

Liceum Ogólnokształcące im. B. Prusa w Skierniewicach

**ZAKRES WYMAGAŃ EDUKACYJNYCH
NIEZBĘDNYCH DO OTRZYMANIA PRZEZ UCZNIĄ
POSZCZEGÓLNYCH OCEN ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH**

dla przedmiotu *biologia* realizowanego w klasie III d w zakresie rozszerzonym

rok szkolny 2019/2020

przygotowane w oparciu o Program nauczania w zakresie rozszerzonym dla szkół ponadgimnazjalnych „Biologia na czasie”

Wydawnictwo: Nowa Era

Opracowała: Jolanta Stegienka

WYMAGANIA EDUKACYJNE Część 3

Dział programu	Lp.	Temat	Poziom wymagań				wykraczające
			konieczny (K)	podstawowy (P)	rozszerzający (R)	dopelniający (D)	
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 prokariotycznej i eukariotycznej 	<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 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg doświadczenia Meselsona i Stahla i jego rolę w
	2.	Replikacja DNA	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>replikacja</i> • wyjaśnia znaczenie replikacji DNA 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne</i> • omawia przebieg 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje poszczególne etapy replikacji • wyjaśnia, skąd 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia poszczególne modele replikacji • planuje doświadczenie mające na celu wykazanie, 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg doświadczenia Meselsona i Stahla i jego rolę w

		<ul style="list-style-type: none"> wymienia etapy replikacji DNA uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki 	<p>replikacji</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych 	<p>pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA</p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA 	<p>że replikacja DNA jest semikonserwatywna</p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje naprawczą rolę polimerazy DNA w replikacji omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA 	<p>wykazaniu, że replikacja DNA zachodzi w sposób semikonserwatywny</p>
3.	Geny i genom	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>gen, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom</i> rozdziela eksony i introny określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej 	<ul style="list-style-type: none"> omawia budowę genu rozdziela 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 rozdziela genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria omawia genom mitochondrialny człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie heterochromatyna fakultatywna i podaje jej przykład
4.	Związek między genem a cechą	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja</i> 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady odstępstw/wyjatków od cech kodu genetycznego

		<ul style="list-style-type: none"> wymienia i charakteryzuje cechy kodu genetycznego 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 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje rolę tzw. sekwencji Shine-Dalgarno w inicjacji translacji omawia wpływ niektórych antybiotyków na przebieg procesu translacji wymienia i charakteryzuje typy eukariotycznej polimerazy RNA
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"> rozdziela 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 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia nazwy białkowych produktów genów struktury operonu laktozowego i podaje ich funkcje podaje przykład organizmu eukariotycznego, u którego występują operony, i podaje różnicę pomiędzy operonem w komórkach eukariotycznych i prokariotycznych

					w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej	komórek na poszczególne typy	<ul style="list-style-type: none"> omawia hormonalną regulację ekspresji genów w komórkach larw muszki owocowej
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 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnia, że groch jadalny jest doskonałym obiektem do badań nad dziedziczeniem cech; 	
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 	<ul style="list-style-type: none"> określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki 	<ul style="list-style-type: none"> określa prawdopodobieństwo 	

					<p>dwugenowych na przykładzie grochu zwyczajnego</p> <ul style="list-style-type: none"> określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech niesprzężonych 	<p>testowej dwugenowej</p> <ul style="list-style-type: none"> ocenia znaczenie badań G. Mendla dla rozwoju genetyki 	<p>wystąpienia określonych genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia trzech cech niesprzężonych</p>
8.	Chromosomowa teoria dziedziczenia	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>locus</i>, <i>geny sprzężone</i>, <i>crossing-over</i> wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie wyjaśnia, na czym polega mapowanie genów wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi 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 	<ul style="list-style-type: none"> wykazuje różnice między genami niesprzężonymi a sprzężonymi 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje krzyżówkę testową w celu ustalenia sprzężenia genów ocenia znaczenie mapowania genów dla rozwoju genetyki i medycyny 	

