

Wymagania edukacyjne

Zawierają szczegółowy wykaz wiadomości i umiejętności, które uczeń powinien opanować po omówieniu poszczególnych lekcji z podręcznika *Biologia na czasie 2 – zakres rozszerzony*. Są niezastąpione przy obiektywnej ocenie postępów ucznia w nauce.

Poziomy oczekiwanych osiągnięć ucznia

Wymagania podstawowe	Wymagania ponadpodstawowe
konieczne (na stopień dopuszczający) podstawowe (na stopień dostateczny)	rozszerzające (na stopień dobry) dopełniające (na stopień bardzo dobry)
obejmują treści i umiejętności	obejmują treści i umiejętności
<ul style="list-style-type: none">• najważniejsze w uczeniu się biologii	<ul style="list-style-type: none">• złożone i mniej przystępne niż zaliczone do wymagań podstawowych
<ul style="list-style-type: none">• łatwe dla ucznia nawet mało zdolnego	<ul style="list-style-type: none">• wymagające korzystania z różnych źródeł informacji
<ul style="list-style-type: none">• często powtarzające się w procesie nauczania	<ul style="list-style-type: none">• umożliwiające rozwiązywanie problemów
<ul style="list-style-type: none">• określone programem nauczania na poziomie nieprzekraczającym wymagań zawartych w podstawie programowej	<ul style="list-style-type: none">• pośrednio użyteczne w życiu pozaszkolnym
<ul style="list-style-type: none">• użyteczne w życiu codziennym	<ul style="list-style-type: none">• pozwalające łączyć wiedzę z różnych przedmiotów i dziedzin

WYMAGANIA EDUKACYJNE *Biologia na czasie 2 – zakres rozszerzony*

Układ nerwowy	34	Budowa i funkcje układu nerwowego	<ul style="list-style-type: none"> wymienia elementy układu nerwowego wymienia funkcje układu nerwowego definiuje pojęcia: <i>neuron</i>, <i>potencjał spoczynkowy</i>, <i>potencjał czynnościowy</i>, <i>bodziec progowy</i> rozdziela podstawowe elementy neuronu opisuje działanie synapsy chemicznej 	<ul style="list-style-type: none"> omawia ogólną budowę układu nerwowego porównuje dendryty z aksonami rozdziela neurony pod względem funkcjonalnym wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>pobudliwość nerwowa</i> rozdziela potencjał spoczynkowy i potencjał czynnościowy charakteryzuje budowę synapsy omawia rolę neuroprzekaźników wymienia czynniki wpływające na szybkość przewodzenia impulsu 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje elementy neuronu wymienia rodzaje i funkcje komórek glejowych wyjaśnia, na czym polegają pobudliwość i przewodnictwo komórek nerwowych wyjaśnia znaczenie pompy sodowo-potasowej wyjaśnia, na czym polegają: polaryzacja, depolaryzacja i repolaryzacja omawia proces przekazywania impulsów między komórkami 	<ul style="list-style-type: none"> porównuje budowę neuronu z budową innych komórek wyjaśnia, na czym polega okres refrakcji porównuje funkcjonowanie synapsy chemicznej z funkcjonowaniem synapsy elektrycznej klasyfikuje neuroprzekaźniki
	35	Ośrodkowy układ nerwowy	<ul style="list-style-type: none"> wymienia elementy ośrodkowego układu nerwowego określa położenie elementów ośrodkowego układu nerwowego wymienia elementy chroniące struktury ośrodkowego układu nerwowego 	<ul style="list-style-type: none"> omawia rozwojowy i kliniczny podział mózgowia omawia rolę poszczególnych części mózgowia rozdziela płaty i ośrodki w korze mózgowej omawia budowę rdzenia kręgowego porównuje położenie istoty szarej i istoty białej w mózgowiu i rdzeniu kręgowym 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje poszczególne części mózgowia omawia funkcje układu limbicznego podaje skład płynu mózgowo-rdzeniowego charakteryzuje funkcje płynu mózgowo-rdzeniowego omawia budowę i rolę opon mózgowia i opon rdzenia 	<ul style="list-style-type: none"> porównuje funkcje półkul mózgu porównuje mózg i rdzeń kręgowy pod względem budowy i pełnionych funkcji omawia budowę układu limbicznego wyjaśnia znaczenie bariery krew–mózg
	36	Obwodowy układ nerwowy	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje elementy obwodowego układu 	<ul style="list-style-type: none"> omawia budowę nerwu rozdziela nerwy 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje przekazywanie impulsu w łuku 	<ul style="list-style-type: none"> omawia doświadczenia Iwana Pawłowa

