

## WYMAGANIA EDUKACYJNE

### *Biologia na czasie 3 – zakres rozszerzony*

Dział programu	Lp.	Temat	Poziom wymagań			
			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"> <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 komórkach 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje poszczególne etapy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia poszczególne modele replikacji</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>replikacji DNA</li> <li>wymienia etapy replikacji DNA</li> <li>uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>replikacyjne</i></li> <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>replikacji</li> <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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie mające na celu wykazanie, że replikacja DNA jest semikonserwatywna</li> <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, genom, pozagenowy DNA, chromosom, chromatyna, nukleosom</i></li> <li>rozdziela eksony i introny</li> <li>określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia budowę genu</li> <li>rozdziela geny ciągle i nieciągle</li> <li>wymienia rodzaje sekwencji wchodzących w skład genomu</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>sekwencje powtarzalne, 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 genomów 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 z euchromatyną</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, ekspresja genu, translacja, transkrypcja</i></li> <li>wymienia i charakteryzuje cechy kodu genetycznego</li> <li>ilustruje schematycznie etapy odczytywania informacji genetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg transkrypcji i translacji</li> <li>analizuje tabelę kodu genetycznego</li> <li>wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej organizmu przez kolejne trójki nukleotydów w DNA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA</li> <li>wyjaśnia sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA</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</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• nazywa etapy translacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• i mRNA</li> <li>• określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji</li> <li>• określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych</li> <li>• określa rolę i sposoby modyfikacji potranskrypcyjnej RNA</li> <li>• określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• znaczenie polirybosomów</li> <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>• rozróżnia regulację negatywną od pozytywnej w przypadku działania operonu laktozowego</li> <li>• porównuje sposób regulacji ekspresji genów struktury operonu laktozowego i operonu tryptofanowego</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega alternatywne składanie RNA</li> <li>• porównuje regulację ekspresji genów w komórkach 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>,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia prace G. Mendla, na podstawie których sformułował on reguły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>linia czysta</i></li> <li>• wyjaśnia, jakie znaczenie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa sposób wykonania i znaczenie krzyżówki testowej</li> </ul>

		<p><i>allel dominujący, allel 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>	<p>dziedziczenia</p> <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>w doświadczeniach 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>	<p>jednogenowej</p>
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, geny sprzężone, 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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi</li> <li>• określa prawdopodobieństwo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje różnice między genami niesprzężonymi a sprzężonymi</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega mapowanie genów</li> <li>• wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych</li> </ul>	<p>wystąpienia genotypów 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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>dominacja niepełna</i>, <i>kodominacja</i>, <i>geny kumulatywne</i>, <i>geny plejotropowe</i></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</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh</li> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i kodominacji</li> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji</li> <li>• podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych</li> </ul>	<p><i>hipostatyczne</i></p> <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 u gryzoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów epistatycznych</li> </ul>
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</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</li> </ul>

					ze zmiennością mutacyjną <ul style="list-style-type: none"> <li>określa fenotypy zależne od genotypu oraz od wpływu środowiska</li> </ul>	genotypach
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>mutacja spontaniczna</i>, <i>mutacja indukowana</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 DNA typowych dla różnych mutacji</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 organizmu 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 chorób genetycznych 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 DNA mitochondrialnego</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 oraz objawy chorób genetycznych człowieka wynikających z nieprawidłowej struktury chromosomów</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>biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna,</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>sonda molekularna, wektor, sekwencjonowanie DNA,</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje biotechnologię klasyczną z biotechnologią</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez</li> </ul>



			<p><i>elektroforeza DNA, PCR, 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 etapy modyfikacji genomu</li> </ul>	<p><i>hybrydyzacja DNA</i></p> <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>molekularną</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej</li> <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>	<p>enzymy restrykcyjne</p> <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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt</li> <li>omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce</li> <li>omawia sposób oznakowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych</li> <li>omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt</li> <li>wymienia przykłady produktów GMO</li> <li>podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów</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</li> </ul>	

		otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie</li> </ul>	produktów GMO <ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje na zagrożenia ze strony GMO</li> </ul>	zmodyfikowanych genetycznie	zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO <ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciwniej</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 przeciwnemu</li> <li>porównuje klonowanie terapeutyczne i klonowanie reprodukcyjne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej</li> <li>omawia wykorzystanie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej</li> <li>określa znaczenie wykorzystania komórek</li> </ul>

		<p>wynikające z poznania genomu człowieka</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna</li> <li>• wymienia przykłady technik inżynierii genetycznej wykorzystywanych w diagnozowaniu chorób genetycznych</li> </ul>	<p>diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej</li> <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>	<p>szczepionki</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA</li> <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>	<p>macierzystych w leczeniu chorób</p> <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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce</li> <li>• wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA</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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego</li> <li>• omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych</li> </ul>

			i systematyce	do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa)	i taksonomicznych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>filogenetyka molekularna</i></li> <li>• analizuje drzewo filogenetyczne</li> <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 zajmują ekologia, ochrona środowiska i ochrona przyrody</li> <li>• określa niszę ekologiczną wybranych gatunków</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 środowiska 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, że istnieje związek między zakresem tolerancji organizmów a ich rozmieszczeniem na Ziemi</li> <li>• charakteryzuje zasady wyodrębniania form ekologicznych organizmów</li> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>eurybionty, stenobionty</i></li> <li>• interpretuje wykres ilustrujący zakres</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 dotyczące ilości wody</li> <li>• planuje doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika</li> </ul>

