

Wymagania edukacyjne – biologia zakres rozszerzony – część 3

Biologia na czasie 3 – zakres rozszerzony

Dział programu	Lp.	Temat	Poziom wymagań			
			konieczny (K) (na stopień dopuszczający)	podstawowy (P) (na stopień dostateczny)	rozszerzający (R) (na stopień dobry)	dopełniający (D) (na stopień bardzo dobry)
Mechanizmy dziedziczenia	1.	Budowa i rola kwasów nukleinowych	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje budowę pojedynczego nukleotydu DNA i RNA • określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej • wymienia rodzaje RNA • określa rolę podstawowych rodzajów RNA • charakteryzuje budowę przestrzenną cząsteczki DNA • wyjaśnia pojęcie <i>podwójna helisa</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA • wyjaśnia, z czego wynika komplementarność zasad • uzupełnia schemat jednego łańcucha polinukleotydowego DNA o łańcuch komplementarny • charakteryzuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA • określa lokalizację RNA w komórkach 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega różna orientacja 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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów • planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej • rozróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa

				prokariotycznej i eukariotycznej		
2.	Replikacja DNA	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>replikacja</i> • wyjaśnia znaczenie replikacji DNA • wymienia etapy replikacji DNA • uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne</i> • omawia przebieg replikacji • wyjaśnia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA • określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji • porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje poszczególne etapy replikacji • wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA • wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA • wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych • określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia poszczególne modele replikacji • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie, że replikacja DNA jest semikonserwatywna • wykazuje naprawczą rolę polimerazy DNA w replikacji • omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA 	
3.	Geny i genomy	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom</i> • rozróżnia eksony i introny • określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia budowę genu • rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe • wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu • wyjaśnia pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne, pseudogeny</i> • omawia skład chemiczny chromatyny • przedstawia budowę chromosomu 	<ul style="list-style-type: none"> • określa informacje zawarte w genie • charakteryzuje genom wirusa • porównuje strukturę genomów prokariotycznego i eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym 	<ul style="list-style-type: none"> • porównuje heterochromatynę z euchromatyną • różnicuje genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria • omawia genom mitochondrialny człowieka 	
4.	Związek między genem a cechą	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja</i> • wymienia i charakteryzuje 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg transkrypcji i translacji • analizuje tabelę kodu genetycznego 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA • zapisuje sekwencję 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady wirusów, u których występuje odwrotna transkrypcja 	

		<p>cechy kodu genetycznego</p> <ul style="list-style-type: none"> • ilustruje schematycznie etapy odczytywania informacji genetycznej • nazywa etapy translacji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej organizmu przez kolejne trójki nukleotydów w DNA i mRNA • określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji • określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji 	<p>aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych • określa rolę i sposoby modyfikacji potranskrypcyjnej RNA • określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów • wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów • porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej
5.	Regulacja ekspresji genów	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>operon</i> • wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury • wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega regulacja ekspresji genów w komórce prokariotycznej na podstawie modelu operonu laktozowego i tryptofanowego • wyjaśnia, jakie znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor • omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego • porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego • wyjaśnia, na czym polega alternatywne składanie RNA • porównuje regulację ekspresji genów w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej • wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu • omawia rolę niekodującego RNA w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej • wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych powoduje zróżnicowanie komórek na poszczególne

						typy
6.	Dziedziczenie cech. I prawo Mendla	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>allel</i>, <i>genotyp</i>, <i>fenotyp</i>, <i>homozygota</i>, <i>heterozygota</i>, <i>allel dominujący</i>, <i>allel recesywny</i> • zapisuje przebieg i wyniki doświadczeń Gregora Mendla za pomocą kwadratu Punnetta • podaje treść I prawa Mendla 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia prace G. Mendla, na podstawie których sformułował on reguły dziedziczenia • wymienia przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla • wykonuje przykładowe krzyżówki jednogenowe 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>linia czysta</i> • wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych • analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia jednej cechy 	<ul style="list-style-type: none"> • określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej jednogenowej 	
7.	II prawo Mendla	<ul style="list-style-type: none"> • podaje treść II prawa Mendla 	<ul style="list-style-type: none"> • wykonuje przykładowe krzyżówki dwugenowe 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje wyniki krzyżówek dwugenowych na przykładzie grochu zwyczajnego • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech niesprzężonych 	<ul style="list-style-type: none"> • określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej dwugenowej • ocenia znaczenie badań G. Mendla dla rozwoju genetyki 	
8.	Chromosomowa teoria	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>locus</i>, <i>geny</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zależność między 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstość <i>crossing-</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazuje różnice między 	