			<p>nerwowego</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>łuk odruchowy, odruch</i> • wymienia elementy łuku odruchowego 	<p>czaszkowe i nerwy rdzeniowe</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje elementy łuku odruchowego • wymienia przykłady odruchów warunkowych i bezwarunkowych 	<p>odruchowym</p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje odruchy warunkowe z odruchami bezwarunkowymi • klasyfikuje rodzaje odruchów • wyjaśnia, na czym polega klasyczny odruch warunkowy • charakteryzuje rodzaje pamięci 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób powstaje instrumentalny odruch warunkowy • dowodzi znaczenia odruchów warunkowych w uczeniu się • omawia sposób, w jaki przebiegają informacje przez różne rodzaje pamięci
	37	Autonomiczny układ nerwowy	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje części układu nerwowego pod względem funkcjonalnym • wymienia cechy budowy poszczególnych części układu autonomicznego 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia somatyczny i autonomiczny układ nerwowy • charakteryzuje funkcje układu autonomicznego 	<ul style="list-style-type: none"> • porównuje część współczulną autonomicznego układu nerwowego z częścią przywspółczulną tego układu pod względem budowy i funkcji 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia, że obie części układu autonomicznego wykazują antagonizm czynnościowy
	38	Higiena i choroby układu nerwowego	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>stres, stresor</i> • wymienia przykłady sytuacji wywołujących reakcję stresową • wymienia następstwa długotrwałego stresu • wymienia przyczyny depresji • proponuje działania profilaktyczne zmniejszające ryzyko wystąpienia depresji • podaje przykłady chorób neurologicznych • wymienia przykłady rytmów biologicznych człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym są emocje • wymienia objawy stresu • określa wpływ stresu na funkcjonowanie narządów • dowodzi, że depresja jest chorobą współczesnego świata • podaje sposoby zmniejszania ryzyka powstawania uzależnień • wymienia fazy snu • ocenia znaczenie snu dla prawidłowego funkcjonowania organizmu • wyjaśnia, czym są rytmy biologiczne 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg reakcji stresowej • omawia neurologiczne podłoże depresji • omawia sposoby diagnostyki i leczenia depresji • wyjaśnia, na czym polega mechanizm powstawania uzależnienia • dowodzi, że uzależnienie to choroba układu nerwowego • charakteryzuje wybrane choroby neurologiczne • omawia dobowy rytm snu i czuwania 	<ul style="list-style-type: none"> • dowodzi, że długotrwały stres stanowi zagrożenie dla homeostazy • dowodzi, że nerwice są chorobami cywilizacyjnymi • rozróżnia rodzaje nerwic • analizuje fazy stresu • wyjaśnia, że uzależnienie jest chorobą układu kary i układu nagrody • porównuje fazy snu NREM i REM
Narządy zmysłów	39	Budowa i działanie narządu wzroku	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia elementy narządu wzroku • określa funkcje 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia funkcje aparatu ochronnego i aparatu ruchowego oka 	<ul style="list-style-type: none"> • określa funkcje elementów gałki ocznej • porównuje pręciki z 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia znaczenie widzenia dwuocznego • analizuje przemiany

