

## WYMAGANIA EDUKACYJNE

### Biologia na czasie 3 – zakres rozszerzony

Dział programu	Lp.	Temat	Poziom wymagań			
			konieczny (K)	podstawowy (P)	rozszerzający (R)	dopełniający (D)
Mechanizmy dziedziczenia	1.	Budowa i rola kwasów nukleinowych	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje budowę pojedynczego nukleotydu DNA i RNA</li> <li>• określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej</li> <li>• wymienia rodzaje RNA</li> <li>• określa rolę podstawowych rodzajów RNA</li> <li>• charakteryzuje budowę przestrzenną cząsteczki DNA</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>podwójna helisa</i></li> </ul>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA</li> <li>• wyjaśnia, z czego wynika komplementarność zasad</li> <li>• uzupełnia schemat jednego łańcucha polinukleotydowego DNA o łańcuch komplementarny</li> <li>• charakteryzuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA</li> <li>• określa lokalizację RNA w komórce prokariotycznej i eukariotycznej</li> </ul>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega różna orientacja łańcuchów polinukleotydowych DNA</li> <li>• rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa</li> <li>• porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA</li> </ul>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów</li> <li>• planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej</li> <li>• rozróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa</li> </ul>
	2.	Replikacja DNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>replikacja</i></li> <li>• wyjaśnia znaczenie replikacji DNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje poszczególne etapy replikacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia poszczególne modele replikacji</li> <li>• planuje doświadczenie</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia etapy replikacji DNA</li> <li>uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg replikacji</li> <li>wyjaśnia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA</li> <li>określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji</li> <li>porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, skąd pochodzi energia potrzebna do syntezy nowego łańcucha DNA</li> <li>wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA</li> <li>wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych</li> <li>określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA</li> </ul>	<p>mające na celu wykazanie, że replikacja DNA jest semikonserwatywna</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wykazuje naprawczą rolę polimerazy DNA w replikacji</li> <li>omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA</li> </ul>
3.	Geny i genomy	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>gen</i>, <i>genom</i>, <i>pozagenowy DNA</i>, <i>chromosom</i>, <i>chromatyna</i>, <i>nukleosom</i></li> <li>rozdziela eksony i introny</li> <li>określa lokalizację DNA w komórce prokariotycznej i eukariotycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia budowę genu</li> <li>rozdziela geny ciągłe i nieciągłe</li> <li>wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne</i>, <i>pseudogeny</i></li> <li>omawia skład chemiczny chromatyny</li> <li>przedstawia budowę chromosomu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa informacje zawarte w genie</li> <li>charakteryzuje genom wirusa</li> <li>porównuje strukturę genomu prokariotycznego i eukariotycznego</li> <li>wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje heterochromatynę i euchromatynę</li> <li>rozdziela genom wirusowy ze względu na wybrane kryteria</li> <li>omawia genom mitochondrialny człowieka</li> </ul>
4.	Związek między genem a cechą	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>kod genetyczny</i>, <i>ekspresja genu</i>, <i>translacja</i>, <i>transkrypcja</i></li> <li>wymienia i charakteryzuje cechy kodu genetycznego</li> <li>ilustruje schematycznie etapy odczytywania informacji genetycznej</li> <li>nazywa etapy translacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg transkrypcji i translacji</li> <li>analizuje tabelę kodu genetycznego</li> <li>wyjaśnia zasadę szyfrowania informacji genetycznej organizmu przez kolejne trójki nukleotydów w DNA i mRNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA</li> <li>zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA</li> <li>porównuje ekspresję</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady wirusów, u których występuje odwrotna transkrypcja</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów</li> <li>wyjaśnia biologiczne znaczenie</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji</li> <li>określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji</li> </ul>	<p>genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa rolę i sposoby modyfikacji potranskrypcyjnej RNA</li> <li>określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek</li> </ul>	<p>polirybosomów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i organellach komórki eukariotycznej</li> </ul>
5.	Regulacja ekspresji genów	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcie <i>operon</i></li> <li>wskazuje na schemacie sekwencje regulatorowe operonu oraz geny struktury</li> <li>wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, na czym polega regulacja ekspresji genów w komórce prokariotycznej na podstawie modelu operonu laktozowego i tryptofanowego</li> <li>wyjaśnia, jakie znaczenie w regulacji ekspresji genów operonu laktozowego mają: gen kodujący represor, operator i promotor</li> <li>omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdziela regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego</li> <li>porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i tryptofanowego</li> <li>wyjaśnia, na czym polega alternatywne składanie RNA</li> <li>porównuje regulację ekspresji genów w komórce prokariotycznej i eukariotycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, na czym polega regulacja dostępu do genu w komórce eukariotycznej</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób powstają różne formy białek podczas ekspresji jednego genu</li> <li>omawia rolę niekodującego RNA w regulacji ekspresji genów w komórce eukariotycznej</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych powoduje zróżnicowanie komórek na poszczególne typy</li> </ul>	
6.	Dziedziczenie cech. I prawo Mendla	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>allel</i>, <i>genotyp</i>, <i>fenotyp</i>, <i>homozygota</i>, <i>heterozygota</i>, <i>allel dominujący</i>, <i>allel</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia prace G. Mendla, na podstawie których sformułował on reguły dziedziczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcie <i>linia czysta</i></li> <li>wyjaśnia, jakie znaczenie w doświadczeniach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej jednogenujowej</li> </ul>	

