

Wymagania edukacyjne z podstaw biotechnologii

Lp.	Temat	Poziom wymagań				
		ocena dopuszczająca	ocena dostateczna	ocena dobra	ocena bardzo dobra	ocena celująca
I. Genetyka molekularna						
1.	Budowa i rola kwasów nukleinowych	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie: <i>podwójna helisa</i> przedstawia budowę nukleotydu DNA i RNA wymienia zasady azotowe występujące w DNA i RNA przedstawia regułę Chargaffa określa rolę DNA jako nośnika informacji genetycznej wymienia rodzaje RNA określa rolę podstawowych rodzajów RNA podaje budowę przestrzenną cząsteczki DNA 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> omawia sposób łączenia się nukleotydów w pojedynczym łańcuchu DNA wymienia nazwy wiązań występujących między elementami budującymi nukleotyd uzupełnia schemat jednoniciowego DNA o komplementarny łańcuch polinukleotydowy opisuje budowę chemiczną i przestrzenną RNA określa lokalizację RNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia regułę komplementarności zasad wyjaśnia, na czym polega różna polarność 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 oblicza zawartość procentową jednej z zasad na podstawie zawartości procentowej innych zasad odróżnia DNA od RNA za pomocą reguły Chargaffa 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasadę tworzenia nazw nukleotydów wyjaśnia, w jaki sposób jest utrzymywana struktura podwójnej helisy DNA wyjaśnia, dlaczego parę zasad komplementarnych tworzy zasada purynowa z zasadą pirymidynową, i omawia, jaki to ma wpływ na strukturę cząsteczki omawia występowanie kwasu RNA jako materiału genetycznego wirusów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, analizując budowę chemiczną DNA, z czego wynika polarność budujących go łańcuchów polinukleotydowych
2.	Replikacja DNA	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie: <i>replikacja</i> przedstawia znaczenie replikacji DNA wymienia etapy replikacji DNA wymienia nazwy enzymów biorących udział w replikacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>widelki replikacyjne, oczko replikacyjne, replikon</i> omawia przebieg replikacji uzasadnia konieczność zachodzenia replikacji przed podziałem komórki przedstawia, na czym polega semikonserwatywny charakter replikacji DNA określa rolę polimerazy DNA podczas replikacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje poszczególne etapy replikacji wykazuje różnice w syntezie obu nowych łańcuchów DNA wyjaśnia rolę sekwencji telomerowych określa rolę poszczególnych enzymów w replikacji DNA 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje znaczenie naprawczej roli polimerazy DNA podczas replikacji omawia mechanizmy regulacji replikacji DNA wykazuje związek między replikacją DNA a zdolnością komórki do podziału analizuje różnice między replikacją DNA w komórkach 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje doświadczenie mające na celu wykazanie semikonserwatywnego charakteru replikacji DNA wyjaśnia przebieg i znaczenie replikacji końców cząsteczek DNA dla zachowania informacji genetycznej