			<p>elementów narządu wzroku</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje drogę światła i impulsu nerwowego prowadzącą do powstania wrażeń wzrokowych • wymienia przykłady chorób i wad wzroku • wskazuje podstawowe zasady higieny wzroku 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia budowę anatomiczną gałki ocznej • wymienia cechy obrazu powstającego na siatkówce • wyjaśnia, na czym polega akomodacja oka • wymienia przyczyny wad wzroku • omawia sposoby korygowania wad wzroku 	<p>czopkami</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia mechanizm widzenia • uzasadnia, że jaskra jest chorobą współczesnego świata 	<p>rodopsyny</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizuje przetwarzanie informacji wzrokowej • charakteryzuje wybrane choroby wzroku • omawia przyczyny, diagnostykę, leczenie i profilaktykę jaskry
	40	Ucho – narząd słuchu i równowagi	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia elementy narządu słuchu i równowagi • określa podstawowe funkcje elementów narządu słuchu i równowagi 	<ul style="list-style-type: none"> • dowodzi szkodliwości hałasu • rozróżnia ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne • opisuje drogę fal dźwiękowych i impulsu nerwowego prowadzącą do powstania wrażeń słuchowych • omawia budowę błędnika 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje elementy narządu słuchu i równowagi pod względem budowy i pełnionych funkcji • omawia powstawanie wrażeń słuchowych i funkcjonowanie ślimaka • wyjaśnia zasadę działania narządu równowagi 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazuje, że receptory słuchu i równowagi to mechanoreceptory • wyjaśnia, od czego zależy wysokość i natężenie dźwięku • określa zakres częstotliwości dźwięku, na który reaguje ludzkie ucho
	41	Narządy smaku oraz węchu	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia chemoreceptory • wymienia funkcje narządów smaku i węchu 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia biologiczne znaczenie zmysłów smaku i węchu • wymienia pięć podstawowych smaków odczuwanych przez człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia budowę narządów smaku i węchu 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazuje związek między budową a funkcją narządów smaku i węchu
Układ hormonalny	42	Budowa i funkcje układu hormonalnego	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>hormon</i>, <i>gruczoł dokrewny</i> • wymienia przykłady hormonów tkankowych i hormonów miejscowych • wymienia gruczoły dokrewne • określa położenie gruczołów dokrewnych 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia hormony tkankowe i hormony miejscowe • charakteryzuje funkcje hormonów przysadki, tarczycy, przytarczyc i grasicy • porównuje skutki nadmiaru hormonu 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje hormony ze względu na ich działanie • wyjaśnia, na czym polega działanie autokrynne, parakrynne, endokrynne i neurokrynne hormonów • omawia działanie wybranych hormonów tkankowych i hormonów 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje choroby wynikające z zaburzeń funkcjonowania nadnerczy i trzustki • porównuje typy cukrzycy • omawia diagnostykę i sposób leczenia cukrzycy • porównuje działanie insuliny i glukagonu oraz

			<ul style="list-style-type: none"> • wymienia nazwy hormonów przysadki • wymienia choroby wynikające z niedoboru i nadmiaru wybranych hormonów • charakteryzuje funkcje hormonów nadnerczy, trzustki i gonad 	<p>wzrostu ze skutkami jego niedoboru w różnych okresach życia</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia skutki cukrzycy • wyjaśnia, na czym polega antagonizm działania hormonów • podaje przykłady hormonów działających antagonistycznie 	<p>miejscowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia funkcje szyszynki • określa, jakie działania profilaktyczne należy podejmować w celu uniknięcia zachorowania na cukrzycę 	<p>kalcytoniny i parathormonu</p>
	43	Regulacja wydzielania hormonów	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>ujemne sprzężenie zwrotne</i> • wyjaśnia, jakie znaczenie mają hormony tropowe 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia mechanizm ujemnego sprzężenia zwrotnego na przykładzie regulacji pracy tarczycy • wyjaśnia, na czym polega regulacyjna rola hormonów podwzgórza i przysadki • porównuje układ hormonalny z układem nerwowym 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia działanie hormonów podwzgórza • klasyfikuje hormony ze względu na ich budowę chemiczną • porównuje mechanizm działania hormonów białkowych z mechanizmem działania hormonów steroidowych 	<ul style="list-style-type: none"> • dowodzi związku między układem dokrewnym a układem nerwowym w utrzymaniu homeostazy • wykazuje, że podwzgórze i przysadka odgrywają nadrzędną rolę regulacji hormonalnej
Rozmnażanie i rozwój człowieka	44	Budowa i funkcjonowanie męskich narządów rozrodczych	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia elementy męskiego układu rozrodczego • wymienia funkcje męskich narządów płciowych • wymienia męskie cechy płciowe • definiuje pojęcie <i>spermatogeneza</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia narządy zewnętrzne i wewnętrzne męskiego układu rozrodczego • rozpoznaje elementy męskiego układu rozrodczego • wymienia fazy spermatogenezy • omawia budowę plemnika • wyjaśnia znaczenie testosteronu 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje męskie cechy płciowe na pierwszorzędowe, drugorzędowe i trzeciorzędowe • omawia budowę poszczególnych elementów męskiego układu rozrodczego • omawia przebieg spermatogenezy • określa funkcję poszczególnych elementów plemnika 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia związek między budową a funkcją męskich narządów płciowych • omawia skład nasienia
	45	Budowa i funkcjonowanie żeńskich narządów rozrodczych	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia elementy żeńskiego układu rozrodczego 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia narządy zewnętrzne i wewnętrzne żeńskiego układu 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia budowę poszczególnych elementów układu rozrodczego 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia związek między budową a funkcją żeńskich narządów

