

Program nauczania biologii dla liceum ogólnokształcącego i technikum

Zakres rozszerzony

NOWA Biologia na czasie

Program został opracowany na podstawie
programu nauczania Urszuli Poziomek



© Copyright by Nowa Era Sp. z o. o.
Warszawa 2024

Spis treści

I. Wstęp.....	3
II. Cele ogólne programu	3
III. Cele szczegółowe programu	4
IV. Treści nauczania i rozkład materiału.....	4
V. Formy i metody pracy	49
VI. Ocenianie osiągnięć uczniów	50
VII. Ewaluacja programu	50
VIII. Sposoby realizacji programu.....	50
IX. Zapisy w podstawie programowej dotyczące nauczania biologii w zakresie rozszerzonym na III etapie edukacyjnym	50
X. Literatura	61

I. Wstęp

Proponowany program nauczania przeznaczony dla III etapu edukacyjnego jest zgodny z głównymi założeniami ogólnymi reformy programowej, w szczególności z *Rozporządzeniem* Ministra Edukacji Narodowej z dnia 28 czerwca 2024 roku zmieniającym rozporządzenie w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia (Dz. U. z 2024 r. poz. 737 i 854).

Program uwzględnia cele kształcenia (wymagania ogólne) i treści nauczania (wymagania szczegółowe), poszerzając te ostatnie o zapisy, które wydawały się konieczne do prawidłowej realizacji procesu dydaktycznego. Program zakłada poszerzanie oraz pogłębianie wiedzy na bazie wiadomości i umiejętności uzyskanych na niższych etapach edukacyjnych. Wskazane jest zatem, by nauczyciel zapoznał się z podstawą programową biologii w szkole podstawowej – wówczas będzie wiedział, jakich wiadomości i umiejętności powinien oczekiwać od uczniów. Biologia w liceum ogólnokształcącym i technikum może być nauczana w zakresie podstawowym i w zakresie rozszerzonym. W niniejszym programie dla zakresu rozszerzonego zwraca się szczególną uwagę na integrowanie wiedzy o zjawiskach i procesach zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Istotnym aspektem nauczania biologii w zakresie rozszerzonym jest przygotowanie ucznia do samodzielnego i zespołowego rozwiązywania problemów badawczych, a także kształcenie umiejętności analizy wyników doświadczeń i obserwacji oraz formułowania na ich podstawie wniosków. Powinno temu towarzyszyć nabywanie umiejętności posługiwania się podstawowymi technikami laboratoryjnymi, a także poznawanie metod badawczych związanych z doświadczeniami i obserwacjami. W realizacji programu ważne jest również rozwijanie umiejętności korzystania z różnorodnych źródeł informacji oraz kształcenie nawyku uaktualniania wiedzy.

W programie zaproponowano autorską koncepcję realizacji treści nauczania. Jest on przeznaczony dla szerokiego kręgu odbiorców, umożliwiając w ten sposób zróżnicowanie wymagań edukacyjnych ze względu na potrzeby uczniów. Dla uczniów szczególnie uzdolnionych przydatna będzie ponadto literatura uzupełniająca, stanowiąca wsparcie w indywidualnej nauce. Założeniem programu jest bowiem nacisk na samokształcenie uczniów, zgodnie z intencją twórców podstawy programowej biologii w zakresie rozszerzonym. Zakładają oni, że osoby zainteresowane dalszą edukacją przyrodniczą powinny już na etapie szkoły ponadpodstawowej uczyć się samodzielnego studiowania i realizowania prac badawczych poza szkołą.

II. Cele ogólne programu

- Rozwijanie ciekawości poznawczej poprzez zachęcanie uczniów do rozwiązywania problemów biologicznych metodami naukowymi; rozwijanie i doskonalenie umiejętności posługiwania się metodą naukową (obserwacją i doświadczeniem) w badaniu przyrody.
- Doskonalenie umiejętności odróżniania wiedzy potocznej od wiedzy potwierdzonej metodami naukowymi, faktów od opinii, a także umiejętności analizy korzyści i zagrożeń wynikających z badań naukowych oraz dylematów etycznych z nimi związanych.
- Doskonalenie umiejętności poszukiwania, oceny, selekcjonowania i wykorzystywania informacji w zgodzie z naukowym światopoglądem i racjonalnym myśleniem, w tym informacji pozyskiwanych z internetu.
- Rozwijanie umiejętności rozumowania przyczynowo-skutkowego, wyjaśniania, argumentowania, uzasadniania, wykazywania związków, np. struktury i funkcji, porównywania.
- Kształtowanie postaw i zachowań promujących zdrowy tryb życia, zarówno

w aspekcie fizycznym, jak i psychicznym.

- Kształtowanie postaw proekologicznych – szacunku i właściwej postawy wobec przyrody w aspekcie zrównoważonego rozwoju.
- Rozwijanie postaw patriotycznych poprzez nacisk na znajomość gatunków rodzimych, unikatowych ekosystemów krajowych i obszarów chronionych w Polsce.
- Rozwijanie umiejętności pracy w zespole, w szczególności w pracy na lekcji i pracy metodą projektu.
- Rozwijanie umiejętności wykorzystywania technologii informacyjno-komunikacyjnej w kształceniu i samokształceniu.

III. Cele szczegółowe programu

Cele szczegółowe są spójne z celami kształcenia, które zostały zapisane w podstawie programowej w formie sześciu rozbudowanych punktów.

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia.
- II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań.
- III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych.
- IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.
- V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka.
- VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska.

W powyższych punktach określono umiejętności, które są konieczne do prawidłowej realizacji kształcenia przyrodniczego oraz do przeprowadzenia prac badawczych. Umiejętności te warunkują krytyczne i twórcze podejście do rzeczywistości przyrodniczej, które są konieczne na każdym etapie edukacji.

Cele te, potraktowane jako **wymagania uzupełniające**, są dopełnieniem **wymagań koniecznych**, które zostały opisane jako treści kształcenia (wymagania szczegółowe). Założony podział na wymagania konieczne i uzupełniające stanowi podstawę propozycji systemu oceniania uczniów.

IV. Treści nauczania i rozkład materiału

Treści nauczania podzielono na cztery części, zgodnie z przyjętą liczbą godzin i ramowym planem nauczania biologii w zakresie rozszerzonym w cyklu czteroletnim. Treści nauczania zawarto w 26 rozdziałach (w nawiasach podano liczbę godzin przeznaczonych na realizację rozdziału, z uwzględnieniem sprawdzenia wiedzy).

Część I – dwie godziny tygodniowo

- I. Badania biologiczne (4).
- II. Chemiczne podstawy życia (14).
- III. Komórka – podstawowa jednostka życia (15).
- IV. Metabolizm (20).

Pozostałe godziny są przeznaczone na lekcje powtórzeniowe, sprawdziany, dodatkowe obserwacje i doświadczenia oraz ćwiczenie umiejętności diagnozowanych na egzaminie maturalnym.

Część II – trzy godziny tygodniowo

- I. Bezkomórkowe czynniki zakaźne (2)
- II. Różnorodność prokariontów, protistów, grzybów i porostów (11).
- III. Różnorodność roślin (23).
- IV. Funkcjonowanie roślin (13).
- V. Różnorodność bezkręgowców (19).
- VI. Różnorodność kręgowców (17).

Pozostałe godziny są przeznaczone na lekcje powtórzeniowe, sprawdziany, dodatkowe obserwacje i doświadczenia oraz ćwiczenie umiejętności diagnozowanych na egzaminie

maturalnym.

Część III – trzy godziny tygodniowo

- I. Organizm człowieka jako funkcjonalna całość (3).
- II. Układ powłokowy (5).
- III. Układ ruchu (8).
- IV. Układ pokarmowy (9).
- V. Układ oddechowy (5).
- VI. Układ krążenia. Odporność (9).
- VII. Układ moczowy (5)
- VIII. Układ nerwowy (9).
- IX. Narządy zmysłów (6).
- X. Układ hormonalny (7).
- XI. Rozmnażanie i rozwój (7).

Pozostałe godziny są przeznaczone na lekcje powtórzeniowe, sprawdziany, dodatkowe obserwacje i doświadczenia oraz ćwiczenie umiejętności diagnozowanych na egzaminie maturalnym.

Część IV – dwie godziny tygodniowo

- I. Genetyka molekularna (10).
- II. Genetyka klasyczna (10).
- III. Zmienność organizmów (5)
- IV. Biotechnologia (6).
- V. Ewolucja organizmów (8).
- VI. Ekologia i różnorodność biologiczna (13).

Pozostałe godziny są przeznaczone na lekcje powtórzeniowe, sprawdziany, dodatkowe obserwacje i doświadczenia oraz ćwiczenie umiejętności diagnozowanych na egzaminie maturalnym.

Treści nauczania programu realizowane na poszczególnych lekcjach i będące w większości kopią zapisów treści nauczania podstawy programowej, to precyzyjnie opisane osiągnięcia ucznia w postaci wiedzy i konkretnych umiejętności. Czasowniki operacyjne takie jak *wymienia, podaje, określa, opisuje, porównuje* – są przypisane do wymagań koniecznych. Z kolei czasowniki *uzasadnia, wykazuje, wyjaśnia* opisują umiejętności ucznia, które są traktowane jako wymagania uzupełniające.

Lp.	Temat	Cele kształcenia – wymagania ogólne/uzupełniające	Treści nauczania – wymagania szczegółowe/konieczne	Proponowane procedury osiągnięcia celów (metody i formy pracy)	Proponowane środki dydaktyczne
Klasa 1					
Rozdział I. Wprowadzenie do realizacji programu. Badania biologiczne					
1	Organizacja pracy na lekcjach biologii	Uczeń potrafi odnaleźć ważne dla niego dokumenty i skorzystać z nich, zna zasady komunikowania się z nauczycielem.	Organizacja pracy na lekcjach biologii.	• prezentacja podstawy programowej, programu nauczania, przedmiotowych zasad oceniania (PZO) • prezentacja obowiązujących podręczników, literatury uzupełniającej; omówienie zasad komunikacji między uczniem a nauczycielem, a także liczby sprawdzianów i zasad poprawiania ocen • wyjaśnienie podstawowych zasad obowiązujących w czasie lekcji, w szczególności zasad BHP w trakcie zajęć laboratoryjnych	• strony internetowe: www.cke.edu.pl, www.men.gov.pl • PZO • program nauczania biologii • zalecane podręczniki do nauki biologii • literatura uzupełniająca
2	Metody badawcze w biologii	II.1), II.2), II.4), II.5), III.1), III.3)		• pogadanka, burza mózgów • analiza zadań typu maturalnego diagnozujących wiedzę z zakresu metod badawczych (problem badawczy, hipoteza badawcza, próba kontrolna, próba badawcza, wnioskowanie)	• zadania typu maturalnego dotyczące metod badawczych
3	Obserwacje mikroskopowe	II.6)		• omówienie budowy mikroskopu optycznego • wykonywanie preparatów mikroskopowych • obserwacja trwałych i nietrwałych preparatów pod mikroskopem optycznym	• mikroskop optyczny • materiały do wykonywania preparatów mikroskopowych • trwałe i nietrwałe preparaty do obserwacji mikroskopowej
4	Proste analizy statystyczne w biologii	II.3)	[...] analizowanie wyników eksperymentów czy doświadczeń z użyciem podstawowych parametrów statystycznych: średniej	• omówienie prostych analiz statystycznych do opisu i interpretacji wyników badań • analiza zadań typu maturalnego	• zadania typu maturalnego z wykorzystaniem prostych analiz

