

BIOLOGIA klasa 3 LO (4-letnie)

Poziom podstawowy

1. Podstawa programowa

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia

PODSTAWA PROGRAMOWA KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO DLA CZTEROLETNIEGO LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO I PIĘCIOLETNIEGO TECHNIKUM

Cele kształcenia – wymagania ogólne:

- I.** Pogłębianie wiedzy z zakresu budowy i funkcjonowania organizmu człowieka. Uczeń:
- 1) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w organizmie człowieka;
- II.** Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Uczeń:
- 1) planuje działania prozdrowotne;
 - 2) rozumie znaczenie badań profilaktycznych i rozpoznaje sytuacje wymagające konsultacji lekarskiej;
 - 3) rozumie znaczenie poradnictwa genetycznego i transplantologii;
 - 4) dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce zdrowia;
- III.** Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Uczeń:
- 1) określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;
 - 2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą;
 - 4) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski;
- IV.** Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Uczeń: 1) wykorzystuje różnorodne źródła i metody pozyskiwania informacji;
- 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe;
 - 5) objaśnia i komentuje informacje, posługując się terminologią biologiczną;
- V.** Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Uczeń:
- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski;
 - 2) przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi;
 - 3) wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem;
 - 4) wykazuje, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych.
- VI.** Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska. Uczeń:
- 1) rozumie zasadność ochrony przyrody;
 - 2) prezentuje postawę szacunku wobec wszystkich istot żywych oraz odpowiedzialnego i świadomego korzystania z dóbr przyrody;

- 3) objaśnia zasady zrównoważonego rozwoju.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia

2. Składniki organiczne. Uczeń:

- 4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych.

IV. Podziały komórkowe. Uczeń:

- 4) przedstawia istotę procesu replikacji DNA i uzasadnia jego konieczność przed podziałem komórki;

VI. Ekspresja informacji genetycznej w komórkach człowieka. Uczeń:

- 1) opisuje genom komórki oraz strukturę genu;
- 2) opisuje proces transkrypcji, z uwzględnieniem roli polimerazy RNA;
- 3) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej;
- 4) przedstawia cechy kodu genetycznego;
- 5) opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek;
- 6) przedstawia istotę regulacji ekspresji genów.

VII. Genetyka klasyczna.

1. Dziedziczenie cech. Uczeń:

- 1) przedstawia znaczenie badań Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech; 2) zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych, w tym cech warunkowanych przez allele wielokrotne; 3) przedstawia dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe i wielogenowe (dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja, współdziałanie dwóch lub większej liczby genów);
- 4) przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana;
- 5) analizuje dziedziczenie cech sprzężonych;
- 6) przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci u człowieka;
- 7) przedstawia dziedziczenie cech sprzężonych z płcią;
- 8) analizuje rodowody i na ich podstawie ustala sposób dziedziczenia danej cechy.

2. Zmienność organizmów. Uczeń:

- 1) opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji;
- 2) przedstawia typy zmienności: środowiskowa i genetyczna (rekombinacyjna i mutacyjna);
- 3) wyjaśnia, na przykładach, wpływ czynników środowiska na plastyczność fenotypów;
- 4) rozróżnia ciągłą i nieciągłą zmienność cechy;
- 5) przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej;
- 6) rozróżnia rodzaje mutacji genowych oraz określa ich skutki;
- 7) rozróżnia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz określa ich skutki;
- 8) określa, na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu, podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, fenyloketonuria, anemia sierpowata, albinizm, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, dystrofia mięśniowa Duchenne'a, krzywica oporna na witaminę D3; zespół Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa);

9) wykazuje związek pomiędzy narażeniem organizmu na działanie czynników mutagennych (fizycznych, chemicznych, biologicznych) a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób;

10) przedstawia transformację nowotworową komórek jako następstwo mutacji w obrębie genów kodujących białka regulujące cykl komórkowy oraz odpowiedzialne za naprawę DNA.