			<ul style="list-style-type: none"> • porównuje przebieg replikacji w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych 		<p>prokariotycznych a replikacją DNA w komórkach eukariotycznych</p>	
3.	Geny i genomy	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>gen, chromosom, chromatyna, nukleosom</i> • podaje funkcje genu • przedstawia strukturę genu • wskazuje różnicę między eksonem a intronem • określa lokalizację DNA w komórkach prokariotycznej i eukariotycznej • wymienia rodzaje chromatyny 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia budowę genu • rozróżnia geny ciągłe i nieciągłe • wyjaśnia pojęcie: <i>genom</i> • przedstawia budowę chromosomu • omawia budowę i rodzaje chromatyny 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje gen • porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego • wymienia i charakteryzuje etapy upakowania DNA w jądrze komórkowym 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • porównuje heterochromatynę z euchromatyną • opisuje, w jaki sposób jest upakowane DNA w jądrze komórkowym • oblicza długość cząsteczki DNA w jednym chromosomie człowieka, wiedząc, ile par zasad ona zawiera 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania, w których wykorzystuje umiejętności analizowania informacji oraz posługiwania się narzędziami analizy matematycznej (np. ile razy zmniejszy się długość cząsteczki DNA w trakcie podziału przy podanej długości chromosomu)
4.	Ekspresja genów	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>kod genetyczny, ekspresja genu, translacja, transkrypcja, ramka odczytu</i> • wymienia i przedstawia cechy kodu genetycznego • przedstawia budowę mRNA • wymienia rodzaje modyfikacji potranskrypcyjnej pre-mRNA • wskazuje rolę tRNA w procesie translacji • nazywa etapy translacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg transkrypcji i translacji • analizuje i wykorzystuje tabelę kodu genetycznego • porównuje pre-mRNA z mRNA • wyjaśnia zasadę kodowania informacji genetycznej przez kolejne trójki nukleotydów • omawia na podstawie schematów etapy odczytywania informacji genetycznej • określa rolę aminoacylo-tRNA i rybosomów w translacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg odwrotnej transkrypcji wirusowego RNA • zapisuje sekwencję aminokwasów łańcucha peptydowego na podstawie sekwencji nukleotydów mRNA • wyjaśnia modyfikacje potranskrypcyjne RNA • porównuje ekspresję genów w komórkach prokariotycznych i komórkach eukariotycznych • określa rolę i sposoby modyfikacji potranslacyjnej białek 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady wirusów, u których zachodzi odwrotna transkrypcja • przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do tworzenia się polirybosomów • wyjaśnia biologiczne znaczenie polirybosomów • porównuje przebieg ekspresji genów w jądrze i wybranych organellach komórki eukariotycznej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób w komórkach eukariotycznych dochodzi do zwiększenia wydajności translacji • wskazuje na podstawie sekwencji peptydu nić kodującą i nić matrycową • wyjaśnia, w jaki sposób dochodzi do fałdowania się białka

		<ul style="list-style-type: none"> określa rolę polimerazy RNA w procesie transkrypcji 			<ul style="list-style-type: none"> wskazuje na podstawie ramki odczytu oraz na podstawie kierunku transkrypcji nić kodującą i nić matrycową 	
5.	Regulacja ekspresji genów	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>alternatywne składanie RNA</i> wymienia poziomy kontroli ekspresji genów w komórce eukariotycznej przedstawia rolę czynników transkrypcyjnych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje, na czym polega alternatywne składanie RNA omawia regulację inicjacji transkrypcji w komórce eukariotycznej przedstawia regulację dostępu do genu przedstawia regulację inicjacji transkrypcji z udziałem czynników transkrypcyjnych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego komórki człowieka są zróżnicowane pod względem budowy i funkcji, chociaż mają tę samą informację genetyczną 	<p><i>Uczeń:</i></p> <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 wyjaśnia dlaczego regulacja ekspresji genów w komórkach eukariotycznych jest dużo bardziej skomplikowana niż w komórkach prokariotycznych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, w jaki sposób regulacja ekspresji genów u organizmów wielokomórkowych umożliwia zróżnicowanie komórek na poszczególne typy
II. Genetyka klasyczna						
6.	Dziedziczenie cech. Prawa Mendla	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>allel, genotyp, fenotyp, homozygota, heterozygota, allel dominujący, allel recesywny, czyste linie</i> podaje treść I i II prawa Mendla określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów za pomocą szachownicy Punnetta 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie: <i>linia czysta</i> podaje przykłady cech człowieka dziedziczonych zgodnie z I prawem Mendla rozwiązuje zadania dotyczące I prawa Mendla określa cel prowadzenia krzyżówki testowej dwugenowej oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia danego fenotypu i genotypu u potomstwa w przypadku niezależnego dziedziczenia dwóch cech 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych na przykładzie grochu zwyczajnego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje celowość i określa sposób wykonania krzyżówek testowych określa fenotypy i liczbę osobników należących do różnych klas pokolenia F₂ wyjaśnia, czym zajmuje się obecnie genetyka klasyczna 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> interpretuje treść I prawa Mendla na podstawie przebiegu podziałów komórkowych