			arytmetycznej i ważonej, mediany oraz odchylenia standardowego [...].	diagnozujących wiedzę o prostych analizach statystycznych	statystycznych
5	Analiza materiałów źródłowych	III.1)–III.6)		• praca z materiałami źródłowymi pochodzącymi z internetu i literatury uzupełniającej	• teksty źródłowe z internetu i literatury uzupełniającej
Rozdział II. Chemiczne podstawy życia					
1	Skład chemiczny organizmów		I.1.1) przedstawia znaczenie biologiczne makroelementów, w tym pierwiastków biogennych; I.1.2) przedstawia znaczenie biologiczne wybranych mikroelementów (Fe, J, F); I.1.3) wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów, z uwzględnieniem jej właściwości fizycznych i chemicznych.	• praca z materiałem źródłowym dotyczącym makroelementów i mikroelementów • obserwacja napięcia powierzchniowego wody, kohezji i adhezji w rurkach kapilarnych, doświadczenie – wpływ detergentu na napięcie powierzchniowe wody	• teksty źródłowe z literatury uzupełniającej • materiały do przeprowadzenia obserwacji, m.in. rurki kapilarne, detergent
2	Budowa i funkcje sacharydów	II.1)–II.5)	I.2.1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe α , β); rozdziela monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna) i określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyczne i chemiczne; planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność skrobi w materiale biologicznym;	• analiza budowy monosacharydów • praca w grupach nad konstruowaniem schematu podziału sacharydów na monosacharydy, oligosacharydy i polisacharydy wraz z ich przykładami • rozsypanka na temat funkcji poszczególnych sacharydów • wykrywanie skrobi w bulwach ziemniaka	• arkusze formatu A1, kolorowe flamastry • rozsypanka • materiały do wykrywania skrobi, m.in. płyn Lugola, bulwa ziemniaka
3	Budowa i funkcje lipidów	II.1)–II.5)	I.2.3) przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozdziela lipidy proste i złożone, przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne; 2) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym;	• praca w grupach nad budową i funkcjami lipidów • wykrywanie lipidów w nasionach słonecznika	• materiały do wykrywania lipidów, m.in. odczynnik Sudan III, nasiona słonecznika

4	Aminokwasy. Budowa i funkcje białek		I.2.2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, hemoglobina, mioglobina);	• analiza schematów przedstawiających budowę aminokwasu i sposób powstawania wiązania peptydowego • analiza budowy białek prostych i białek złożonych • analiza schematów przedstawiających strukturę przestrzenną białek • tworzenie tabeli z podziałem białek ze względu na funkcje	• schematy budowy aminokwasu i sposobu powstawania wiązania peptydowego • schematy struktury przestrzennej białek
5	Właściwości i wykrywanie białek	II.1)–II.5)	I.2.2) przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko; 1) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym;	• badanie wpływu czynników fizykochemicznych na białko • wykrywanie obecności białek w materiale biologicznym	• materiały do badania wpływu różnych substancji i wysokiej temperatury na białko, m.in. etanol, kwas siarkowy(VI), chlorek sodu, palnik, jajo kurze • materiały do wykrywania wiązań peptydowych, m.in. roztwór NaOH o stężeniu 10%, roztwór CuSO₄ o stężeniu 1%, jajo kurze
6	Budowa i funkcje nukleotydów oraz kwasów nukleinowych		I.2.4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych.	• analiza schematów przedstawiających budowę nukleotydów • omówienie funkcji nukleotydów • analiza schematów przedstawiających budowę DNA i RNA • porównanie w tabeli budowy DNA i RNA • omówienie funkcji DNA i RNA	• schematy przedstawiające budowę nukleotydów • schematy przedstawiające budowę DNA i RNA
Rozdział III. Komórka – podstawowa jednostka życia					
1	Budowa i funkcje komórki. Rodzaje komórek	I.3), II.6)	II.1) rozpoznaje elementy budowy komórki eukariotycznej na preparacie mikroskopowym, na mikro fotografii, rysunku lub na schemacie II.13) wykazuje różnice w budowie komórki prokariotycznej i eukariotycznej; II.14) wykazuje różnice w budowie komórki	• analiza porównawcza elektronogramów komórek prokariotycznych i komórek eukariotycznych (zwierzęcych, roślinnych i grzybowych), opis elementów ich budowy • analiza schematów przedstawiających budowę komórek prokariotycznych i komórek eukariotycznych • prezentacja ilustracji komórek o różnych	• elektronogramy komórek prokariotycznych i komórek eukariotycznych (zwierzęcych, roślinnych i grzybowych) • schematy komórek prokariotycznych i komórek eukariotycznych

			roślinnej, grzybowej i zwierzęcej. II.7) przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki;	kształtach • obserwacja mikroskopowa preparatów komórek prokariotycznych (np. bakterii nazębnych) i komórek eukariotycznych (zwierzęcych – np. komórek nabłonkowych jamy ustnej, roślinnych – np. komórek skórki liścia spichrzowego cebuli)	• mikroskopy optyczne, szkiełka podstawowe, szkiełka nakrywkowe, patyczki do czyszczenia uszu lub wymazówki, cebula, woda, atrament (w celu zwiększenia kontrastu obrazu)
2	Błony biologiczne		II.2) wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami;	• analiza schematów przedstawiających błony biologiczne • omówienie podstawowych funkcji błon biologicznych • omówienie podstawowych właściwości błon biologicznych	• schematy przedstawiające błony biologiczne do podpisywania poszczególnych elementów
3	Transport przez błony biologiczne	II.1)–II.5)	II.3) rozróżnia rodzaje transportu do i z komórki (dyfuzja prosta i wspomagana, transport aktywny, endocytoza i egzocytoza); II.4) wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące zjawisko osmozy wywołane różnicą stężeń wewnątrz i na zewnątrz komórki; planuje i przeprowadza obserwację zjawiska plazmolizy;	• praca z tekstem źródłowym dotyczącym transportu substancji przez błony biologiczne • analiza schematów przedstawiających transport substancji przez błony biologiczne • doświadczenie wykazanie procesu osmozy wywołanej różnicą stężeń wewnątrz i na zewnątrz komórki • obserwacja mikroskopowa zjawisk plazmolizy i deplazmolizy w komórkach skórki liścia spichrzowego cebuli	• tekst źródłowy dotyczący transportu substancji przez błony biologiczne • schematy przedstawiające transport substancji przez błony biologiczne • materiały do doświadczenia, m.in. zlewki, szpilki, roztwór chlorku sodu (soli kuchennej), bulwy ziemniaka • materiały do obserwacji, m.in. mikroskop optyczny, roztwór sacharozy, woda, cebula
4	Jądro komórkowe. Cytosol		II.5) przedstawia budowę jądra komórkowego i jego rolę w funkcjonowaniu komórki; II.12) przedstawia znaczenie cytoszkieletu w ruchu komórek, transporcie wewnątrzkomórkowym, podziałach komórkowych oraz stabilizacji struktury komórki; dokonuje obserwacji	• analiza schematu przedstawiającego budowę jądra komórkowego • pogadanka na temat składu cytoplazmy • praca w grupach eksperckich nad elementami cytoszkieletu	• schemat przedstawiający budowę jądra komórkowego

			mikroskopowych ruchów cytoplazmy w komórkach roślinnych;		
5	Mitochondria i plastydy. Teoria endosymbiozy		II.8) opisuje budowę mitochondriów i plastydów ze szczególnym uwzględnieniem chloroplastów; dokonuje obserwacji mikroskopowych plastydów w materiale biologicznym; II.9) przedstawia argumenty przemawiające za endosymbiotycznym pochodzeniem mitochondriów i chloroplastów;	• omówienie budowy mitochondrium i chloroplastu • analiza porównawcza budowy mitochondrium i chloroplastu pod kątem podobieństwa budowy • omówienie pozostałych rodzajów plastydów • analiza tekstu źródłowego i schematu dotyczących teorii endosymbiozy	• elektronogramy komórek z zaznaczonymi mitochondriami i chloroplastami • schematy przedstawiające budowę mitochondrium i chloroplastu • tekst źródłowy dotyczący teorii endosymbiozy
6	Struktury komórkowe otoczone jedną błoną i rybosomy		II.6) opisuje budowę rybosomów, ich powstawanie i pełnioną funkcję oraz określa ich lokalizację w komórce; II.7) przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki; II.1). przedstawia znaczenie wakuoli w funkcjonowaniu komórki roślinnej;	• analiza schematu przedstawiającego syntezę i modyfikacje białek • tworzenie mapy mentalnej na temat struktur komórkowych otoczonych jedną błoną • analiza schematu przedstawiającego zasadę działania lizosomu	• schemat przedstawiający syntezę i modyfikacje białek • materiały do mapy mentalnej
7	Ściana komórkowa.	II.6)	II.10) wykazuje związek budowy ściany komórkowej z pełnioną funkcją oraz wskazuje grupy organizmów, u których ona występuje; IX.2.4) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach roślinnych;	• tworzenie mapy mentalnej na temat budowy i funkcji ściany komórkowej w komórkach prokariotycznych, roślinnych i grzybowych • analiza schematu przedstawiającego budowę roślinnej ściany komórkowej • obserwacja mikroskopowa roślinnej ściany komórkowej • omówienie podstawowych połączeń międzykomórkowych w tkankach roślinnych	• materiały do mapy mentalnej • schemat przedstawiający budowę roślinnej ściany komórkowej • mikroskopy optyczne oraz materiały niezbędne do obserwacji mikroskopowej, m.in. cebula

8	Cykl komórkowy. Mitoza		IV.1) przedstawia organizację materiału genetycznego w komórce; IV.3) opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki IV.4) opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy [...]; IV.5) rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy mitozy [...]; IV.6) przedstawia znaczenie mitozy [...] w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi; IV.8) przedstawia apoptozę jako proces warunkujący prawidłowy rozwój i funkcjonowanie organizmów wielokomórkowych.	• prezentacja filmu edukacyjnego na temat upakowania DNA w jądrze komórkowym • analiza schematu przedstawiającego cykl komórkowy • analiza schematu przedstawiającego przebieg mitozy • gra dydaktyczna <i>Memory</i> dotycząca przebiegu mitozy • metoda kosza i walizki do podsumowania wiadomości dotyczących etapów cyklu komórkowego	• film edukacyjny na temat upakowania DNA w jądrze komórkowym • schemat cyklu komórkowego • kolorowe kartki z nazwami poszczególnych etapów cyklu komórkowego i ich krótkimi opisami • schemat dotyczący przebiegu mitozy • ilustracje i nazwy poszczególnych etapów mitozy do gry dydaktycznej <i>Memory</i> • zdania charakteryzujące poszczególne etapy cyklu komórkowego do metody kosza i walizki
9	Mejoza		IV.4) opisuje przebieg kariokinezy podczas [...] mejozy; IV.5) rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy [...] mejozy; IV.6) przedstawia znaczenie [...] mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi; IV.7) wyjaśnia znaczenie procesu <i>crossing-over</i> i niezależnej segregacji chromosomów jako źródeł zmienności rekombinacyjnej i różnorodności biologicznej;	• analiza schematu przedstawiającego przebieg mejozy • gra dydaktyczna <i>Memory</i> dotycząca przebiegu mejozy • analiza schematu przedstawiającego przebieg <i>crossing-over</i>	• schemat przedstawiający przebieg mejozy • ilustracje i nazwy poszczególnych etapów mejozy do gry dydaktycznej <i>Memory</i>