		<p><i>recesywny</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisuje przebieg i wyniki doświadczeń Gregora Mendla za pomocą kwadratu Punnetta</li> <li>• podaje treść I prawa Mendla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla</li> <li>• wykonuje przykładowe krzyżówki jednogenowe</li> </ul>	<p>G. Mendla miało wyhodowanie przez niego osobników grochu zwyczajnego należących do linii czystych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego</li> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia jednej cechy</li> </ul>	
7.	II prawo Mendla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje treść II prawa Mendla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonuje przykładowe krzyżówki dwugenowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje wyniki krzyżówek dwugenowych na przykładzie grochu zwyczajnego</li> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech niesprzężonych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej dwugenowej</li> <li>• ocenia znaczenie badań G. Mendla dla rozwoju genetyki</li> </ul>
8.	Chromosomowa teoria dziedziczenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>locus genowe</i>, <i>geny sprzężone</i>, <i>crossing-over</i></li> <li>• wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi</li> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów</li> </ul>	<p>mapowanie genów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych</li> </ul>	<p>i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia dwóch cech sprzężonych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych</li> <li>• oblicza odległość między genami</li> </ul>	
9.	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>kariotyp</i>, <i>chromosomy płci</i></li> <li>• wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny</li> <li>• wyjaśnia sposób determinacji płci u człowieka</li> <li>• charakteryzuje kariotyp człowieka</li> <li>• określa płeć różnych osób na podstawie analizy ich kariotypu</li> <li>• wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia nazwy oraz objawy chorób uwarunkowanych mutacjami genów sprzężonych z płcią</li> <li>• wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią</li> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią</li> <li>• wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu</li> <li>• rozróżnia cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywają gen SRY i hormony wytwarzane przez rozwijające się jądra</li> <li>• omawia mechanizm inaktywacji chromosomu X</li> <li>• charakteryzuje dwa podstawowe typy genetycznej determinacji płci i podaje przykłady organizmów, u których one występują</li> <li>• wyjaśnia powody, dla których daltonizm i hemofilia występują niemal wyłącznie u mężczyzn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, jakie znaczenie ma proces inaktywacji jednego z chromosomów X w większości komórek organizmu kobiety</li> <li>• omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci</li> <li>• planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci</li> </ul>	
10.	Inne sposoby dziedziczenia cech	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>allele wielokrotne</i> na przykładzie dziedziczenia grup krwi u człowieka</li> <li>• wykonuje krzyżówki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>dominacja niezupełna</i>, <i>kodominacja</i>, <i>geny kumulatywne</i>, <i>geny plejotropowe</i></li> <li>• charakteryzuje relacje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>geny komplementarne</i>, <i>geny dopełniające się</i>, <i>geny epistatyczne</i>, <i>geny hipostatyczne</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy</li> <li>• określa</li> </ul>	

		<p>dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych</li> </ul>	<p>między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i kodominacji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji</li> <li>podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, z jakiego powodu geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami komplementarnymi</li> <li>określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów dopełniających się</li> <li>wyjaśnia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych w wypadku dziedziczenia barwy sierści gryzoni</li> </ul>	<p>prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów epistatycznych</p>
11.	Zmienność organizmów	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>zmiennosc genetyczna</i>, <i>zmiennosc srodowiskowa</i></li> <li>wymienia rodzaje zmienności i wskazuje zależności między nimi</li> <li>wymienia przykłady potwierdzające występowanie zmienności srodowiskowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>zmiennosc ciagla</i>, <i>zmiennosc nieciagla</i></li> <li>wymienia przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej</li> <li>omawia przyczyny zmienności genetycznej</li> <li>określa znaczenie zmienności genetycznej i srodowiskowej</li> <li>porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością srodowiskową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na zmienność osobniczą</li> <li>wymienia cechy mutacji, które stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej</li> <li>porównuje zmienność genetyczną rekombinacyjną z mutacyjną</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>transpozony</i> i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności osobniczej</li> <li>wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>norma reakcji genotypu</i></li> <li>wyjaśnia przyczyny zmienności obserwowanej w wypadku organizmów o identycznych genotypach</li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"> <li>określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska</li> </ul>	
12.	Zmiany w informacji genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja</i>, <i>mutacja genowa</i>, <i>mutacja chromosomowa strukturalna</i>, <i>mutacja chromosomowa liczbowa</i>, <i>czynnik mutagenny</i></li> <li>wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych</li> <li>wymienia przykłady mutacji genowych i mutacji chromosomowych</li> <li>wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutacja somatyczna</i>, <i>mutacja generatywna</i>, <i>mutacje spontaniczne</i>, <i>mutacje indukowane</i></li> <li>klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów</li> <li>określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu</li> <li>wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych</li> <li>uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutacje letalne</i>, <i>mutacje subletalne</i>, <i>mutacje neutralne</i>, <i>mutacje korzystne</i>, <i>protoonkogeny</i>, <i>onkogeny</i>, <i>geny supresorowe</i></li> <li>wyjaśnia charakter zmian w obrębie DNA typowych dla różnych mutacji genowych</li> <li>określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego</li> <li>omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych</li> <li>rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych</li> <li>wskazuje na zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu dowolnego organizmu powstałe w wyniku mutacji chromosomowych liczbowych</li> <li>wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji</li> <li>wskazuje różnicę między kariotypami organizmu aneuploidalnego i poliploidalnego</li> <li>wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych oraz chorób nowotworowych związanych z ich mutacjami</li> </ul>	
13.	Choroby jednogenowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy albinizmu, alkaptonurii,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje strukturę i właściwości hemoglobiny</li> </ul>	