VIII. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

- 1) rozróżnia biotechnologię tradycyjną i molekularną;
- 2) przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków;
- 3) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA);
- 4) przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistyce, diagnostyce chorób;
- 5) wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych;
- 6) przedstawia potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych; podaje przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie organizmów;
- 7) opisuje klonowanie organizmów i przedstawia znaczenie tego procesu;
- 8) przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie;
- 9) przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego;
- 10) wyjaśnia istotę terapii genowej;
- 11) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;
- 12) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

IX. Ewolucja. Uczeń:

- 1) przedstawia historię myśli ewolucyjnej;
- 2) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji;
- 3) określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego;
- 4) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;
- 5) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący);
- 6) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;
- 8) przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji;
- 9) wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji ludzkiej utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne;
- 10) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową;
- 11) przedstawia specjację jako mechanizm powstawania gatunków;
- 12) rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;
- 13) przedstawia hipotezy wyjaśniające najważniejsze etapy biogenezy;
- 14) porządkuje chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi; wykazuje, że zmiany warunków środowiskowych miały wpływ na przebieg ewolucji;
- 15) porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych wskazując na ich cechy charakterystyczne;

- 16) określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami, na podstawie analizy drzewa rodowego;
- 17) przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych;
- 18) analizuje różnorodne źródła informacji dotyczące ewolucji człowieka i przedstawia tendencje zmian ewolucyjnych.

X. Ekologia. Uczeń:

- 1) rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy;
- 2) przedstawia elementy niszy ekologicznej organizmu; rozróżnia niszę ekologiczną od siedliska;
- 3) wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna;
- 4) wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji; planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska;
- 5) charakteryzuje populację, określając jej cechy (liczebność, zagęszczenie, struktura przestrzenna, wiekowa i płciowa); dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku;
- 6) przewiduje zmiany liczebności populacji, dysponując danymi o jej liczebności, rozrodczości, śmiertelności i migracjach osobników;
- 7) przedstawia modele wzrostu liczebności populacji;
- 8) wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych (mutualizm obligatoryjny i fakultatywny, komensalizm) w ekosystemie i podaje ich przykłady;
- 9) przedstawia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej;
- 10) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływanie antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków;
- 11) wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany;
- 12) przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu;
- 13) przedstawia obronne adaptacje ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin;
- 14) określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych;
- 15) wyjaśnia przepływ energii i obieg materii w ekosystemie;
- 16) opisuje obieg węgla i azotu w przyrodzie, wykazując rolę różnych grup organizmów w tych obiegach;
- 17) przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie, skutkujący zmianą składu gatunkowego.

XI. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Uczeń:

- 1) przedstawia typy różnorodności biologicznej: genetyczną, gatunkową i ekosystemową;
- 2) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;
- 3) wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną;
- 4) wykazuje wpływ działalności człowieka na różnorodność biologiczną;
- 5) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków;

- 6) uzasadnia konieczność zachowania tradycyjnych odmian roślin i tradycyjnych ras zwierząt dla zachowania różnorodności genetycznej;
- 7) uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000;
- 8) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej;
- 9) przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju.

2. Treści nauczania

Ogólne treści nauczania dla klasy 3 z biologii na poziomie podstawowym:

- I. Genetyka molekularna
- II. Genetyka klasyczna
- III. Biotechnologia
- IV. Ewolucja organizmów
- V. Ekologia
- VI. Ochrona przyrody

2. Szczegółowe treści nauczania dla poszczególnych działów zostały przedstawione w punkcie 2, w kolumnie: Treści nauczania