		<ul style="list-style-type: none"> określa cel przeprowadzenia krzyżówki testowej jednogennej 				
7.	Dziedziczenie jednogenne. Różne stosunki dominacji	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>allele wielokrotne, dominacja niepełna, dominacja pełna, kodominacja, geny letalne</i> wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia grup krwi u człowieka na podstawie genotypów i fenotypów rodziców opisuje zjawisko plejotropii 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje relacje między allelami jednego genu oparte na dominacji niepełnej i dominacji pełnej określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku kodominacji określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonego fenotypu u potomstwa w przypadku dziedziczenia alleli wielokrotnych, dominacji pełnej i dominacji niepełnej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> porównuje dziedziczenie cech w przypadku dominacji pełnej i dominacji niepełnej porównuje dominację niepełną z kodominacją określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych fenotypów w przypadku alleli wielokrotnych warunkujących daną cechę przewiduje wynik krzyżówki, w której występuje gen letalny 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia działanie plejotropowe genu na podstawie danej choroby genetycznej przewiduje wynik krzyżówki, w której określa prawdopodobieństwo wystąpienia fenotypów dla cechy warunkowanej allelami wielokrotnymi 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego w pokoleniach F₁ i F₂ mogą nie pojawić się określone fenotypy, których obecność można stwierdzić w pokoleniu rodzicielskim
8.	Dziedziczenie wielogenne	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>geny dopełniające się, geny kumulatywne, geny plejotropowe</i> podaje przykład cechy uwarunkowanej obecnością genów kumulatywnych podaje przykłady cech człowieka warunkowanych wielogennie 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>gen epistatyczny, gen hipostatyczny</i> określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów dopełniających się odczytuje z wykresu liczbę poszczególnych fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia kumulatywnego na przykładzie barwy skóry u człowieka określa stosunek procentowy fenotypów i genotypów u potomstwa 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego geny determinujące barwę kwiatów groszku pachnącego zostały nazwane genami dopełniającymi się (komplementarnymi) omawia, na czym polega działanie genów epistatycznych i hipostatycznych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa w przypadku dziedziczenia genów epistatycznych rozwiązuje zadania o różnym stopniu trudności dotyczące dziedziczenia wielogennego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> określa typy gamet wytwarzanych przez osobnika o danym genotypie

9.	Chromosomowa teoria dziedziczenia	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>locus</i>, <i>geny sprzężone</i>, <i>chromosomy homologiczne crossing-over</i>, <i>mapa genowa</i>, <i>centymorgan (cM)</i> wymienia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczenia T. Morgana podaje cechy muszki owocowej, dzięki którym stała się ona organizmem modelowym w badaniach genetycznych przedstawia, na czym polega zjawisko sprzężenia genów 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zależność między częstością zachodzenia <i>crossing-over</i> a odległością między dwoma genami w chromosomie przedstawia przyczynę występowania rekombinantów w potomstwie opisuje, na czym polega mapowanie genów wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia genów sprzężonych na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza częstość <i>crossing-over</i> między dwoma genami sprzężonymi określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów i fenotypów u potomstwa zgodnie z założeniem dziedziczenia dwóch cech sprzężonych analizuje wyniki krzyżówek dotyczących dziedziczenia genów sprzężonych oblicza odległość między genami 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje różnice między genami niesprzężonymi i sprzężonymi wykazuje obecność rekombinantów w potomstwie na podstawie wyników krzyżówek genetycznych przedstawia wszystkie możliwe układy alleli w gametach, gdy geny są sprzężone i nie są sprzężone 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> określa proporcje fenotypów w krzyżówce testowej na podstawie odległości mapowej uzasadnia różnice między genami sprzężonymi i genami niesprzężonymi
10.	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>kariotyp</i>, <i>chromosomy płci</i> charakteryzuje kariotyp człowieka wskazuje podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny przedstawia sposób determinacji płci u człowieka określa płeć na podstawie analizy kariotypu podaje typy chromosomowej determinacji płci 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykonuje krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią określa prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu wskazuje cechy związane z płcią i podaje przyczyny ich występowania opisuje wpływ warunków środowiska na determinację płci u niektórych zwierząt 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, jaką rolę w determinacji płci odgrywa gen <i>SRY</i> 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, dlaczego daltonizm i hemofilia występują wyłącznie u mężczyzn 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie procesu inaktywacji jednego z chromosomów X u kobiet omawia przykłady środowiskowego mechanizmu determinowania płci u zwierząt planuje doświadczenie mające na celu wykazanie związku dziedziczenia np. koloru oczu muszki owocowej z dziedziczeniem płci uzasadnia prawdopodobieństwo pojawienia się 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> porównuje i wskazuje różnice między dziedziczeniem genów sprzężonych z płcią a dziedziczeniem cech związanych z płcią wykazuje znaczenie regionów pseudoautosomalnych dla prawidłowego rozdziału chromosomów do gamet

