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

4a – Maria Jezierska –Szyba
4b/f –Patrycja Adamkiewicz
4g – Patrycja Adamkiewicz

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:* • definiuje pojęcie: *podwójna helisa* • przedstawia budowę nukleotydu DNA i RNA • wymienia zasady azotowe występujące w DNA i RNA przedstawia regułę Chargaffa • określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej • wymienia rodzaje RNA określa rolę podstawowych rodzajów RNA podaje budowę	*Uczeń:* omawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA wymienia nazwy wiązań występujących między elementami budującymi nukleotyd uzupełnia schemat jednoniciowego DNA o komplementarny łańcuch polinukleotydowy opisuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA • określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	*Uczeń:* wyjaśnia regułę komplementarności zasad wyjaśnia, na czym polega różna polarność łańcuchów polinukleotydowych DNA rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa • porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA • oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad • odróżnia DNA od RNA za	*Uczeń:* wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów • wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA • wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki • omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego	*Uczeń:* wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych

		przestrzenną cząsteczki DNA		pomocą reguły Chargaffa	wirusów	
2.	**Replikacja DNA**	*Uczeń:* definiuje pojęcie: *replikacja* przedstawia znaczenie replikacji DNA wymienia etapy replikacji DNA wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *widełki replikacyjne*, *oczko replikacyjne*, *replikon* omawia przebieg replikacji uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki przedstawia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji • porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych	*Uczeń:* charakteryzuje poszczególne etapy replikacji wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych • określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA	*Uczeń:* wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji • omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA • wykazuje związek między replikacją DNA a zdolnością komórki do podziału • analizuje różnice między replikacją DNA w komórkach prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych	*Uczeń:* opisuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA • wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej
3.	**Geny i genomy**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *gen*, *chromosom*, *chromatyna*, *nukleosom* podaje funkcje genu przedstawia strukturę genu wskazuje różnicę między eksonem a intronem • określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej wymienia rodzaje chromatyny	*Uczeń:* omawia budowę genu rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe wyjaśnia pojęcie: *genom* • przedstawia budowę chromosomu • omawia budowę i rodzaje chromatyny	*Uczeń:* charakteryzuje gen porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym	*Uczeń:* porównuje heterochromatynę z euchromatyną opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym • oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera	*Uczeń:* 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. 5. 6.	**Ekspresja genów**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *kod genetyczny*, *ekspresja genu*, *translacja*, *transkrypcja*, *ramka*	*Uczeń:* omawia przebieg transkrypcji i translacji analizuje i wykorzystuje tabelę kodu genetycznego	*Uczeń:* omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA zapisuje sekwencję	*Uczeń:* wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja	*Uczeń:* • wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do

		odczytu wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego przedstawia budowę mRNA wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA wskazuje rolę tRNA w procesie translacji nazywa etapy translacji określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji	porównuje pre-mRNA z mRNA wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej • określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji	aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych • określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek	przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów • porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i wybranych organellach komórki eukariotycznej • wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową	zwiększenia wydajności translacji • wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nić kodującą i nić matrycową • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka
7.	**Regulacja ekspresji genów**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *alternatywne składanie RNA* • wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej • przedstawia rolę czynników transkrypcyjnych	*Uczeń:* opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA • omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej • przedstawia regulację dostępu do genu • przedstawia regulację inicjacji transkrypcji z udziałem czynników transkrypcyjnych	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informacje genetyczną	*Uczeń:* wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu wyjaśnia dlaczego regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych jest dużo bardziej skomplikowana niż w komórkach prokariotycznych	*Uczeń:* • wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy
8. 9.	**Powtórzenie i sprawdzenie stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z rozdziału „Genetyka molekularna”**					

Rozdział 2. **Genetyka klasyczna**						
10. 11.	**Dziedziczenie cech. Prawa Mendla**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *allel*, *genotyp*, *fenotyp*, *homozygota*, *heterozygota*, *allel dominujący*, *allel recesywny*, *czyste linie* podaje treść I i II prawa Mendla określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta • określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogenowej	*Uczeń:* definiuje pojęcie: *linia czysta* podaje przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla • rozwiązuje zadania dotyczące I prawa Mendla • określa cel prowadzenia krzyżówki testowej dwugenowej • oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech	*Uczeń:* analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego	*Uczeń:* • wykazuje celowość i określa sposób wykonania krzyżówek testowych • określa fenotypy i liczbę osobników należących do różnych klas pokolenia F_2 • wyjaśnia, czym zajmuje się obecnie genetyka klasyczna	*Uczeń:* • interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych
12. 13.	**Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *allele wielokrotne*, *dominacja niepełna*, *dominacja pełna*, *kodominacja*, *geny letalne* wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców • opisuje zjawisko plejotropii	*Uczeń:* charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji • określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej	*Uczeń:* porównuje dziedziczenie cech w przypadku dominacji pełnej i dominacji niepełnej porównuje dominację niepełną z kodominacją • określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych fenotypów w przypadku alleli wielokrotnych warunkujących daną cechę • przewiduje wynik krzyżówki, w której występuje gen letalny	*Uczeń:* wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej • przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F_1 i F_2 mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim
14.	**Dziedziczenie**	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*