Lp.	Temat lekcji	Treści nauczania	Cele szczegółowe – zamierzone osiągnięcia ucznia	Wymagania ogólne podstawy programowej	Wymagania szczegółowe podstawy programowej
Klasa 3					
I. Genetyka molekularna					
1.	Genom komórki i struktura genu. Kod genetyczny	<ul style="list-style-type: none"> • DNA jako nośnik informacji genetycznej • budowa helisy DNA z uwzględnieniem wiązań chemicznych • replikacja DNA • genom komórki • gen • struktura genu 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia biologiczną rolę DNA • omawia budowę DNA • wskazuje i nazywa wiązania chemiczne obecne w DNA • wyjaśnia istotę procesu replikacji DNA i rolę polimerazy DNA • rozumie pojęcie <i>genu</i> • omawia strukturę genu 	I.1	I.2.4 IV.3 VI.1
2.	Transkrypcja – pierwszy etap powstawania białek. Modyfikacje potranskrypcyjne	<ul style="list-style-type: none"> • rodzaje RNA i ich funkcje w biosyntezie białek • proces transkrypcji z uwzględnieniem roli polimerazy RNA • modyfikacje potranskrypcyjne • kod genetyczny 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • omawia budowę RNA • rozróżnia poszczególne rodzaje RNA, uwzględniając ich rolę w ekspresji informacji genetycznej • opisuje proces transkrypcji • wyjaśnia znaczenie transkrypcji w odczytywaniu informacji genetycznej, a także rolę polimerazy RNA • wyjaśnia istotę obróbki potranskrypcyjnej • definiuje pojęcie <i>kodu genetycznego</i> • przedstawia cechy kodu genetycznego 	I.1 IV.2	VI.2 VI.3 VI.4
3.	Translacja – drugi etap powstawania białek. Modyfikacje potranslacyjne, regulacja ekspresji genów	<ul style="list-style-type: none"> • rola rybosomów w procesie biosyntezy białek • proces translacji • modyfikacje potranslacyjne białek 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • omawia przebieg procesu translacji, korzystając ze schematu 	I.1 IV.2	VI.5 VI.6

		<ul style="list-style-type: none"> • znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek • istota regulacji ekspresji genów 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia rolę modyfikacji potranslacyjnej białek w ich dostosowywaniu do pełnionych funkcji • omawia istotę regulacji ekspresji genów 		
II. Genetyka klasyczna					
1.	I prawo Mendla. Krzyżówka testowa	<ul style="list-style-type: none"> • badania Mendla i ich znaczenie w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech • linia czysta • pokolenie rodzicielskie, pierwsze i drugie pokolenie mieszańców • homozygota, heterozygota, cecha dominująca i recesywna, allele, allele dominujące i recesywne – oznaczenia literowe, fenotyp, genotyp • I prawo Mendla • krzyżówka testowa • rozwiązywanie krzyżówek genetycznych z wykorzystaniem I prawa Mendla i interpretacja ich wyników 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia badania Grzegorza Mendla i ocenia ich znaczenie w odkryciu podstawowych reguł dziedziczenia cech • wyjaśnia istotę czystych linii, pokolenia rodzicielskiego, pierwszego i drugiego pokolenia mieszańców • definiuje <i>genotyp</i> i <i>fenotyp</i> • wyjaśnia różnicę między cechami dominującymi a recesywnymi • wyjaśnia pojęcia: <i>allel</i>, <i>homozygota</i>, <i>heterozygota</i> oraz zapisuje ich genotypy, stosując odpowiednie oznaczenia literowe • zapisuje i analizuje krzyżówkę testową • przedstawia I prawo Mendla 	I.1	VII.1.1 VII.1.2
2.	II prawo Mendla	<ul style="list-style-type: none"> • II prawo Mendla • rozwiązywanie krzyżówek genetycznych z wykorzystaniem II prawa Mendla i interpretacja ich wyników 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia zapis II prawa Mendla w formie krzyżówki genetycznej • rozwiązuje zadania genetyczne z wykorzystaniem 	I.1	VII.1.2 VII.1.3
			<p>I i II prawa Mendla, interpretuje ich wyniki</p> <ul style="list-style-type: none"> • ustala prawdopodobieństwo uzyskania określonych fenotypów i genotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych 		
3.	Inne sposoby dziedziczenia cech	<ul style="list-style-type: none"> • dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe i wielogenowe • dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja • współdziałanie dwóch lub większej liczby genów • allele wielokrotne (grupy krwi układ AB0) • rozwiązywanie krzyżówek genetycznych dotyczących różnych sposobów dziedziczenia cech 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania genetyczne dotyczące różnych sposobów dziedziczenia cech: jednogenowego, dwugenowego i wielogenowego, z wystąpieniem kodominacji oraz dominacji pełnej i niepełnej • wyjaśnia istotę alleli wielokrotnych, zapisuje i analizuje krzyżówki ilustrujące dziedziczenie grup krwi 	I.1	VII.1.2 VII.1.3
4.	Chromosomowa teoria dziedziczenia	<ul style="list-style-type: none"> • badania Morgana • główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana • geny sprzężone • dziedziczenie cech sprzężonych • rozwiązywanie krzyżówek dotyczących cech sprzężonych • obliczanie odległości między genami 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia badania Tomasza Morgana i ocenia ich znaczenie dla rozwoju genetyki i inżynierii genetycznej • przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana • wyjaśnia istotę genów sprzężonych i oblicza odległość między genami na chromosomie • rozwiązuje zadania dotyczące dziedziczenia cech 	I.1	VII.1.4 VII.1.5