		<ul style="list-style-type: none"> wymienia choroby sprzężone z płcią 		<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia i porównuje męską i żeńską różnogametyczność u zwierząt 	określonych fenotypów w potomstwie, gdy dana cecha jest sprzężona z płcią	
11.	Dziedziczenie pozajądrowe	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> podaje organelle komórkowe zawierające materiał genetyczny przedstawia istotę dziedziczenia pozajądrowego podaje przykłady dziedziczenia mitochondrialnego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> podaje cechy mitochondriów i chloroplastów, które przemawiają za ich endosymbiotycznym pochodzeniem omawia sposób przekazywania organelli półautonomicznych w procesie zapłodnienia podaje, dlaczego niektóre fragmenty pędów dziwaczka peruwiańskiego mogą mieć barwę zieloną, a inne – żółtozieloną lub pstrą 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> uzasadnia, że cytoplazmatyczna męska sterility jest korzystna dla roślin uzasadnia na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia Corrensa, że dziedziczenie barwy łodygi i liści u dziwaczka peruwiańskiego jest dziedziczeniem niemendlowskim i jednorodzielskim 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego mitochondria i chloroplasty są określane mianem organelli półautonomicznych wyjaśnia, dlaczego mutacje w genach mitochondrialnych powodują głównie choroby układów nerwowego i mięśniowego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> na podstawie rodowodu genetycznego wykazuje sposób dziedziczenia genu mitochondrialnego wykazuje różnicę między dziedziczeniem jądrowym a dziedziczeniem pozajądrowym
III. Zmienność organizmów						
12.	Rodzaje zmienności	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>zmienność genetyczna (rekombinacyjna, mutacyjna)</i> podaje rodzaje i przyczyny zmienności genetycznej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>zmienność ciągła, zmienność nieciągła</i> podaje przykłady zmienności ciągłej i nieciągłej omawia przyczyny zmienności genetycznej określa znaczenie zmienności genetycznej opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, w jaki sposób niezależna segregacja chromosomów, <i>crossing-over</i> oraz losowe łączenie się gamet wpływają na genetyczną zmienność osobniczą uzasadnia, że mutacje stanowią jedno z głównych źródeł zmienności genetycznej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> omawia rodzaje i źródła zmienności genetycznej u organizmów prokariotycznych porównuje zmienność rekombinacyjną ze zmiennością mutacyjną 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> określa liczbę rodzajów gamet wytwarzanych przez osobniki o określonym genotypie
13.	Analiza statystyczna w badaniu zmienności organizmów	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>minimum, maksimum, średnia arytmetyczna</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>zakres wartości, średnia arytmetyczna, mediana,</i> 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje różnice między średnią arytmetyczną a medianą 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje analizę statystyczną do opisu i interpretacji wyników badań 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> udowadnia lub odrzuca na podstawie wykonanych obliczeń z użyciem mediany