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 • rozróżnia cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywają gen SR Y 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 	<ul style="list-style-type: none"> • - rozwiązuje krzyżówki genetyczne dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych ze sobą na chromosomie X
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 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>dominacja niepełna, kodominacja, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> • charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i kodominacji • określa prawdopodobieństwo 	<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 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> •

			fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych	wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych 	komplementarnymi <ul style="list-style-type: none"> • 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 		
11.	Zmienność organizmów	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność genetyczna</i>, <i>zmienność środowiskowa</i> • wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi • wymienia przykłady potwierdzające występowanie zmienności środowiskowej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność ciągła</i>, <i>zmienność nieciągła</i> • wymienia przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej • omawia przyczyny zmienności genetycznej • określa znaczenie zmienności genetycznej i środowiskowej • porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową 	<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 zmienności genetycznej 	<p>wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej w wypadku organizmów o identycznych genotypach 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>transpozony</i> i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności osobniczej 	

					<ul style="list-style-type: none"> • porównuje zmienność genetyczną rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną • określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska 	
12.	Zmiany w informacji genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutagenny</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 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia mechanizm powstania chromosomu Philadelphia u osób chorych na przewlekłą białaczkę szpikową • wyjaśnia, dlaczego poliploidy o nieparzystej liczbie chromosomów są bezpłodne • wyjaśnia, dlaczego kolchicina jest czynnikiem mutagennym

					<p>rodzaje mutacji chromosomowych</p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje na zależności między występowaniem mutacji a transformacją 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 erythrocyty 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 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje choroby genetyczne nie ujęte w podstawie programowej 	

					dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów		
	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 z zespołem Downa 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego osoby cierpiące na zespół Downa częściej zapadają na chorobę Alzheimera
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 	<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 	<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, 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje obraz z rozdziału elektroforetycznego uzasadnia, że enzymy restrykcyjne mogą być przydatne w diagnostyce chorób genetycznych

		<p>stosowane w biotechnologii molekularnej</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia techniki inżynierii genetycznej wymienia etapy modyfikacji genomu 	<p>z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie DNA, transformacja genetyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej wymienia sposoby wprowadzenia obcego genu do komórki 	<p>klonowania DNA</p> <ul style="list-style-type: none"> określa cel tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej 	<p>klonowania DNA na przykładzie genu myszy</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi wymienia metody otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie wymienia przykłady praktycznego 	<ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce omawia sposób oznakowania produktów GMO wskazuje na zagrożenia ze strony GMO 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt wymienia przykłady produktów GMO podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie 	<ul style="list-style-type: none"> omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciw niej 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciw niej omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej

			wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie			<ul style="list-style-type: none"> • 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 przeciw niemu • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki może pokierować rozwojem organizmu • prezentuje swoje zdanie na temat wątpliwości etycznych klonowania człowieka • wyjaśnia, dlaczego osiągnięcia współczesnej biotechnologii i inżynierii genetycznej mogą naruszać prawa i godność człowieka • 	
4.	Biotechnologia molekularna w medycynie	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>diagnostyka molekularna</i>, <i>biofarmaceutyki</i>, <i>terapia genowa</i>, <i>komórki macierzyste</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej • określa znaczenie 	<ul style="list-style-type: none"> • planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej 	

			<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 	<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 	<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 	<p>wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób</p> <ul style="list-style-type: none"> • planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste 	<p>komórki może pokierować rozwojem organizmu</p> <ul style="list-style-type: none"> • prezentuje swoje zdanie na temat wątpliwości etycznych klonowania człowieka • wyjaśnia, dlaczego osiągnięcia współczesnej biotechnologii i inżynierii genetycznej mogą naruszać prawa i godność człowieka
--	--	--	--	--	---	---	--

					wynikające z terapii genowej		
	5.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>profil genetyczny</i> • wymienia przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce • wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa) 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>sekwencje mikrosatelitarne</i> • uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego • omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych • wyjaśnia pojęcie <i>filogenetyka molekularna</i> • analizuje drzewo filogenetyczne • przedstawia sposoby wykorzystania informacji zawartych w DNA 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego osiągnięcia współczesnej biotechnologii i inżynierii genetycznej mogą naruszać prawa i godność człowieka
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> 	<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 	<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 	<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 	planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające wpływ wybranego czynnika środowiska (wody, temperatury, światła) na organizm, interpretuje zakresy tolerancji różnych organizmów

			<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych 	do oceny stanu czystości powietrza	<p>ekologicznej</p> <ul style="list-style-type: none"> uzasadnia, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych organizmów wyjaśnia pojęcia: <i>eurybionty</i>, <i>stenobionty</i> interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska 	<p>wyodrębnione ze względu na wymagania dotyczące ilości wody</p> <ul style="list-style-type: none"> planuje doświadczenie mające na celu zbadanie 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 	<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 	<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 	<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 	<p>analizuje wpływy czynników środowiskowych na osobniki jednego gatunku żyjące w różnych warunkach środowiskowych, przeprowadza modelowanie rozmieszczenia osobników w populacji</p>	