5.	Dziedziczenie płci. Cechy sprzężone z płcią	<ul style="list-style-type: none"> determinacja oraz dziedziczenie płci u człowieka dziedziczenie cech sprzężonych z płcią (hemofilia, daltonizm) rozwiązywanie krzyżówek dotyczących dziedziczenia cech sprzężonych z płcią 	<p>sprzężonych</p> <p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia genetyczne uwarunkowanie płci u człowieka wyjaśnia sposób dziedziczenia płci u ludzi przedstawia istotę dziedziczenia cech związanych z płcią rozwiązuje zadania genetyczne dotyczące dziedziczenia hemofilii i daltonizmu u ludzi 	I.1	VII.1.6 VII.1.7
6.	Zmienność organizmów	<ul style="list-style-type: none"> zmienność jako różnorodność fenotypowa osobników w populacji typy zmienności: środowiskowa i genetyczna (rekombinacyjna i mutacyjna) wpływ czynników środowiska na plastyczność fenotypów ciągła i nieciągła zmienność cechy źródła zmienności rekombinacyjnej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia zmienność fenotypową jako cechę powszechną organizmów przedstawia rodzaje zmienności, różniąc zmienność niedziedziczną (środowiskową) oraz dziedziczną (rekombinacyjną i mutacyjną) na wybranych przykładach analizuje wpływ czynników środowiska na zmienność organizmów omawia biologiczne uwarunkowania zmienności rekombinacyjnej rozdziela ciągłą i nieciągłą zmienność cechy 	I.1	VII.2.1 VII.2.2 VII.2.3 VII.2.4 VII.2.5
7.	Zmiany w informacji genetycznej – mutacje genowe	<ul style="list-style-type: none"> mutacja rodzaje mutagenów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie <i>mutacji</i> 	I.1 II.1	VII.2.6 VII.2.7
	i chromosomowe	<ul style="list-style-type: none"> rodzaje mutacji genowych i ich skutki rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz ich skutki 	<p>genetycznej, omawia skutki mutacji</p> <ul style="list-style-type: none"> analizuje przyczyny mutacji, różniąc mutacje samoistne i indukowane omawia czynniki indukujące mutacje: chemiczne, fizyczne i biologiczne, wykazuje związek między nimi a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób przedstawia rodzaje i skutki mutacji genowych i chromosomowych 		VII.2.9
8.	Choroby genetyczne człowieka. Choroby nowotworowe	<ul style="list-style-type: none"> podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, fenyloketonuria, anemia sierpowata, albinizm, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, dystrofia mięśniowa Duchenne’a, krzywica oporna na witaminę D₃, zespół Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa) sposoby dziedziczenia chorób analizy rodowodu lub kariotypu chorób związek pomiędzy narażeniem organizmu na działanie czynników mutagennych (fizycznych, chemicznych, biologicznych) a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób transformacja nowotworowa komórek i jej przyczyny (mutacje genów kodujących białka kontrolujące 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> omawia wybrane choroby z uwzględnieniem ich podłoża genetycznego: mukowiscydozę, fenyloketonurię, anemię sierpowatą, albinizm, hemofilię, daltonizm, płasawicę Huntingtona, dystrofię mięśniową Duchenne’a, krzywicę oporną na witaminę D₃, zespół Downa, zespół Turnera, zespół Klinefeltera na podstawie analizy rodowodów lub kariotypu omawia sposób dziedziczenia danej choroby wyjaśnia istotę poradnictwa genetycznego wyjaśnia mechanizm transformacji nowotworowej komórek, uwzględniając 	I.1 II.2 II.3	VII.1.8 VII.2.8 VII.2.10