		<ul style="list-style-type: none"> • oblicza minimum, maksimum, średnią arytmetyczną • na podstawie danych uzyskanych w doświadczeniu poprawnie sporządza wykres liniowy i słupkowy 	<p><i>średnia ważona, dominanta, odchylenie standardowe</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • oblicza dominantę, medianę • wykorzystuje odchylenie standardowe w analizie wyników badań 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretuje odchylenie standardowe na podstawie wykresów z zaznaczonymi słupkami błędów (tzw. wąsy) 		<p>i odchylenia statystycznego hipotezę do przedstawionego doświadczenia lub obserwacji</p>
14.	Mutacje	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>mutacja, mutacja genowa, mutacja chromosomowa strukturalna, mutacja chromosomowa liczbowa, czynnik mutagenny</i> • wymienia przykłady fizycznych, chemicznych i biologicznych czynników mutagennych • wymienia rodzaje mutacji genowych i mutacji chromosomowych • wymienia pozytywne i negatywne skutki mutacji • uzasadnia konieczność ograniczenia w codziennym życiu stosowania substancji mutagennych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia: <i>mutacja somatyczna, mutacja generatywna, mutacja spontaniczna, mutacja indukowana</i> • rozróżnia mutacje genowe ze względu na efekt w powstającym białku • klasyfikuje mutacje według różnych kryteriów • określa ryzyko przekazania mutacji potomstwu • wskazuje przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <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, które są typowe dla różnych mutacji • określa skutki mutacji genowych dla kodowanego przez dany gen łańcucha polipeptydowego • omawia przyczyny powstawania mutacji chromosomowych liczbowych • charakteryzuje przebieg transformacji nowotworowej • rozpoznaje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje zależności między występowaniem mutacji a transformacją nowotworową komórki • przewiduje i ilustruje zmiany kariotypu powstałe w wyniku mutacji • wyjaśnia znaczenie mutacji w przebiegu ewolucji • wymienia przykłady protoonkogenów i genów supresorowych • charakteryzuje choroby nowotworowe związane z mutacjami w obrębie genu 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnice między kariotypem organizmu aneuploidalnego a kariotypem organizmu poliploidalnego • wykazuje, w jaki sposób zostanie zmieniona cząsteczka białka o określonej liczbie aminokwasów, jeżeli w ściśle określonym miejscu kodującego ją genu wystąpi mutacja
15.	Choroby jednogenowe	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady chorób genetycznych 	<p><i>Uczeń:</i></p>	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady stosowanych obecnie metod 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ustala typ dziedziczenia na podstawie analizy 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • uzasadnia znaczenie analizy rodowodów

		<p>uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących lub recesywnych</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie: <i>choroby bloku metabolicznego</i> • podaje nazwę choroby bloku metabolicznego (fenyloketonuria) • wskazuje fenyloketonurię jako chorobę metaboliczną, której leczenie polega na stosowaniu odpowiedniej diety eliminacyjnej 	<ul style="list-style-type: none"> • klasyfikuje choroby genetyczne w zależności od sposobu ich dziedziczenia • podaje przyczyny oraz objawy chorób bloku metabolicznego • charakteryzuje choroby: hemofilię, daltonizm, płasawicę Huntingtona, mukowiscydozę • analizuje rodowody pod kątem diagnostyki chorób jednogenowych 	<p>leczenia wybranych chorób genetycznych oraz ocenia ich skuteczność</p> <ul style="list-style-type: none"> • ustala sposób dziedziczenia chorób genetycznych na podstawie analizy rodowodów (mukowiscydoza, fenyloketonuria, płasawica Huntingtona, daltonizm, hemofilia) • wyjaśnia, na czym polegają choroby bloku metabolicznego 	<p>rodowodu ustala prawdopodobieństwo wystąpienia w kolejnych pokoleniach choroby genetycznej z uwzględnieniem płci dzieci</p>	<p>jako metody diagnozowania chorób genetycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia sposoby podejmowanych działań medycznych w przypadku wystąpienia chorób genetycznych
16.	Zespoły aberracji chromosomowych	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady oraz objawy chorób genetycznych człowieka uwarunkowanych nieprawidłową strukturą chromosomów • podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających ze zmiany liczby autosomów i chromosomów płci • przedstawia zadania poradnictwa genetycznego • porównuje całkowitą liczbę chromosomów w kariotypie osoby z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • określa rodzaj zmian w kariotypie u chorych z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera • wymienia i porównuje objawy zespołu Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera • zapisuje kariotypy mężczyzny i kobiety z zespołem Downa, zespołem Klinefeltera i zespołem Turnera 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego • wymienia możliwe przyczyny nondysjunkcji zachodzącej podczas oogenezy prowadzącej do trisomii, np. 21 chromosomu (zespołu Downa) 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu człowieka podłoże genetyczne chorób (zespół Klinefeltera, zespół Downa, zespół Turnera) • wykazuje zależność między wiekiem matki a ryzykiem urodzenia dziecka z zespołem Downa 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie dostępnych źródeł przedstawia i opisuje zagadnienie dotyczące chromosomu Philadelphia