15.	**wielogenowe**	definiuje pojęcia: *geny dopełniające się*, *geny kumulatywne*, *geny plejotropowe* • podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych • podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogenowo	definiuje pojęcia: *gen epistatyczny*, *gen hipostatyczny* określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się • odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia kumulatywnego • na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa	wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi) • omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych	• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych • rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogenowego	• określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie
16. 17.	**Chromosomowa teoria dziedziczenia**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *locus*, *geny sprzężone*, *chromosomy homologiczne crossing-over*, *mapa genowa*, *centymorgan* (*cM*) wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia T. Morgana podaje cechy muszki owocowej, dzięki którym stała się ona organizmem modelowym w badaniach genetycznych • przedstawia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów	*Uczeń:* wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia *crossing-over* a odległością między dwoma genami w chromosomie przedstawia przyczynę występowania rekombinantów w potomstwie opisuje, na czym polega mapowanie genów • wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych • na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie	*Uczeń:* oblicza częstość *crossing--over* między dwoma genami sprzężonymi określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa zgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch cech sprzężonych analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych • oblicza odległość między genami	*Uczeń:* • wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi • wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych • przedstawia wszystkie możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone	*Uczeń:* • określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej • uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi
18.	**Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *kariotyp*, *chromosomy płci* charakteryzuje kariotyp człowieka	*Uczeń:* wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią określa prawdopodobieństwo	*Uczeń:* wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen *SRY* i hormony wytwarzane przez	*Uczeń:* wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet	*Uczeń:* • porównuje i wskazuje różnice między dziedziczeniem genów sprzężonych z płcią

		wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny przedstawia sposób determinacji płci u człowieka określa płeć na podstawie analizy kariotypu podaje typy chromosomowej determinacji płci • wymienia choroby sprzężone z płcią	wystąpienia choroby sprzężonej z płcią wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu • wskazuje cechy związane z płcią i podaje przyczyny ich występowania • opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt	rozwijające się jądra omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują • wyjaśnia, dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn • wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt	omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci u zwierząt • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia np. koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci • uzasadnia prawdopodobieństwo pojawienia się określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią	a dziedziczeniem cech związanych z płcią • wykazuje znaczenie regionów pseudoautosomalnych dla prawidłowego rozdziału chromosomów do gamet
19.	**Dziedziczenie pozajądrowe**	*Uczeń:* • podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny • przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego • podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego	*Uczeń:* • podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem • omawia sposób przekazywania organelli półautonomicznych w procesie zapłodnienia • podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dziwaczka peruwiańskiego mogą mieć barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą	*Uczeń:* • uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterylność jest korzystna dla roślin • uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodyg i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendlowskim i jednorodzicielskim	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych • wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego	*Uczeń:* • na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego • 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:* definiuje pojęcia: *zmienność genetyczna* (*rekombinacyjna*, *mutacyjna)* podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *zmienność ciągła*, *zmienność nieciągła* podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej omawia przyczyny zmienności genetycznej określa znaczenie zmienności genetycznej opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji	*Uczeń:* wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, *crossing-over* oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej	*Uczeń:* • omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych • porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną	*Uczeń:* • określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie
22. 23.	**Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *minimum*, *maksimum*, *średnia arytmetyczna* • oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną • na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *zakres wartości*, *średnia arytmetyczna*, *mediana*, *średnia ważona, dominanta*, *odchylenie standardowe* • oblicza dominantę, medianę • wykorzystuje odchylenie standardowe w analizie wyników badań	*Uczeń:* • wykazuje różnice między średnia arytmetyczną a medianą • interpretuje odchylenie standardowe na podstawie wykresów z zaznaczonymi słupkami błędu (tzw. wąsy)	*Uczeń:* • wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań	*Uczeń:* • udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji
24. 25.	**Mutacje**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *mutacja*, *mutacja genowa*, *mutacja chromosomowa strukturalna*, *mutacja chromosomowa liczbowa*, *czynnik mutagenny* wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *mutacja somatyczna*, *mutacja generatywna*, *mutacja spontaniczna*, *mutacja indukowana* rozróżnia mutacje genowe ze względu na efekt w powstającym białku klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu wskazuje przyczyny mutacji	*Uczeń:* wyjaśnia pojęcia: *mutacje letalne*, *mutacje subletalne*, *mutacje neutralne*, *mutacje korzystne*, *protoonkogeny*, *onkogeny*, *geny supresorowe* wyjaśnia charakter zmian w DNA, które są typowe dla różnych mutacji określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego	*Uczeń:* • wykazuje zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki • przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu powstałe w wyniku mutacji wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji • wymienia przykłady protoonkogenów i	*Uczeń:* wyjaśnia różnice między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego wykazuje, w jaki sposób zostanie zmieniona cząsteczka białka o określonej liczbie aminokwasów, jeżeli w ściśle określonym miejscu kodującego ją