		cykl komórkowy oraz białka odpowiedzialne za naprawę DNA)	wpływ mutacji na białka regulujące cykl komórkowy i procesy naprawcze DNA		
III. Biotechnologia					
1.	Biotechnologia tradycyjna	<ul style="list-style-type: none"> • biotechnologia • podział biotechnologii na tradycyjną i molekularną • współczesne zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie <i>biotechnologia</i> • rozróżnia biotechnologię tradycyjną i molekularną • podaje przykłady tradycyjnych procesów biotechnologicznych • omawia przykłady zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w różnych dziedzinach przemysłu (farmaceutycznym, spożywczym) • przedstawia znaczenie biotechnologii tradycyjnej w rolnictwie i ochronie przyrody, np. oczyszczaniu ścieków, biodegradacji 	IV.1	VIII.1 VIII.2
2.	Podstawowe techniki inżynierii genetycznej	<ul style="list-style-type: none"> • inżynieria genetyczna • techniki inżynierii genetycznej (elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA) • zastosowanie wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistyce, diagnostyce chorób 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym zajmuje się inżynieria genetyczna i w jaki sposób przyczynia się do rozwoju biotechnologii • omawia wybrane techniki inżynierii genetycznej: sekwencjonowanie DNA, elektroforezę, metodę PCR • znajduje zastosowanie technik inżynierii genetycznej w konkretnych dziedzinach, 	IV.5	VIII.3 VIII.4
			m.in. w diagnostyce chorób, medycynie sądowej, kryminalistyce		
3.	Organizmy zmodyfikowane genetycznie	<ul style="list-style-type: none"> • organizmy transgeniczne • GMO • sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych • przykłady organizmów transgenicznych • korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych • przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie organizmów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcia <i>organizm GMO</i> i <i>produkt GMO</i> • rozróżnia organizmy modyfikowane genetycznie i organizmy transgeniczne • korzystając ze schematu, omawia techniki uzyskiwania transgenicznych mikroorganizmów, roślin i zwierząt • podaje przykłady produktów uzyskiwanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie mikroorganizmów • przedstawia potencjalne korzyści i zagrożenia płynące ze stosowania modyfikowanych genetycznie roślin i zwierząt 	IV.2 V.2	VIII.5 VIII.6
4.	Klonowanie – korzyści i zagrożenia	<ul style="list-style-type: none"> • bliźnięta jednojajowe jako naturalne klony • sposoby klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt • sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowanie w medycynie • znaczenie klonowania – korzyści, zagrożenia 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie <i>klonu genetycznego</i> i omawia przykłady naturalnych klonów • na podstawie schematu opisuje techniki klonowania mikroorganizmów, roślin i zwierząt • omawia znaczenie procesu klonowania • rozróżnia klonowanie 	II.1 II.4 IV.2	VIII.7 VIII.8

			reprodukcyjne i terapeutyczne <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie <i>komórek macierzystych</i> • przedstawia sposoby pozyskiwania komórek macierzystych i możliwości ich wykorzystania w leczeniu chorób • uzasadnia przechowywanie krwi pępowinowej w bankach • analizuje korzyści i zagrożenia wynikające z klonowania organizmów 		
5.	Biotechnologia molekularna w sądownictwie, kryminalistyce i medycynie	<ul style="list-style-type: none"> • przykłady zastosowania biotechnologii molekularnej w sądownictwie, kryminalistyce, medycynie • terapia genowa • poradnictwo genetyczne • problemy społeczne i etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • omawia przykłady wykorzystania badań DNA w nauce (badania ewolucyjne), kryminalistyce (mikroślady biologiczne, ustalanie tożsamości osób), sądownictwie (ustalenie ojcostwa) • wyjaśnia istotę i wykorzystanie testów genetycznych w profilaktyce chorób nowotworowych i genetycznych • przedstawia terapię genową jako eksperymentalną formę leczenia chorób • omawia rozwój biotechnologii w kontekście rozwoju informatyki • analizuje najważniejsze 	II.1 II.2 II.4 V.2	VIII.9 VIII.10 VIII.11 VIII.12
			kontrowersje związane z inżynierią genetyczną, dostrzega związane z nią problemy społeczne i etyczne <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia konieczność regulacji prawnych związanych z biotechnologią nowoczesną 		
IV. Ewolucja organizmów					
1.	Rozwój myśli ewolucyjnej. Dowody ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> • ewolucja biologiczna • historia myśli ewolucyjnej (m.in. badania Lamarcka, Cuviera, Darwina, główne założenia teorii doboru naturalnego Darwina, syntetyczna teoria ewolucji) • źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji • pośrednie dowody ewolucji i ich przykłady • bezpośrednie dowody ewolucji i ich konwergencja i dywergencja • analiza drzewa filogenetycznego organizmów i określanie ich pokrewieństwa • współczesne metody określania pokrewieństwa organizmów oparte m.in. na sekwencjonowaniu DNA 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie <i>ewolucji biologicznej</i> • omawia wybrane przykłady koncepcji ewolucyjnych o znaczeniu historycznym • wyjaśnia założenia teorii ewolucji i doboru naturalnego Karola Darwina • przedstawia istotę syntetycznej teorii ewolucji • omawia źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji, rozróżniając pośrednie i bezpośrednie dowody ewolucji • na podstawie schematu lub opisu rozpoznaje konwergencję i dywergencję oraz narządy analogiczne i homologiczne • analizuje drzewa rodowe organizmów i ustala na ich podstawie pokrewieństwo ewolucyjne gatunków 	IV.2 V.1 V.4	IX.1 IX.2 IX.3 IX.12
2.	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji	<ul style="list-style-type: none"> • rodzaje i znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji 	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> • ocenia znaczenie zmienności 	V.1 V.4	IX.4 IX.5