		dziedziczenia	<p><i>sprzężone, crossing-over</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów 	<p>częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega mapowanie genów wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych 	<p>-over między dwoma genami sprzężonymi</p> <ul style="list-style-type: none"> określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech sprzężonych analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych oblicza odległość między genami 	genami niesprzężonymi a sprzężonymi
9.	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>kariotyp, chromosomy płci</i> wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny wyjaśnia sposób determinacji płci u człowieka charakteryzuje kariotyp człowieka określa płeć różnych osób na podstawie analizy ich kariotypu wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia nazwy oraz objawy chorób uwarunkowanych mutacjami genów sprzężonych z płcią wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu rozdziela cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen SRY i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują wyjaśnia powody, dla których daltonizm i hemofilia występują niemal wyłącznie u mężczyzn 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, jakie znaczenie ma proces inaktywacji jednego z chromosomów X w większości komórek organizmu kobiety omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci 	

10.	Inne sposoby dziedziczenia cech	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>allele wielokrotne</i> na przykładzie dziedziczenia grup krwi u człowieka • wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh • określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>dominacja niezupełna, kodominacja, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> • charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niezupełnej i kodominacji • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji • podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>geny komplementarne, geny dopełniające się, geny epistatyczne, geny hipostatyczne</i> • wyjaśnia, z jakiego powodu geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami komplementarnymi • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów dopełniających się • wyjaśnia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych w wypadku dziedziczenia barwy sierści u gryzoni 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy • określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów epistatycznych
11.	Zmienność organizmów	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność genetyczna, zmienność środowiskowa</i> • wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi • wymienia przykłady potwierdzające występowanie zmienności 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność ciągła, zmienność nieciągła</i> • wymienia przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej • omawia przyczyny zmienności genetycznej • określa znaczenie zmienności genetycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na zmienność osobniczą • wymienia cechy mutacji, które stanowią jedno z głównych źródeł 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>transpozony</i> i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności osobniczej • wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i> • wyjaśnia przyczyny

			<p>środowiskowej</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową 	<p>i środowiskowej</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową 	<p>zmienności genetycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje zmienność genetyczną rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną • określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska 	<p>zmienności obserwowanej w wypadku organizmów o identycznych genotypach</p>
12.	Zmiany w informacji genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutageny</i> • wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych • wymienia przykłady mutacji genowych i mutacji chromosomowych • wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana</i> • klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów • określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu • wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych • uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje letalne, mutacje subletalne, mutacje neutralne, mutacje korzystne, protoonkogeny, onkogeny, geny supresorowe</i> • wyjaśnia charakter zmian w DNA typowych dla różnych mutacji • określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego • omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych • rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych • wskazuje na zależności między występowaniem mutacji a transformacją 	<ul style="list-style-type: none"> • przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu dowolnego organizmu powstałe w wyniku mutacji chromosomowych liczbowych • wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji • wskazuje różnicę między kariotypami organizmu aneuploidalnego i organizmu poliploidalnego • wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych oraz chorób nowotworowych związanych z ich mutacjami 	