Rozdział IV. Metabolizm					
1	Podstawowe zasady metabolizmu	IV.1)	III.1.2) porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane. III.2.1) wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną; III.5.3) przedstawia, na czym polega fosforylacja substratowa; III.4.)/III.5.4) wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy [...]; III.2.2) przedstawia znaczenie NAD^+, FAD, NADP^+ w procesach utleniania i redukcji;	• porównanie reakcji anabolicznych z reakcjami katabolicznymi metodą aktywnego opisu porównującego • omówienie budowy ATP • omówienie rodzajów fosforylacji ADP metodą aktywnego opisu porównującego • wyjaśnienie przebiegu reakcji utlenienia-redukcji z udziałem NAD^+	• tabele z rodzajami reakcji metabolicznych do uzupełnienia • ilustracja przedstawiająca budowę ATP • tabele z rodzajami fosforylacji ADP do uzupełnienia • ilustracja przedstawiająca reakcje utlenienia-redukcji z udziałem NAD^+
2	Budowa i działanie enzymów	III.2)	III.3.1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu; III.3.2) wyjaśnia, na czym polega swoistość substratowa enzymu oraz opisuje katalizę enzymatyczną;	• analiza schematu lub modelu budowy enzymu • wyjaśnienie mechanizmu działania enzymów z wykorzystaniem animacji lub schematu • omówienie przebiegu szlaku i cyklu metabolicznego metodą aktywnego opisu porównującego	• schemat lub model budowy enzymu • ilustracja lub animacja przedstawiająca mechanizm działania enzymów • ilustracja przedstawiająca przebieg szlaku i cyklu metabolicznego • tabele porównujące szlaki i cykle metaboliczne do uzupełnienia
3	Regulacja aktywności enzymów		III.3.5) wyjaśnia wpływ czynników fizykochemicznych (temperatury, pH, stężenia substratu) na przebieg katalizy enzymatycznej; planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ różnych czynników na aktywność enzymów (katalaza, proteinaza). III.3.3) przedstawia sposoby regulacji aktywności enzymów (aktywacja, inhibicja); III.3.4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia	• analiza wykresów przedstawiających wpływ wybranych czynników na szybkość reakcji enzymatycznej • określanie powinowactwa enzymu do substratu na podstawie wartości stałej Michaelisa • porównanie rodzajów inhibicji z wykorzystaniem animacji lub ilustracji • badanie wpływu pH na aktywność pepsyny • badanie wpływu wysokiej i niskiej temperatury na aktywność katalazy	• wykresy przedstawiające wpływ stężenia substratu, temperatury, pH na szybkość reakcji enzymatycznej • ilustracja lub animacja przedstawiająca rodzaje inhibicji • materiały do doświadczenia, m.in. zlewka, probówki, tarka,

			zwrotnego ujemnego jako sposobu regulacji przebiegu szlaków metabolicznych;		sączki bibułowe, lód, palnik, H₂O₂, bulwa ziemniaka • materiały do doświadczenia, m.in. kolby, probówki, mieszadło, papierek uniwersalny, pepsyna, HCl, NaOH, jaja kurze
4	Autotroficzne odżywianie się organizmów – fotosynteza	III.2)	IX.4.1) określa drogi, jakimi do liści docierają substraty fotosyntezy; IX.4.2) określa drogi, jakimi transportowane są produkty fotosyntezy; IX.4.3) przedstawia adaptacje w budowie anatomicznej roślin do wymiany gazowej; III.4.1) wykazuje związek budowy chloroplastu z przebiegiem procesu fotosyntezy; III.4.2) przedstawia rolę barwników i fotosystemów w procesie fotosyntezy; III.4.3) analizuje na podstawie schematu przebieg fazy zależnej od światła oraz fazy niezależnej od światła; wyróżnia substraty i produkty obu faz; wykazuje rolę składników siły asymilacyjnej w fazie niezależnej od światła; III.4.4) wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w chloroplastach; III.4.5) opisuje na podstawie schematu fotofosforylację niecykliczną.	• omówienie związku budowy chloroplastu z przebiegiem fotosyntezy • przedstawienie rodzajów fotosyntezy • omówienie roślinnych barwników fotosyntetycznych • analiza budowy cząsteczki chlorofilu • analiza budowy fotosystemów • omówienie przebiegu fazy zależnej od światła i fazy niezależnej od światła fotosyntezy	• ilustracja przedstawiająca budowę chloroplastu • wykres przedstawiający widmo absorpcyjne roślinnych barwników fotosyntetycznych • ilustracja przedstawiająca budowę cząsteczki chlorofilu • animacje lub schematy przedstawiające przebieg fotosyntezy
5	Czynniki wpływające na intensywność fotosyntezy		IX.4.4) analizuje wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na przebieg procesu fotosyntezy; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury i natężenia światła na intensywność fotosyntezy;	• mapa mentalna na temat wpływu czynników zewnętrznych i wewnętrznych na przebieg procesu fotosyntezy • prezentacja filmu edukacyjnego na temat wpływu temperatury i natężenia światła na intensywność fotosyntezy	• arkusze szarego papieru, kolorowe flamastry • film edukacyjny dotyczący wpływu temperatury i natężenia światła na intensywność fotosyntezy

6	Autotroficzne odżywanie się organizmów – chemosynteza	III.2)	VI.3) przedstawia czynności życiowe bakterii: odżywanie (chemoautotrofizm [...]);	• analiza przebiegu reakcji utleniania związków mineralnych w pierwszym etapie chemosyntezy (praca w grupach) • przedstawienie reakcji przeprowadzanych przez bakterie nitryfikacyjne	• zapisy reakcji utleniania związków mineralnych w pierwszym etapie chemosyntezy
7	Oddychanie komórkowe. Oddychanie tlenowe	III.2)	III.5.1) wykazuje związek budowy mitochondrium z przebiegiem procesu oddychania komórkowego; III.5.2) analizuje na podstawie schematu przebieg glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, wyróżnia substraty i produkty tych procesów; III.5.3) przedstawia, na czym polega fosforylacja substratowa; III.5.4) wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w mitochondriach (fosforylacja oksydacyjna);	• lokalizowanie na planszy przedstawiającej mitochondrium poszczególnych etapów oddychania tlenowego • analiza animacji przedstawiającej glikolizę, reakcję pomostową, cykl Krebsa i fosforylację oksydacyjną	• schemat przedstawiający lokalizację poszczególnych etapów oddychania tlenowego w mitochondrium • animacja przedstawiająca glikolizę, reakcję pomostową, cykl Krebsa i fosforylację oksydacyjną
8	Procesy beztlenowego uzyskiwania energii	III.2)	III.5.5) porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji alkoholowej, mleczanowej i w oddychaniu tlenowym; III.5.6) wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych;	• pogadanka połączona z analizowaniem prezentacji multimedialnej dotyczącej fermentacji mleczanowej i fermentacji alkoholowej • tworzenie tabeli podsumowującej bilans energetyczny oddychania tlenowego i fermentacji	• prezentacja multimedialna dotycząca fermentacji mleczanowej i fermentacji alkoholowej
9	Inne procesy metaboliczne		III.5.7) analizuje na podstawie schematu przebieg glukoneogenezy i glikogenolizy oraz wykazuje związek tych procesów z pozyskiwaniem energii przez komórkę.	• analiza animacji lub schematów przedstawiających glukoneogenezę i glikogenolizę • podsumowanie wiadomości dotyczących przemian metabolicznych za pomocą gry dydaktycznej <i>Memory</i> (praca w grupach)	• animacje lub schematy przedstawiające glukoneogenezę i glikogenolizę • kartki z cechami charakterystycznymi przemian metabolicznych do gry <i>Memory</i>

Klasa 2					
Rozdział I. Bezkomórkowe czynniki zakaźne					
1	Wirusy – molekularne pasożyty	V.1), V.2)	XII.1) przedstawia budowę wirusów jako bezkomórkowych form infekcyjnych; XII.2) przedstawia różnorodność morfologiczną i genetyczną wirusów; XII.3) wykazuje związek budowy wirusów ze sposobem infekowania komórek; XII.4) porównuje cykle infekcyjne wirusów (lityczny i lizogeniczny); XII.5) wyjaśnia mechanizm odwrotnej transkrypcji i jego znaczenie w namnażaniu retrowirusów; XII.6) przedstawia drogi rozprzestrzeniania się i zasady profilaktyki chorób człowieka wywołanych przez wirusy (wścieklizna, AIDS, schorzenia wywołane zakażeniem HPV, grypa, odra, ospa, różyczka, świnka, WZW typu A, B i C); XII.7) przedstawia znaczenie wirusów w przyrodzie i dla człowieka.	• analiza schematu przedstawiającego budowę wirusa • analiza schematów przedstawiających cykle infekcyjne wirusów • analizy tekstu źródłowego dotyczącego zasad profilaktyki i metod leczenia chorób wywołanych przez wirusy, połączona z wyciągnięciem wniosków	• schemat przedstawiający budowę wirusów i form morfologicznych wirusów • schematy przedstawiające cykle infekcyjne wirusów • teksty źródłowe z literatury uzupełniającej dotyczące chorób wywołanych przez wirusy
Rozdział II. Różnorodność prokariotów, protistów, grzybów i porostów					
1	Klasyfikowanie Organizmów	I.I)	V.1) wnioskuje na podstawie analizy kladogramów o pokrewieństwie ewolucyjnym organizmów; V.2) rozróżnia na drzewie filogenetycznym grupy monofiletyczne, parafiletyczne i polifiletyczne; wykazuje, że klasyfikacja organizmów oparta jest na ich filogenezie; V.3) porządkuje hierarchicznie podstawowe rangi taksonomiczne.	• analiza kladogramów pod kątem pokrewieństwa filogenetycznego organizmów • analiza drzew filogenetycznych monofiletycznych, parafiletycznych, polifiletycznych	• kladogramy • drzewa filogenetyczne przedstawiające grupy monofiletyczne, parafiletyczne i polifiletyczne
2	Organizmy prokariotyczne – bakterie i archeowce	V.1), V.2)	VI.1) przedstawia budowę komórki prokariotycznej, z uwzględnieniem różnic w budowie ściany komórkowej bakterii Gram dodatnich i Gram-ujemnych; VI.2) wyjaśnia różnice między archeowcami i bakteriami, przedstawia znaczenie	• analiza schematu przedstawiającego budowę komórki prokariotycznej • analiza tekstów źródłowych dotyczących czynności życiowych bakterii i archeowców	• schemat przedstawiający budowę komórki prokariotycznej • teksty źródłowe dotyczące czynności życiowych bakterii i archeowców

			archeowców; przedstawia różnorodność form morfologicznych bakterii; VI.3) przedstawia czynności życiowe bakterii: odżywanie (chemoautotrofizm, fotoautotrofizm, heterotrofizm); oddychanie beztlenowe (denitryfikacja, fermentacja) i tlenowe; rozmnażanie; VI.4) wykazuje znaczenie procesów płciowych w zmienności genetycznej bakterii; VI.5) przedstawia znaczenie bakterii w przyrodzie i dla człowieka, w tym wywołujących choroby człowieka (gruźlica, tężec, borelioza, salmonelloza, kiła, rzeżączka).	• inscenizacje w grupach na temat objawów chorób bakteryjnych	
3	Protisty – proste organizmy eukariotyczne	V.1), V.2), V.5)	VIII.1) przedstawia formy morfologiczne protistów; VIII.2) przedstawia czynności życiowe protistów: odżywanie, poruszanie się, rozmnażanie, wydalanie i osmoregulację; zakłada hodowlę protistów słodkowodnych i obserwuje wybrane czynności życiowe tych protistów; VIII.3) wykazuje związek budowy protistów ze środowiskiem i trybem ich życia (obecność aparatu ruchu, budowa błony komórkowej, obecność chloroplastów i wodniczek tętniących); VIII.4) analizuje na podstawie schematów przebieg cykli rozwojowych protistów i rozróżnia poszczególne fazy jądrowe; VIII.5) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez protisty (malaria, toksoplazmoza, lamblioza, rzęsistkowica); VIII.6. przedstawia znaczenie protistów (w tym protistów fotosyntetyzujących i symbiotycznych) w przyrodzie i dla człowieka.	• analiza porównawcza wybranych przedstawicieli protistów z wykorzystaniem ilustracji, zdjęć, schematów i tekstów źródłowych • zakładanie hodowli protistów słodkowodnych • obserwacja mikroskopowa czynności życiowych protistów (np. ruchu)	• suche okazy lub ilustracje przedstawicieli protistów • ilustracje przedstawiające sposoby pobierania pokarmu przez protisty • materiały potrzebne do obserwacji mikroskopowej i wykonania preparatu mikroskopowego • filmy edukacyjne na temat sposobów poruszania się protistów