		wymienia rodzaje mutacji genowych i mutacji chromosomowych • wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji • uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych	spontanicznych i mutacji indukowanych	omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych • charakteryzuje przebieg transformacji nowotworowej rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych	genów supresorowych • charakteryzuje choroby nowotworowe związane z mutacjami w obrębie genu	genu wystąpi mutacja
26. 27.	**Choroby jednogenowe**	*Uczeń:* podaje przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych wyjaśnia pojęcie: *choroby bloku metabolicznego* podaje nazwę choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria) • wskazuje fenyloketonurię jako chorobę metaboliczną, której leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej	*Uczeń:* klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, pląsawicę Huntingtona, mukowiscydozę • analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych	*Uczeń:* podaje przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność • ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów (mukowiscydoza, fenyloketonuria, pląsawica Huntingtona, daltonizm, hemofilia) wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego	*Uczeń:* • ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy rodowodu ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci	*Uczeń:* • uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
28. 29.	**Zespoły aberracji chromosomowych**	*Uczeń:* podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów • podaje przykłady chorób genetycznych człowieka	*Uczeń:* określa rodzaj zmian w kariotypie u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera wymienia i porównuje objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu	*Uczeń:* przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii,	*Uczeń:* • określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (zespół Klinefeltera, zespół Downa, zespół Turnera) • wykazuje zależność	*Uczeń:* • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia

		wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci • przedstawia zadania poradnictwa genetycznego • porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera	Turnera • zapisuje kariotypy mężczyzny i kobiety z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera	np. 21 chromosomu (zespołu Downa)	między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa	
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:* definiuje pojęcia: *biotechnologia klasyczna*, *biotechnologia molekularna*, *inżynieria genetyczna* podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej rozróżnia i klasyfikuje produkty wytwarzane na	*Uczeń:* przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii klasycznej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków podaje zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym	*Uczeń:* wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną • omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym	*Uczeń:* omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną	*Uczeń:* • wykazuje zasadność stosowania produktów wytwarzanych dzięki biotechnologii tradycyjnej i biotechnologii molekularnej w życiu człowieka • na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia rolę fermentacji w innej gałęzi przemysłu niż przemysł spożywczy

		drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej				
33. 34.	**Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *wektor*, *elektroforeza DNA*, *PCR*, *mapy restrykcyjne*, *biblioteki genomowe*, *biblioteki cDNA*, *transformacja genetyczna* wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA) wymienia techniki inżynierii genetycznej • podaje przykłady wektorów	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *sonda molekularna*, *hybrydyzacja DNA*, *sekwencjonowanie DNA metodą Sangera* charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA) uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych klasyfikuje metody transformacji genetycznej	*Uczeń:* wskazuje zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) omawia techniki hybrydyzacji DNA z użyciem sondy molekularnej w celu badania, wyszukania i izolowania genów omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA • omawia rolę startera w reakcji PCR	*Uczeń:* sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy • wyjaśnia proces transformacji genetycznej • charakteryzuje metody przeprowadzania transformacji genetycznej (bezpośrednie i pośrednie) • oblicza, ile cykli PCR należy przeprowadzić, aby z jednej cząsteczki DNA uzyskać milion kopii wybranego fragmentu genu	*Uczeń:* • wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, plazmidów • porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii • proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne
35.	**Organizmy zmodyfikowane genetycznie**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *organizm zmodyfikowany genetycznie*, *organizm transgeniczny* wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi podaje sposoby otrzymywania	*Uczeń:* podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt przedstawia metody otrzymywania transgenicznych bakterii omawia perspektywy praktycznego wykorzystania GMO w rolnictwie, nauce przemyśle i medycynie przedstawia korzyści wynikające ze stosowania	*Uczeń:* omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów charakteryzuje sposoby otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt charakteryzuje wybrane	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego do wytwarzania białek człowieka nie zawsze można użyć bakterii transgenicznych wyjaśnia, w jaki sposób można wykorzystać mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie w ochronie środowiska charakteryzuje sposoby	*Uczeń:* • proponuje metodę otrzymywania transgenicznego organizmu, który wytwarzałby erytropoetynę człowieka, i uzasadnia swój wybór • na podstawie dostępnych źródeł wskazuje, jakie normy dotyczące upraw