			<p>obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących i recesywnych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>choroby bloku metabolicznego</i></li> <li>• wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego</li> <li>• wymienia przykłady chorób bloku metabolicznego</li> <li>• wskazuje choroby bloku metabolicznego, których leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy mukowiscydozy, fenyloketonurii, choroby Huntingtona, anemii sierpowatej</li> <li>• rozpoznaje na rycinie prawidłowe oraz sierpowate erythrocyty krwi</li> </ul>	<p>choroby Parkinsona, dystrofii mięśniowej Duchenne a, krzywicy odpornej na witaminę D</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady stosowanych obecnie metod leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność</li> <li>• wymienia przykłady chorób człowieka wynikających z mutacji mitochondrialnego DNA</li> <li>• ustala typy dziedziczenia na podstawie analizy rodowodów</li> </ul>	<p>prawidłowej oraz hemoglobiny sierpowatej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje choroby człowieka wynikające z mutacji mitochondrialnego DNA</li> <li>• uzasadnia znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych</li> </ul>
	14.	Choroby chromosomalne i wieloczynnikowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających z nieprawidłowej struktury chromosomów oraz ich objawy</li> <li>• wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera</li> <li>• wymienia objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera</li> <li>• wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców a prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka z zespołem Downa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia choroby spowodowane mutacjami strukturalnymi na przykładzie przewlekłej białaczki szpikowej</li> <li>• określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Edwardsa i zespołem Patau</li> <li>• wymienia objawy zespołu Edwardsa i zespołu Patau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje fotografie kariotypów człowieka</li> <li>• omawia choroby wieloczynnikowe</li> </ul>
<b>Biotechnologia molekularna</b>	1.	Biotechnologia. Podstawowe techniki inżynierii genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>sonda biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna, elektroforeza DNA, PCR,</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>sonda molekularna, wektor, sekwencjonowanie DNA, hybrydyzacja DNA</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje biotechnologię klasyczną i molekularną</li> <li>• charakteryzuje enzymy stosowane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne</li> </ul>



			<p><i>klonowanie DNA, transformacja genetyczna</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady dziedzin życia, w których można zastosować biotechnologię molekularną</li> <li>wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej</li> <li>wymienia techniki inżynierii genetycznej</li> <li>wymienia podstawowe etapy modyfikacji genomu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, czym się zajmuje inżynieria genetyczna</li> <li>omawia wykorzystanie enzymów restrykcyjnych, ligaz i polimeraz DNA</li> <li>wyjaśnia, na czym polega: hybrydyzacja DNA z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie DNA, transformacja genetyczna</li> <li>wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej</li> <li>wymienia sposoby wprowadzenia obcego genu do komórki</li> </ul>	<p>w biotechnologii molekularnej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia poszczególne etapy: analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, klonowania DNA</li> <li>określa cel tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA</li> <li>charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa zalety i wady łańcuchowej reakcji polimerazy</li> <li>omawia metody pośredniego i bezpośredniego wprowadzenia DNA do komórek roślin i zwierząt</li> <li>analizuje przebieg klonowania DNA na przykładzie genu myszy</li> <li>omawia etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA</li> </ul>
2.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny, produkt GMO</i></li> <li>wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi</li> <li>wymienia metody otrzymywania organizmów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia główne cele otrzymywania roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie</li> <li>podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt</li> <li>omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje metody otrzymywania transgenicznych bakterii</li> <li>omawia metody otrzymywania roślin transgenicznych</li> <li>omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych na przykładzie myszy domowej</li> <li>wymienia przykłady produktów GMO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska</li> <li>charakteryzuje sposoby zapobiegania</li> </ul>	