IV. Biotechnologia molekularna

17.	Biotechnologia	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>biotechnologia klasyczna, biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna</i> podaje przykłady dziedzin życia, w których znajdują zastosowanie biotechnologia tradycyjna i biotechnologia molekularna podaje przykłady produktów otrzymywanych metodami biotechnologii tradycyjnej rozdziela i klasyfikuje produkty wytwarzane na drodze fermentacji alkoholowej oraz powstające na drodze fermentacji mleczanowej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii klasycznej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków podaje zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną omawia przykłady zastosowania fermentacji alkoholowej i fermentacji mleczanowej w przemyśle spożywczym 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> omawia różnice między biotechnologią klasyczną a biotechnologią molekularną 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wykazuje zasadność stosowania produktów wytwarzanych dzięki biotechnologii tradycyjnej i biotechnologii molekularnej w życiu człowieka na podstawie dostępnych źródeł wyjaśnia rolę fermentacji w innej gałęzi przemysłu niż przemysł spożywczy
18.	Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>wektor, elektroforeza DNA, PCR, mapy restrykcyjne, biblioteki genomowe, biblioteki cDNA, transformacja genetyczna</i> wymienia enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej (enzymy 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>sonda molekularna, hybrydyzacja DNA, sekwencjonowanie DNA metodą Sangera</i> charakteryzuje enzymy wykorzystywane w biotechnologii molekularnej przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacji 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wskazuje zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR) omawia techniki hybrydyzacji DNA z użyciem sondy molekularnej w celu badania, wyszukania i izolowania genów omawia poszczególne etapy analizy restrykcyjnej DNA, 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> sprawdza, jakie produkty powstaną na skutek cięcia DNA przez enzymy restrykcyjne określa zalety i wady reakcji łańcuchowej polimerazy wyjaśnia proces transformacji genetycznej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia budowę i funkcje wektorów: sztucznego chromosomu, plazmidów porównuje bibliotekę genomową z biblioteką cDNA i określa, która z nich będzie bardziej przydatna jako źródło

		restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA) <ul style="list-style-type: none"> wymienia techniki inżynierii genetycznej podaje przykłady wektorów 	DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA) <ul style="list-style-type: none"> uzasadnia potrzebę tworzenia map restrykcyjnych klasyfikuje metody transformacji genetycznej 	przebiegu PCR, elektroforezy, sekwencjonowania DNA <ul style="list-style-type: none"> określa cel i przebieg tworzenia bibliotek genomowych i bibliotek cDNA omawia rolę startera w reakcji PCR 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje metody przeprowadzania transformacji genetycznej (bezpośrednie i pośrednie) oblicza, ile cykli PCR należy przeprowadzić, aby z jednej cząsteczki DNA uzyskać milion kopii wybranego fragmentu genu 	informacji genetycznej do syntezy ludzkiego interferonu w komórkach bakterii <ul style="list-style-type: none"> proponuje sposoby zidentyfikowania wybranego genu w mieszaninie wielu fragmentów powstałych po cięciu DNA przez wybrane enzymy restrykcyjne
19.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>organizm zmodyfikowany genetycznie, organizm transgeniczny</i> wskazuje podobieństwa i różnice między organizmami zmodyfikowanymi genetycznie i transgenicznymi podaje sposoby otrzymywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie podaje produkty GMO i wskazuje efekty uzyskane dzięki ich genetycznym modyfikacjom wymienia przykłady praktycznego wykorzystania mikroorganizmów, roślin i zwierząt zmodyfikowanych genetycznie 	<i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady zmodyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt przedstawia metody otrzymywania transgenicznych bakterii omawia perspektywy praktycznego wykorzystania GMO w rolnictwie, nauce, przemyśle i medycynie przedstawia korzyści wynikające ze stosowania GMO podaje zagrożenia dla środowiska i zdrowia wynikające z wykorzystywania GMO przedstawia sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO 	<i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> omawia wybrane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów z uwzględnieniem uzyskanych efektów charakteryzuje sposoby otrzymywania roślin i zwierząt transgenicznych omawia etapy modyfikacji komórek zarodkowych zwierząt charakteryzuje wybrane produkty GMO przedstawia badania przeprowadzane przed dopuszczeniem GMO do uprawy lub hodowli wyjaśnia potrzebę prowadzenia kontroli genetycznej zmodyfikowanych mikroorganizmów wykorzystywanych przez człowieka w środowisku 	<i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego do wytwarzania białek człowieka nie zawsze można użyć bakterii transgenicznych wyjaśnia, w jaki sposób można wykorzystać mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie w ochronie środowiska charakteryzuje sposoby zapobiegania zagrożeniom wynikającym z wykorzystywania GMO analizuje argumenty przemawiające za genetycznymi modyfikacjami organizmów i przeciwnym 	<i>Uczeń:</i> <ul style="list-style-type: none"> proponuje metodę otrzymywania transgenicznego organizmu, który wytwarzałby erytropoetynę człowieka, i uzasadnia swój wybór na podstawie dostępnych źródeł wskazuje, jakie normy dotyczące upraw i hodowli GMO obowiązują w krajach UE oraz w dwóch państwach poza UE