		<ul style="list-style-type: none"> • dobór naturalny i sztuczny • mechanizm działania doboru naturalnego • rodzaje doboru naturalnego (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący) oraz ich przykłady • znaczenie doboru naturalnego (cechy adaptacyjne utrwalane przez działanie doboru) 	<p>organizmów w kontekście procesów ewolucyjnych</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia rodzaje zmienności organizmów w procesie ewolucji • odróżnia dobór sztuczny od doboru naturalnego • opisuje mechanizm działania doboru naturalnego • wykazuje rolę doboru naturalnego w uzyskiwaniu przez organizmy nowych cech adaptacyjnych • omawia rodzaje doboru naturalnego: stabilizujący, kierunkowy i różnicujący oraz podaje ich przykłady 		IX.6
3.	Ewolucja na poziomie populacji. Powstawanie gatunków – specjacja	<ul style="list-style-type: none"> • pula genowa populacji • gatunek jako izolowana pula genowa • populacja w stanie równowagi genetycznej • przyczyny zmian częstości alleli w populacji • dryf genetyczny • dobór genetyczny a allele warunkujące choroby genetyczne • specjacja jako mechanizm powstawania gatunków • mechanizmy izolacji rozrodczej 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie <i>puli genowej populacji</i> • przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji • wyjaśnia, czym jest dryf genetyczny i w jakich warunkach zachodzi • analizuje sprzeczność między mechanizmami doboru naturalnego a utrzymywaniem się alleli warunkujących choroby genetyczne w populacji ludzkiej • definiuje gatunek jako 	V.1 V.4	IX.8 IX.9 IX.10 IX.11
			<p>izolowaną pulę genową</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia specjację jako mechanizm powstawania nowych gatunków 		
4.	Historia życia na Ziemi	<ul style="list-style-type: none"> • hipotezy wyjaśniające najważniejsze etapy biogenezy (powstanie życia, powstanie komórki eukariotycznej, pochodzenie i rozwój roślin, grzybów oraz zwierząt) • teoria endosymbiozy • chronologicznie przedstawianie wydarzeń z historii życia na Ziemi • wpływ zmiany warunków środowiskowych na przebieg ewolucji • wielkie wymierania 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie <i>biogenezy</i> • przedstawia chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi • omawia hipotezy wyjaśniające najważniejsze etapy biogenezy, w tym powstanie życia, komórki i organizmów wielokomórkowych • przedstawia teorię endosymbiozy • analizuje wpływ czynników środowiskowych na przebieg ewolucji • ocenia wpływ człowieka na przebieg ewolucji w kontekście koncepcji kolejnego wielkiego wymierania organizmów 	V.1 V.4	IX.13 IX.14
5.	Antropogeneza	<ul style="list-style-type: none"> • pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami (analiza rodowodu) • podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi (w tym podobieństwa i różnice w genach) • cechy odróżniające człowieka od małych człokształtnych • formy kopalne człowiekowatych i ich cechy charakterystyczne 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie <i>antropogenezy</i> • omawia źródła informacji dotyczących ewolucji człowieka • przedstawia tendencje zmian w ewolucji człowieka, uwzględniając formy kopalne człowiekowatych 	IV.2 V.4	IX.15 IX.16 IX.17 IX.18