		zmodyfikowanych genetycznie	przemysle, medycynie i nauce	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia sposób oznakowania produktów GMO</li> <li>• wskazuje na zagrożenia ze strony GMO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zagrożeniom ze strony GMO</li> <li>• analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciwnie</li> <li>• omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej</li> </ul>
3.	Klonowanie – korzyści i zagrożenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>klon</i>, <i>klonowanie</i></li> <li>• wymienia przykłady organizmów będących naturalnymi klonami</li> <li>• określa cele klonowania mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt</li> <li>• wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka</li> <li>• wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt</li> <li>• uzasadnia swoje stanowisko w sprawie klonowania człowieka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania</li> <li>• omawia sposoby klonowania roślin i zwierząt</li> <li>• formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciwnie</li> <li>• porównuje klonowanie terapeutyczne i reprodukcyjne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplatacji jąder i rozdzielania komórek zarodka</li> <li>• planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki może pokierować rozwojem organizmu</li> <li>• wymienia przykłady osiągnięć w klonowaniu zwierząt</li> </ul>		
4.	Biotechnologia molekularna w medycynie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>diagnostyka molekularna</i>, <i>biofarmaceutyki</i>, <i>terapia genowa</i>, <i>komórki macierzyste</i></li> <li>• wymienia korzyści wynikające z poznania genomu człowieka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej</li> <li>• omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia korzyści i zagrożenia wynikające z zsekwencjonowania genomu człowieka</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne szczepionki</li> <li>• porównuje szczepionki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej nowotworów</li> <li>• określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu</li> </ul>		

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, czym się zajmuje diagnostyka molekularna</li> <li>• wymienia przykłady technik inżynierii genetycznej wykorzystywanych w diagnozowaniu chorób genetycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega terapia genowa</li> <li>• omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka</li> <li>• wyjaśnia, czym się zajmuje medycyna molekularna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje techniki inżynierii genetycznej wykorzystywane w diagnostyce molekularnej</li> <li>• omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>przeciwciała monoklonalne</i></li> <li>• podaje przykłady wykorzystania przeciwciał monoklonalnych w medycynie</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może się przyczynić do postępu w transplantologii</li> <li>• omawia korzyści i zagrożenia wynikające z terapii genowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste</li> </ul>
5.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>profil genetyczny</i></li> <li>• wymienia przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia sposób zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</li> <li>• wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa oraz ustalenia lub</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>sekwencje mikrosatelitarne</i></li> <li>• uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego</li> <li>• omawia wykorzystanie mtDNA w badaniach ewolucyjnych</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>filogenetyka molekularna</i></li> <li>• analizuje drzewo</li> </ul>

				wykluczenia ojcostwa		filogenetyczne <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia sposoby wykorzystania informacji zawartych w DNA</li> </ul>
<b>Ekologia</b>	1.	Czym się zajmuje ekologia?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>ekologia, ochrona środowiska, ochrona przyrody, siedlisko, nisza ekologiczna</i></li> <li>• określa zakres badań ekologicznych</li> <li>• klasyfikuje czynniki środowiska na biotyczne i abiotyczne</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>zasoby środowiska, warunki środowiska</i>, podaje odpowiednie przykłady</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>nisza ekologiczna, gatunki wskaźnikowe</i></li> <li>• wymienia przykłady praktycznego zastosowania gatunków wskaźnikowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa, czym się zajmuje ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody</li> <li>• określa niszę ekologiczną wybranych gatunków organizmów</li> <li>• wyjaśnia relacje między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu</li> <li>• omawia prawo minimum i prawo tolerancji ekologicznej</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega zasada współdziałania czynników środowiska</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego porosty wykorzystuje się do oceny stanu czystości powietrza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia różnicę między zasobami a warunkami środowiska</li> <li>• podaje przykłady ilustrujące prawo minimum, prawo tolerancji ekologicznej, zasadę współdziałania czynników</li> <li>• wymienia podobieństwa i różnice między prawem minimum a prawem tolerancji ekologicznej</li> <li>• uzasadnia związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi</li> <li>• charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>eurybionty, stenobionty</i></li> <li>• interpretuje wykres ilustrujący zakres tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>gatunek kosmopolityczny</i></li> <li>• wykazuje, że pojęcie niszy ekologicznej dotyczy zarówno osobnika, jak i gatunku</li> <li>• omawia zakres tolerancji ekologicznej organizmów wobec konkretnego czynnika środowiska</li> <li>• wskazuje różnice między gatunkami kosmopolitycznymi a wskaźnikowymi</li> <li>• charakteryzuje formy ekologiczne roślin wyodrębnione ze względu na wymagania odnośnie wody</li> <li>• planuje doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika środowiska</li> </ul>