					nowotworową komórki	
13.	Choroby jednogenowe	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących i recesywnych wyjaśnia pojęcie <i>choroby bloku metabolicznego</i> wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego wymienia przykłady chorób bloku metabolicznego wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej 	<ul style="list-style-type: none"> klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy mukowiscydozy, fenyloketonurii, choroby Huntingtona, anemii sierpowatej rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erytrocyty krwi 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy albinizmu, alkaptonurii, choroby Parkinsona, dystrofii mięśniowej Duchenne'a, krzywicy odpornej na witaminę D wymienia przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność wymienia przykłady chorób człowieka wynikających z mutacji mitochondrialnego DNA ustala typy dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów 	<ul style="list-style-type: none"> porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej charakteryzuje choroby człowieka wynikające z mutacji DNA mitochondrialnego uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych 	
14.	Choroby chromosomalne i wieloczynnikowe	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka wynikających z nieprawidłowej struktury chromosomów wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci 	<ul style="list-style-type: none"> określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera wymienia objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców a prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka 	<ul style="list-style-type: none"> omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Edwardsa i zespołem Patau wymienia objawy zespołu Edwardsa i zespołu Patau 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje fotografie kariotypów człowieka omawia choroby wieloczynnikowe 	

				z zespołem Downa		
Biotechnologia molekularna	1.	Biotechnologia. Podstawowe techniki inżynierii genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna, elektroforeza DNA, PCR, klonowanie DNA, transformacja genetyczna</i> • wymienia przykłady dziedzin życia, w których można zastosować biotechnologię molekularną • wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej • wymienia techniki inżynierii genetycznej • wymienia etapy modyfikacji genomu 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>sonda molekularna, wektor, sekwencjonowanie DNA, hybrydyzacja DNA</i> • wyjaśnia, czym się zajmuje inżynieria genetyczna • omawia wykorzystanie enzymów restrykcyjnych, ligaz i polimeraz DNA • wyjaśnia, na czym polega: hybrydyzacja DNA z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie DNA, transformacja genetyczna • wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej • wymienia sposoby wprowadzenia obcego genu do komórki 	<ul style="list-style-type: none"> • porównuje biotechnologię klasyczną z biotechnologią molekularną • charakteryzuje enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej • omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, klonowania DNA • określa cel tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA • charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne • określa zalety i wady łańcuchowej reakcji polimerazy • omawia metody pośredniego i bezpośredniego wprowadzenia DNA do komórek roślin i zwierząt • analizuje przebieg klonowania DNA na przykładzie genu myszy • omawia etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA
	2.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny, produkt GMO</i> • wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt • omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych • omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt • wymienia przykłady 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt • wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy

		<p>zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia metody otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie 	<p>genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia sposób oznakowania produktów GMO wskazuje na zagrożenia ze strony GMO 	<p>produktów GMO</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie 	<p>zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska</p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciwniej omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej
3.	Klonowanie – korzyści i zagrożenia	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>klon</i>, <i>klonowanie</i> wymienia przykłady organizmów będących naturalnymi klonami określa cele klonowania mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt 	<ul style="list-style-type: none"> 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 uzasadnia swoje stanowisko w sprawie klonowania człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania omawia sposoby klonowania roślin i zwierząt formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciwnemu porównuje klonowanie terapeutyczne i klonowanie reprodukcyjne 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki może pokierować rozwojem organizmu wymienia przykłady osiągnięć w klonowaniu zwierząt
4.	Biotechnologia molekularna w medycynie	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>diagnostyka molekularna</i>, 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia argumenty przemawiające za 	<ul style="list-style-type: none"> omawia korzyści i zagrożenia wynikające 	<ul style="list-style-type: none"> omawia wykorzystanie mikromacierzy

		<p><i>biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia korzyści wynikające z poznania genomu człowieka wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna wymienia przykłady technik inżynierii genetycznej wykorzystywanych w diagnozowaniu chorób genetycznych 	<p>stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej wyjaśnia, na czym polega terapia genowa omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka wyjaśnia, czym się zajmuje medycyna molekularna 	<p>z ustalenia sekwencji genomu człowieka</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne szczepionki porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA charakteryzuje techniki inżynierii genetycznej wykorzystywane w diagnostyce molekularnej omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków wyjaśnia pojęcie <i>przeciwciała monoklonalne</i> podaje przykłady wykorzystania przeciwciał monoklonalnych w medycynie wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może się przyczynić do postępu w transplantologii omawia korzyści i zagrożenia wynikające z terapii genowej 	<p>w diagnostyce molekularnej</p> <ul style="list-style-type: none"> określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste
5.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie <i>profil genetyczny</i> wymienia przykłady 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie <i>sekwencje mikrosatelitarne</i> 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego

			<p>praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</p>	<p>sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa) 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych • wyjaśnia pojęcie <i>filogenetyka molekularna</i> • analizuje drzewo filogenetyczne • przedstawia sposoby wykorzystania informacji zawartych w DNA
Ekologia	1.	Czym się zajmuje ekologia?	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, siedlisko, nisza ekologiczna</i> • określa zakres badań ekologicznych • klasyfikuje czynniki środowiska na biotyczne i abiotyczne • wyjaśnia pojęcia: <i>zasoby środowiska, warunki środowiska</i>, podaje odpowiednie przykłady • wyjaśnia pojęcia: <i>nisza ekologiczna, gatunki wskaźnikowe</i> • wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych 	<ul style="list-style-type: none"> • określa, czym się zajmują ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody • określa niszę ekologiczną wybranych gatunków • wyjaśnia relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu • omawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej • wyjaśnia, na czym polega zasada współdziałania czynników środowiska • wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnicę między zasobami środowiska a warunkami środowiska • podaje przykłady ilustrujące prawo minimum, prawo tolerancji ekologicznej, zasadę współdziałania czynników • wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej • uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi • charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych organizmów 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>gatunek kosmopolityczny</i> • wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku • omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska • wskazuje różnice między gatunkami kosmopolitycznymi a wskaźnikowymi • charakteryzuje formy ekologiczne roślin wyodrębnione ze względu na wymagania dotyczące ilości wody • planuje doświadczenie mające na celu zbadanie

					<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>eurybionty</i>, <i>stenobionty</i> • interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska 	zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika środowiska
2.	Ekologia populacji	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>populacja lokalna gatunku</i> • wymienia dwa podstawowe typy oddziaływania między osobnikami w populacji • wymienia cechy charakteryzujące populację • omawia znaczenie liczebności i zagęszczenia jako parametrów opisujących populację • wymienia czynniki wpływające na liczebność populacji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>rozrodczość</i>, <i>śmiertelność</i>, <i>migracja</i>, <i>struktura wiekowa populacji</i>, <i>struktura płciowa populacji</i>, <i>zasięg przestrzenny</i>, <i>rozmieszczenie</i>, <i>emigracja</i>, <i>imigracja</i> • charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich • przedstawia trzy podstawowe typy krzywej przeżywania, podaje przykłady gatunków, dla których są one charakterystyczne • charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>opór środowiska</i>, <i>tempo wzrostu populacji</i> • charakteryzuje oddziaływania między członkami populacji • omawia regułę Alleego i podaje przykłady jej działania • wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania organizmów • analizuje piramidę obrazującą strukturę wiekową i strukturę płciową populacji • określa możliwości rozwoju danej populacji • przedstawia w sposób graficzny wzrost wykładniczy i wzrost logistyczny populacji • wymienia zalety i wady życia w grupie 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje różnice między rozrodczością fizjologiczną i ekologiczną oraz śmiertelnością fizjologiczną i ekologiczną • porównuje strategie rozrodu typu <i>r</i> oraz typu <i>K</i> • charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji • porównuje podstawowe modele wzrostu populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich • omawia formy rozmieszczenia skupiskowego populacji • omawia trzy podstawowe okresy w życiu każdego osobnika 	

