat jednoniciowego DNA o komplementarny łańcuch polinukleotydowy<br>• opisuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA<br>• określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia regułę komplementarności zasad<br>• wyjaśnia, na czym polega różna polarność łańcuchów polinukleotydowych DNA<br>• rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA<br>• wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa<br>• porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA<br>• oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad<br>• odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów<br>• wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA<br>• wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki<br>• omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wirusów | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych |
| 2. | **Replikacja DNA** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *replikacja*<br>• przedstawia znaczenie replikacji DNA<br>• wymienia etapy replikacji DNA<br>• wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *widełki replikacyjne*, *oczko replikacyjne*, *replikon*<br>• omawia przebieg replikacji<br>• uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki<br>• przedstawia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje poszczególne etapy replikacji<br>• wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA<br>• wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych<br>• określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA | *Uczeń:*<br>• wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji<br>• omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA<br>• wykazuje związek między replikacją DNA a zdolnością komórki do podziału<br>• analizuje różnice między | *Uczeń:*<br>• opisuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA<br>• wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | • określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji<br>• porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych | | replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych | |
| 3. | **Geny i genomy** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *gen, chromosom, chromatyna, nukleosom*<br>• podaje funkcje genu<br>• przedstawia strukturę genu<br>• wskazuje różnicę między eksonem a intronem<br>• określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej<br>• wymienia rodzaje chromatyny | *Uczeń:*<br>• omawia budowę genu<br>• rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe<br>• wyjaśnia pojęcie: *genom*<br>• przedstawia budowę chromosomu<br>• omawia budowę i rodzaje chromatyny | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje gen<br>• porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego<br>• wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym | *Uczeń:*<br>• porównuje heterochromatynę z euchromatyną<br>• opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym<br>• oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera | *Uczeń:*<br>• rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematyczną (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu) |
| 4.<br>5.<br>6. | **Ekspresja genów** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu*<br>• wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego<br>• przedstawia budowę mRNA<br>• wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA<br>• wskazuje rolę tRNA w procesie translacji<br>• nazywa etapy translacji<br>• określa rolę polimerazy | *Uczeń:*<br>• omawia przebieg transkrypcji i translacji<br>• analizuje i wykorzystuje tabelę kodu genetycznego<br>• porównuje pre-mRNA z mRNA<br>• wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów<br>• omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej<br>• określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji | *Uczeń:*<br>• omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA<br>• zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA<br>• wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA<br>• porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych<br>• określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej | *Uczeń:*<br>• wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja<br>• przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek<br>• wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów<br>• wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów<br>• porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i wybranych organellach komórki | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji<br>• wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nić kodującą i nić matrycową<br>• wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RNA w procesie transkrypcji | | białek | eukariotycznej<br>• wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową | |
| 7. | **Regulacja ekspresji genów** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *alternatywne składanie RNA*<br>• wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej<br>• przedstawia rolę czynników transkrypcyjnych | *Uczeń:*<br>• opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA<br>• omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej<br>• przedstawia regulację dostępu do genu<br>• przedstawia regulację inicjacji transkrypcji z udziałem czynników transkrypcyjnych | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informacje genetyczną | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej<br>• wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu<br>• wyjaśnia dlaczego regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych jest dużo bardziej skomplikowana niż w komórkach prokariotycznych | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy |
| 8.<br>9. | **Powtórzenie i sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Genetyka molekularna”** | | | | | |
| Rozdział 2. **Genetyka klasyczna** | | | | | | |
| 10.<br>11. | **Dziedziczenie cech. Prawa Mendla** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *allel*, *genotyp*, *fenotyp*, *homozygota*, *heterozygota*, *allel dominujący*, *allel recesywny*, *czyste linie*<br>• podaje treść I i II prawa Mendla<br>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *linia czysta*<br>• podaje przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla<br>• rozwiązuje zadania dotyczące I prawa Mendla<br>• określa cel prowadzenia krzyżówki testowej dwugenowej<br>• oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa | *Uczeń:*<br>• analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego | *Uczeń:*<br>• wykazuje celowość i określa sposób wykonania krzyżówek testowych<br>• określa fenotypy i liczbę osobników należących do różnych klas pokolenia $F_2$<br>• wyjaśnia, czym zajmuje się obecnie genetyka klasyczna | *Uczeń:*<br>• interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta<br>• określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej | w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech | | | |
| 12.<br>13. | **Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *allele wielokrotne*, *dominacja niepełna*, *dominacja pełna*, *kodominacja*, *geny letalne*<br>• wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców<br>• opisuje zjawisko plejotropii | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej<br>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji<br>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej | *Uczeń:*<br>• porównuje dziedziczenie cech w przypadku dominacji pełnej i dominacji niepełnej<br>• porównuje dominację niepełną z kodominacją<br>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych fenotypów w przypadku alleli wielokrotnych warunkujących daną cechę<br>• przewiduje wynik krzyżówki, w której występuje gen letalny | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej<br>• przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach $F_1$ i $F_2$ mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim |
| 14.<br>15. | **Dziedziczenie wielogenowe** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *geny dopełniające się*, *geny kumulatywne*, *geny plejotropowe*<br>• podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych<br>• podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *gen epistatyczny*, *gen hipostatyczny*<br>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się<br>• odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia kumulatywnego<br>• na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi)<br>• omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych | *Uczeń:*<br>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych<br>• rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego | *Uczeń:*<br>• określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa | | | |
| 16.<br>17. | **Chromosomowa teoria dziedziczenia** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *locus*, *geny sprzężone*, *chromosomy homologiczne crossing-over*, *mapa genowa*, *centymorgan* (*cM*)<br>• wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia T. Morgana<br>• podaje cechy muszki owocowej, dzięki którym stała się ona organizmem modelowym w badaniach genetycznych<br>• przedstawia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia *crossing-over* a odległością między dwoma genami w chromosomie<br>• przedstawia przyczynę występowania rekombinantów w potomstwie<br>• opisuje, na czym polega mapowanie genów<br>• wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych<br>• na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie | *Uczeń:*<br>• oblicza częstość *crossing-over* między dwoma genami sprzężonymi<br>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa zgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch cech sprzężonych<br>• analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych<br>• oblicza odległość między genami | *Uczeń:*<br>• wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi<br>• wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych<br>• przedstawia wszystkie możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone | *Uczeń:*<br>• określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej<br>• uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi |
| 18. | **Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *kariotyp*, *chromosomy płci*<br>• charakteryzuje kariotyp człowieka<br>• wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny<br>• przedstawia sposób determinacji płci u człowieka<br>• określa płeć na podstawie analizy kariotypu<br>• podaje typy chromosomowej determinacji płci | *Uczeń:*<br>• wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią<br>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią<br>• wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu<br>• wskazuje cechy związane z płcią i podaje przyczyny ich występowania<br>• opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen *SRY* i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra<br>• omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X<br>• charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują<br>• wyjaśnia, dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet<br>• omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci u zwierząt<br>• planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia np. koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci<br>• uzasadnia prawdopodobieństwo | *Uczeń:*<br>• porównuje i wskazuje różnice między dziedziczeniem genów sprzężonych z płcią a dziedziczeniem cech związanych z płcią<br>• wykazuje znaczenie regionów pseudoautosomalnych dla prawidłowego rozdziału chromosomów do gamet |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | • wymienia choroby sprzężone z płcią | | • wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt | pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią | |
| 19. | **Dziedziczenie pozajądrowe** | *Uczeń:*<br>• podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny<br>• przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego<br>• podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego | *Uczeń:*<br>• podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem<br>• omawia sposób przekazywania organelli półautonomicznych w procesie zapłodnienia<br>• podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dziwaczka peruwiańskiego mogą mieć barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą | *Uczeń:*<br>• uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterylność jest korzystna dla roślin<br>• uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodyg i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendlowskim i jednorodzicielskim | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych<br>• wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego | *Uczeń:*<br>• na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego<br>• wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym |
| 20. | **Powtórzenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Genetyka klasyczna”** | | | | | |