2.	Ekologia populacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>populacja lokalna gatunku</i></li> <li>• wymienia dwa podstawowe typy oddziaływania między osobnikami w populacji</li> <li>• wymienia cechy charakteryzujące populację</li> <li>• omawia znaczenie liczebności i zagęszczenia jako parametrów opisujących populację</li> <li>• wymienia czynniki wpływające na liczebność populacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>rozrodczość, śmiertelność, migracja, struktura wiekowa populacji, struktura płciowa populacji, zasięg przestrzenny, rozmieszczenie, emigracja, imigracja</i></li> <li>• charakteryzuje podstawowe typy rozmieszczenia populacji i podaje przykłady gatunków, które tworzą taką strukturę</li> <li>• przedstawia trzy podstawowe typy krzywej przeżywania, podaje przykłady gatunków, dla których są one charakterystyczne</li> <li>• charakteryzuje niezależne od zagęszczenia czynniki ograniczające liczebność populacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>opór środowiska, tempo wzrostu populacji</i></li> <li>• charakteryzuje oddziaływania między członkami populacji</li> <li>• omawia regułę Allego i podaje przykłady jej działania</li> <li>• wymienia czynniki wpływające na przebieg krzywej przeżywania różnych organizmów</li> <li>• analizuje piramidę obrazującą strukturę wiekową i strukturę płciową populacji</li> <li>• określa możliwości rozwoju danej populacji</li> <li>• przedstawia w sposób graficzny wzrost wykładniczy i wzrost logistyczny populacji</li> <li>• wymienia zalety i wady życia w grupie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje różnice między rozrodczością fizjologiczną i ekologiczną oraz śmiertelnością fizjologiczną i ekologiczną</li> <li>• porównuje na dowolnie wybranych przykładach strategie rozrodu typu r oraz typu K</li> <li>• charakteryzuje czynniki wpływające na liczebność populacji</li> <li>• porównuje podstawowe modele wzrostu populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich</li> <li>• omawia formy rozmieszczenia skupiskowego populacji</li> <li>• omawia trzy podstawowe okresy w życiu każdego osobnika</li> </ul>
3.	Oddziaływania antagonistyczne między organizmami	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klasyfikuje oddziaływania międzygatunkowe na antagoniczne i nieantagonistyczne</li> <li>• wymienia przykłady oddziaływań antagonistycznych</li> <li>• wymienia skutki konkurencji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje oddziaływania międzygatunkowe w relacjach: ofiara – drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt</li> <li>• charakteryzuje mechanizmy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania</li> <li>• omawia skutki konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego wypierania</li> <li>• charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej</li> </ul>

		<p>wewnątrzgatunkowej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji</li> <li>wymienia główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej</li> </ul>	<p>adaptacyjne: ofiar i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów</li> </ul>	<p>przeprowadzonego przez Gieorgija Gausego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia konsekwencje zawężenia nisz ekologicznych konkurujących gatunków</li> <li>wyjaśnia zasadę ujemnego sprzężenia zwrotnego przez analizę cyklicznych zmian liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego</li> <li>porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa skutki działania substancji allelopatycznych</li> <li>wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy</li> <li>przewiduje skutki masowych pojawów organizmów w środowisku</li> <li>wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów</li> </ul>
4.	Oddziaływania nieantagonistyczne między organizmami	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mutualizm</i>, <i>komensalizm</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związku mutualistycznym</li> <li>wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje mutualizm obligatoryjny i fakultatywny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przykłady mutualizmu i komensalizmu</li> </ul>
5.	Struktura ekosystemu	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>ekosystem</i>, <i>biocenoza</i>, <i>biotop</i>, <i>struktura troficzna ekosystemu</i>, <i>struktura przestrzenna ekosystemu</i>, <i>sukcesja ekologiczna</i></li> <li>wymienia biotyczne i abiotyczne elementy ekosystemu</li> <li>wyjaśnia, jaką rolę w biocenozie odgrywają</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje rodzaje ekosystemów</li> <li>klasyfikuje elementy ekosystemu na biotyczne i abiotyczne</li> <li>charakteryzuje strukturę przestrzenną i troficzną ekosystemu</li> <li>wyjaśnia, na czym polega sukcesja</li> <li>wyjaśnia, na czym polega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa kryteria podziału ekosystemów</li> <li>charakteryzuje rodzaje ekosystemów</li> <li>wyjaśnia, na czym polega rola biocenozy w kształtowaniu biotopu</li> <li>wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu</li> <li>charakteryzuje procesy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej</li> <li>omawia rolę organizmów w procesach glebotwórczych</li> <li>charakteryzuje poziomy glebowe</li> <li>omawia wpływ biocenozy na mikroklimat</li> <li>omawia etapy eutrofizacji</li> </ul>