		organizmów zmodyfikowanych genetycznie podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom • wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie	GMO • podaje zagrożenia dla środowiska i zdrowia wynikające z wykorzystywania GMO • przedstawia sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO	produkty GMO • przedstawia badania przeprowadzane przed dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli • wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku	zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciw nim	i hodowli GMO obowiązują w krajach UE oraz w dwóch państwach poza UE
36.	**Klonowanie organizmów i komórek**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *klon*, *klonowanie*, *metoda transferu jąder komórkowych*, *metoda rozdziału komórek zarodka* wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie • określa cele klonowania organizmów • wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi • podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne)	*Uczeń:* wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi • opisuje klonowanie organizmów otrzymywanych metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju • wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt	*Uczeń:* omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania wyjaśnia sposoby klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu • porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym	*Uczeń:* analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka • wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt • wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów • wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem	*Uczeń:* planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki zawiera informację genetyczną odpowiedzialną za rozwój organizmu wyjaśnia, dlaczego klonowanie człowieka budzi duży sprzeciw etyczny • wymienia argumenty przemawiające za klonowaniem wymarłych gatunków zwierząt i przeciw niemu
37.	**Biotechnologia**	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*	*Uczeń:*

38.	**molekularna w medycynie**	definiuje pojęcia: *diagnostyka molekularna*, *biofarmaceutyki*, *terapia genowa*, *komórki macierzyste* określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwencjonowania wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna • podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych podaje przykłady biofarmaceutyków	definiuje pojęcie: *przeciwciała monoklonalne* wyjaśnia ogólną zasadę terapii genowej wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych omawia sposoby powstawania i wykorzystania szczepionek rekombinowanych, szczepionek DNA, szczepionek RNA oraz szczepionek przeciwnowotworowych wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej podaje, na czym polega terapia genowa omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka	omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji danej osoby do wystąpienia niektórych chorób charakteryzuje techniki wykorzystywane w diagnostyce molekularnej wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny	określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób • wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania terapii genowej • omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii	• planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste • wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod immunologicznych w badaniach molekularnych
39.	**Inne zastosowania biotechnologii molekularnej**	*Uczeń:* definiuje pojęcie: *profil genetyczny* wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny • przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie	*Uczeń:* • omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie • omawia zastosowanie profilu genetycznego • przedstawia wykorzystanie profili genetycznych w medycynie sądowej • dyskutuje o problemach	*Uczeń:* • dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością • formułuje własne opinii na temat rozwoju biotechnologii molekularnej • przedstawia sposób	*Uczeń:* wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego DNA w badaniach ewolucyjnych • dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej • wyjaśnia, dlaczego do	*Uczeń:* • na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii

			społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej	otrzymania profilu genetycznego • przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej	tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów pochodzących z DNA pozagenowego	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:* definiuje pojęcia: *ewolucja biologiczna*, *ewolucjonizm*, *dobór naturalny*, *dobór sztuczny*, *walka o byt*, *syntetyczna teoria ewolucji*	*Uczeń:* • przedstawia założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina • wskazuje różnice między doborem naturalnym a doborem sztucznym	*Uczeń:* porównuje dobór naturalny z doborem sztucznym • omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji	*Uczeń:* wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego Karola Darwina a syntetyczną teorią ewolucji	*Uczeń:* • podaje argumenty świadczące o tym, że ewolucja w ujęciu biologicznym dotyczy tylko organizmów
43. 44.	**Dowody ewolucji**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *skamieniałości*, *formy przejściowe*, *relikty filogenetyczne* klasyfikuje dowody ewolucji wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady podaje metody datowania • wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *dywergencja*, *konwergencja* wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych i analogicznych wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii	*Uczeń:* • podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych • wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi	*Uczeń:* wyjaśnia zasady radioizotopowych i biostratygraficznych metod datowania analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu mimo różnych środowisk życia • wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c	*Uczeń:* • wyjaśnia zasady tworzenia systematyki filogenetycznej organizmów • na podstawie przedstawionych sekwencji aminokwasów w białkach różnych gatunków ocenia i uzasadnia, które gatunki są najbliżej spokrewnione