					tolerancji różnych gatunków wobec wybranego czynnika środowiska	środowiska
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 reprezentują każdy z nich</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 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 strategie rozrodu typu <i>r</i> oraz typu <i>K</i></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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje oddziaływania międzygatunkowe w relacjach: ofiara –</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega zasada konkurencyjnego wypierania</li> <li>• omawia skutki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencyjnego</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia przykłady oddziaływań an antagonistycznych</li> <li>wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej</li> <li>wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji</li> <li>wymienia główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej</li> </ul>	<p>drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli</li> <li>klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów</li> </ul>	<p>konkurencji blisko spokrewnionych gatunków na podstawie eksperymentu przeprowadzonego przez Gięorgija Gausego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia konsekwencje zawężenia nisz ekologicznych konkurujących gatunków</li> <li>analizuje cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego</li> <li>porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo</li> </ul>	<p>wypierania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej</li> <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 mutualizm 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</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</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> </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> </ul>

		<p>i abiotyczne elementy ekosystemu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, jaką rolę w biocenozie odgrywają producenci, konsumenci i destruenci</li> </ul>	<p>ekosystemu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega sukcesja</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, od czego zależy struktura przestrzenna ekosystemu</li> <li>• charakteryzuje procesy glebotwórcze</li> <li>• omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia wpływ biocenozy na mikroklimat</li> <li>• omawia etapy eutrofizacji jezior</li> </ul>
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>• 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 wtórą 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</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,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi</li> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>ogniska różnorodności</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi</li> <li>• ocenia stopień poznania</li> </ul>

		<p>lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia główne biomy wodne</li> </ul>	<p>uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą 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>	<p><i>biologicznej</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu</li> </ul>	<p>różnorodności gatunkowej Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów</li> </ul>
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 ochrona przyrody czynna i bierna</li> <li>podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej</li> <li>uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej</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</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>



				dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja gatunku</li> </ul>	ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt	
	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 Karola Darwina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste'a Lamarcka i kreacjonistów</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego teoria J.B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej</li> <li>• wyjaśnia relacje między</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 Georges'a Cuviera</li> <li>• ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji</li> </ul>

				<p>teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcie <i>walka o byt</i></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 oraz środowisku ich życia</li> <li>• wyjaśnia znaczenie budowy cytochromu c u wybranych gatunków w ustalaniu stopnia pokrewieństwa między nimi</li> </ul>	
3.	Dobór naturalny – główny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia pojęcia: <i>dymorfizm</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia dymorfizm</li> </ul>	

		mechanizm ewolucji	<p><i>plciowy, dobór płciowy, dobór krewniczy, dobór stabilizujący, dobór kierunkowy, dobór 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>zmienność wewnątrzgatunkowa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, który z rodzajów zmienności organizmów ma znaczenie ewolucyjne</li> <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>działania różnych form doboru naturalnego w przyrodzie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia znaczenie zachowań altruistycznych w przyrodzie</li> <li>omawia występowanie genu anemii sierpowatej w populacjach ludzi żyjących na obszarach dotkniętych malarią</li> </ul>	<p>płciowy jako wynik istnienia preferencji w krzyżowaniu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji człowieka utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne</li> </ul>
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 znajdująca się 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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, dlaczego biologicznej koncepcji gatunku nie można stosować wobec gatunków rozmnażających się</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje prezygotyczne i postzygotyczne mechanizmy izolacji rozrodczej oraz podaje</li> </ul>	

				<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia rodzaje specjacji</li> </ul>	<p>bezpłciowo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje rodzaje specjacji, biorąc pod uwagę typ pierwotnej bariery izolacyjnej</li> </ul>	<p>przykłady ich działania</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>omawia powstawanie gatunków na drodze poliploidyzacji</li> </ul>
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</i>, <i>makroewolucja</i>, <i>kierunkowość ewolucji</i>, <i>nieodwracalność ewolucji</i>, <i>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</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 zmienił sposób odżywiania pierwszych organizmów jednokomórkowych</li> <li>wyjaśnia, na czym polegają sposoby odżywiania</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 Stanley'a Millera i Harolda Ureya</li> <li>wyjaśnia pojęcia: <i>bulion pierwotny</i>, <i>pizza pierwotna</i> w nawiązaniu do etapów ewolucji chemicznej</li> <li>wyjaśnia rolę kwasów nukleinowych w powstaniu życia na Ziemi</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</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>wielokomórkowych</li> <li>nazywa erę i okres, w których pojawiły się pierwsze rośliny lądowe</li> <li>nazywa grupy zwierząt, które jako pierwsze pojawiły się w środowisku lądowym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>chemoautotrofów i fotoautotrofów</li> <li>wyjaśnia, w jaki sposób wędrówka kontynentów 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>wymienia argumenty przemawiające za słusnością teorii endosymbiozy</li> <li>wskazuje bezpośrednią przyczynę stopniowych i nieodwracalnych zmian warunków panujących na Ziemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykształcenie się form wielokomórkowych</li> <li>wymienia okresy, w których nastąpiły 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</i>, <i>antropologia</i></li> <li>określa stanowisko systematyczne człowieka</li> <li>wymienia kilka cech wspólnych naczelnych</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 bezpośrednich przodków człowieka</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: zwierzęta, typu: strunowce, podtypu: kręgowce, gromady: ssaki, rzędu: naczelne</li> <li>wymienia rodzaje człękokszałtnych</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 człękokszałtnymi</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>