3.	Oddziaływania antagonistyczne między organizmami	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagoniczne i nieantagonistyczne • wymienia przykłady oddziaływań antatagonistycznych • wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej • wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji • wymienia główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje oddziaływania międzygatunkowe w relacjach: ofiara – drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt • charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli • klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania • omawia skutki konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu przeprowadzonego przez Gieorgija Gausego • wymienia konsekwencje zawężenia nisz ekologicznych konkurujących gatunków • analizuje cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego • porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo 	<ul style="list-style-type: none"> • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego wypierania • charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej • określa skutki działania substancji allelopatycznych • wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy • przewiduje skutki masowych pojawów organizmów w środowisku • wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzeleniu się pasożytów
4.	Oddziaływania nieantagonistyczne między organizmami	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe • wyjaśnia pojęcia: <i>mutualizm</i>, <i>komensalizm</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związku mutualistycznym • wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych 	<ul style="list-style-type: none"> • porównuje mutualizm obligatoryjny i mutualizm fakultatywny 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia przykłady mutualizmu i komensalizmu
5.	Struktura ekosystemu	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>ekosystem</i>, <i>biocenoza</i>, <i>biotop</i>, <i>struktura troficzna ekosystemu</i>, 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje rodzaje ekosystemów • klasyfikuje elementy 	<ul style="list-style-type: none"> • określa kryteria podziału ekosystemów • charakteryzuje rodzaje 	<ul style="list-style-type: none"> • określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej • omawia rolę organizmów

			<p><i>struktura przestrzenna ekosystemu, sukcesja ekologiczna</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia biotyczne i abiotyczne elementy ekosystemu wyjaśnia, jaką rolę w biocenozie odgrywają producenci, konsumenci i destruenci 	<p>ekosystemu na biotyczne i abiotyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje strukturę przestrzenną i troficzną ekosystemu wyjaśnia, na czym polega sukcesja wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior 	<p>ekosystemów</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega rola biocenozy w kształtowaniu biotopu wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu charakteryzuje procesy glebotwórcze omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej 	<p>w procesach glebotwórczych</p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje poziomy glebowe omawia wpływ biocenozy na mikroklimat omawia etapy eutrofizacji jezior
6.	Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć troficzna</i> wskazuje zależności między poziomami troficznymi wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów 	<ul style="list-style-type: none"> konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i sieci troficznej wyjaśnia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie 	<ul style="list-style-type: none"> wyróżnia i porównuje dwa typy łańcuchów troficznych wyjaśnia pojęcia: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i> wyjaśnia, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności 	
7.	Obieg węgla i azotu w przyrodzie	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie <i>cykle biogeochemiczne</i> wyjaśnia, na czym polegają obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia źródła węgla w przyrodzie wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> omawia schematy obiegu węgla i obiegu azotu w przyrodzie wyjaśnia, na czym polega nitryfikacja, amonifikacja oraz denitryfikacja 	<ul style="list-style-type: none"> określa rolę organizmów w obiegu pierwiastków omawia przebieg reakcji nitryfikacji 	

8.	Różnorodność biologiczna	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>biom</i>, <i>różnorodność biologiczna</i> • omawia poziomy różnorodności biologicznej • wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują • wymienia główne biomy wodne 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia kryteria, na podstawie których wyróżniono biomy • charakteryzuje biomy lądowe oraz obszary gór wysokich, uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą roślinność i towarzyszące jej zwierzęta • charakteryzuje warstwy lasu występujące w biomach leśnych • omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu • charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki, jak warunki tlenowe, świetlne, głębokość, przeważającą roślinność oraz towarzyszące jej zwierzęta 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi • wyjaśnia pojęcie <i>ogniska różnorodności biologicznej</i> • określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu 	<ul style="list-style-type: none"> • dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi • ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi • porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów
9.	Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia czynniki geograficzne wpływające na bioróżnorodność • omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność • wymienia powody ochrony przyrody • wymienia przykłady działań 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje czynniki kształtujące różnorodność biologiczną • omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na różnorodność biologiczną • wyjaśnia, na czym polega ochrona przyrody czynna i bierna 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej • określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje konsekwencje zmniejszenia różnorodności biologicznej • wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone • określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki

			<p>podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej • uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów • wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja gatunku 	<p>powierzchni na różnorodność biologiczną</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>relikt</i>, <i>ostoja</i>, <i>endemit</i> • uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt 	<p>rodzime</p> <ul style="list-style-type: none"> • określa znaczenie korytarzy ekologicznych 	
	10.	Elementy ochrony środowiska	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje zasoby przyrody • wymienia skutki eksploatacji zasobów nieodnawialnych • wyjaśnia pojęcia: <i>efekt cieplarniany</i>, <i>kwaśne opady</i>, <i>smog</i>, <i>dziura ozonowa</i>, <i>alternatywne źródła energii</i>, <i>recykling</i> • podaje przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych • wymienia przyczyny globalnego ocieplenia klimatu, powstawania kwaśnych opadów, smogu i dziury ozonowej • wyjaśnia, w jaki sposób niewłaściwa eksploatacja zasobów przyrody wpływa na środowisko • omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka • wymienia skutki powstawania dziury ozonowej • wymienia sposoby utylizacji odpadów 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>rekultywacja</i> • omawia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do powstania efektu cieplarnianego • uzasadnia konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody • omawia proces powstawania kwaśnych opadów • ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisko 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego • odróżnia rodzaje smogu • wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów • uzasadnia konieczność gospodarowania odpadami
Ewolucja organizmów	1.	Rozwój myśli ewolucyjnej	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>ewolucja biologiczna</i>, <i>ewolucjonizm</i>, <i>dobór naturalny</i>, <i>dobór sztuczny</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste'a Lamarcka i kreacjonistów 	<ul style="list-style-type: none"> • porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny • omawia główne założenia syntetycznej teorii 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w. • omawia założenia teorii

		<ul style="list-style-type: none"> • omawia główne założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego teoria J.B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej • wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji • wyjaśnia pojęcie <i>walka o byt</i> 	ewolucji	<p>Georges'a Cuviera</p> <ul style="list-style-type: none"> • ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji
2.	Dowody ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady • wyjaśnia pojęcia: <i>skamieniałości przewodnie</i>, <i>anatomia porównawcza</i> • wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych • wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych • wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami • wymienia przykład metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych • wyjaśnia różnicę między atawizmem a narządem szczątkowym • wymienia przykłady atawizmów i narządów szczątkowych • wyjaśnia, czym się zajmuje paleontologia 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady zwierząt zaliczanych do form przejściowych oraz podaje cechy tych zwierząt • podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych • wyjaśnia pojęcia: <i>dywergencja</i>, <i>konwergencja</i> • wymienia przykłady dywergencji i konwergencji • wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii • wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>formy przejściowe</i> • wyjaśnia, na czym opierają się radioizotopowe i biostratygraficzne metody datowania • analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli różnych gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu oraz środowisku ich życia • wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi

					umożliwiający skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów	
3.	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór rozrywający</i> • wymienia przykłady dymorfizmu płciowego • charakteryzuje sposób i przewiduje efekty działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega zmienność wewnątrzgatunkowa • wyjaśnia, który z rodzajów zmienności organizmów ma znaczenie ewolucyjne • omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji • wyjaśnia pojęcie <i>preferencje w krzyżowaniu</i> • wymienia przykłady występowania preferencji w krzyżowaniu w przyrodzie • podaje przykłady utrzymywania się w populacji człowieka alleli warunkujących choroby genetyczne 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie • wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie • omawia występowanie genu anemii sierpowatej w populacjach ludzi żyjących na obszarach dotkniętych malarią 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu • wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne 	
4.	Ewolucja na poziomie populacji	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>genetyka populacyjna, pula genowa populacji</i> • wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką ewolucji • wymienia czynniki ewolucji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega zjawisko dryfu genetycznego i wymienia skutki jego działania w przyrodzie • wymienia warunki, które spełnia populacja znajdująca się w stanie równowagi genetycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia regułę Hardy’ego–Weinberga • oblicza częstość występowania genotypów i fenotypów w populacji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia rolę dryfu genetycznego w kształtowaniu puli genetycznej populacji na przykładach efektu założyciela oraz efektu wąskiego gardła • sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej 	