| Rozdział 3. **Zmienność organizmów** | | | | | | |
| 21. | **Rodzaje zmienności** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *zmienność genetyczna* (*rekombinacyjna, mutacyjna)*<br>• podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *zmienność ciągła, zmienność nieciągła*<br>• podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej<br>• omawia przyczyny zmienności genetycznej<br>• określa znaczenie zmienności genetycznej<br>• opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, *crossing-over* oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą<br>• uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej | *Uczeń:*<br>• omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych<br>• porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną | *Uczeń:*<br>• określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 22.<br>23. | **Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *minimum, maksimum, średnia arytmetyczna*<br>• oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną<br>• na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *zakres wartości, średnia arytmetyczna, mediana, średnia ważona, dominanta, odchylenie standardowe*<br>• oblicza dominantę, medianę<br>• wykorzystuje odchylenie standardowe w analizie wyników badań | *Uczeń:*<br>• wykazuje różnice między średnia arytmetyczną a medianą<br>• interpretuje odchylenie standardowe na podstawie wykresów z zaznaczonymi słupkami błędu (tzw. wąsy) | *Uczeń:*<br>• wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań | *Uczeń:*<br>• udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji |
| 24.<br>25. | **Mutacje** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutagenny*<br>• wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych<br>• wymienia rodzaje mutacji genowych i mutacji chromosomowych<br>• wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji<br>• uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *mutacja somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana*<br>• rozróżnia mutacje genowe ze względu na efekt w powstającym białku<br>• klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów<br>• określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu<br>• wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia pojęcia: *mutacje letalne, mutacje subletalne, mutacje neutralne, mutacje korzystne, protoonkogeny, onkogeny, geny supresorowe*<br>• wyjaśnia charakter zmian w DNA, które są typowe dla różnych mutacji<br>• określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego<br>• omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych<br>• charakteryzuje przebieg transformacji nowotworowej<br>• rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych | *Uczeń:*<br>• wykazuje zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki<br>• przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu powstałe w wyniku mutacji<br>• wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji<br>• wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych<br>• charakteryzuje choroby nowotworowe związane z mutacjami w obrębie genu | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia różnice między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego<br>• wykazuje, w jaki sposób zostanie zmieniona cząsteczka białka o określonej liczbie aminokwasów, jeżeli w ściśle określonym miejscu kodującego ją genu wystąpi mutacja |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 26.<br>27. | **Choroby jednogenowe** | *Uczeń:*<br>• podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych<br>• wyjaśnia pojęcie: *choroby bloku metabolicznego*<br>• podaje nazwę choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria)<br>• wskazuje fenyloketonurię jako chorobę metaboliczną, której leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej | *Uczeń:*<br>• klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia<br>• podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego<br>• charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, pląsawicę Huntingtona, mukowiscydozę<br>• analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych | *Uczeń:*<br>• podaje przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność<br>• ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów (mukowiscydoza, fenyloketonuria, pląsawica Huntingtona, daltonizm, hemofilia)<br>• wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego | *Uczeń:*<br>• ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci | *Uczeń:*<br>• uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych<br>• na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych |
| 28.<br>29. | **Zespoły aberracji chromosomowych** | *Uczeń:*<br>• podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów<br>• podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci<br>• przedstawia zadania poradnictwa genetycznego<br>• porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z zespołem Downa, | *Uczeń:*<br>• określa rodzaj zmian w kariotypie u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera<br>• wymienia i porównuje objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera<br>• zapisuje kariotypy mężczyzny i kobiety z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera | *Uczeń:*<br>• przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego<br>• wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii, np. 21 chromosomu (zespołu Downa) | *Uczeń:*<br>• określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (zespół Klinefeltera, zespół Downa, zespół Turnera)<br>• wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa | *Uczeń:*<br>• na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera | | | | |
| 30. | **Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Zmienność organizmów”** | | | | | |
| 31. | **Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziałów: „Genetyka klasyczna” i „Zmienność organizmów”** | | | | | |
| Rozdział 4. **Biotechnologia molekularna** | | | | | | |