20.	Klonowanie organizmów i komórek	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>klon, klonowanie, metoda transferu jąder komórkowych, metoda rozdziału komórek zarodka</i> wymienia przykłady klonów organizmów występujących naturalnie w przyrodzie określa cele klonowania organizmów wskazuje obawy etyczne dotyczące klonowania zwierząt i ludzi podaje rodzaje klonowania (terapeutyczne i reprodukcyjne) 	<p><i>Uczeń:</i></p> <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 i ludzi opisuje klonowanie organizmów otrzymywanych metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach rozwoju wymienia sposoby otrzymywania i wykorzystywania klonów mikroorganizmów, komórek, roślin i zwierząt 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> omawia rodzaje rozmnażania bezpłciowego jako przykłady naturalnego klonowania wyjaśnia sposoby klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt formułuje argumenty przemawiające za klonowaniem zwierząt oraz przeciw niemu porównuje klonowanie terapeutyczne z klonowaniem reprodukcyjnym 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> analizuje kolejne etapy klonowania zwierząt metodą transplantacji jąder i rozdzielania komórek zarodka wymienia przykłady osiągnięć naukowych w klonowaniu zwierząt wyjaśnia różnice między klonowaniem komórek a klonowaniem organizmów wykazuje różnice między rozmnażaniem płciowym a klonowaniem 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> planuje doświadczenie, którego celem będzie udowodnienie, że jądro zróżnicowanej komórki zawiera informację genetyczną odpowiedzialną za rozwój organizmu wyjaśnia, dlaczego klonowanie człowieka budzi duży sprzeciw etyczny wymienia argumenty przemawiające za klonowaniem wymarłych gatunków zwierząt i przeciw niemu
21.	Biotechnologia molekularna w medycynie	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia: <i>diagnostyka molekularna, biofarmaceutyki, terapia genowa, komórki macierzyste</i> określa korzyści i zagrożenia wynikające z wiedzy dotyczącej poznania genomu człowieka oraz jego zsekwencjonowania 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie: <i>przeciwciała monoklonalne</i> wyjaśnia ogólną zasadę terapii genowej wymienia argumenty przemawiające za stosowaniem szczepionek wytwarzanych metodami inżynierii genetycznej omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej w wykrywaniu chorób genetycznych, zakaźnych, 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> omawia korzyści i zagrożenia wynikające z ustalenia sekwencji genomu człowieka omawia wykorzystanie diagnostyki molekularnej do obserwacji przebiegu terapii i badania DNA pod kątem predyspozycji danej osoby do wystąpienia niektórych chorób charakteryzuje techniki wykorzystywane w diagnostyce molekularnej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> określa znaczenie wykorzystania komórek macierzystych w leczeniu chorób przedstawia terapię genową jako metodę leczenia chorób wykazuje korzyści i zagrożenia wynikające ze stosowania terapii genowej omawia sposoby wytwarzania 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> planuje doświadczenie mające na celu udowodnienie, że zróżnicowane komórki można przekształcić w komórki macierzyste wyjaśnia sposób wykorzystania mikromacierzy w diagnostyce molekularnej wyjaśnia znaczenie i zastosowanie metod