		<ul style="list-style-type: none"> • najnowsze odkrycia dotyczące antropogenezy (w tym analiza podobieństw i różnic w genach człowieka, neandertalczyka, denisowianina) 	<ul style="list-style-type: none"> • porządkuje chronologicznie wybrane formy kopalne człowiekowatych i przedstawia ich cechy charakterystyczne • analizuje drzewo rodowe człowieka i ocenia jego pokrewieństwo z innymi zwierzętami • przedstawia podobieństwa i różnice między człowiekiem a innymi naczelnymi 		
V. Ekologia					
1.	Organizm w środowisku. Tolerancja ekologiczna	<ul style="list-style-type: none"> • ekologia • czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy • nisza ekologiczna, siedlisko • tolerancja ekologiczna • zakres tolerancji ekologicznej • bioindykacja, przykłady bioindykatorów • doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia ekologię jako dziedzinę biologii badającą organizmy w środowisku • definiuje podstawowe pojęcia ekologiczne: <i>populacja, biotop, biocenoza, ekosystem, biom, biosfera</i> • umiejscawia wskazany organizm w środowisku, wyjaśniając czym jest jego siedlisko oraz jego nisza ekologiczna • omawia czynniki środowiskowe oddziałujące na organizm, dzieląc je na biotyczne i abiotyczne • wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna, wymienia przykłady organizmów o wąskim i szerokim zakresie tolerancji 	III.1 III.2 III.4 V.3	X.1 X.2 X.3 X.4
			<p>ekologicznej względem danego czynnika</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia znaczenie bioindykacji: podaje przykłady wykorzystania konkretnych organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej • bada zakres tolerancji ekologicznej organizmu względem wybranego czynnika, planuje w tym celu odpowiednie doświadczenie 		
2.	Cechy populacji	<ul style="list-style-type: none"> • liczebność, zagęszczenie, struktura przestrzenna, wiekowa i płciowa populacji • obserwacja cech populacji wybranego gatunku • zmiany liczebności populacji, migracje • modele wzrostu liczebności populacji 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje strukturę ilościową i przestrzenną populacji, uwzględniając liczebność, zagęszczenie, strukturę wiekową i płciową oraz rozmieszczenie osobników w populacji • odczytuje i przetwarza powyższe dane na wykresach, diagramach i schematach oraz dokonuje ich obserwacji na osobnikach danego gatunku • analizuje dane dotyczące liczebności, rozrodczości, śmiertelności oraz migracji osobników i na ich podstawie przewiduje zmiany liczebności populacji • omawia modele wzrostu liczebności populacji 	III.1 IV.2 V.3	X.5 X.6 X.7
3.	Oddziaływania antagonistyczne i	<ul style="list-style-type: none"> • znaczenie zależności nieantagonistycznych (mutualizm 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia nieantagonistyczne 	IV.2 V.3	X.8 X.9