			<ul style="list-style-type: none"> wymienia funkcje elementów żeńskiego układu rozrodczego definiuje pojęcia: <i>oogeneza, cykl miesięczkowy</i> wymienia fazy cyklu miesięczkowego 	<p>rozrodczego</p> <ul style="list-style-type: none"> rozpoznaje elementy żeńskiego układu rozrodczego wymienia fazy oogenezy wyjaśnia znaczenie żeńskich hormonów płciowych 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje przebieg oogenezy omawia zmiany zachodzące w błonie śluzowej macicy w czasie cyklu miesięczkowego określa zmiany w jajniku w czasie cyklu miesięczkowego omawia budowę oocytu II rzędu 	<p>płciowych</p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega hormonalna regulacja cyklu miesięczkowego porównuje oogenezę ze spermatogenezą
	46	Rozwój człowieka	<ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>zapłodnienie, implantacja</i> wymienia etapy rozwoju zarodkowego wymienia rodzaje błon płodowych wymienia funkcje łożyska wymienia fazy porodu wymienia czynniki wpływające na przebieg rozwoju prenatalnego i postnatalnego wymienia etapy rozwoju postnatalnego 	<ul style="list-style-type: none"> określa funkcje błon płodowych omawia powstawanie łożyska wyjaśnia znaczenie łożyska wymienia przyczyny powstawania wad wrodzonych ocenia znaczenie diagnostyki prenatalnej charakteryzuje etapy rozwoju postnatalnego 	<ul style="list-style-type: none"> omawia przebieg zapłodnienia charakteryzuje etapy rozwoju zarodkowego charakteryzuje rozwój płodowy omawia przebieg implantacji charakteryzuje budowę łożyska ocenia znaczenie bariery łożyskowej omawia fazy porodu 	<ul style="list-style-type: none"> omawia wędrówkę plemników w poszczególnych częściach żeńskiego układu rozrodczego określa rolę struktur zarodkowych i narządów płodowych w życiu prenatalnym omawia rolę hormonów wytwarzanych przez łożysko omawia metody badań prenatalnych omawia zasady oceny stanu zdrowia noworodka
	47	Planowanie rodziny. Choroby i higiena układu rozrodczego	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>antykoncepcja</i> wymienia metody wykorzystywane w planowaniu rodziny wymienia choroby układu rozrodczego i choroby przenoszone drogą płciową wymienia zasady zapobiegania rozprzestrzenianiu się 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje wybrane naturalne i sztuczne metody regulacji poczęć ocenia zagrożenia wynikające z zakażenia chorobami przenoszonymi drogą płciową przyporządkowuje chorobom źródła zakażenia 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega zapłodnienie <i>in vitro</i> omawia przyczyny niepłodności klasyfikuje metody regulacji poczęć omawia zasady działania poszczególnych metod antykoncepcji charakteryzuje wybrane choroby układu rozrodczego 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje wady i zalety metod antykoncepcji omawia sposób diagnozowania, leczenia i profilaktyki raka szyjki macicy ocenia znaczenie regularnych wizyt u ginekologa