| 32. | **Biotechnologia** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *biotechnologia klasyczna*, *biotechnologia molekularna*, *inżynieria genetyczna*<br>• podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna<br>• podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej<br>• rozróżnia i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej | *Uczeń:*<br>• przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii klasycznej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków<br>• podaje zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym | *Uczeń:*<br>• wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną<br>• omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym | *Uczeń:*<br>• omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną | *Uczeń:*<br>• wykazuje zasadność stosowania produktów wytwarzanych dzięki biotechnologii tradycyjnej i biotechnologii molekularnej w życiu człowieka<br>• na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia rolę fermentacji w innej gałęzi przemysłu niż przemysł spożywczy |
| 33.<br>34. | **Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *wektor*, *elektroforeza DNA*, *PCR*, *mapy restrykcyjne*, *biblioteki genomowe*, *biblioteki cDNA*, *transformacja genetyczna*<br>• wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *sonda molekularna*, *hybrydyzacja DNA*, *sekwencjonowanie DNA metodą Sangera*<br>• charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej<br>• przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii | *Uczeń:*<br>• wskazuje zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR)<br>• omawia techniki hybrydyzacji DNA z użyciem sondy molekularnej w celu badania, wyszukania i izolowania genów<br>• omawia poszczególne etapy | *Uczeń:*<br>• sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne<br>• określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy<br>• wyjaśnia proces transformacji genetycznej | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, plazmidów<br>• porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA)<br>• wymienia techniki inżynierii genetycznej<br>• podaje przykłady wektorów | genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA)<br>• uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych<br>• klasyfikuje metody transformacji genetycznej | analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA<br>• określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA<br>• omawia rolę startera w reakcji PCR | • charakteryzuje metody przeprowadzania transformacji genetycznej (bezpośrednie i pośrednie)<br>• oblicza, ile cykli PCR należy przeprowadzić, aby z jednej cząsteczki DNA uzyskać milion kopii wybranego fragmentu genu | informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii<br>• proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne |
| 35. | **Organizmy zmodyfikowane genetycznie** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *organizm zmodyfikowany genetycznie*, *organizm transgeniczny*<br>• wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi<br>• podaje sposoby otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie<br>• podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom<br>• wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie | *Uczeń:*<br>• podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt<br>• przedstawia metody otrzymywania transgenicznych bakterii<br>• omawia perspektywy praktycznego wykorzystania GMO w rolnictwie, nauce przemyśle i medycynie<br>• przedstawia korzyści wynikające ze stosowania GMO<br>• podaje zagrożenia dla środowiska i zdrowia wynikające z wykorzystywania GMO<br>• przedstawia sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO | *Uczeń:*<br>• omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów<br>• charakteryzuje sposoby otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych<br>• omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt<br>• charakteryzuje wybrane produkty GMO<br>• przedstawia badania przeprowadzane przed dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli<br>• wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, dlaczego do wytwarzania białek człowieka nie zawsze można użyć bakterii transgenicznych<br>• wyjaśnia, w jaki sposób można wykorzystać mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie w ochronie środowiska<br>• charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO<br>• analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciw nim | *Uczeń:*<br>• proponuje metodę otrzymywania transgenicznego organizmu, który wytwarzałby erytropoetynę człowieka, i uzasadnia swój wybór<br>• na podstawie dostępnych źródeł wskazuje, jakie normy dotyczące upraw i hodowli GMO obowiązują w krajach UE oraz w dwóch państwach poza UE |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 36. | **Klonowanie organizmów i komórek** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka*<br>• wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie<br>• określa cele klonowania organizmów<br>• wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi<br>• podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne) | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt<br>• wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka<br>• wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi<br>• opisuje klonowanie organizmów otrzymywanych metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju<br>• wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt | *Uczeń:*<br>• omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania<br>• wyjaśnia sposoby klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt<br>• formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu<br>• porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym | *Uczeń:*<br>• analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka<br>• wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt<br>• wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów<br>• wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem | *Uczeń:*<br>• planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki zawiera informację genetyczną odpowiedzialną za rozwój organizmu<br>• wyjaśnia, dlaczego klonowanie człowieka budzi duży sprzeciw etyczny<br>• wymienia argumenty przemawiające za klonowaniem wymarłych gatunków zwierząt i przeciw niemu |