		<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym zajmuje się diagnostyka molekularna • podaje przykłady technik inżynierii genetycznej, które są wykorzystywane w diagnostyce chorób genetycznych • podaje przykłady biofarmaceutyków 	<p>nowotworowych oraz wieloczynnikowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia sposoby powstawania i wykorzystania szczepionek rekombinowanych, szczepionek DNA, szczepionek RNA oraz szczepionek przeciwnowotworowych • wymienia przykłady leków otrzymanych metodami inżynierii genetycznej • podaje, na czym polega terapia genowa • omawia zastosowanie komórek macierzystych w leczeniu chorób człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych • porównuje szczepionki rekombinowane ze szczepionkami DNA • wyjaśnia sposób leczenia nowotworów przeciwciałami monoklonalnymi • przedstawia przebieg produkcji rekombinowanej insuliny 	<p>biofarmaceutyków i ich wykorzystania w leczeniu nowotworów i cukrzycy</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób biotechnologia może przyczynić się do postępu transplantologii 	<p>immunologicznych w badaniach molekularnych</p>
22.	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie: <i>profil genetyczny</i> • wymienia dziedziny nauki, w których wykorzystuje się profil genetyczny • przedstawia sposoby zastosowania metod genetycznych w sądownictwie 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia wykorzystanie biotechnologii molekularnej w sądownictwie • omawia zastosowanie profilu genetycznego • przedstawia wykorzystanie profili genetycznych w medycynie sądowej • dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • dowodzi, że wykorzystując metody biotechnologii molekularnej, można wykluczyć ojcostwo ze stuprocentową pewnością • formułuje własne opinie na temat rozwoju biotechnologii molekularnej • przedstawia sposób otrzymania profilu genetycznego • przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie mitochondrialnego DNA w badaniach ewolucyjnych • dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej • wyjaśnia, dlaczego do tworzenia profili genetycznych używa się sekwencji nukleotydów pochodzących z DNA pozagenowego 	<p><i>Uczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • na podstawie dostępnych źródeł wskazuje potencjalne korzyści i zagrożenia dla organizmów wynikające ze stosowania biotechnologii molekularnej
23.	Cykl komórkowy. Mitoza	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia etapy cyklu komórkowego • rozpoznaje etapy mitozy 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia pojęcie: <i>kariokineza</i> • charakteryzuje poszczególne etapy mitozy • wyjaśnia rolę interfazy 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje schemat przedstawiający ilość DNA i liczbę chromosomów 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje sposób formowania wrzeciona kariokinetycznego w komórkach roślinnej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, w jaki sposób cykl komórkowy jest kontrolowany w komórce

		<ul style="list-style-type: none"> • identyfikuje chromosomy płci i autosomy • identyfikuje chromosomy homologiczne • wyjaśnia różnice między komórką haploidalną a komórką diploidalną • wyjaśnia pojęcie: <i>apoptoza</i> 	<p>w cyklu życiowym komórki</p> <ul style="list-style-type: none"> • wymienia skutki zaburzeń cyklu komórkowego • wymienia czynniki wywołujące transformację nowotworową 	<p>w poszczególnych etapach cyklu komórkowego</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje poszczególne etapy interfazy • określa znaczenie wrzeciona kariokinetycznego • wyjaśnia, na czym polega programowana śmierć komórki 	<p>i zwierzęcej</p> <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje sytuacje, w których apoptoza komórek jest konieczna 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia skutki mechanizmu transformacji nowotworowej dla organizmu człowieka • argumentuje, że proces apoptozy jest ważny dla prawidłowego funkcjonowania organizmu
24.	Mejoza	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawia etapy mejozy • przedstawia znaczenie mejozy • wyjaśnia zjawisko <i>crossing-over</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje przebieg mejozy • charakteryzuje przebieg <i>crossing-over</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie <i>crossing-over</i> • wyjaśnia zmiany zawartości DNA podczas zapłodnienia • porównuje przebieg mitozy i mejozy 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zmiany zawartości DNA podczas mejozy • wyjaśnia znaczenie mejozy 	<ul style="list-style-type: none"> • argumentuje konieczność zmian zawartości DNA podczas mejozy • wyjaśnia związek rozmnażania płciowego z zachodzeniem procesu mejozy