		<p>jako parametrów opisujących populację</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia czynniki wpływające na liczebność populacji 	<p>i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich</p> <ul style="list-style-type: none"> przedstawia trzy podstawowe typy krzywej przeżywania, podaje przykłady gatunków, dla których są one charakterystyczne charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji 	<p>przebieg krzywej przeżywania organizmów</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>modele wzrostu populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 antagonistycznych wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji wymienia główne 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania omawia skutki konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu przeprowadzonego przez Georgija Gausego wymienia konsekwencje zawężenia nisz 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu sprawdzenie wpływu konkurencji chwastów na tempo wzrostu rzodkiewki planuje i przeprowadza doświadczenie, w którym sprawdzi wpływ substancji wytwarzanych przez chwast lnicznik właściwy na wzrost lnu

			przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej	kryteriów	ekologicznych konkurujących gatunków <ul style="list-style-type: none"> • analizuje cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego • porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo 	w środowisku <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega pasożytnictwo lęgowe
4.	Oddziaływania nieantagonistyczne między organizmami	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe • wyjaśnia pojęcia: <i>mutualizm, 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 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia, że zależność pomiędzy owadami i ich endosymbiotycznymi mikroorganizmami jest przykładem mutualizmu obligatoryjnego 	
5.	Struktura ekosystemu	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, struktura troficzna ekosystemu, struktura przestrzenna ekosystemu, sukcesja ekologiczna</i> • wymienia biotyczne i abiotyczne elementy ekosystemu • wyjaśnia, jaką rolę w biocenozie odgrywają producenci, konsumenci 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje rodzaje ekosystemów • klasyfikuje elementy ekosystemu na biotyczne i abiotyczne • charakteryzuje strukturę przestrzenną i troficzną ekosystemu • wyjaśnia, na czym polega sukcesja • wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior 	<ul style="list-style-type: none"> • określa kryteria podziału ekosystemów • charakteryzuje rodzaje ekosystemów • wyjaśnia, na czym polega rola biocenozy w kształtowaniu biotopu • wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna 	<ul style="list-style-type: none"> • określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej • omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych • charakteryzuje poziomy glebowe • omawia wpływ biocenozy na mikroklimat • omawia etapy eutrofizacji jezior 	<p>planuje i przeprowadza obserwację dowolnego ekosystemu; analizuje jego strukturę troficzną i tworzy model tej struktury</p> <p>przeprowadza doświadczenie ilustrujące działalność destruentów,</p>	

			i destruenci		ekosystemu		
					<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje procesy glebotwórcze • omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej 		
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 	<ul style="list-style-type: none"> • 	
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 nityfikacja, amonifikacja oraz denityfikacja 	<ul style="list-style-type: none"> • określa rolę organizmów w obiegu pierwiastków • omawia przebieg reakcji nityfikacji 	<ul style="list-style-type: none"> • -wymienia rodzaje bakterii biorące udział w obiegu azotu w przyrodzie • omawia przebieg reakcji nityfikacji 	
8.	Różnorodność biologiczna	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>biom, różnorodność biologiczna</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia kryteria, na podstawie których 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia różnice w rozmieszczeniu 	<ul style="list-style-type: none"> • dowodzi trudności w określaniu różnorodności 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego Polska jest jednym z 	

		<ul style="list-style-type: none"> • omawia poziomy różnorodności biologicznej • wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują • wymienia główne biomy wodne 	<p>wyróżniono biomy</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<p>gatunków na Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>ogniska różnorodności biologicznej</i> • określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu 	<p>gatunkowej na Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> • ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi • porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów 	<p>nielicznych państw europejskich o dużej różnorodności gatunkowej</p> <p>- analizuje kraje Unii Europejskiej pod względem bogactwa i różnorodności biologicznej</p> <p>wymienia przykładowe miejsca na Ziemi będące ogniskami różnorodności biologicznej</p>
9.	Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia czynniki geograficzne wpływające na bioróżnorodność • omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje czynniki kształtujące różnorodność biologiczną • omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje konsekwencje zmniejszenia różnorodności biologicznej • wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone 	<ul style="list-style-type: none"> •