| 37.<br>38. | **Biotechnologia molekularna w medycynie** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste*<br>• określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwencjonowania<br>• wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *przeciwciała monoklonalne*<br>• wyjaśnia ogólną zasadę terapii genowej<br>• wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej<br>• omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz | *Uczeń:*<br>• omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka<br>• omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji danej osoby do wystąpienia niektórych chorób<br>• charakteryzuje techniki wykorzystywane w diagnostyce molekularnej | *Uczeń:*<br>• określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób<br>• przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób<br>• wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania terapii genowej<br>• omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków i ich | *Uczeń:*<br>• planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste<br>• wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej<br>• wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | • podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych<br>• podaje przykłady biofarmaceutyków | wieloczynnikowych<br>• omawia sposoby powstawania i wykorzystania szczepionek rekombinowanych, szczepionek DNA, szczepionek RNA oraz szczepionek przeciwnowotworowych<br>• wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej<br>• podaje, na czym polega terapia genowa<br>• omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka | • wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych<br>• porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA<br>• wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi<br>• przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny | wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy<br>• wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii | molekularnych |
| 39. | **Inne zastosowania biotechnologii molekularnej** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *profil genetyczny*<br>• wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny<br>• przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie | *Uczeń:*<br>• omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie<br>• omawia zastosowanie profilu genetycznego<br>• przedstawia wykorzystanie profili genetycznych w medycynie sądowej<br>• dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej | *Uczeń:*<br>• dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością<br>• formułuje własne opinii na temat rozwoju biotechnologii molekularnej<br>• przedstawia sposób otrzymania profilu genetycznego<br>• przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego DNA w badaniach ewolucyjnych<br>• dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej<br>• wyjaśnia, dlaczego do tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów pochodzących z DNA pozagenowego | *Uczeń:*<br>• na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej |
| 40. | **Powtórzenie wiadomości z rozdziału „Biotechnologia molekularna”** | | | | | |
| 41. | **Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Biotechnologia molekularna”** | | | | | |
| Rozdział 5. **Ewolucja organizmów** | | | | | | |
| 42. | **Rozwój myśli ewolucyjnej** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *ewolucja biologiczna,* | *Uczeń:*<br>• przedstawia założenia teorii doboru naturalnego | *Uczeń:*<br>• porównuje dobór naturalny z doborem sztucznym | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia relacje między teorią doboru | *Uczeń:*<br>• podaje argumenty świadczące o tym, że |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny, walka o byt, syntetyczna teoria ewolucji* | Karola Darwina<br>• wskazuje różnice między doborem naturalnym a doborem sztucznym | • omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji | naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji | ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów |
| 43.<br>44. | **Dowody ewolucji** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *skamieniałości, formy przejściowe, relikty filogenetyczne*<br>• klasyfikuje dowody ewolucji<br>• wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady<br>• podaje metody datowania<br>• wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy<br>• podaje przykłady atawizmów i narządów szczątkowych<br>• określa, czym zajmuje się paleontologia<br>• opisuje metodę pozwalającą ustalić wiek bezwzględny skał | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *dywergencja, konwergencja*<br>• wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych<br>• wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych i analogicznych<br>• wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii<br>• charakteryzuje metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych<br>• wyjaśnia różnice między atawizmem a narządem szczątkowym<br>• charakteryzuje formy przejściowe zwierząt | *Uczeń:*<br>• podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych<br>• wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów<br>• wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami<br>• rozpoznaje na podstawie schematu konwergencję i dywergencję<br>• analizuje podobieństwo biochemiczne organizmów | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych metod datowania<br>• analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu mimo różnych środowisk życia<br>• wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między gatunkami<br>• przedstawia pokrewieństwo ewolucyjne organizmów | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów<br>• na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliżej spokrewnione |
| 45. | **Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *dymorfizm płciowy, konkurencja, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający* | *Uczeń:*<br>• przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków<br>• opisuje działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego | *Uczeń:*<br>• wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu<br>• wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie<br>• charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doborem | *Uczeń:*<br>• omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku | *Uczeń:*<br>• dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | • wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska<br>• podaje przykłady dymorfizmu płciowego | • wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie<br>• podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu | krewniaczym<br>• omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji | | |
| 46.<br>47.<br>48. | **Ewolucja na poziomie gatunku i populacji** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *genetyka populacyjna*, *pula genowa populacji*<br>• podaje założenia prawa Hardy'ego–Weinberga<br>• podaje warunki istnienia populacji w stanie równowagi<br>• wymienia efekty zmian częstości występowania alleli<br>• wymienia przyczyny zmian częstości występowania alleli w populacji | *Uczeń:*<br>• przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową<br>• stosuje równanie Hardy'ego–Weinberga do obliczeń częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji<br>• charakteryzuje dryf genetyczny i efekt wąskiego gardła<br>• podaje przykłady działania dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła | *Uczeń:*<br>• określa czynniki, które mogą doprowadzić w danej populacji do wystąpienia efektu założyciela i efektu wąskiego gardła<br>• wyjaśnia regułę Hardy'ego–Weinberga<br>• oblicza częstość występowania alleli, a także genotypów i fenotypów w populacji na podstawie zadań tekstowych<br>• wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką w ewolucji | *Uczeń:*<br>• sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej<br>• uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji | *Uczeń:*<br>• przewiduje skutki wąskiego gardła i efektu założyciela dla puli genowej danej populacji<br>• na podstawie dostępnych źródeł wykazuje zachodzenie zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji |
| 49. | **Powstawanie gatunków – specjacja** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *specjacja*, *radiacja adaptacyjna*<br>• przedstawia biologiczną koncepcję gatunku<br>• wymienia rodzaje specjacji<br>• klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej | *Uczeń:*<br>• przedstawia mechanizmy izolacji rozrodczej w przyrodzie i podaje jej znaczenie<br>• charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na obecność bariery geograficznej<br>• charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na szybkość jej zachodzenia (skokowa, ciągła)<br>• opisuje bariery prezygotyczne i bariery postzygotyczne | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne i postzygotyczne<br>• podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej<br>• wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo<br>• wyjaśnia na przykładzie kiełży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji<br>• określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków |
| 50. | **Prawidłowości** | *Uczeń:* | *Uczeń:* | *Uczeń:* | *Uczeń:* | *Uczeń:* |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **ewolucji. Koewolucja** | • definiuje pojęcia: *mikroewolucja*, *makroewolucja*, *koewolucja*, *mimetyzm*, *mimikra*<br>• wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji<br>• podaje przykład kierunkowości ewolucji<br>• podaje przykłady mimikry i mimetyzmu u organizmów | • wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji<br>• określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji | • charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji<br>• wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów<br>• omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów | • wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji | • charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów |
| 51. | **Antropogeneza** | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia pojęcie: *antropogeneza*<br>• określa przynależność systematyczną człowieka<br>• wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt<br>• wskazuje podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi<br>• wymienia cechy specyficznie ludzkie<br>• porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych | *Uczeń:*<br>• omawia korzyści związane z pionizacją ciała<br>• przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych<br>• przedstawia warunki sprzyjające ewolucji przodków człowieka<br>• omawia charakterystyczne cechy budowy bezpośrednich przodków człowieka<br>• podaje zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała<br>• określa korzyści związane ze stopniowym zwiększaniem się masy i objętości mózgowia oraz wskazuje na wpływ tych zmian na budowę szkieletu | *Uczeń:*<br>• uzasadnia przynależność systematyczną człowieka<br>• określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie drzewa rodowego człowieka<br>• omawia drogi rozprzestrzeniania się człowieka z Afryki na inne kontynenty | *Uczeń:*<br>• analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi<br>• przedstawia korzyści i straty związane z pionizacją ciała | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia |
| 52. | **Powtórzenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ewolucja organizmów”** | | | | | |
| Rozdział 6. **Ekologia i różnorodność biologiczna** | | | | | | |
| 53. | **Podstawy ekologii. Tolerancja ekologiczna** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *ekologia*, *ochrona środowiska*, *ochrona* | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *gatunek kosmopolityczny*<br>• wyjaśnia, czym się zajmują: | *Uczeń:*<br>• wskazuje różnice między zakresem badań ekologii a działaniami na rzecz | *Uczeń:*<br>• wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i adaptacji na zakres |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *przyrody, środowisko, siedlisko, stenobionty, eurybionty, gatunki wskaźnikowe* (*bioindykatory*)<br>• opisuje niszę ekologiczną<br>• charakteryzuje tolerancję ekologiczną<br>• określa zakres badań ekologicznych<br>• wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych<br>• rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy | ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody<br>• przedstawia prawo minimum Liebiga oraz prawo tolerancji ekologicznej<br>• opisuje niszę ekologiczną wybranych gatunków<br>• określa relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu<br>• przedstawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej<br>• omawia zasadę współdziałania czynników środowiska<br>• wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza<br>• interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiskowego | ochrony przyrody i ochrony środowiska<br>• opisuje poziomy organizacji biologicznej badane przez ekologię<br>• wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji<br>• wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska<br>• określa stopnień zanieczyszczenia tlenkiem siarki(IV) powietrza na podstawie skali porostowej<br>• wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej<br>• uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi<br>• wyjaśnia zasadę współdziałania czynników | • ocenia stan czystości wód na podstawie składu gatunkowego bioindykatorów<br>• wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku<br>• wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi<br>• charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody<br>• przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska | tolerancji ekologicznej danego organizmu<br>• na podstawie tekstu uzasadnia i klasyfikuje, które z podanych stwierdzeń dotyczą: prawa minimum, prawa tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska |
| 54.<br>55. | **Ekologia populacji** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *populacja*<br>• wymienia cechy populacji<br>• podaje parametry populacji wpływające na jej liczebność<br>• przedstawia typy rozmieszczenia osobników w populacji<br>• przedstawia trzy podstawowe typy | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową<br>• podaje przyczyny śmiertelności<br>• charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *opór środowiska*<br>• omawia zagęszczenie populacji oraz znaczenie dla niej efektu Alleego<br>• dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku<br>• wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów | *Uczeń:*<br>• odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczna) od rozrodczości realizowanej (ekologiczna)<br>• charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia teorię metapopulacji<br>• wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | krzywych przeżywania wraz z przykładami gatunków, dla których są one charakterystyczne<br>• wymienia rodzaje migracji (emigracja, imigracja)<br>• przedstawia zalety i wady życia w grupie<br>• omawia wybrane cechy populacji<br>• podaje efekt Alleego<br>• przedstawia strukturę wiekową populacji w formie piramid | • omawia strategie rozrodu<br>• porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji<br>• charakteryzuje krzywe przeżywania<br>• przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku | • analizuje piramidy wieku populacji<br>• charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji<br>• podaje główne założenia teorii metapopulacji | | |
| 56. | **Zależności nieantagonistyczne** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *komensalizm, mutualizm*<br>• klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagonistyczne i nieantagonistyczne<br>• wymienia nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe (mutualizm, komensalizm)<br>• podaje rodzaje mutualizmu<br>• podaje przykłady organizmów wykazujących nieantagonistyczne zależności<br>• wymienia przystosowania | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe<br>• wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych<br>• charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań nieantagonistycznych | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych<br>• wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych w ekosystemie | *Uczeń:*<br>• wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | organizmów wchodzących w związki mutualistyczne | | | | |
| 57. | **Zależności antagonistyczne** | *Uczeń:*<br>• wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję<br>• podaje przykłady oddziaływań antagonistycznych<br>• podaje znaczenie terminów: *hierarchia społeczna*, *samoprzerzedzenie*, *wyparcie konkurenta*<br>• charakteryzuje roślinożerność<br>• wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej<br>• podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje mechanizmy obronne u roślin<br>• opisuje, na czym polega drapieżnictwo w relacjach ofiara–drapieżnik<br>• charakteryzuje pasożytnictwo w relacjach żywiciel–pasożyt<br>• omawia przystosowania anatomiczne i behawioralne roślinożerców do pozyskiwania pokarmu<br>• przedstawia przystosowania pasożytów oraz mechanizmy obronne żywicieli<br>• klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów<br>• przedstawia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów<br>• omawia na podstawie wykresu cykliczne zmiany liczebności w układzie roślinożerca–roślina | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania<br>• charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej<br>• podaje konsekwencje w ograniczaniu niszy ekologicznej jednego z konkurentów<br>• porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo<br>• przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany<br>• wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy | *Uczeń:*<br>• określa skutki działania substancji allelopatycznych<br>• wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa |
| 58. | **Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *ekosystem*, *biocenoza*, *biotop*, *reducenci*, *sukcesja ekologiczna*<br>• wyróżnia poziomy troficzne<br>• podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w ekosystemie | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje strukturę przestrzenną ekosystemu<br>• omawia wpływ czynników na przebieg sukcesji ekologicznej<br>• charakteryzuje znaczenie biocenozy i biotopu w sukcesji ekologicznej<br>• wyjaśnia, na czym polega sukcesja ekologiczna | *Uczeń:*<br>• określa kryteria podziału ekosystemów<br>• charakteryzuje rodzaje ekosystemów<br>• charakteryzuje gatunki pionierskie<br>• wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą<br>• wyjaśnia, od czego zależy | *Uczeń:*<br>• omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych<br>• omawia wpływ biocenozy na mikroklimat<br>• przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie | *Uczeń:*<br>• wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | • klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne<br>• klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne | | struktura przestrzenna ekosystemu | | |
| 59. | **Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *łańcuch troficzny*, *poziom troficzny*, *sieć pokarmowa* (*troficzna*), *produktywność ekosystemu*<br>• przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych<br>• podaje przykłady łańcucha spasania i łańcucha detrytusowego<br>• nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i w sieci troficznej<br>• wyszukuje łańcuchy pokarmowe w przedstawionej sieci troficznej i poprawnie je zapisuje<br>• wymienia trzy typy piramidy ekologicznej (liczebności, biomasy, energii) | *Uczeń:*<br>• przedstawia znaczenie terminów: *produkcja pierwotna* (*brutto*, *netto*), *produkcja wtórna* (*brutto*, *netto*)<br>• konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne<br>• porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów<br>• wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie<br>• podaje rolę gatunków kluczowych (zwornikowych) w ekosystemie<br>• omawia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie | *Uczeń:*<br>• wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych<br>• omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach<br>• rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy<br>• wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu<br>• wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne<br>• omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy<br>• wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności<br>• uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy |
| 60. | **Obieg azotu i węgla w przyrodzie** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *amonifikacja*, *nitryfikacja*, *denitryfikacja*<br>• opisuje obieg węgla i | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia pojęcie: *cykl biogeochemiczny*<br>• podaje rolę organizmów w obiegu azotu i obiegu węgla | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia znaczenie nitryfikacji, amonifikacji oraz denitryfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków<br>• wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie<br>• wykazuje na podstawie dostępnych źródeł |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | obieg azotu w przyrodzie<br>• wymienia źródła węgla w przyrodzie | • wyjaśnia na podstawie schematu obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie<br>• przedstawia, w jaki sposób wylesianie terenów wpływa na obieg węgla w przyrodzie | • wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka | sinice | gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot |
| 61. | **Różnorodność biologiczna** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie *endemit*<br>• wymienia typy różnorodności biologicznej<br>• wymienia czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność<br>• wymienia przykłady biomów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi<br>• wymienia czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi<br>• przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcie: *ogniska różnorodności biologicznej*<br>• omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy<br>• charakteryzuje biomy występujące na Ziemi<br>• podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu<br>• omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu<br>• podaje przykłady gatunków endemicznych | *Uczeń:*<br>• omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi<br>• charakteryzuje typy różnorodności biologicznej<br>• przedstawia przykłady ognisk różnorodności biologicznej na kuli ziemskiej<br>• wyjaśnia regułę Allena i regułę Bergmanna<br>• charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne, głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta | *Uczeń:*<br>• charakteryzuje wybrane środowiska wodne<br>• porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów<br>• wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej | *Uczeń:*<br>• wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej<br>• dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne |
| 62. | **Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *introdukcja*, *erozja*, *degradacja gleby*<br>• podaje znaczenie terminów: *dziura ozonowa*, *kwaśne opady*, *smog*<br>• podaje możliwe skutki intensyfikacji rolnictwa<br>• omawia proces kumulacji związków toksycznych w ogniwach łańcucha pokarmowego | *Uczeń:*<br>• podaje przykłady introdukowanych gatunków<br>• przedstawia, w jaki sposób powstają kwaśne opady<br>• wymienia przykłady chorób, które mogą wystąpić w wyniku długotrwałego działania smogu na organizm człowieka<br>• określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime<br>• określa znaczenie korytarzy | *Uczeń:*<br>• podaje przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej<br>• omawia wpływ introdukowanych gatunków na gatunki rodzime<br>• charakteryzuje zjawisko smogu, kwaśnych opadów i dziury ozonowej<br>• omawia skutki kwaśnych | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia wpływ działalności człowieka na wzrost globalnego ocieplenia<br>• porównuje smog kwaśny ze smogiem fotochemicznym<br>• opisuje wpływ ocieplenia klimatu na bioróżnorodność<br>• wyjaśnia różnice między introdukcją a zawleczeniem | *Uczeń:*<br>• wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną<br>• wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | • wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka | ekologicznych | opadów dla środowiska i zdrowia człowieka | • wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów | człowieka |
| 63.<br>64. | **Ochrona różnorodności biologicznej** | *Uczeń:*<br>• definiuje pojęcia: *restytucja*, *reintrodukcja*, *ochrona czynna*, *ochrona bierna*, *Agenda 21*<br>• podaje zadania ochrony środowiska i ochrony przyrody<br>• wymienia formy ochrony przyrody w zależności od stopnia ingerencji człowieka w ekosystem (ochrona czynna i ochrona bierna)<br>• wyróżnia formy ochrony przyrody ze względu na obiekt obejmowany ochroną (ochrona obszarowa gatunkowa, ochrona indywidualna)<br>• wymienia formy ochrony obszarowej w Polsce<br>• wymienia formy ochrony indywidualnej w Polsce | *Uczeń:*<br>• wskazuje różnice między introdukcją a reintrodukcją gatunków<br>• przedstawia kryteria podziału różnych form ochrony przyrody<br>• wyjaśnia celowość stosowania form ochrony służących zachowaniu różnorodności gatunkowej w Polsce<br>• podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i ochrony biernej<br>• omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia różnice między ochroną środowiska a ochroną przyrody<br>• charakteryzuje formy ochrony indywidualnej i obszarowej w Polsce<br>• wymienia przyczyny stosowania ochrony przyrody<br>• wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów | *Uczeń:*<br>• wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego<br>• uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony przyrody<br>• uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów | *Uczeń:*<br>• proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła<br>• na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody |
| 65. | **Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”** | | | | | |
| 66. | **Sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Ekologia i różnorodność biologiczna”** | | | | | |
| 67.<br>68. | **Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z treści zawartych w 4 części podręcznika** | | | | | |
| 69.<br>70. | **Przygotowania do egzaminu maturalnego z biologii w zakresie rozszerzonym** | | | | | |

*Autorka: Małgorzata Miękus*