		• podaje przykłady atawizmów i narządów szczątkowych • określa, czym zajmuje się paleontologia • opisuje metodę pozwalającą ustalić wiek bezwzględny skał	charakteryzuje metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych wyjaśnia różnice między atawizmem a narządem szczątkowym charakteryzuje formy przejściowe zwierząt	skamieniałościami • rozpoznaje na podstawie schematu konwergencję i dywergencję • analizuje podobieństwo biochemiczne organizmów	w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między gatunkami • przedstawia pokrewieństwo ewolucyjne organizmów	
45.	**Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *dymorfizm płciowy*, *konkurencja*, *dobór płciowy*, *dobór krewniaczy*, *dobór stabilizujący*, *dobór kierunkowy*, *dobór rozrywający* wymienia rodzaje doboru naturalnego ze względu na stabilność warunków środowiska podaje przykłady dymorfizmu płciowego	*Uczeń:* przedstawia, na czym polega zmienność genetyczna organizmów, oraz wskazuje jej znaczenie dla ewolucji gatunków • opisuje działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie podaje przykłady cech dymorficznych wpływających na wybór partnera do rozrodu	*Uczeń:* wskazuje różnice między przystosowaniem a dostosowaniem organizmu wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie • charakteryzuje i porównuje dobór płciowy z doborem krewniaczym omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji	*Uczeń:* omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu osobników danego gatunku	*Uczeń:* • dowodzi, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne
46. 47. 48.	**Ewolucja na poziomie gatunku i populacji**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *genetyka populacyjna*, *pula genowa populacji* podaje założenia prawa Hardy'ego–Weinberga podaje warunki istnienia populacji w stanie równowagi wymienia efekty zmian częstości występowania alleli wymienia przyczyny zmian częstości występowania alleli w populacji	*Uczeń:* przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową stosuje równanie Hardy'ego–Weinberga do obliczeń częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji charakteryzuje dryf genetyczny i efekt wąskiego gardła podaje przykłady działania dryfu genetycznego i efektu wąskiego gardła	*Uczeń:* określa czynniki, które mogą doprowadzić w danej populacji do wystąpienia efektu założyciela i efektu wąskiego gardła wyjaśnia regułę Hardy'ego–Weinberga • oblicza częstość występowania alleli, a także genotypów i fenotypów w populacji na podstawie zadań tekstowych wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką w ewolucji	*Uczeń:* • sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej uzasadnia przyczyny zmian częstości alleli w populacji	*Uczeń:* • przewiduje skutki wąskiego gardła i efektu założyciela dla puli genowej danej populacji • na podstawie dostępnych źródeł wykazuje zachodzenie zmian ewolucyjnych na poziomie gatunku i populacji

49.	**Powstawanie gatunków – specjacja**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *specjacja*, *radiacja adaptacyjna* przedstawia biologiczną koncepcję gatunku • wymienia rodzaje specjacji • klasyfikuje podane mechanizmy do grupy izolacji prezygotycznej oraz do grupy izolacji postzygotycznej	*Uczeń:* przedstawia mechanizmy izolacji rozrodczej w przyrodzie i podaje jej znaczenie • charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na obecność bariery geograficznej • charakteryzuje rodzaje specjacji ze względu na szybkość jej zachodzenia (skokowa, ciągła) • opisuje bariery prezygotyczne i bariery postzygotyczne	*Uczeń:* charakteryzuje mechanizmy izolacji rozrodczej: prezygotyczne i postzygotyczne podaje przykłady mechanizmów izolacji rozrodczej wyjaśnia proces radiacji adaptacyjnej i podaje jego przykłady	*Uczeń:* wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec organizmów rozmnażających się bezpłciowo wyjaśnia na przykładzie kiełży żyjących w jednym zbiorniku wodnym, w jaki sposób mogło dojść do powstania kilku blisko spokrewnionych ze sobą gatunków	*Uczeń:* • wyjaśnia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji określa rolę doboru płciowego w powstawaniu gatunków
50.	**Prawidłowości ewolucji. Koewolucja**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *mikroewolucja*, *makroewolucja*, *koewolucja*, *mimetyzm*, *mimikra* • wymienia czynniki wpływające na tempo ewolucji • podaje przykład kierunkowości ewolucji • podaje przykłady mimikry i mimetyzmu u organizmów	*Uczeń:* • wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji • określa sposób działania czynników: struktury genetycznej populacji, warunków środowiska, wielkości populacji na tempo ewolucji	*Uczeń:* charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji wyjaśnia znaczenie terminu koewolucja na podstawie przykładów • omawia skutki działania doboru naturalnego, prowadzącego do powstania różnych strategii życiowych organizmów	*Uczeń:* wykazuje wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji	*Uczeń:* charakteryzuje prawidłowości ewolucji na poziomie mikroewolucji i makroewolucji na podstawie przykładów
51.	**Antropogeneza**	*Uczeń:* wyjaśnia pojęcie: *antropogeneza* określa przynależność systematyczną człowieka wymienia cechy wspólne człowieka i innych zwierząt wskazuje podobieństwa między człowiekiem	*Uczeń:* omawia korzyści związane z pionizacją ciała przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych przedstawia warunki sprzyjające ewolucji przodków człowieka • omawia charakterystyczne cechy budowy bezpośrednich	*Uczeń:* uzasadnia przynależność systematyczną człowieka określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie drzewa rodowego człowieka omawia drogi rozprzestrzeniania się człowieka z Afryki na inne	*Uczeń:* analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi przedstawia korzyści i straty związane	*Uczeń:* • wyjaśnia, które cechy budowy szkieletu człowieka są najprawdopodobniej następstwem pionowej postawy ciała, a które wynikają ze wzrostu masy i objętości mózgowia