		<ul style="list-style-type: none"> wymienia powody ochrony przyrody wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów 	<p>różnorodność biologiczną</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega ochrona przyrody czynna i bierna 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>gatunkowej</p> <ul style="list-style-type: none"> określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania powierzchni na różnorodność biologiczną wyjaśnia pojęcia: <i>relikt, ostoja, endemit</i> uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt 	<ul style="list-style-type: none"> określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime 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, kwaśne opady, smog, dziura ozonowa, alternatywne źródła energii, 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 	<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 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje swój pomysł na zarządzania przyrodą w skali globalnej, przedstawia argumenty uzasadniające ten wybór

				<ul style="list-style-type: none"> wymienia skutki powstawania dziury ozonowej wymienia sposoby utylizacji odpadów 	<p>kwaśnych opadów</p> <ul style="list-style-type: none"> ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisko 		
Ewolucja organizmów	1.	Rozwój myśli ewolucyjnej	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny</i> omawia główne założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste'a Lamarcka i kreacjonistów 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> 	<ul style="list-style-type: none"> porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w. omawia założenia teorii Georges'a Cuviera 	<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, 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 	<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: 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> ocenia znaczenie poszczególnych dowodów świadczących o ewolucji omawia metodę radiowęglową datowania izotopowego uzasadnia wykorzystanie tzw. skamieniałości

				<p>żywymi skamieniałościami</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p><i>dywergencja, konwergencja</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady dywergencji i konwergencji wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów 	<p>środowisku ich życia</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi 	<p>przewodnich w datowaniu stratygraficznym</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego mtDNA jest szczególnie przydatne do analiz pokrewieństw pomiędzy organizmami omawia teorię tzw. zegara molekularnego
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, 	<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</i> 	<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 	<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 	<ul style="list-style-type: none"> określa rolę współczynnika reprodukcji netto R w opisywaniu dostosowania organizmów - omawia hipotezę Czerwonej Królowej - wyjaśnia istotę doboru apostatycznego, płciowego i krewniaczego 	

			<p>kierunkowego oraz rozrywającego</p>	<p><i>krzyżowaniu</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady występowania preferencji w krzyżowaniu w przyrodzie podaje przykłady utrzymywania się w populacji człowieka alleli warunkujących choroby genetyczne 	<p>żyjących na obszarach dotkniętych malarią</p>		
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 	<ul style="list-style-type: none"> omawia na dowolnym przykładzie zjawisko transferu genów wyjaśnia istotę odchylenia mejotycznego i ukrytej zmienności 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 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje różnicę pomiędzy pionowym i poziomym transferem genów wskazuje różnice pomiędzy specjacją radiacyjną i filetyczną omawia specjację stopniową i skokową uzasadnia, że bariery pregamiczne są korzystniejsze dla 	

							organizmów od barier postgamicznych
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 	<ul style="list-style-type: none"> • 	
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 • wymienia główne założenia teorii endosymbiozy • charakteryzuje zmiany prowadzące do powstania 	<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 sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych • wyjaśnia, na czym 	<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 chemicznej • wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych 	<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 pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki na Ziemi • wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało wykształcenie się form wielokomórkowych 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotowuje na podstawie różnych źródeł prezentację dotyczącą historii życia na Ziemi • przedstawia mocne i słabe strony koncepcji „Świat RNA” • przedstawia założenia teorii „szóstej katastrofy” 	

		<p>organizmów wielokomórkowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • nazywa erę i okres, w których pojawiły się pierwsze rośliny lądowe • nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym 	<p>polegają sposoby odżywiania chemoautotrofów i fotoautotrofów</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi • wyjaśnia, jakie dane można uzyskać dzięki analizie tabeli stratygraficznej 	<p>w powstaniu życia na Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia argumenty przemawiające za słuszością teorii endosymbiozy • wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi 	<ul style="list-style-type: none"> • 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</i>, <i>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 człekokształtnych • wymienia zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała oraz stopniowego zwiększania masy i objętości mózgowia • charakteryzuje budowę oraz tryb 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człekokształtnymi • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje drzewo filogenetyczne naczelnych • wskazuje różnice pomiędzy kladogramem małych człekokształtnych w ujęciu tradycyjnym i molekularnym • wymienia i omawia koncepcje pochodzenia człowieka anatomicznie współczesnego

					życia bezpośrednich przodków człowieka		
--	--	--	--	--	---	--	--