	5.	Powstawanie gatunków – specjacja	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia biologiczną koncepcję gatunku • wyjaśnia pojęcia: <i>mechanizmy izolacji rozrodczej, specjacja</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia znaczenie mechanizmów izolacji rozrodczej w przyrodzie • klasyfikuje mechanizmy izolacji rozrodczej • wymienia rodzaje specjacji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec gatunków rozmnażających się bezpłciowo • charakteryzuje rodzaje specjacji, biorąc pod uwagę typ pierwotnej bariery izolacyjnej 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje prezygotyczne i postzygotyczne mechanizmy izolacji rozrodczej oraz podaje przykłady ich działania • omawia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji
	6.	Prawidłowości ewolucji. Koewolucja	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>prawidłowości ewolucji</i> • wymienia prawidłowości ewolucji 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>mikroewolucja, makroewolucja, kierunkowość ewolucji, nieodwracalność ewolucji, koewolucja</i> • wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia czynniki, które wpływają na tempo ewolucji • charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji • wymienia przykłady koewolucji • omawia skutki doboru naturalnego w postaci powstawania różnych strategii życiowych organizmów 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady przemian w skali mikro- i makroewolucji • wyjaśnia wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji • omawia zjawisko radiacji adaptacyjnej
	7.	Historia życia na Ziemi	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia etapy rozwoju życia na Ziemi • wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych • charakteryzuje środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje warunki klimatyczne i fizykochemiczne panujące na Ziemi ok. 4 mld lat temu • wyjaśnia pojęcie <i>makrocząsteczka</i> • charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi • wyjaśnia, jak się zmieniał 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych • przedstawia przebieg i wyniki doświadczenia Stanley’ a Millera i Harolda Ureya • wyjaśnia pojęcia: <i>bulion pierwotny, pizza pierwotna</i> w nawiązaniu do etapów ewolucji 	<ul style="list-style-type: none"> • ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera i H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi • wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w rozwoju teorii powstania życia na Ziemi • wyjaśnia, w jaki sposób

		<ul style="list-style-type: none"> wymienia główne założenia teorii endosymbiozy charakteryzuje zmiany prowadzące do powstania organizmów wielokomórkowych nazywa erę i okres, w których pojawiły się pierwsze rośliny lądowe nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym 	<p>sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polegają sposoby odżywiania chemoautotrofów i fotoautotrofów wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi wyjaśnia, jakie dane można uzyskać dzięki analizie tabeli stratygraficznej 	<p>chemicznej</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi wymienia argumenty przemawiające za słuszością teorii endosymbiozy wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi 	<p>pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki na Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało wykształcenie się form wielokomórkowych wymienia okresy, w których nastąpiły masowe wymierania organizmów określa prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi
8.	Antropogeneza	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>antropogeneza, antropologia</i> określa stanowisko systematyczne człowieka wymienia kilka cech wspólnych naczelnych wymienia główne cechy budowy ciała charakterystyczne dla człowieka określa chronologię występowania przedstawicieli rodzaju <i>Homo</i> 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia korzyści wynikające z pionizacji ciała, redukcji owłosienia oraz zwiększania masy i objętości mózgu omawia warunki, w których doszło do powstania bezpośrednich przodków człowieka omawia zmiany, które zaszły podczas ewolucji rodzaju <i>Homo</i> 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnia przynależność człowieka do królestwa: zwierzęta, typu: strunowce, podtypu: kręgowce, gromady: ssaki, rzędu: naczelne wymienia rodzaje człękopształtnych wymienia zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała oraz stopniowego zwiększania masy i objętości mózgowia charakteryzuje budowę oraz tryb życia bezpośrednich przodków człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człękopształtnymi wymienia drobne cechy morfologiczne właściwe tylko człowiekowi omawia drogi rozprzestrzeniania się rodzaju <i>Homo</i> z Afryki na pozostałe kontynenty omawia negatywne skutki pionizacji ciała