			chorób przenoszonych drogą płciową	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje raka szyjki macicy jako chorobę współczesnego świata 		
Choroby a zdrowie człowieka	48	Uwarunkowania zdrowia. Choroby zakaźne i pasożytnicze	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>zdrowie, choroba</i> • wymienia główne czynniki warunkujące zdrowie • wymienia czynniki chorobotwórcze • wymienia źródła zakażenia • wymienia bezpośrednio i pośrednio drogi rozprzestrzeniania się patogenów biologicznych • proponuje sposoby na uniknięcie zarażenia się wybranymi chorobami zakaźnymi i pasożytniczymi 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia zdrowie fizyczne, psychiczne, społeczne i duchowe • klasyfikuje czynniki chorobotwórcze • rozróżnia choroby cywilizacyjne i społeczne • wymienia główne wrota zakażenia się patogenami • definiuje pojęcia: <i>etiologia, patogenezę</i> • proponuje działania profilaktyczne, metody zwalczania i leczenia chorób zakaźnych • przyporządkowuje czynniki chorobotwórcze do wybranych chorób zakaźnych i pasożytniczych 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia główne czynniki wpływające na zdrowie • wyjaśnia znaczenie znajomości etiologii i patogenezy we właściwym leczeniu chorób • omawia czynniki chorobotwórcze • charakteryzuje drogi rozprzestrzeniania się patogenów biologicznych • omawia główne wrota zakażenia się patogenami • określa drogi rozprzestrzeniania się wybranych chorób zakaźnych i pasożytniczych 	<ul style="list-style-type: none"> • wyróżnia kryteria klasyfikacji chorób • klasyfikuje choroby pod względem dróg rozprzestrzeniania się patogenów • określa wrota zakażenia dla patogenów wywołujących wybrane choroby • określa sposób nabywania odporności na wybrane choroby zakaźne
	49	Choroby nowotworowe	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnicę między nowotworami łagodnymi a nowotworami złośliwymi • wymienia przyczyny powstawania nowotworów • wyjaśnia, w jaki sposób powstają przerzuty • wymienia czynniki zewnętrzne będące najczęstszą przyczyną powstawania nowotworów • wyjaśnia, dlaczego wczesne wykrycie zmian nowotworowych jest ważnym elementem walki z nowotworem 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje czynniki kancerogenne • definiuje pojęcia <i>karcinogeneza, onkogeny</i> • nazywa etapy powstawania nowotworu • wskazuje cechy komórek nowotworu • proponuje działania profilaktyczne zmniejszające ryzyko powstania nowotworu • uzasadnia, że palenie tytoniu ma negatywne skutki dla zdrowia człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje nowotwory na łagodne i złośliwe • charakteryzuje grupy genów odpowiedzialnych za powstawanie nowotworów • wyjaśnia różnicę między mutagenami a kancerogenami • omawia etapy powstawania nowotworu 	<ul style="list-style-type: none"> • porównuje nowotwory łagodne z nowotworami złośliwymi • omawia metody leczenia nowotworów

	50	Uzależnienia	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>uzależnienie, zespół abstynencyjny, substancja psychoaktywna, alkoholizm, narkomania, lekomania</i> • wyjaśnia, w jakiej sytuacji stwierdza się uzależnienie • dowodzi negatywnego wpływu alkoholu i palenia tytoniu na zdrowie człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady substancji psychoaktywnych • wyjaśnia, czym są uzależnienia fizyczne i psychiczne • wymienia czynniki sprzyjające rozwojowi uzależnienia od alkoholu • wyjaśnia, na czym polega profilaktyka uzależnień 	<ul style="list-style-type: none"> • określa znaczenie tolerancji w powstawaniu uzależnień • uzasadnia negatywny wpływ kofeiny i dopalaczy na zdrowie człowieka • określa skutki spożywania alkoholu i palenia tytoniu na poszczególne narządy • uzasadnia konieczność zdrowego trybu życia u kobiet będących w ciąży • omawia sposoby leczenia uzależnień 	<ul style="list-style-type: none"> • określa skutki uzależnień fizycznych i psychicznych • analizuje fazy uzależnienia od substancji psychoaktywnej • przewiduje skutki uzależnienia od leków dla zdrowia człowieka
Mechanizmy dziedziczenia	1.	Budowa i rola kwasów nukleinowych	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje budowę pojedynczego nukleotydu DNA i RNA • określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej • wymienia rodzaje RNA • określa rolę podstawowych rodzajów RNA • charakteryzuje budowę przestrzenną cząsteczki DNA • wyjaśnia pojęcie <i>podwójna helisa</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA • wyjaśnia, z czego wynika komplementarność zasad • uzupełnia schemat jednego łańcucha polinukleotydowego DNA o łańcuch komplementarny • charakteryzuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA • określa lokalizację RNA w komórkach 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega różna orientacja łańcuchów polinukleotydowych DNA • rozpoznaje poszczególne wiązania w cząsteczce DNA • wyjaśnia, na czym polega reguła Chargaffa • porównuje budowę i funkcje DNA z budową i funkcjami RNA 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów • planuje doświadczenie, którego celem jest wykazanie roli DNA jako nośnika informacji genetycznej • rozróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa

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

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

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

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

				<ul style="list-style-type: none"> rozróżnia cechy sprzężone z płcią i cechy związane z płcią 	i hemofilia występują niemal wyłącznie u mężczyzn	
10.	Inne sposoby dziedziczenia cech	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie <i>allele wielokrotne</i> na przykładzie dziedziczenia grup krwi u człowieka wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w wypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>dominacja niepełna, kodominacja, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i kodominacji określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku kodominacji podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>geny komplementarne, geny dopełniające się, geny epistatyczne, geny hipostatyczne</i> wyjaśnia, z jakiego powodu geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami komplementarnymi określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów dopełniających się wyjaśnia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych w wypadku dziedziczenia barwy sierści u gryzoni 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, co to znaczy, że choroba genetyczna jest uwarunkowana przez gen plejotropowy określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w wypadku dziedziczenia genów epistatycznych 	
11.	Zmienność organizmów	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność genetyczna, zmienność środowiskowa</i> wymienia rodzaje zmienności i wskazuje 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>zmienność ciągła, zmienność nieciągła</i> wymienia przykłady zmienności ciągłej 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie pojęcia <i>transpozony</i> i określa znaczenie transpozonów w rozwoju zmienności 	

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

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

			<p>struktury chromosomów</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców a prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka z zespołem Downa 	<ul style="list-style-type: none"> określa rodzaj zmian kariotypu u chorych z zespołem Edwardsa i zespołem Patau wymienia objawy zespołu Edwardsa i zespołu Patau 	
Biotechnologia molekularna	1.	Biotechnologia. Podstawowe techniki inżynierii genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna, elektroforeza DNA, PCR, klonowanie DNA, transformacja genetyczna</i> wymienia przykłady dziedzin życia, w których można zastosować biotechnologię molekularną wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej wymienia techniki inżynierii genetycznej wymienia etapy modyfikacji genomu 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>sonda molekularna, wektor, sekwencjonowanie DNA, hybrydyzacja DNA</i> wyjaśnia, czym się zajmuje inżynieria genetyczna omawia wykorzystanie enzymów restrykcyjnych, ligaz i polimeraz DNA wyjaśnia, na czym polega: hybrydyzacja DNA z wykorzystaniem sondy molekularnej, analiza restrykcyjna, elektroforeza DNA, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie 	<ul style="list-style-type: none"> porównuje biotechnologię klasyczną z biotechnologią molekularną charakteryzuje enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, przebiegu PCR, klonowania DNA określa cel tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA charakteryzuje wektory stosowane do transformacji genetycznej 	<ul style="list-style-type: none"> sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne określa zalety i wady łańcuchowej reakcji polimerazy omawia metody pośredniego i bezpośredniego wprowadzenia DNA do komórek roślin i zwierząt analizuje przebieg klonowania DNA na przykładzie genu myszy omawia etapy tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA

				<p>DNA, transformacja genetyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania technik inżynierii genetycznej wymienia sposoby wprowadzenia obcego genu do komórki 		
	2.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny, produkt GMO</i> wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie oraz transgenicznymi wymienia metody otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie 	<ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt omawia perspektywy praktycznego wykorzystania organizmów zmodyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i nauce omawia sposób oznakowania produktów GMO wskazuje na zagrożenia ze strony GMO 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje metody otrzymywania bakterii i roślin transgenicznych omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt wymienia przykłady produktów GMO podaje przykłady badań stosowanych w wypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie 	<ul style="list-style-type: none"> omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów, roślin i zwierząt wyjaśnia, w jaki sposób kontroluje się mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie uwolnione do środowiska charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom ze strony GMO analizuje argumenty przemawiające za genetyczną modyfikacją organizmów oraz przeciw niej omawia regulacje prawne dotyczące GMO w Unii Europejskiej

	3.	Klonowanie – korzyści i zagrożenia	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>klon</i>, <i>klonowanie</i> • wymienia przykłady organizmów będących naturalnymi klonami • określa cele klonowania mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się klony mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt • wymienia sposoby wykorzystania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt w różnych dziedzinach życia człowieka • wskazuje na obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt • uzasadnia swoje stanowisko w sprawie klonowania człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania • omawia sposoby klonowania roślin i zwierząt • formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu • porównuje klonowanie terapeutyczne i klonowanie reprodukcyjne 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka • planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki może pokierować rozwojem organizmu • wymienia przykłady osiągnięć w klonowaniu zwierząt
	4.	Biotechnologia molekularna w medycynie	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>diagnostyka molekularna</i>, <i>biofarmaceutyki</i>, <i>terapia genowa</i>, <i>komórki macierzyste</i> • wymienia korzyści wynikające z poznania genomu człowieka • wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna • wymienia przykłady technik inżynierii genetycznej wykorzystywanych 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej • omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, nowotworowych oraz wieloczynnikowych 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka • wyjaśnia, w jaki sposób otrzymuje się nowoczesne szczepionki • porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA • charakteryzuje techniki inżynierii genetycznej wykorzystywane w diagnostyce molekularnej 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia wykorzystanie mikromacierzy w diagnostyce molekularnej • określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób • planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste

			w diagnozowaniu chorób genetycznych	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej wyjaśnia, na czym polega terapia genowa omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka wyjaśnia, czym się zajmuje medycyna molekularna 	<ul style="list-style-type: none"> omawia sposoby wytwarzania biofarmaceutyków wyjaśnia pojęcie <i>przeciwciała monoklonalne</i> podaje przykłady wykorzystania przeciwciał monoklonalnych w medycynie wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może się przyczynić do postępu w transplantologii omawia korzyści i zagrożenia wynikające z terapii genowej 	
5.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie <i>profil genetyczny</i> wymienia przykłady praktycznego zastosowania badań DNA w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w medycynie sądowej, ewolucjonizmie i systematyce wyjaśnia sposób wykorzystania analizy DNA do określenia pokrewieństwa (np. ustalania lub wykluczania ojcostwa) 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie <i>sekwencje mikrosatelitarne</i> uzasadnia znaczenie analizy sekwencji DNA w badaniach ewolucyjnych i taksonomicznych 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje kolejne etapy ustalania profilu genetycznego omawia wykorzystanie DNA mitochondrialnego w badaniach ewolucyjnych wyjaśnia pojęcie <i>filogenetyka molekularna</i> analizuje drzewo filogenetyczne przedstawia sposoby wykorzystania 	

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

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

			<p>anatanistycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej wymienia przykłady oddziaływań międzygatunkowych ograniczających liczebność populacji wymienia główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej 	<p>pasożyt</p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli klasyfikuje pasożyty według wskazanych kryteriów 	<p>gatunków na podstawie eksperymentu przeprowadzonego przez Georgija Gausego</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia konsekwencje zawężenia nisz ekologicznych konkurujących gatunków analizuje cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego porównuje drapieżnictwo, roślinożerność i pasożytnictwo 	<p>konkurencji wewnątrzgatunkowej</p> <ul style="list-style-type: none"> określa skutki działania substancji allelopatycznych wyjaśnia, jakie znaczenie dla funkcjonowania biocenozy mają pasożyty, drapieżniki i roślinożercy przewiduje skutki masowych pojawów organizmów w środowisku wyjaśnia znaczenie wektorów w rozprzestrzenianiu się pasożytów
4.	Oddziaływania nieantagonistyczne między organizmami	<ul style="list-style-type: none"> wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe wyjaśnia pojęcia: <i>mutualizm, komensalizm</i> 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje mechanizmy adaptacyjne organizmów pozostających w związku mutualistycznym wymienia przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych 	<ul style="list-style-type: none"> porównuje mutualizm obligatoryjny i mutualizm fakultatywny 	<ul style="list-style-type: none"> omawia przykłady mutualizmu i komensalizmu 	
5.	Struktura ekosystemu	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia: <i>ekosystem, biocenoza, biotop, struktura troficzna</i> 	<ul style="list-style-type: none"> klasyfikuje rodzaje ekosystemów klasyfikuje elementy 	<ul style="list-style-type: none"> określa kryteria podziału ekosystemów charakteryzuje rodzaje 	<ul style="list-style-type: none"> określa kryteria podziału sukcesji ekologicznej 	

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

			w przyrodzie	przyrodzie ma działalność gospodarcza człowieka	oraz denitryfikacja	
8.	Różnorodność biologiczna	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>biom</i>, <i>różnorodność biologiczna</i> • omawia poziomy różnorodności biologicznej • wymienia główne biomy lądowe i podaje nazwy stref klimatycznych, w których się one znajdują • wymienia główne biomy wodne 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia kryteria, na podstawie których wyróżniono biomy • charakteryzuje biomy lądowe oraz obszary gór wysokich, uwzględniając takie czynniki, jak warunki klimatyczne, warunki glebowe, przeważającą roślinność i towarzyszące jej zwierzęta • charakteryzuje warstwy lasu występujące w biomach leśnych • omawia strefowość biomów wodnych na przykładzie jeziora i oceanu • charakteryzuje biomy wodne, uwzględniając takie czynniki, jak warunki tlenowe, świetlne, głębokość, przeważającą roślinność oraz towarzyszące jej zwierzęta 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia różnice w rozmieszczeniu gatunków na Ziemi • wyjaśnia pojęcie <i>ogniska różnorodności biologicznej</i> • określa warunki życia w porównywalnych strefach jeziora i morza lub oceanu 	<ul style="list-style-type: none"> • dowodzi trudności w określaniu różnorodności gatunkowej na Ziemi • ocenia stopień poznania różnorodności gatunkowej Ziemi • porównuje różnorodność gatunkową poszczególnych biomów 	
9.	Czynniki kształtujące różnorodność	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia czynniki geograficzne wpływające 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje czynniki kształtujące 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady gatunków, których 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje konsekwencje zmniejszenia 	