4	Grzyby – cudzożywne beztkankowce	V.1), V.2), V.5)	VII.1) przedstawia różnorodność morfologiczną grzybów VII.2) przedstawia czynności życiowe grzybów: odżywanie, oddychanie i rozmnażanie; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące, że drożdże przeprowadzają fermentację alkoholową; VII.3) przedstawia porosty jako organizmy symbiotyczne; VII.4) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez grzyby (grzybice skóry, narządów płciowych, płuc); VII.5) przedstawia znaczenie grzybów, w tym porostów, w przyrodzie i dla człowieka.	- wykład ilustrowany na temat budowy komórki grzybowej - analiza porównawcza budowy grzybni - obserwacja mikroskopowa pleśniaka białego, drożdży piekarniczych i grzybni owocnika pieczarki - obserwacja zdjęć i schematów budowy przedstawicieli grzybów połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących różnic między nimi - wykład na temat budowy porostów	- materiały do przeprowadzenia obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskop optyczny, strzępki pleśniaka, drożdże, grzybnia owocnika pieczarki - zdjęcia i schematy przedstawicieli grzybów
Rozdział III. Różnorodność roślin					
1	Rośliny pierwotnie wodne	II.6)	IX.1.1) rozróżnia zielenice i krasnorosty; IX.1.2) przedstawia znaczenie krasnorostów i zielenic w przyrodzie i dla człowieka.	- analiza tekstów źródłowych, zdjęć i schematów dotyczących roślin pierwotnie wodnych - obserwacja mikroskopowa zielenic, np. pierwotka (chlorelli)	- teksty źródłowe, zdjęcia i schematy dotyczące roślin pierwotnie wodnych - materiały do przeprowadzenia obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskopy optyczne, szkiełka podstawkowe, szkiełka nakrywkowe, woda, pipety, zielenice
2	Rośliny lądowe i wtórnie wodne		IX.2.1) określa różnice między warunkami życia w wodzie i na lądzie; IX.2.6) przedstawia cechy budowy roślin, które umożliwiły im zasiedlenie środowisk lądowych;	- omówienie różnic między warunkami życia w wodzie a warunkami życia na lądzie - obserwacja makroskopowa świeżych i suchych okazów roślin lądowych, połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących ich przystosowań do warunków środowiska lądowego	- świeże i suche okazy roślin lądowych (m.in. traw, roślin przyprawowych, np. melisy lub bazylii, roślin ozdobnych, np. lewkonii) - zdjęcia mikroskopowe budowy anatomicznej organów roślinnych (przekrój poprzeczny

					przez korzeń, łodygę, liść)
3	Tkanki roślinne	III.6)	IX.2.3) rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;	• analiza ilustracji przedstawiających tkanki roślinne • obserwacja mikroskopowa trwałych preparatów tkanek roślinnych	• ilustracje przedstawiające tkanki roślinne • materiały do obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskopy optyczne, trwałe preparaty tkanek roślinnych
4	Zarodek – początkowe stadium sporofitu roślin		IX.6.1) przedstawia budowę nasienia bielmowego;	• analiza schematu przedstawiającego budowę nasienia bielmowego	• schemat przedstawiający budowę nasienia bielmowego
5	Budowa i funkcje korzenia		IX.2.5) wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami; IX.5.2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin; IX.2.7) uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji;	• analiza schematów przedstawiających przekroje poprzeczne korzenia w strefie włośnikowej (budowa pierwotna) i w strefie wyrosniętej (budowa wtórna), połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących udziału kambium w powstawaniu drewna i łyka wtórnego • analiza zdjęć przedstawiających modyfikacje korzeni	• schematy przedstawiające budowę pierwotną i wtórnią korzenia • zdjęcia przedstawiające modyfikacje korzeni
6	Pęd. Budowa i funkcje łodygi		IX.2.5) wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami; IX.2.7) uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji; IX.5.2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin;	• analiza schematów przedstawiających przekroje poprzeczne łodygi w strefie budowy pierwotnej i w strefie budowy wtórnej, połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących udziału kambium w powstawaniu drewna i łyka wtórnego • analiza zdjęć przedstawiających modyfikacje pędów i łodyg	• schematy przedstawiające budowę pierwotną i wtórnią łodygi • zdjęcia przedstawiające modyfikacje pędów i łodyg

7	Budowa i funkcje liści	II.6)	IX.2.5) wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami; IX.2.7) uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji;	• obserwacja mikroskopowa przekroju poprzecznego przez liść (preparat świeży lub trwały) • analiza schematu przedstawiającego przekrój poprzecznego przez liść rośliny okrytonasiennej, połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących funkcji poszczególnych elementów budowy anatomicznej liścia • analiza zdjęć przedstawiających modyfikacje liści	• materiały do obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskopy optyczne, szkiełka podstawkowe, szkiełka nakrywkowe, woda, pipety, materiał badawczy – liście trzykrotki / fikusa / bazylii lub inne
8	Mchy – rośliny o dominującym gametoficie		IX.2.2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne mchów [...] oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup; IX.5.1) opisuje na podstawie schematów, przemianę pokoleń mchów [...]; IX.5.2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin; IX.2.9) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.	• analiza schematu przedstawiającego budowę mchu – płonnika pospolitego • omówienie przebiegu cyklu rozwojowego mchu na przykładzie płonnika pospolitego • obserwacja makroskopowa okazów mchów (np. płonnika pospolitego, torfowca błotnego, rokitnika pospolitego)	• schematy przedstawiające budowę i cykl rozwojowy płonnika pospolitego • materiały do obserwacji makroskopowej, m.in. lupy, żywe lub suche okazy mchów
9	Paprotniki – zarodnikowe rośliny naczyniowe		IX.2.2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne widłakowych, skrzypowych, paprociowych [...] oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup; IX.5.1) opisuje na podstawie schematów, przemianę pokoleń [...] paprociowych, widłakowych, skrzypowych [...]; IX.5.2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin; IX.2.9) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.	• analiza schematów przedstawiających budowę widłaka, skrzypu i paproci • porównanie budowy widłaka, skrzypu i paproci • omówienie przebiegu cykli rozwojowych widłaka, skrzypu i paproci • obserwacja makroskopowa okazów paprotników (np. widłaka goździstego, skrzypu polnego, nercznicy samczej)	• schematy przedstawiające budowę i cykle rozwojowe paprotników • materiały do obserwacji makroskopowej, m.in. lupy, żywe lub suche okazy paprotników

10	Rośliny nasienne. Rośliny nagozalążkowe		IX.2.2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne nasiennych [...] oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup; IX.5.1) opisuje na podstawie schematów, przemianę pokoleń [...] nagonasiennych [...]; IX.5.3) przedstawia budowę kwiatów roślin nasiennych; IX.2.9) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.	• omówienie cech roślin nasiennych • omówienie cech roślin nagozalążkowych • analiza schematu przedstawiającego budowę sosny zwyczajnej, w tym budowę jej kwiatów • omówienie przebiegu cyklu rozwojowego sosny zwyczajnej • obserwacja i identyfikacja rodzimych gatunków roślin nagozalążkowych	• schematy przedstawiające budowę i cykl rozwojowy sosny zwyczajnej • materiały do obserwacji, np. gałęzie i szyszki rodzimych roślin nagozalążkowych
11	Rośliny okrytozalążkowe		IX.2.2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne nasiennych [...] oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup; IX.5.1) opisuje na podstawie schematów, przemianę pokoleń [...] okrytonasiennych; IX.5.3) przedstawia budowę kwiatów roślin nasiennych; IX.5.4) wykazuje związek budowy kwiatu roślin okrytonasiennych ze sposobem ich zapylania; IX.5.5) opisuje proces zapłodnienia i powstawania nasion u roślin nasiennych oraz owoców u okrytonasiennych; IX.5.2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin;	• omówienie cech roślin okrytozalążkowych, w tym budowy kwiatu • omówienie przebiegu cyklu rozwojowego wiśni ptasiej	• schematy przedstawiające budowę organów roślin okrytonasiennych • schemat przedstawiający cykl rozwojowy wiśni ptasiej
12	Rozprzestrzenianie się roślin okrytozalążkowych		IX.2.2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne nasiennych [...] oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup; IX.5.6) wykazuje związek budowy owocu ze sposobem rozprzestrzeniania się roślin	• omówienie rodzajów owoców oraz budowy owoców właściwych i rzekomych • omówienie sposobów rozprzestrzeniania się owoców • analiza schematu przedstawiającego budowę nasienia bielmowego	• tablica przedstawiająca rodzaje owoców • schematy przedstawiające budowę owoców oraz budowę nasienia bielmowego

			okrytonasiennych. IX.6.1) przedstawia budowę nasienia bielmowego;		
13	Różnorodność i znaczenie roślin okrytozalążkowych		IX.2.2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne nasiennych [...] oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup; IX.2.9) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.	• obserwacja makroskopowa okazów różnych gatunków roślin okrytozalążkowych (np. wrzосу pospolitego, kupkówki pospolitej, maku polnego) • obserwacja i identyfikacja wybranych, rodzimych drzew i krzewów liściastych	• materiały do obserwacji makroskopowej, m.in. lupy, żywe lub suche okazy roślin okrytozalążkowych • tablice lub zdjęcia przedstawiające rodzime drzewa i krzewy liściaste

Rozdział IV. Funkcjonowanie roślin

1	Gospodarka wodna roślin	II.1)–II.5)	IX.3.1) przedstawia wyjaśnia mechanizmy pobierania oraz transportu wody i soli mineralnych; IX.3.2) planuje i przeprowadza obserwację pozwalającą na identyfikację tkanki przewodzącej wodę w roślinie; IX.3.4) wykazuje wpływ czynników zewnętrznych (temperatura, światło, wilgotność, ruchy powietrza) na bilans wodny roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ czynników zewnętrznych na intensywność transpiracji; IX.3.5) opisuje wpływ suszy fizjologicznej na bilans wodny rośliny; 3) doświadczenie wykazujące występowanie płaczu roślin; 4) doświadczenie porównujące zagęszczenie (mniejsze, większe) i rozmieszczenie (górną, dolną stronę blaszki liściowej) aparatów szparkowych u roślin różnych siedlisk; 5) doświadczenie wykazujące występowanie gutacji; 6) doświadczenie określające wpływ stężenia roztworu glebowego na pobieranie wody przez rośliny;	• omówienie sposobów transportu wody w roślinie • wyjaśnienie pojęcia potencjału wody • mapa mentalna na temat wpływu czynników zewnętrznych na bilans wodny rośliny • badanie wpływu natężenia światła na intensywność transpiracji	• arkusze szarego papieru, kolorowe flamastry • materiały do doświadczenia, m.in. statywy, gumowe rurki, pipety miarowe, olej roślinny, pędy pelargonii
---	-------------------------	-------------	--	---	--