		a innymi naczelnymi wymienia cechy specyficznie ludzkie porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych	przodków człowieka podaje zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała określa korzyści związane ze stopniowym zwiększaniem się masy i objętości mózgowia oraz wskazuje na wpływ tych zmian na budowę szkieletu	kontynenty	z pionizacją ciała	
52.	**Powtórzenie i sprawdzenie wiadomości oraz umiejętności z rozdziału „Ewolucja organizmów”**					
Rozdział 6. **Ekologia i różnorodność biologiczna**						
53.	**Podstawy ekologii. Tolerancja ekologiczna**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *ekologia*, *ochrona środowiska*, *ochrona przyrody*, *środowisko*, *siedlisko*, *stenobionty*, *eurybionty*, *gatunki wskaźnikowe* (*bioindykatory*) opisuje niszę ekologiczną charakteryzuje tolerancję ekologiczną określa zakres badań ekologicznych • wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy	*Uczeń:* definiuje pojęcie: *gatunek kosmopolityczny* wyjaśnia, czym się zajmują: ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody przedstawia prawo minimum Liebiga oraz prawo tolerancji ekologicznej opisuje niszę ekologiczną wybranych gatunków określa relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu przedstawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej omawia zasadę współdziałania czynników środowiska • wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza • interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego	*Uczeń:* wskazuje różnice między zakresem badań ekologii a działaniami na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska opisuje poziomy organizacji biologicznej badane przez ekologię wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska określa stopnień zanieczyszczenia tlenkiem siarki(IV) powietrza na podstawie skali porostowej wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej uzasadnia, że istnieje związek	*Uczeń:* wskazuje różnice między niszą podstawową a niszą realizowaną ocenia stan czystości wód na podstawie składu gatunkowego bioindykatorów wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku wskazuje różnice między gatunkami wskaźnikowymi a gatunkami kosmopolitycznymi charakteryzuje formy ekologiczne roślin zależnych od dostępności wody przedstawia adaptacje roślin różnych form ekologicznych do środowiska	*Uczeń:* • wyjaśnia wpływ aklimatyzacji i adaptacji na zakres tolerancji ekologicznej danego organizmu • na podstawie tekstu uzasadnia i klasyfikuje, które z podanych stwierdzeń dotyczą: prawa minimum, prawa tolerancji, zasady współdziałania czynników środowiska

			czynnika środowiskowego	między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi wyjaśnia zasadę współdziałania czynników		
54. 55.	**Ekologia populacji**	*Uczeń:* definiuje pojęcie: *populacja* wymienia cechy populacji podaje parametry populacji wpływające na jej liczebność przedstawia typy rozmieszczenia osobników w populacji przedstawia trzy podstawowe typy krzywych przeżywania wraz z przykładami gatunków, dla których są one charakterystyczne wymienia rodzaje migracji (emigracja, imigracja) przedstawia zalety i wady życia w grupie • omawia wybrane cechy populacji • podaje efekt Alleego • przedstawia strukturę wiekową populacji w formie piramid	*Uczeń:* charakteryzuje cechy populacji: rozrodczość, liczebność, śmiertelność, migracje, zagęszczenie, strukturę przestrzenną, strukturę wiekową, strukturę płciową podaje przyczyny śmiertelności charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia organizmów omawia strategie rozrodu porównuje rozrodczość ze śmiertelnością w populacji charakteryzuje krzywe przeżywania • przedstawia znaczenie migracji osobników w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku	*Uczeń:* • definiuje pojęcie: *opór środowiska* • omawia zagęszczenie populacji oraz znaczenie dla niej efektu Alleego • dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku • wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów • analizuje piramidy wieku populacji charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji • podaje główne założenia teorii metapopulacji	*Uczeń:* odróżnia rozrodczość potencjalną (fizjologiczna) od rozrodczości realizowanej (ekologiczna) • charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji	*Uczeń:* • wyjaśnia teorię metapopulacji • wykazuje, w jaki sposób migracje pozwalają na przetrwanie gatunku w środowisku
56.	**Zależności nieantagonistyczne**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *komensalizm*, *mutualizm* klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagonistyczne i nieantagonistyczne • wymienia	*Uczeń:* • charakteryzuje nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe • wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych	*Uczeń:* charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związkach mutualistycznych i komensalistycznych • charakteryzuje na wybranych przykładach rodzaje oddziaływań	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego komensalizm zalicza się do związków jednostronnie korzystnych • wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych	*Uczeń:* • wykazuje na przykładach różnice między mutualizmem obligatoryjnym a mutualizmem fakultatywnym