			producenci, konsumenci i destruenci	eutrofizacja jezior	glebotwórcze	jezior
6.	Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>łańcuch troficzny, poziom troficzny, sieć troficzna</i></li> <li>• wskazuje zależności między poziomami troficznymi</li> <li>• wymienia czynniki, które mogą ograniczać produktywność ekosystemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne</li> <li>• nazywa poziomy troficzne w łańcuchu troficznym i sieci troficznej</li> <li>• wyjaśnia zjawisko krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie</li> <li>• porównuje produkcję pierwotną różnych ekosystemów</li> <li>• wyjaśnia, czym jest równowaga w ekosystemie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyróżnia i porównuje dwa typy łańcuchów troficznych</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>produkcja pierwotna (brutto, netto), produkcja wtórna (brutto, netto)</i></li> <li>• wyjaśnia, dlaczego ekosystem autotroficzny jest samowystarczalny</li> <li>• omawia przyczyny zaburzenia równowagi w ekosystemach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu</li> <li>• rysuje i porównuje trzy typy piramid troficznych: piramidę energii, piramidę liczebności, piramidę biomasy</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego lasy równikowe i rafy koralowe są ekosystemami o najwyższej produktywności</li> </ul>
7.	Obieg węgla i azotu w przyrodzie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>cykle biogeochemiczne</i></li> <li>• wyjaśnia, na czym polegają obieg węgla i obieg azotu w przyrodzie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia źródła węgla w przyrodzie</li> <li>• wyjaśnia, jaki wpływ na obieg pierwiastków chemicznych w przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia schematy obiegu węgla i obiegu azotu w przyrodzie</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega nityfikacja, amonifikacja oraz denityfikacja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa rolę organizmów w obiegu pierwiastków</li> <li>• omawia przebieg reakcji nityfikacji</li> </ul>	
8.	Różnorodność biologiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>biom, różnorodność biologiczna</i></li> <li>• omawia poziomy różnorodności biologicznej</li> <li>• wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują</li> <li>• wymienia główne biomy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia kryteria, na podstawie których wyróżniono biomy</li> <li>• charakteryzuje biomy lądowe oraz obszary gór wysokich, uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>ogniska różnorodności biologicznej</i></li> <li>• określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi</li> <li>• ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi</li> <li>• porównuje różnorodność gatunkową</li> </ul>	

			wodne	<p>roślinność i towarzyszące jej zwierzęta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje warstwy lasu występujące w biomach leśnych</li> <li>• omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu</li> <li>• charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki, jak warunki tlenowe, świetlne, głębokość, przeważającą roślinność oraz towarzyszące jej zwierzęta</li> </ul>	lub oceanu	poszczególnych biomów
9.	Czynniki kształtujące różnorodność biologiczną	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia czynniki geograficzne wpływające na bioróżnorodność</li> <li>• omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność</li> <li>• wymienia powody ochrony przyrody</li> <li>• wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klasyfikuje czynniki kształtujące różnorodność biologiczną</li> <li>• omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na różnorodność biologiczną</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega czynna i bierna ochrona przyrody</li> <li>• podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej</li> <li>• uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady gatunków, których introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej</li> <li>• określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania powierzchni na różnorodność biologiczną</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>relikt</i>, <i>ostoja</i>, <i>endemit</i></li> <li>• uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje konsekwencje zmniejszenia różnorodności biologicznej</li> <li>• wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone</li> <li>• określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime</li> <li>• określa znaczenie korytarzy ekologicznych</li> </ul>	



				gatunku		
	10.	Elementy ochrony środowiska	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klasyfikuje zasoby przyrody</li> <li>• wymienia skutki eksploatacji zasobów nieodnawialnych</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>efekt cieplarniany, kwaśne opady, smog, dziura ozonowa, alternatywne źródła energii, recykling</i></li> <li>• podaje przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych</li> <li>• wymienia przyczyny globalnego ocieplenia klimatu, powstawania kwaśnych opadów, smogu i dziury ozonowej</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób niewłaściwa eksploatacja zasobów przyrody wpływa na środowisko</li> <li>• omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka</li> <li>• wymienia skutki powstawania dziury ozonowej</li> <li>• wymienia sposoby utylizacji odpadów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>rekultywacja</i></li> <li>• omawia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do powstania efektu cieplarnianego</li> <li>• uzasadnia konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody</li> <li>• omawia proces powstawania kwaśnych opadów</li> <li>• ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisko</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego</li> <li>• odróżnia rodzaje smogu</li> <li>• wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów</li> <li>• uzasadnia konieczność gospodarowania odpadami</li> </ul>
<b>Ewolucja organizmów</b>	1.	Rozwój myśli ewolucyjnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny</i></li> <li>• omawia główne założenia teorii doboru naturalnego K. Darwina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia główne założenia teorii J. B. Lamarcka i kreacjonistów</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego teoria J. B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej</li> <li>• wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>walka o byt</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny</li> <li>• omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w.</li> <li>• omawia założenia teorii G. Cuviera</li> <li>• ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji</li> </ul>