2	Gospodarka mineralna roślin		IX.3.6) podaje dostępne dla roślin formy wybranych makroelementów (N, S); IX.3.7) przedstawia znaczenie wybranych makro- i mikroelementów (N, S, Mg, K, P) dla roślin.	• omówienie struktury gleby • omówienie dostępnych dla roślin form azotu i siarki • omówienie mechanizmu pobierania składników mineralnych przez roślinę i ich transportu w organizmie roślinnym	• schemat przedstawiający pobieranie przez roślinę jonów z roztworu glebowego
3	Odżywianie się roślin. Fotosynteza		IX.3.1) określa drogi, jakimi do liści docierają substraty fotosyntezy; IX.3.2) określa drogi, jakimi transportowane są produkty fotosyntezy; IX.3.3) przedstawia adaptacje w budowie anatomicznej roślin do wymiany gazowej IX.3.5) przedstawia udział innych organizmów (bakterie glebowe i symbiotyczne, grzyby) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny.	• powtórzenie wiadomości z klasy I dotyczących fotosyntezy • omówienie udziału innych organizmów (bakterii glebowych i symbiotycznych, grzybów) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny	• schematy przedstawiające przebieg procesu fotosyntezy
4	Transport asymilatów w roślinie		IX.3.2) określa drogi, jakimi transportowane są produkty fotosyntezy;	• analiza schematu przedstawiającego transport sacharozy w roślinie	• schemat przedstawiający transport sacharozy w roślinie
5	Hormony roślinne		IX.6.4) określa rolę auksyn i etylenu w procesach wzrostu i rozwoju roślin. 8) doświadczenie wykazujące wpływ etylenu na proces dojrzewania owoców; 10) doświadczenie wykazujące rolę stożka wzrostu w dominacji wierzchołkowej u roślin;	• omówienie cech hormonów roślinnych • omówienie wpływu auksyn i etylenu na procesy wzrostu i rozwoju roślin	• schemat przedstawiający antagonistyczne działanie auksyn i etylenu
6	Wzrost i rozwój roślin. Kiełkowanie nasion	II.1)–II.5)	IX.6.2) przedstawia wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na proces kiełkowania nasion; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ wybranych czynników (woda, temperatura, światło) na proces kiełkowania nasion; IX.6.4) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę liścieni we wzroście i rozwoju siewki rośliny; 7) obserwacje różnych typów kiełkowania	• omówienie poszczególnych etapów kiełkowania nasienia • analiza schematów przedstawiających kiełkowanie epigeiczne i kiełkowanie hypogeiczne • omówienie wpływu wybranych czynników (wody, temperatury, światła) na kiełkowanie nasion • badanie wpływu liścieni na wzrost i rozwój	• schematy przedstawiające kiełkowanie epigeiczne i kiełkowanie hypogeiczne • materiały do doświadczenia, m.in. zlewki, siewki fasoli

			nasion (epigeiczne i hypogeiczne);	siewek fasoli	
7	Ruchy roślin		IX.7.1) przedstawia nastie i tropizmy jako reakcje roślin na bodźce (światło, temperatura, grawitacja, bodźce mechaniczne i chemiczne); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice geotropizmu korzenia i pędu; IX.7.2) przedstawia rolę auksyn w ruchach wzrostowych roślin. 9) doświadczenie wykazujące różnice fototropizmu korzenia i pędu;	• prezentacja filmów edukacyjnych przedstawiających reakcje roślin na bodźce	• filmy edukacyjne przedstawiające reakcje roślin na bodźce
Rozdział V. Różnorodność bezkręgowców					
1	Kryteria klasyfikacji zwierząt	I.I)	X.1) rozróżnia zwierzęta dwuwarstwowe i trójwarstwowe; [...] skrzelodyszne i płucodyszne; [...] na podstawie drzewa filogenetycznego wykazuje pokrewieństwo między grupami zwierząt; X.2) wykazuje związek trybu życia zwierząt z symetrią ich ciała (promienista i dwuboczna);	• pogadanka na temat kryteriów klasyfikacji zwierząt	• teksty źródłowe z literatury uzupełniającej
2	Tkanki zwierzęce. Tkanka nabłonkowa		XI.1.1) rozpoznaje tkanki organizmu człowieka na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją; XI.1.2) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach zwierzęcych;	• mapa mentalna na temat budowy i funkcji różnych rodzajów tkanki nabłonkowej	• teksty i ilustracje źródłowe
3	Tkanka łączna		XI.1.1) rozpoznaje tkanki organizmu człowieka na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;	• mapa mentalna na temat budowy i funkcji różnych rodzajów tkanki łącznej	• teksty i ilustracje źródłowe

4	Tkanki pobudliwe – nerwowa i mięśniowa		XI.1.1) rozpoznaje tkanki organizmu człowieka na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;	• mapa mentalna na temat budowy i funkcji tkanek pobudliwych – nerwowej i mięśniowej	• teksty i ilustracje źródłowe
5	Parzydełkowce – tkankowe zwierzęta dwuwarstwowe		X.3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie parzydełkowców [...]; XI.2.9)g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje,	• wykład ilustrowany	• filmy edukacyjne dotyczące parzydełkowców • schemat przedstawiający budowę anatomiczną parzydełka
6	Płazińce – zwierzęta spłaszczone grzebieto-brzusznie		X.3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] płazińców [...]; XI.2.9)g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje, XI.2.9)f) analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozróżnia żywicieli pośrednich i ostatecznych;	• analiza zdjęć, schematów i filmów edukacyjnych o wypławku białym i tasiemcach, połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących różnic w ich budowie	• filmy edukacyjne dotyczące płazińców • schematy przedstawiające budowę morfologiczną płazińców • schematy przedstawiające budowę anatomiczną członu tasiemca i wypławka białego
7	Nicieńce – zwierzęta o obłym, nieczłonowanym ciele		X.3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] nicieni [...]; XI.2.9)g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje, XI.2.9)f) analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozróżnia żywicieli pośrednich i ostatecznych;	• analiza materiałów źródłowych dotyczących nicieni • omówienie schematów i ilustracji przedstawiających budowę i cykle rozwojowe nicieni	• schematy przedstawiające cykle rozwojowe różnych gatunków nicieni
8	Pierścienice – bezkręgowce o wyraźnej metamerii		X.3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] pierścienic [...]; XI.2.9)g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje,	• praca z materiałem źródłowym dotyczącym pierścienic • analiza filmów edukacyjnych, zdjęć i schematów przedstawiających budowę morfologiczną pierścienic, połączona z wyciąganiem wniosków	• filmy edukacyjne dotyczące pierścienic • zdjęcia i schematy przedstawiające budowę morfologiczną pierścienic

9	Stawonogi – zwierzęta o członowanych odnóżach		X.3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] stawonogów (skorupiaków, pajęczaków i owadów) [...]; XI.2.9)g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje; XI.2.9)h) porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne u owadów, uwzględniając rolę poczwarki w cyklu rozwojowym;	• analiza schematów lub zdjęć przedstawiających stawonogi, połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących różnic w budowie anatomicznej i morfologicznej poszczególnych grup stawonogów	• schematy i zdjęcia przedstawiające budowę morfologiczną stawonogów • schematy i zdjęcia przedstawiające wybrane elementy budowy anatomicznej stawonogów
10	Różnorodność i znaczenie stawonogów		X.3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] stawonogów (skorupiaków, pajęczaków i owadów) [...];	• analiza materiałów źródłowych dotyczących stawonogów, połączona z wyciąganiem wniosków (praca w grupach)	• teksty z literatury uzupełniającej opisujące stawonogi • zdjęcia przedstawiające stawonogi
11	Mięczaki – zwierzęta o miękkim, niesegmentowanym ciele		X.3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] mięczaków [...];	• prezentacja filmów edukacyjnych dotyczących mięczaków • omówienie budowy mięczaków	• filmy edukacyjne dotyczące mięczaków • ilustracje przedstawiające budowę mięczaków
12	Szkarłupnie – bezkręgowce zwierzęta wtórrouste		X.3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] szkarłupni;	• prezentacja filmów edukacyjnych dotyczących szkarłupni • obserwacja trwałych okazów szkarłupni	• filmy edukacyjne i zdjęcia przedstawiające szkarłupnie • okazy trwałe szkarłupni, np. szkielety jeżowców i rozgwiazd
Rozdział VI. Różnorodność kręgowców					
1	Cechy charakterystyczne kręgowców	I.I)	X.1) rozróżnia zwierzęta dwuwarstwowe i trójwarstwowe; owodniowce i bezowodniowce; łożyskowe i bezłożyskowe; skrzelodyszne i płucodyszne; zmiennocieplne i stałocieplne; na podstawie drzewa filogenetycznego wykazuje pokrewieństwo między grupami zwierząt; X.4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie ryb, płazów, gadów, ssaków i ptaków; na podstawie tych cech identyfikuje	• pogadanka na temat cech kręgowców • analiza materiałów źródłowych dotyczących kręgowców, połączona z wyciąganiem wniosków (praca w grupach)	• schematy z literatury uzupełniającej dotyczące kręgowców

			organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup.		
2	Ryby – żuchwowce pierwotnie wodne		X.4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie ryb [...].	• charakterystyka ryb (pogadanka) • omówienie przystosowań ryb do wodnego trybu życia • analiza materiałów źródłowych dotyczących ryb, połączona z wyciąganiem wniosków (praca w grupach)	• schematy z literatury uzupełniające dotyczące budowy ryb • film edukacyjny dotyczący ryb
3	Płazy – kręgowce dwuśrodowiskowe		X.4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] płazów [...]. XI.2.9)g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje,	• omówienie przystosowań płazów do dwuśrodowiskowego trybu życia • analiza materiałów źródłowych dotyczących płazów, połączona z wyciąganiem wniosków (praca w grupach)	• schematy z literatury uzupełniające dotyczące budowy płazów • film edukacyjny dotyczący płazów
4	Gady – pierwsze owodniowce		X.4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] gadów [...]. XI.2.9)i) przedstawia rolę błon płodowych w rozwoju zarodkowym owodniowców,	• omówienie przystosowań gadów do lądowego trybu życia • analiza materiałów źródłowych dotyczących gadów, połączona z wyciąganiem wniosków (praca w grupach)	• schematy z literatury uzupełniające dotyczące budowy gadów • film edukacyjny dotyczący gadów
5	Ptaki – latające zwierzęta pokryte piórami		X.4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] ptaków [...].	• omówienie przystosowań ptaków do lotu • analiza materiałów źródłowych dotyczących ptaków, połączona z wyciąganiem wniosków (praca w grupach)	• schematy z literatury uzupełniające dotyczące budowy ptaków • film edukacyjny dotyczący ptaków
6	Ssaki – kręgowce wszechstronne i ekspansywne		X.4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] ssaków [...].	• charakterystyka budowy ssaków • analiza materiałów źródłowych dotyczących ssaków, połączona z wyciąganiem wniosków (praca w grupach)	• schematy z literatury uzupełniające dotyczące budowy ssaków • film edukacyjny dotyczący ssaków
Klasa 3					
Rozdział I. Organizm człowieka jako funkcjonalna całość					
1	Miejsce człowieka w systemie klasyfikacji organizmów	I.I)	X.1) [...] na podstawie drzewa filogenetycznego wykazuje pokrewieństwo między grupami zwierząt;	• analiza drzewa filogenetycznego przedstawiającego pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami • omówienie cech wspólnych człowieka i małą człękoksztalnych	• drzewo filogenetyczne przedstawiające pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami

2	Hierarchiczna budowa organizmu człowieka		XI.1. 1) rozpoznaje tkanki organizmu człowieka na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją; XI.1.3) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją; XI.1.4) przedstawia powiązania funkcjonalne między narządami w obrębie układu; XI.1.5) przedstawia powiązania funkcjonalne między układami narządów w obrębie organizmu;	• przygotowanie posteru na podstawie tekstu źródłowego, ilustrującego przykładową lokalizację tkanek i układów narządów w organizmie człowieka • analiza planszy lub modelu ilustrujących hierarchiczną budowę organizmu człowieka • charakterystyka budowy i roli układów narządów w organizmie człowieka	• arkusz szarego papieru, flamastry • plansza lub model przedstawiające hierarchiczną budowę organizmu człowieka
3	Homeostaza		XI.1.6) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi); XI.1.7) wykazuje związek między wielkością, aktywnością życiową, temperaturą ciała, a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu. XI.2.8)c) przedstawia przykłady sposobów regulacji temperatury ciała u zwierząt endotermicznych oraz ektotermicznych,	• wyjaśnienie pojęcia <i>homeostaza</i> • omówienie podstawowych mechanizmów warunkujących homeostazę • omówienie zależności między wielkością, aktywnością życiową, temperaturą ciała, a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu • omówienie sposobów regulacji temperatury ciała u zwierząt endotermicznych oraz ektotermicznych	• wykres przedstawiający zależność między temperaturą ciała kota (zwierzę endotermiczne) i temperaturą ciała jaszczurki (zwierzę ektotermiczne) a temperaturą otoczenia
Rozdział II. Układ powłokowy					
1	Układ powłokowy u zwierząt		XI.2.8)a) przedstawia różne rodzaje pokrycia ciała zwierząt i podaje ich funkcje, XI.2.8)b) wykazuje związek między budową a funkcją skóry kręgowców,	• analiza porównawcza powłok ciała u różnych grup zwierząt	• schematy i ilustracje przedstawiające powłoki ciała bezkręgowców i kręgowców
2	Budowa i funkcje skóry	II.1), II.2), II.5), II.6)	XI.2.8)b) wykazuje związek między budową a funkcją skóry kręgowców, XI.2.8)d) przedstawia rolę skóry w syntezie witaminy D [...].	• obserwacja mikroskopowa skóry człowieka • doświadczenie dotyczące wrażliwości dotykowej różnych okolic ciała człowieka • doświadczenie dotyczące odczuwania temperatury przez człowieka	• materiały do obserwacji mikroskopowej – mikroskopy optyczne, trwałe preparaty przekroju poprzecznego skóry człowieka • materiały do doświadczeń, m.in.

					cyrkiel, naczynia z wodą o różnej temperaturze, termometr, czajnik bezprzewodowy
3	Higiena i choroby skóry	V.1), V.2), V.5)	XI.2.8)d) [...] wykazuje związek nadmiernej ekspozycji na promieniowanie UV z procesem starzenia się skóry oraz zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób i zmian skórnych.	• charakterystyka wybranych chorób skóry (praca w grupach) • ocena prawidłowych i nieprawidłowych zachowań dotyczących ochrony skóry (metoda kosza i walizki)	• flamastry, arkusze szarego papieru, kolorowe karteczki, magnesy • zapisane na karteczkach zdania dotyczące ochrony skóry do metody kosza i walizki
Rozdział III. Układ ruchu					
1	Ruch u zwierząt		XI.2.7)a) przedstawia związek między środowiskiem życia a sposobem poruszania się, XI.2.7)b) rozróżnia rodzaje ruchu zwierząt (rzęskowy, mięśniowy), XI.2.7)c) analizuje współdziałanie mięśni z różnymi typami szkieletu (hydrauliczny, zewnętrzny, wewnętrzny),	• analiza porównawcza sposobów poruszania się zwierząt	• filmy edukacyjne przedstawiające sposoby poruszania się zwierząt
2	Budowa i funkcje szkieletu	II.1), II.2), II.5)	XI.2.7)d) analizuje budowę szkieletu wewnętrznego (na schemacie, modelu, fotografii) jako wyraz adaptacji do środowiska i trybu życia,	• analiza modelu szkieletu człowieka • burza mózgów na temat funkcji szkieletu • doświadczenie wykazujące skład chemiczny kości	• model szkieletu człowieka • materiały do doświadczenia, m.in. naczynie z octem, palnik, łapa laboratoryjna, kości udowe kurczaka
3	Rodzaje połączeń kości		XI.2.7)e) opisuje współdziałanie mięśni, ścięgien, stawów i kości w ruchu człowieka; XI.2.7)j) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje,	• analiza modeli połączeń kości (nieruchomych i ruchomych) • analiza schematu przedstawiającego budowę stawu	• modele połączeń kości • schemat przedstawiający budowę stawu
4	Elementy szkieletu		XI.2.7) k) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn człowieka,	• szczegółowe omówienie budowy szkieletu człowieka (szkieletu osiowego, szkieletu kończyn) z wykorzystaniem modelu szkieletu • burza mózgów na temat funkcji elementów budowy szkieletu	• model szkieletu człowieka • zdjęcia rentgenowskie

5	Budowa i funkcjonowanie układu mięśniowego		XI.2.7)f) przedstawia budowę mięśnia szkieletowego (filamenty aktynowe i miozynowe, miofibrilla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia), XI.2.7)g) wyjaśnia, na podstawie schematu, molekularny mechanizm skurczu mięśnia, XI.2.7)h) przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia, XI.2.7)i) przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów,	• analiza ilustracji przedstawiającej układ mięśniowy człowieka • analiza schematu przedstawiającego budowę hierarchiczną mięśnia • omówienie mechanizmu skurczu mięśnia • prezentacja animacji dotyczącej antagonistycznego działania mięśni	• ilustracja przedstawiająca układ mięśniowy człowieka • schemat przedstawiający budowę hierarchiczną mięśnia • animacja dotycząca antagonistycznego działania mięśni
6	Higiena i choroby układu ruchu	V.1), V.2), V.3), V.5)	XI.2.7)l) wyjaśnia wpływ odżywiania się (w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka, XI.2.7)m) przedstawia wpływ substancji stosowanych w dopingu na organizm człowieka.	• charakterystyka chorób układu ruchu • dyskusja na temat stosowania dopingu w sporcie, połączona z analizą materiałów źródłowych	• materiały źródłowe dotyczące dopingu w sporcie
Rozdział IV. Układ pokarmowy					
1	Odżywianie się zwierząt		XI.2.1)a) przedstawia adaptacje w budowie i funkcjonowaniu układów pokarmowych zwierząt do rodzaju pokarmu oraz sposobu jego pobierania, XI.2.1)b) rozróżnia trawienie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe u zwierząt,	• przygotowanie mapy mentalnej na temat sposobów odżywiania się zwierząt (praca w grupach)	• teksty źródłowe dotyczące sposobów odżywiania się zwierząt • arkusze szarego papieru, flamastry
2	Organiczne składniki pokarmowe		XI.2.1)c) przedstawia rolę [...] organicznych składników pokarmowych w odżywianiu człowieka, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika [...],	• analiza zawartości składników pokarmowych w produktach spożywczych • omówienie dobowego zapotrzebowania człowieka na składniki pokarmowe	• produkty spożywcze wraz z opakowaniami, na których znajdują się informacje dotyczące zawartości składników pokarmowych
3	Rola witamin. Nieorganiczne składniki pokarmowe		XI.2.1)c) przedstawia rolę nieorganicznych [...] składników pokarmowych w odżywianiu człowieka, w szczególności [...] witamin,	• omówienie najważniejszych źródeł witamin dla człowieka • analiza prezentacji multimedialnej dotyczącej funkcji wody i wybranych	• prezentacja multimedialna dotycząca funkcji wody i wybranych składników mineralnych w organizmie człowieka

				składników mineralnych w organizmie człowieka	
4	Budowa i funkcje układu pokarmowego		XI.2.1)d) przedstawia związek budowy odcinków przewodu pokarmowego człowieka z pełnioną przez nie funkcją, XI.2.1)e) przedstawia rolę wydzielin gruczołów i komórek gruczołowych w obróbce pokarmu, XI.2.1)g) przedstawia wpływ mikrobiomu na funkcjonowanie organizmu człowieka, XI.2.1)i) przedstawia rolę wątroby w przemianach substancji wchłoniętych w przewodzie pokarmowym,	• analiza zależności między budową a funkcją poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego • omówienie gruczołów układu pokarmowego (ślinianek, trzustki, wątroby) oraz ich wydzielin	• schematy przedstawiające kolejne odcinki przewodu pokarmowego • schemat przedstawiający budowę zębów
5	Procesy trawienia i wchłaniania		XI.2.1)f) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi, XI.2.1)h) przedstawia proces wchłaniania poszczególnych produktów trawienia składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka, XI.2.1)i) przedstawia rolę wątroby w przemianach substancji wchłoniętych w przewodzie pokarmowym, XI.2.1)j) przedstawia rolę ośrodka głodu i sytości w przyjmowaniu pokarmu przez człowieka,	• analiza procesów trawienia składników pokarmowych (sacharydów, białek, tłuszczów) • analiza procesów wchłaniania produktów trawienia	• schematy przedstawiające etapy trawienia skrobi, białek i tłuszczów
6	Zasady racjonalnego odżywiania się	V.1)	XI.2.1)k) przedstawia zasady racjonalnego żywienia człowieka,	• analiza danych dotyczących zapotrzebowania energetycznego organizmu człowieka, połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących konsekwencji nadmiaru lub niedoboru energii pochodzącej z pokarmu • analiza piramidy zdrowego żywienia i stylu	• tabela zapotrzebowania energetycznego organizmu człowieka • ilustracja piramidy zdrowego żywienia i stylu życia

				życia	
7	Choroby układu pokarmowego	V.1), V.2), V.5)	XI.2.1)l) przedstawia zaburzenia odżywiania (anoreksja, bulimia) i przewiduje ich skutki zdrowotne, XI.2.1)m) podaje przyczyny otyłości u człowieka oraz sposoby jej profilaktyki, XI.2.1)n) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych (gastroskopia, kolonoskopia, USG) w profilaktyce chorób układu pokarmowego, w tym raka żołądka, raka jelita grubego.	- dyskusja na temat zaburzeń odżywiania oraz otyłości - omówienie podstawowych badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu pokarmowego	zdjęcia lub filmy edukacyjne dotyczące anoreksji, bulimii, otyłości
Rozdział V. Układ oddechowy					
1	Układ oddechowy u zwierząt		XI.2.3)a) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej, XI.2.3)b) wykazuje związek lokalizacji (wewnętrzna i zewnętrzna) i budowy powierzchni wymiany gazowej ze środowiskiem życia, XI.2.3)c) podaje przykłady narządów wymiany gazowej, wskazując grupy zwierząt, u których występują, XI.2.3)d) porównuje budowę płuc gromad kręgowców, XI.2.3)e) wyjaśnia mechanizm wymiany gazowej w skrzelach, uwzględniając mechanizm przeciwprądowy, XI.2.3)f) wyjaśnia mechanizm wentylacji płuc u płazów, gadów, ptaków i ssaków,	przygotowanie mapy mentalnej na temat sposobów oddychania zwierząt (praca w grupach)	- teksty źródłowe dotyczące sposobów oddychania zwierząt - arkusze szarego papieru, flamastry
2	Budowa i funkcje układu oddechowego		XI.2.3)g) wykazuje związek między budową a funkcją elementów układu oddechowego człowieka,	analiza schematu lub modelu przedstawiających budowę układu oddechowego człowieka	schemat lub model przedstawiające budowę układu oddechowego człowieka