	nieantagonistyczne między organizmami	obligatoryjny i fakultatywny, komensalizm) w ekosystemie i ich przykłady <ul style="list-style-type: none"> • skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i między-gatunkowej • doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków • zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany • adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu • obronne adaptacje ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin 	zależności między populacjami z uwzględnieniem komensalizmu i mutualizmu obligatoryjnego oraz fakultatywnego, podaje ich przykłady <ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady antagonistycznych zależności w ekosystemie, bada je, planując odpowiednie doświadczenie • rozróżnia konkurencję wewnątrzgatunkową i międzygatunkową, przedstawia ich skutki • omawia adaptacje drapieżników, roślinożerców i pasożytów do zdobywania pokarmu • przedstawia mechanizmy obronne ofiar drapieżników, roślinożerców i pasożytów • analizuje zmiany liczebności populacji zjadających i zjadanych 		X.10 X.11 X.12 X.13
4.	Struktura ekosystemu i jego przemiany	<ul style="list-style-type: none"> • ekosystem, biotop, biocenoza • zależności pokarmowe w ekosystemie (sieć pokarmowa, łańcuch pokarmowy), producenci, konsumenci, destruenci • sukcesja ekologiczna 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje strukturę ekosystemu z uwzględnieniem roli biotopu i biocenozy • omawia poziomy troficzne ekosystemu, przedstawia je w postaci piramidy • analizuje zależności pokarmowe w ekosystemie, korzystając ze schematów sieci 	IV.2 V.1 V.3	X.14 X.17
			<p>troficznych</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia zależności pokarmowe między osobnikami w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych • definiuje pojęcie <i>sukcesji</i>, omawia etapy przekształcania się ekosystemu w czasie z uwzględnieniem zmiany składu gatunkowego • rozróżnia sukcesję pierwotną i wtórną 		
5.	Przepływ energii i krążenie materii w ekosystemie. Obieg węgla i azotu w przyrodzie	<ul style="list-style-type: none"> • przepływ energii i obieg materii w ekosystemie • obieg węgla i azotu w przyrodzie 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisuje krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie • omawia obieg węgla i azotu w przyrodzie z uwzględnieniem roli różnych grup organizmów w poszczególnych etapach • analizuje na schematach etapy obiegu węgla i azotu w przyrodzie 	IV.2 V.1	X.15 X.16
VI. Ochrona przyrody					
1.	Czym jest różnorodność biologiczna? Zagrożenia różnorodności biologicznej	<ul style="list-style-type: none"> • różnorodność biologiczna • typy różnorodności biologicznej: genetyczna, gatunkowa i ekosystemowa • główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni) • przykłady miejsc 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia istotę różnorodności biologicznej, rozróżniając jej trzy typy: genetyczny, gatunkowy i ekosystemowy • przedstawia główne czynniki geograficzne wpływające na różnorodność gatunkową 	VI.1 VI.2	XI.1 XI.2 XI.3 XI.4

		<p>charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym</p> <ul style="list-style-type: none"> • związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej • wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną 	<p>i ekosystemową na Ziemi</p> <ul style="list-style-type: none"> • wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej • podaje przykłady ekosystemów o szczególnie dużej oraz ubogiej różnorodności biologicznej • analizuje wpływ działalności człowieka na różnorodność biologiczną: ocenia negatywne dla środowiska skutki urbanizacji, industrializacji, intensyfikacji rolnictwa oraz rozwoju komunikacji i turystyki • jest świadomy ekspansywności działalności człowieka w środowisku i dostrzega związaną z tym degradację przyrody 		
2.	Sposoby ochrony przyrody	<ul style="list-style-type: none"> • ochrona indywidualna, obszarowa i gatunkowa • ochrona bierna i czynna • restytucja i reintrodukcja gatunków • przykłady restytuowanych gatunków • sposoby zachowania tradycyjnych odmian roślin i tradycyjnych ras zwierząt oraz ich znaczenie dla zachowania różnorodności genetycznej • banki genów 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia ochronę bierną i czynną, podaje ich przykłady • wyjaśnia istotę i znaczenie restytucji gatunków, podaje przykłady gatunków restytuowanych • omawia znaczenie reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej • podkreśla rolę tradycyjnych odmian roślin i ras zwierząt 	VI.1 VI.2	XI.5 XI.6
			<p>w zachowaniu różnorodności biologicznej</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedstawia znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w ochronie bioróżnorodności na przykładzie banków genów 		
3.	Ochrona przyrody w Polsce. Międzynarodowe formy ochrony przyrody	<ul style="list-style-type: none"> • formy ochrony przyrody w Polsce • międzynarodowe formy ochrony przyrody, rezerwaty biosfery, Natura 2000 • współpraca międzynarodowa (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) • zrównoważony rozwój 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • omawia przykładowe formy ochrony indywidualnej, gatunkowej i obszarowej w Polsce, w tym program Natura 2000 • uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody • wyjaśnia istotę współpracy międzynarodowej dla ochrony bioróżnorodności z uwzględnieniem zapisów CITES, Konwencji o Różnorodności Biologicznej, Agendy 21 • przedstawia założenia zrównoważonego rozwoju 	VI.1 VI.3	XI.7 XI.8 XI.9