		nieantagonistyczne zależności międzygatunkowe (mutualizm, komensalizm) • podaje rodzaje mutualizmu • podaje przykłady organizmów wykazujących nieantagonistyczne zależności • wymienia przystosowania organizmów wchodzących w związki mutualistyczne		nieantagonistycznych	w ekosystemie	
57.	**Zależności antagonistyczne**	*Uczeń:* wymienia antagonistyczne zależności międzygatunkowe: drapieżnictwo, pasożytnictwo, roślinożerność, konkurencję podaje przykłady oddziaływań antagonistycznych podaje znaczenie terminów: *hierarchia społeczna*, *samoprzerzedzenie*, *wyparcie konkurenta* charakteryzuje roślinożerność wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej • podaje główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej	*Uczeń:* charakteryzuje mechanizmy obronne u roślin opisuje, na czym polega drapieżnictwo w relacjach ofiara–drapieżnik charakteryzuje pasożytnictwo w relacjach żywiciel–pasożyt omawia przystosowania anatomiczne i behawioralne roślinożerców do pozyskiwania pokarmu przedstawia przystosowania pasożytów oraz mechanizmy obronne żywicieli • klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów • przedstawia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów omawia na podstawie wykresu cykliczne zmiany liczebności w układzie roślinożerca–	*Uczeń:* wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej podaje konsekwencje w ograniczaniu niszy ekologicznej jednego z konkurentów • porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu	*Uczeń:* wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający–zjadany wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy	*Uczeń:* określa skutki działania substancji allelopatycznych wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego, analizując cykliczne zmiany w liczebności populacji zjadającego i zjadanego na przykładzie roślinożerności i drapieżnictwa

			roślina			
58.	**Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *ekosystem*, *biocenoza*, *biotop*, *reducenci*, *sukcesja ekologiczna* • wyróżnia poziomy troficzne • podaje rolę producentów, konsumentów i reducentów w ekosystemie • klasyfikuje ekosystemy na autotroficzne i heterotroficzne • klasyfikuje ekosystemy na naturalne, półnaturalne i sztuczne	*Uczeń:* charakteryzuje strukturę przestrzenną ekosystemu omawia wpływ czynników na przebieg sukcesji ekologicznej charakteryzuje znaczenie biocenozy i biotopu w sukcesji ekologicznej wyjaśnia, na czym polega sukcesja ekologiczna	*Uczeń:* określa kryteria podziału ekosystemów charakteryzuje rodzaje ekosystemów charakteryzuje gatunki pionierskie wyjaśnia oddziaływania między biotopem a biocenozą wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu	*Uczeń:* omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych omawia wpływ biocenozy na mikroklimat przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie	*Uczeń:* • wykazuje, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny
59.	**Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *łańcuch troficzny*, *poziom troficzny*, *sieć pokarmowa* (*troficzna*), *produktywność ekosystemu* przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych podaje przykłady łańcucha spasania i łańcucha detrytusowego nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i w sieci troficznej wyszukuje łańcuchy pokarmowe w przedstawionej sieci troficznej i poprawnie je zapisuje	*Uczeń:* przedstawia znaczenie terminów: *produkcja pierwotna* (*brutto*, *netto*), *produkcja wtórna* (*brutto*, *netto*) konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów • wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie • podaje rolę gatunków kluczowych (zwornikowych) w ekosystemie omawia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie	*Uczeń:* wyróżnia i porównuje typy łańcuchów troficznych • omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy • wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów	*Uczeń:* charakteryzuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu • wyjaśnia, dlaczego w celach konsumpcyjnych człowiek hoduje zwierzęta roślinożerne, a nie drapieżne • omawia piramidy ekologiczne wybranych ekosystemów	*Uczeń:* • wyjaśnia, dlaczego graficzna ilustracja ilości energii akumulowanej na kolejnych poziomach łańcucha troficznego ma postać piramidy • wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności • uzasadnia, że w niektórych ekosystemach morskich występuje odwrócona piramida biomasy