	2.	Dowody ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia bezpośrednie i pośrednie dowody ewolucji oraz podaje ich przykłady</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>skamieniałości przewodnie, anatomia porównawcza</i></li> <li>wymienia cechy anatomiczne organizmów potwierdzające jedność ich planu budowy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, jakie warunki środowiska sprzyjały przetrwaniu skamieniałości do czasów współczesnych</li> <li>wyjaśnia przyczyny podobieństw i różnic w budowie narządów homologicznych</li> <li>wyjaśnia powody, dla których pewne grupy organizmów nazywa się żywymi skamieniałościami</li> <li>wymienia przykład metody pozwalającej na ocenę względnego wieku skał osadowych</li> <li>wyjaśnia różnicę między atawizmem a narządem szczątkowym</li> <li>wymienia przykłady atawizmów i narządów szczątkowych</li> <li>wyjaśnia, czym się zajmuje paleontologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady zwierząt zaliczanych do form przejściowych oraz podaje cechy tych zwierząt</li> <li>podaje przykład metody pozwalającej na ocenę bezwzględnego wieku skał osadowych</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>dywergencja, konwergencja</i></li> <li>wymienia przykłady dywergencji i konwergencji</li> <li>wymienia przykłady dowodów ewolucji z zakresu embriologii, biogeografii oraz biochemii</li> <li>wymienia techniki badawcze z zakresu biochemii i biologii molekularnej, umożliwiające skonstruowanie drzewa filogenetycznego organizmów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcie <i>formy przejściowe</i></li> <li>wyjaśnia, na czym opierają się radioizotopowe i biostratygraficzne metody datowania</li> <li>analizuje budowę przednich kończyn przedstawicieli różnych gatunków ssaków i wskazuje cechy świadczące o ich wspólnym pochodzeniu</li> <li>wykazuje związki między budową kończyn przedstawicieli różnych gatunków ssaków a środowiskiem ich życia</li> <li>wyjaśnia znaczenie składu i kolejności aminokwasów cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi</li> </ul>
	3.	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>dymorfizm płciowy, dobór płciowy, dobór krewniaczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, na czym polega zmienność wewnątrzgatunkowa</li> <li>wyjaśnia, który z rodzajów zmienności organizmów ma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie</li> <li>wyjaśnia znaczenie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia dymorfizm płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu</li> <li>wyjaśnia, dlaczego mimo</li> </ul>

		<p><i>rozrywający</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady dymorfizmu płciowego</li> <li>charakteryzuje sposób i przewiduje efekty działania doboru stabilizującego, kierunkowego oraz rozrywającego</li> </ul>	<p>znaczenie ewolucyjne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia rolę mutacji w kształtowaniu zmienności genetycznej populacji</li> <li>wyjaśnia pojęcie <i>preferencje w krzyżowaniu</i></li> <li>wymienia przykłady występowania preferencji w krzyżowaniu w przyrodzie</li> <li>podaje przykłady utrzymywania się w populacji człowieka alleli warunkujących choroby genetyczne</li> </ul>	<p>zachowań altruistycznych w przyrodzie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia występowanie genu anemii sierpowatej w populacjach ludzi żyjących na obszarach dotkniętych malarią</li> </ul>	<p>działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne</p>
4.	Ewolucja na poziomie populacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>genetyka populacyjna, pula genowa populacji</i></li> <li>wyjaśnia, dlaczego populacja jest podstawową jednostką ewolucji</li> <li>wymienia czynniki ewolucji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, na czym polega zjawisko dryfu genetycznego i wymienia skutki jego działania w przyrodzie</li> <li>wymienia warunki, które spełnia populacja będąca w stanie równowagi genetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia regułę Hardy’ego–Weinberga</li> <li>oblicza częstość występowania genotypów i fenotypów w populacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia rolę dryfu genetycznego w kształtowaniu puli genetycznej populacji na przykładach efektu założyciela oraz efektu wąskiego gardła</li> <li>sprawdza, czy populacja znajduje się w stanie równowagi genetycznej</li> </ul>
5.	Powstawanie gatunków – specjacja	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia biologiczną koncepcję gatunku</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>mechanizmy izolacji rozrodczej, specjacja</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia znaczenie mechanizmów izolacji rozrodczej w przyrodzie</li> <li>klasyfikuje mechanizmy izolacji rozrodczej</li> <li>wymienia rodzaje specjacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec gatunków rozmnażających się bezpłciowo</li> <li>charakteryzuje rodzaje specjacji, biorąc pod uwagę typ pierwotnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje prezygotyczne i postzygotyczne mechanizmy izolacji rozrodczej oraz podaje przykłady ich działania w przyrodzie</li> <li>omawia powstawanie gatunków na drodze</li> </ul>