3	Wentylacja płuc i wymiana gazowa		XI.2.3)h) opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach, uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach pH i temperatury krwi oraz w zależności od ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym, XI.2.3)k) przedstawia rolę krwi w transporcie gazów oddechowych, 11) doświadczenie wykazujące różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym.	• powtórzenie wiadomości z klasy I dotyczących oddychania tlenowego • omówienie mechanizmu wymiany gazowej • analiza związku między oddychaniem tlenowym a fizjologią wymiany gazowej • analiza mechanizmu wentylacji płuc z wykorzystaniem animacji lub planszy • omówienie mechanizmu transportu gazów oddechowych	• schemat ilustrujący związek oddychania tlenowego z wymianą gazową • animacja lub plansza przedstawiające wentylację płuc • plansza przedstawiająca mechanizm transportu gazów oddechowych
4	Zaburzenia funkcjonowania układu oddechowego	V.1), V.2), V.5)	XI.2.3)i) analizuje wpływ czynników zewnętrznych na funkcjonowanie układu oddechowego (tlenek węgla, pyłowe zanieczyszczenie powietrza, dym tytoniowy, smog), XI.2.3)j) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu oddechowego (RTG klatki piersiowej, spirometria, bronchoskopia),	• charakterystyka chorób układu oddechowego za pomocą metody stacji uczenia się	• materiały źródłowe dotyczące chorób układu oddechowego
Rozdział VI. Układ krążenia. Odporność					
1	Układ krążenia u zwierząt		XI.2.3)m) przedstawia rodzaje układów krążenia u zwierząt (otwarte, zamknięte) oraz wykazuje związek między budową układu krążenia a jego funkcją u poznanych grup zwierząt, XI.2.3)o) porównuje, określając tendencje ewolucyjne, budowę serc gromad kręgowców,	• przygotowanie tabeli porównawczej dotyczącej krążenia płynów ustrojowych u zwierząt (praca w grupach)	• teksty źródłowe dotyczące krążenia płynów ustrojowych u zwierząt • arkusze szarego papieru, flamastry
2	Skład i funkcje krwi	II.6)	XI.1. 1) rozpoznaje tkanki organizmu człowieka na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją; XI.2.3)k) przedstawia rolę krwi w transporcie	• obserwacja mikroskopowa trwałych preparatów krwi człowieka • charakterystyka składu krwi metodą aktywnego opisu porównującego (praca w grupach) • analiza wyników badań morfologii krwi	• materiały potrzebne do obserwacji mikroskopowej – mikroskopy optyczne, trwałe preparaty krwi człowieka • ilustracje przedstawiające

			gazów oddechowych, XI.2.3)l) określa znaczenie krzepnięcia krwi dla zachowania homeostazy organizmu, XI.2.2) f) wyjaśnia istotę konfliktu serologicznego i przedstawia znaczenie podawania przeciwciał anty-Rh,		elementy morfotyczne krwi • wyniki badań morfologii krwi
3	Budowa i funkcje układu krwionośnego	II.6)	XI.2.3)n) wykazuje związek między budową a funkcją naczyń krwionośnych, XI.2.3)p) przedstawia budowę serca człowieka [...],	• omówienie budowy układu krwionośnego człowieka z wykorzystaniem planszy • porównanie budowy naczyń krwionośnych z wykorzystaniem modelu lub planszy • obserwacja mikroskopowa trwałych preparatów przekroju poprzecznego żył i tętnic	• plansza przedstawiająca budowę układu krwionośnego • modele lub plansze przedstawiające budowę naczyń krwionośnych • materiały potrzebne do obserwacji mikroskopowej, m.in. mikroskopy optyczne, trwałe preparaty przekroju poprzecznego żył i tętnic
4	Funkcjonowanie układu krwionośnego		XI.2.3)n) wykazuje związek między budową a funkcją naczyń krwionośnych, XI.2.3)p) przedstawia [...] krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym, XI.2.3)q) przedstawia automatyzm pracy serca,	• charakterystyka budowy serca, połączona z heurystą, z wykorzystaniem modelu lub planszy • analiza animacji lub planszy przedstawiającej etapy pracy serca	• model lub plansza przedstawiające budowę serca • animacja lub plansza przedstawiające cykl pracy serca
5	Układ limfatyczny		XI.2.3)s) przedstawia funkcje elementów układu limfatycznego i przedstawia rolę limfy.	• analiza planszy przedstawiającej budowę układu limfatycznego	• plansza przedstawiająca budowę układu limfatycznego
6	Choroby układu krążenia	V.1), V.2), V.5)	XI.2.3)r) wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżyca, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, zylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce	• praca w grupach nad plakatem dotyczącym chorób i profilaktyki chorób układu krążenia	• flamastry, arkusze szarego papieru

			chorób układu krążenia (EKG, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi),		
7	Budowa i funkcje układu odpornościowego		XI.2.2)c) przedstawia narządy i komórki układu odpornościowego człowieka, XI.2.2)d) przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny), XI.2.2)e) wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa [...],	wykład ilustrowany dotyczący budowy układu odpornościowego	prezentacja multimedialna dotycząca budowy układu odpornościowego
8	Rodzaje i mechanizmy odporności		XI.2.2)a) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną, XI.2.2)b) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny),	wykład ilustrowany dotyczący działania układu odpornościowego	prezentacja multimedialna dotycząca działania układu odpornościowego
9	Zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego	V.1), V.2), V.4), V.5)	XI.2.2)e) wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa, i przedstawia jej znaczenie w transplantologii, XI.2.2)g) analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna i osłabiona odpowiedź immunologiczna) oraz podaje sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergię, choroby autoimmunologiczne).	analiza materiałów źródłowych dotyczących zaburzeń funkcjonowania układu odpornościowego (praca w grupach)	materiały źródłowe dotyczące zaburzeń funkcjonowania układu odpornościowego (internet, literatura uzupełniająca)
Rozdział VII. Układ moczowy					
1	Osmoregulacja i wydalanie u zwierząt		XI.2.4)a) wykazuje konieczność regulacji osmotycznej u zwierząt żyjących w różnych środowiskach, XI.2.4)b) przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które są wydalone z organizmu, XI.2.4)c) wykazuje związek między środowiskiem życia zwierząt i rodzajem wydalanego azotowego produktu przemiany materii, XI.2.4)d) przedstawia układy wydalnicze	przygotowanie tabeli porównawczej dotyczącej sposobów wydalania u różnych grup zwierząt (praca w grupach)	- teksty źródłowe dotyczące sposobów wydalania u różnych grup zwierząt - arkusze szarego papieru, flamastry

			zwierząt,		
2	Budowa i funkcjonowanie układu moczowego		XI.2.4)e) przedstawia związek między budową a funkcją narządów układu moczowego człowieka, XI.2.4)f) przedstawia proces tworzenia moczu u człowieka oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie,	• analiza planszy przedstawiającej budowę nerki człowieka • analiza schematu przedstawiającego budowę nefronu, połączona z opisem procesu tworzenia moczu u człowieka • analiza porównawcza danych dotyczących składu chemicznego moczu pierwotnego i moczu ostatecznego (tabela)	• plansza przedstawiająca budowę nerki człowieka • schemat przedstawiający budowę nefronu • tabela zawierająca dane dotyczące składu chemicznego moczu pierwotnego i moczu ostatecznego
3	Choroby układu moczowego	V.1), V.2), V.5)	XI.2.4)g) analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (badanie ogólne moczu), XI.2.4)h) przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.	• analiza materiałów źródłowych dotyczących dializy • dyskusja na temat badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego	• materiały źródłowe dotyczące dializy (internet, literatura uzupełniająca)
Rozdział VIII. Układ nerwowy					
1	Budowa i działanie układu nerwowego		XI.2.6)a) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego, XI.2.6)b) przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników,	• analiza schematu przedstawiającego budowę układu nerwowego człowieka • omówienie budowy neuronu • analiza przewodzenia impulsu nerwowego • analiza budowy i funkcjonowania synapsy	• schemat przedstawiający budowę układu nerwowego człowieka
2	Ośrodkowy układ nerwowy		XI.2.6)e) przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego [...] człowieka,	• analiza tekstów źródłowych dotyczących ośrodkowego układu nerwowego, połączona z wyciąganiem wniosków • analiza schematów przedstawiających ośrodkowy układ nerwowy	• teksty źródłowe dotyczące ośrodkowego układu nerwowego • schematy przedstawiające ośrodkowy układ nerwowy
3	Obwodowy układ nerwowy		XI.2.6)e) przedstawia budowę i funkcje [...] nerwów człowieka, XI.2.6)c) przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym, XI.2.6)d) porównuje rodzaje odruchów i	• analiza schematu przedstawiającego nerwy czaszkowe i nerwy rdzeniowe, połączona z wyciąganiem wniosków • omówienie elementów łuku odruchowego	• schemat przedstawiający nerwy czaszkowe i nerwy rdzeniowe

			przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się,		
4	Autonomiczny układ nerwowy		XI.2.6)f) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu,	• porównanie współczulnego i przywspółczulnego układu nerwowego z wykorzystaniem schematu	• schemat przedstawiający działanie autonomicznego układu nerwowego
5	Higiena i choroby układu nerwowego	V.1), V.2), V.5)	XI.2.6)k) wykazuje biologiczne znaczenie snu, XI.2.6)l) wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu, XI.2.6)m) przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki dla ograniczenia społecznych skutków tych chorób.	• charakterystyka chorób układu nerwowego • dyskusja na temat uzależnień	• teksty źródłowe dotyczące uzależnień (internet, literatura uzupełniająca)
Rozdział IX. Narządy zmysłów					
1	Narządy zmysłów u zwierząt		XI.2.6)g) wyróżnia rodzaje receptorów u zwierząt ze względu na rodzaj odbieranego bodźca, XI.2.6)h) wykazuje związek między lokalizacją receptorów w organizmie człowieka a pełnioną funkcją,	• analiza tekstów źródłowych dotyczących narządów zmysłów u zwierząt, połączona z wyciąganiem wniosków	• teksty źródłowe dotyczące narządów zmysłów u zwierząt
2	Budowa i działanie narządu wzroku		XI.2.6)i) przedstawia budowę oraz działanie oka [...] człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku [...],	• analiza schematu przedstawiającego budowę narządu wzroku człowieka • omówienie mechanizmu widzenia • porównanie wad wzroku i sposobów ich korygowania	• schemat przedstawiający budowę narządu wzroku człowieka
3	Ucho – narząd słuchu i równowagi		XI.2.6)i) przedstawia budowę oraz działanie [...] ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny [...] słuchu,	• analiza schematu przedstawiającego budowę narządu słuchu i równowagi • dyskusja na temat negatywnych skutków oddziaływania hałasu	• schemat przedstawiający budowę narządu słuchu i równowagi

4	Narządy smaku oraz węchu		XI.2.6)j) przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu,	• omówienie budowy narządów smaku oraz węchu • analiza materiałów źródłowych dotyczących znaczenia zmysłów smaku i węchu, połączona z dyskusją	• materiały źródłowe dotyczące znaczenia zmysłów smaku i węchu (internet, literatura uzupełniająca)
Rozdział X. Układ hormonalny					
1	Budowa i rola układu hormonalnego		XI.2.5)a) wyjaśnia, w jaki sposób hormony steroidowe i niesteroidowe (pochodne aminokwasów i peptydowe) regulują czynności komórek docelowych, XI.2.5)b) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych człowieka i wymienia nazwy hormonów przez nie produkowanych, XI.2.5)c) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki), XI.2.5)g) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu i tempa metabolizmu, XI.2.5)h) przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy,	• analiza budowy układu hormonalnego człowieka z wykorzystaniem planszy • omówienie wpływu poszczególnych hormonów na organizm człowieka • omówienie molekularnego mechanizmu działania hormonów	• plansza przedstawiająca układ hormonalny człowieka • schematy przedstawiające molekularny mechanizm działania hormonów
2	Regulacja wydzielania hormonów		XI.2.5)c) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki), XI.2.5)d) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad), XI.2.5)e) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi,	• omówienie sprzężenia zwrotnego w regulacji wydzielania hormonów • omówienie antagonistycznego działania insuliny i glukagonu	• schemat przedstawiający antagonistyczne działanie insuliny i glukagonu