		wymienia trzy typy piramidy ekologicznej (liczebności, biomasy, energii)				
60.	**Obieg azotu i węgla w przyrodzie**	*Uczeń:* • definiuje pojęcia: *amonifikacja*, *nitryfikacja*, *denitryfikacja* • opisuje obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie wymienia źródła węgla w przyrodzie	*Uczeń:* wyjaśnia pojęcie: *cykl biogeochemiczny* • podaje rolę organizmów w obiegu azotu i obiegu węgla wyjaśnia na podstawie schematu obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie • przedstawia, w jaki sposób wylesianie terenów wpływa na obieg węgla w przyrodzie	*Uczeń:* • wyjaśnia znaczenie nitryfikacji, amonifikacji oraz denitryfikacji w krążeniu azotu w przyrodzie • wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	*Uczeń:* wyjaśnia rolę organizmów w obiegu pierwiastków • wyjaśnia sposób asymilacji azotu przez sinice	*Uczeń:* • wyjaśnia przyczyny zakłócenia obiegu węgla w przyrodzie • wykazuje na podstawie dostępnych źródeł gospodarcze wykorzystanie bakterii wiążących azot
61.	**Różnorodność biologiczna**	*Uczeń:* definiuje pojęcie *endemit* wymienia typy różnorodności biologicznej wymienia czynniki geograficzne kształtujące bioróżnorodność wymienia przykłady biomów lądowych i wodnych oraz podaje ich rozmieszczenie na Ziemi wymienia czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi przedstawia regułę Allena i regułę Bergmanna	*Uczeń:* definiuje pojęcie: *ogniska różnorodności biologicznej* omawia kryteria, na podstawie których wyróżnia się biomy charakteryzuje biomy występujące na Ziemi podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego biomu omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu podaje przykłady gatunków endemicznych	*Uczeń:* omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi charakteryzuje typy różnorodności biologicznej • przedstawia przykłady ognisk różnorodności biologicznej na kuli ziemskiej • wyjaśnia regułę Allena i regułę Bergmanna • charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki jak warunki tlenowe i świetlne, głębokość, przeważające roślinność i zwierzęta	*Uczeń:* charakteryzuje wybrane środowiska wodne • porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów • wyjaśnia, jakie czynniki środowiskowe sprzyjają występowaniu ekosystemów o dużej różnorodności gatunkowej	*Uczeń:* wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej dowodzi, że określanie różnorodności gatunkowej na Ziemi jest trudne
62.	**Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *introdukcja*, *erozja*, *degradacja gleby*	*Uczeń:* podaje przykłady introdukowanych gatunków przedstawia, w jaki sposób	*Uczeń:* podaje przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach	*Uczeń:* • wyjaśnia wpływ działalności człowieka na wzrost globalnego	*Uczeń:* • wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji

		podaje znaczenie terminów: *dziura ozonowa*, *kwaśne opady*, *smog* podaje możliwe skutki intensyfikacji rolnictwa omawia proces kumulacji związków toksycznych w ogniwach łańcucha pokarmowego wymienia powody nadmiernej eksploatacji zasobów przyrody przez człowieka	powstają kwaśne opady wymienia przykłady chorób, które mogą wystąpić w wyniku długotrwałego działania smogu na organizm człowieka określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime • określa znaczenie korytarzy ekologicznych	Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej omawia wpływ introdukowanych gatunków na gatunki rodzime charakteryzuje zjawisko smogu, kwaśnych opadów i dziury ozonowej omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka	ocieplenia • porównuje smog kwaśny ze smogiem fotochemicznym • opisuje wpływ ocieplenia klimatu na bioróżnorodność • wyjaśnia różnice między introdukcją a zawleczeniem wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów	rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwój komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną • wyjaśnia skutki fragmentacji siedlisk spowodowane działalnością człowieka
63. 64.	**Ochrona różnorodności biologicznej**	*Uczeń:* definiuje pojęcia: *restytucja*, *reintrodukcja*, *ochrona czynna*, *ochrona bierna*, *Agenda 21* podaje zadania ochrony środowiska i ochrony przyrody wymienia formy ochrony przyrody w zależności od stopnia ingerencji człowieka w ekosystem (ochrona czynna i ochrona bierna) wyróżnia formy ochrony przyrody ze względu na obiekt obejmowany ochroną (ochrona obszarowa gatunkowa, ochrona indywidualna) wymienia formy ochrony obszarowej w Polsce wymienia formy ochrony indywidualnej w Polsce	*Uczeń:* wskazuje różnice między introdukcją a reintrodukcją gatunków • przedstawia kryteria podziału różnych form ochrony przyrody • wyjaśnia celowość stosowania form ochrony służących zachowaniu różnorodności gatunkowej w Polsce podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i ochrony biernej omawia międzynarodową współpracę na rzecz ochrony bioróżnorodności (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21)	*Uczeń:* wyjaśnia różnice między ochroną środowiska a ochroną przyrody • charakteryzuje formy ochrony indywidualnej i obszarowej w Polsce wymienia przyczyny stosowania ochrony przyrody • wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów	*Uczeń:* wyjaśnia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego • uzasadnia pozytywne znaczenie międzynarodowej współpracy na rzecz ochrony przyrody uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów	*Uczeń:* • proponuje działania ochronne na rzecz określonego gatunku, którego liczebność w ostatnich latach spadła na podstawie dostępnych źródeł charakteryzuje i udowadnia celowość prowadzenia międzynarodowej lub krajowej formy ochrony przyrody

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. 68.	**Powtórzenie i utrwalenie wiadomości oraz umiejętności z treści zawartych w 4 części podręcznika**
69. 70.	**Przygotowania do egzaminu maturalnego z biologii w zakresie rozszerzonym – SPRAWDZIANY POWTÓRKOWE** **Wymagania dotyczące powtarzanych wiadomości zostały opisane w wymaganiach edukacyjnych oceniania dla klas pierwszej, drugiej i trzeciej.**

Uczeń wykazuje się umiejętnością:
• *analizy rysunków (podania nazwy, funkcji, przystosowań przedstawionych struktur opisanych w podstawie programowej)*
• *wykonania prostych rysunków struktur opisanych w podstawie programowej.*

Patrycja Adamkiewicz
Maria Jezierska - Szyba