					bariery izolacyjnej	poliploidyzacji
6.	Prawidłowości ewolucji. Koewolucja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>prawidłowości ewolucji</i></li> <li>• wymienia prawidłowości ewolucji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>mikroewolucja, makroewolucja, kierunkowość ewolucji, nieodwracalność ewolucji, koewolucja</i></li> <li>• wymienia prawdopodobne przyczyny nieodwracalności ewolucji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia czynniki, które wpływają na tempo ewolucji</li> <li>• charakteryzuje sposoby określania tempa ewolucji</li> <li>• wymienia przykłady koewolucji</li> <li>• omawia skutki doboru naturalnego w postaci powstawania różnych strategii życiowych organizmów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady przemian w skali mikro- i makroewolucji</li> <li>• wyjaśnia wpływ doboru naturalnego na kierunek ewolucji</li> <li>• omawia zjawisko radiacji adaptacyjnej</li> </ul>	
7.	Historia życia na Ziemi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia etapy rozwoju życia na Ziemi</li> <li>• wymienia warunki środowiska, które umożliwiły samorzutną syntezę pierwszych związków organicznych</li> <li>• charakteryzuje środowisko oraz tryb życia pierwszych organizmów jednokomórkowych</li> <li>• wymienia główne założenia teorii endosymbiozy</li> <li>• charakteryzuje zmiany prowadzące do powstania organizmów wielokomórkowych</li> <li>• nazywa ery i okresy, w których pojawiły się pierwsze rośliny lądowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje warunki klimatyczne i fizykochemiczne panujące na Ziemi ok. 4 mld lat temu</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>makrocząsteczka</i></li> <li>• charakteryzuje warunki sprzyjające powstawaniu pierwszych makrocząsteczek na Ziemi</li> <li>• wyjaśnia, jak się zmieniał sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych</li> <li>• wyjaśnia, na czym polegają sposoby odżywiania chemoautotrofów i fotoautotrofów</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega teoria samorzutnej syntezy związków organicznych</li> <li>• przedstawia przebieg i wyniki doświadczenia Stanleya Millera i Harolda Ureya</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>bulion pierwotny, pizza pierwotna</i> w nawiązaniu do etapów ewolucji chemicznej</li> <li>• wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi</li> <li>• wymienia argumenty przemawiające za słusznością teorii endosymbiozy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ocenia znaczenie doświadczenia S. Millera i H. Ureya w postępie badań nad powstaniem życia na Ziemi</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego odkrycie rybozymów miało duże znaczenie w rozwoju teorii powstania życia na Ziemi</li> <li>• wyjaśnia, w jaki sposób pierwsze fotoautotrofy zmieniły warunki na Ziemi</li> <li>• wyjaśnia, jakie korzyści adaptacyjne miało wykształcenie się form wielokomórkowych</li> <li>• wymienia okresy, w których nastąpiły</li> </ul>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wpłynęła na rozmieszczenie organizmów na Ziemi</li> <li>• wyjaśnia, jakie dane można uzyskać dzięki analizie tabeli stratygraficznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• masowe wymierania organizmów</li> <li>• określa prawdopodobne przyczyny wielkich wymierań organizmów w historii Ziemi</li> </ul>
8.	Antropogeneza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>antropogeneza, antropologia</i></li> <li>• określa stanowisko systematyczne człowieka</li> <li>• wymienia kilka cech wspólnych naczelnym</li> <li>• wymienia główne cechy budowy ciała charakterystyczne dla człowieka</li> <li>• określa chronologię występowania przedstawicieli rodzaju <i>Homo</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia korzyści wynikające z pionizacji ciała, redukcji owłosienia oraz zwiększania masy i objętości mózgu</li> <li>• omawia warunki, w których doszło do powstania pierwszych człowiekowatych</li> <li>• omawia zmiany, które zaszły podczas ewolucji rodzaju <i>Homo</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnia przynależność człowieka do królestwa zwierząt, typu strunowców, podtypu kręgowców, gromady ssaków, rzędu naczelnym</li> <li>• wymienia rodzaje człokształtnych</li> <li>• wymienia zmiany w budowie szkieletu wynikające z pionizacji ciała oraz stopniowego zwiększania masy i objętości mózgowia</li> <li>• charakteryzuje budowę oraz tryb życia bezpośrednich przodków człowieka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje cechy z zakresu anatomii, immunologii, genetyki i zachowania świadczące o powiązaniu człowieka z innymi człokształtnymi</li> <li>• wymienia drobne cechy morfologiczne właściwe tylko człowiekowi</li> <li>• omawia drogi rozprzestrzeniania się rodzaju <i>Homo</i> z Afryki na pozostałe kontynenty</li> <li>• omawia negatywne skutki pionizacji ciała</li> </ul>	