		biologiczną	<p>na bioróżnorodność</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia przykłady negatywnego wpływu człowieka na bioróżnorodność • wymienia powody ochrony przyrody • wymienia przykłady działań podejmowanych w celu ochrony gatunków i ekosystemów 	<p>różnorodność biologiczną</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia wpływ czynników geograficznych i antropogenicznych na różnorodność biologiczną • wyjaśnia, na czym polega ochrona przyrody czynna i bierna • podaje przykłady działań z zakresu ochrony czynnej i biernej • uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów • wyjaśnia, na czym polega introdukcja i reintrodukcja gatunku 	<p>introdukcja w niektórych regionach Polski spowodowała zmniejszenie różnorodności gatunkowej</p> <ul style="list-style-type: none"> • określa wpływ zlodowaceń i ukształtowania powierzchni na różnorodność biologiczną • wyjaśnia pojęcia: <i>relikt</i>, <i>ostoja</i>, <i>endemit</i> • uzasadnia konieczność ochrony dawnych odmian roślin i ras zwierząt 	<p>różnorodności biologicznej</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady gatunków, których populacje zostały odtworzone • określa wpływ gatunków inwazyjnych na gatunki rodzime • określa znaczenie korytarzy ekologicznych
10.	Elementy ochrony środowiska	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje zasoby przyrody • wymienia skutki eksploatacji zasobów nieodnawialnych • wyjaśnia pojęcia: <i>efekt cieplarniany</i>, <i>kwaśne opady</i>, <i>smog</i>, <i>dziura</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych • wymienia przyczyny globalnego ocieplenia klimatu, powstawania kwaśnych opadów, smogu 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie <i>rekultywacja</i> • omawia skutki eksploatacji zasobów odnawialnych • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do powstania efektu cieplarnianego 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia założenia koncepcji rozwoju zrównoważonego • odróżnia rodzaje smogu • wyjaśnia zależność między dziurą ozonową a powstawaniem nowotworów 	

			<p><i>ozonowa, alternatywne źródła energii, recykling</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody 	<p>i dziury ozonowej</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób niewłaściwa eksploatacja zasobów przyrody wpływa na środowisko • omawia skutki kwaśnych opadów dla środowiska i zdrowia człowieka • wymienia skutki powstawania dziury ozonowej • wymienia sposoby utylizacji odpadów 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody • omawia proces powstawania kwaśnych opadów • ocenia wpływ różnych metod utylizacji odpadów na środowisko 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia konieczność gospodarowania odpadami
Ewolucja organizmów	1.	Rozwój myśli ewolucyjnej	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcia: <i>ewolucja biologiczna, ewolucjonizm, dobór naturalny, dobór sztuczny</i> • omawia główne założenia teorii doboru naturalnego Karola Darwina 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia główne założenia teorii Jeana Baptiste'a Lamarcka i kreacjonistów • wyjaśnia, dlaczego teoria J.B. Lamarcka odegrała ważną rolę w rozwoju myśli ewolucyjnej • wyjaśnia relacje między teorią doboru naturalnego K. Darwina a syntetyczną teorią ewolucji • wyjaśnia pojęcie <i>walka o byt</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • porównuje dobór naturalny i dobór sztuczny • omawia główne założenia syntetycznej teorii ewolucji 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje teorie dotyczące życia na Ziemi głoszone do XIX w. • omawia założenia teorii Georges'a Cuviera • ocenia wpływ podróży K. Darwina na rozwój jego teorii ewolucji

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

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

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

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

					oraz tryb życia bezpośrednich przodków człowieka	skutki pionizacji ciała
--	--	--	--	--	--	-------------------------