3	Nadczynność i niedoczynność gruczołów dokrewnych. Stres	V.1), V.2), V.5)	XI.2.5)f) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres u człowieka, XI.2.5)i) określa skutki niedoczynności i nadczynności tarczycy.	• analiza materiałów źródłowych dotyczących stresu, połączona z dyskusją • analiza materiałów źródłowych dotyczących skutków niedoczynności i nadczynności tarczycy	• materiały źródłowe dotyczących stresu (internet, literatura uzupełniająca) • materiały źródłowe dotyczące skutków niedoczynności i nadczynności tarczycy (internet, literatura uzupełniająca)
Rozdział XI. Rozmnażanie i rozwój					
1	Rozmnażanie i rozwój u zwierząt		XI.2.9)a) porównuje bezpłciowe i płciowe rozmnażanie zwierząt w aspekcie zmienności genetycznej, XI.2.5)b) przedstawia na przykładzie wybranych grup zwierząt sposoby rozmnażania bezpłciowego, XI.2.5)c) przedstawia istotę rozmnażania płciowego, XI.2.5)d) rozróżnia zapłodnienie zewnętrzne i wewnętrzne oraz podaje przykłady grup zwierząt, u których występuje, XI.2.5)e) wykazuje związek budowy jaja ze środowiskiem życia, XI.2.9)f) analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozróżnia żywicieli pośrednich i ostatecznych, XI.2.9)g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje, XI.2.9)h) porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne u owadów, uwzględniając rolę poczwarki w cyklu rozwojowym, XI.2.9)i) przedstawia rolę błon płodowych w rozwoju zarodkowym owodniowców,	• przygotowanie mapy mentalnej na temat rozmnażania się zwierząt (praca w grupach)	• teksty źródłowe dotyczące rozmnażania się zwierząt • arkusze szarego papieru, flamastry

2	Budowa i funkcje męskich narządów rozrodczych		XI.2.9)j) przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego męskiego [...] człowieka, XI.2.9)k) analizuje na podstawie schematu proces gametogenezy u człowieka [...],	• omówienie budowy narządów płciowych męskich (zewnętrznych i wewnętrznych) z wykorzystaniem planszy • analiza schematu przedstawiającego przebieg spermatogenezy • omówienie budowy plemnika	• plansza przedstawiająca budowę narządów płciowych męskich • schematy przedstawiające przebieg spermatogenezy i budowę plemnika
3	Budowa i funkcje żeńskich narządów rozrodczych		XI.2.9)j) przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego [...] żeńskiego człowieka, XI.2.9)k) analizuje na podstawie schematu proces gametogenezy u człowieka i wskazuje podobieństwa oraz różnice w przebiegu powstawania gamet męskich i żeńskich, XI.2.9)l) analizuje na podstawie schematu przebieg cyklu menstruacyjnego, z uwzględnieniem działania hormonów przysadkowych i jajnikowych w jego regulacji, XI.2.9)m) przedstawia rolę syntetycznych hormonów (progesteronu i estrogenów) w regulacji cyklu menstruacyjnego,	• omówienie budowy narządów płciowych żeńskich (zewnętrznych i wewnętrznych) z wykorzystaniem planszy • analiza schematu przedstawiającego przebieg oogenezy • porównanie oogenezy ze spermatogenezą • omówienie przebiegu cyklu menstruacyjnego z uwzględnieniem zmian, które zachodzą w jajniku i macicy	• plansza przedstawiająca budowę narządów płciowych żeńskich • schematy przedstawiające przebieg oogenezy i budowę oocytu II rzędu • schemat przedstawiający cykl menstruacyjny
4	Rozwój człowieka. Metody antykoncepcji		XI.2.9)n) przedstawia przebieg ciąży, z uwzględnieniem funkcji łożyska; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych, XI.2.9)o) przedstawia etapy ontogenezy człowieka, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.	• pogadanka na temat przebiegu zapłodnienia, rozwoju prenatalnego oraz rozwoju postnatalnego • omówienie funkcji łożyska w rozwoju prenatalnym • analiza znaczenia badań prenatalnych • omówienie sposobów planowania rodziny	• ilustracja przedstawiająca budowę łożyska
Klasa IV					
Rozdział I. Genetyka molekularna					
1	Budowa i rola kwasów nukleinowych		I.2.4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne	• wykład ilustrowany • omówienie budowy DNA i RNA	• prezentacja multimedialna dotycząca budowy nukleotydów, kwasów nukleinowych,

			kwasów nukleinowych.		zasad azotowych
2	Replikacja DNA		IV.2) wyjaśnia mechanizm replikacji DNA, z uwzględnieniem roli enzymów (helikaza, prymaza, polimeraza DNA, ligaza);	• analiza schematu przedstawiającego replikację DNA w komórce <i>Escherichia coli</i> • omówienie mechanizmu syntezy nowych nici na matrycy nici starych, z uwzględnieniem reguły komplementarności zasad azotowych	• schemat przedstawiający replikację DNA w komórce <i>Escherichia coli</i> • gra dydaktyczna ilustrująca semikonserwatywność replikacji DNA
3	Geny i genomy		XIII.1) porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego; IV.1) przedstawia organizację materiału genetycznego w komórce;	• porównanie struktury genu komórki eukariotycznej ze strukturą genu komórki prokariotycznej • analiza organizacji materiału genetycznego w komórce	• schematy przedstawiające strukturę genu komórki eukariotycznej i komórki prokariotycznej • schemat przedstawiający organizację materiału genetycznego w komórce eukariotycznej
4	Ekspresja genów		XIII.4) przedstawia cechy kodu genetycznego; XIII.2) opisuje proces transkrypcji, z uwzględnieniem roli polimerazy RNA; XIII.3) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej u organizmów eukariotycznych; XIII.5) opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek; XIII.6) porównuje przebieg ekspresji informacji genetycznej w komórce prokariotycznej i eukariotycznej;	• wykład ilustrowany dotyczący ekspresji genów • praca z materiałem źródłowym – tabelą kodu genetycznego • ćwiczenia dotyczące procesów transkrypcji i translacji	• tabela kodu genetycznego • schemat przedstawiający mechanizm procesu transkrypcji • schemat przedstawiający mechanizm procesu translacji
5	Regulacja ekspresji genów		XIII.7) przedstawia istotę regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych.	• wykład ilustrowany dotyczący regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych	• schematy przedstawiające sposoby regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych
Rozdział II. Genetyka klasyczna					
1	Dziedziczenie cech. Prawa Mendla		XIV.1.1) zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz	• praca w parach z tekstem źródłowym • konstruowanie krzyżówek jednogennych i dwugennych (w tym krzyżówek testowych) z wykorzystaniem pojęć	• źródła internetowe • literatura uzupełniająca • schematy krzyżówek mendlowskich jedno- i

			stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych [...]; XIV.1.2) przedstawia dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe [...]	genetycznych	dwugenowych • schematy krzyżówek testowych
2	Dziedziczenie jednogenowe. Różne stosunki dominacji		XIV.1.1) zapisuje i analizuje krzyżówki [...] oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych, w tym cech warunkowanych przez allele wielokrotne; XIV.1.2) przedstawia dziedziczenie jednogenowe [...] (dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja [...])	• konstruowanie krzyżówek jednogenowych dwuallelicznych z uwzględnieniem różnych stosunków dominacji • omówienie zagadnień plejotropii i genów letalnych • konstruowanie krzyżówek jednogenowych z zakresu alleli wielokrotnych	• schematy krzyżówek jednogenowych dwuallelicznych • schematy krzyżówek jednogenowych z zakresu alleli wielokrotnych
3	Dziedziczenie wielogenowe		XIV.1.1) zapisuje i analizuje krzyżówki [...] oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych [...]; XIV.1.2) przedstawia dziedziczenie [...] dwugenowe i wielogenowe ([...] współdziałanie dwóch lub większej liczby genów);	• konstruowanie krzyżówek dwugenowych oraz wielogenowych z uwzględnieniem współdziałania dwóch lub większej liczby genów (geny dopełniające się, geny epistatyczne i hipostatyczne, geny kumulatywne)	• schematy krzyżówek dwugenowych i wielogenowych
4	Chromosomowa teoria dziedziczenia		XIV.1.3) przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana; XIV.1.4) analizuje dziedziczenie cech sprzężonych; oblicza odległość między genami; na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie;	• wykład ilustrowany dotyczący chromosomowej teorii dziedziczenia • analiza schematów przedstawiających dziedziczenie genów sprzężonych na jednym chromosomie • ćwiczenia z rozwiązywania krzyżówek genetycznych	• schematy dotyczące chromosomowej teorii dziedziczenia • zadania z krzyżówkami genetycznymi
5	Determinacja płci. Cechy sprzężone z płcią		XIV.1.6) przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci; XIV.1.7) przedstawia dziedziczenie cech sprzężonych z płcią;	• analiza schematów przedstawiających sposoby dziedziczenia płci • ćwiczenia z rozwiązywania krzyżówek genetycznych	• schematy przedstawiające sposoby dziedziczenia płci • zadania z krzyżówkami genetycznymi
6	Dziedziczenie pozajądrowe		XIV.1.5) wyjaśnia istotę dziedziczenia pozajądrowego;	• omówienie istoty dziedziczenia mitochondrialnego i chloroplastowego • analiza schematu przedstawiającego	• schemat przedstawiający dziedziczenie barwy pędów u dziwaczka

				dziedzicznie barwy pędów u dziwaczka peruwiańskiego	peruwiańskiego
Rozdział III. Zmienność organizmów					
1	Rodzaje zmienności		XIV.2.1) opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji; XIV.2.2) przedstawia typy zmienności genetycznej (rekombinacyjna i mutacyjna); XIV.2.3) rozróżnia ciągłą i nieciągłą zmienność cechy; wyjaśnia genetyczne podłoże tych zmienności; XIV.2.4) przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej;	- wykład ilustrowany dotyczący zmienności organizmów - obserwacja zmienności ciągłej i zmienności nieciągłej u wybranych organizmów	- schematy przedstawiające zmienność ciągłą oraz zmienność nieciągłą - schematy przedstawiające proces <i>crossing-over</i> oraz losową segregację chromosomów w anafazie I i II podziału mejotycznego
2	Mutacje		XIV.2.5) przedstawia rodzaje mutacji genowych oraz określa ich skutki; XIV.2.6) przedstawia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz określa ich skutki; XIV.2.8) wykazuje związek pomiędzy narażeniem organizmu na działanie czynników mutagennych (fizycznych, chemicznych, biologicznych) a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób; XIV.2.9) przedstawia transformację nowotworową komórek jako następstwo mutacji w obrębie genów kodujących białka regulujące cykl komórkowy oraz odpowiedzialnych za naprawę DNA	- pogadanka dotycząca czynników mutagennych - analiza schematów lub animacji przedstawiających mutacje genowe - analiza schematów lub animacji przedstawiających aberracje chromosomowe - omówienie procesu transformacji nowotworowej	- schematy lub animacje przedstawiające mutacje genowe - schematy lub animacje przedstawiające aberracje chromosomowe - schemat przedstawiający transformację nowotworową
3	Choroby jednogenowe		XIV.2.7) określa na podstawie analizy rodowodu [...] podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, fenyloketonuria, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm [...]);	- charakterystyka chorób jednogenowych - określanie sposobu dziedziczenia wybranych chorób jednogenowych na podstawie rodowodów	rodowody przedstawiające dziedziczenie wybranych chorób jednogenowych
4	Zespoły aberracji chromosomowych		XIV.2.7) określa na podstawie analizy [...] kariotypu podłoże genetyczne chorób człowieka ([...] zespół Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa);	analiza kariotypów, połączona z wyciąganiem wniosków dotyczących zespołów aberracji chromosomowych	kariotypy osób chorych na zespół Klinefeltera, zespół Turnera i zespół Downa

			XV.10) przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego;		
Rozdział IV. Biotechnologia					
1	Biotechnologia		XV.1) rozróżnia biotechnologię tradycyjną i molekularną; XV.2) przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków;	• omówienie różnicy między biotechnologią tradycyjną a biotechnologią molekularną, • analiza tekstów źródłowych dotyczących zastosowania biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków	• teksty źródłowe dotyczące zastosowania biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków
2	Podstawowe narzędzia i techniki inżynierii genetycznej		XV.3) przedstawia narzędzia wykorzystywane w biotechnologii molekularnej (enzymy: polimerazy, ligazy i enzymy restrykcyjne) i określa ich zastosowania; XV.4) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacja DNA, analiza restrykcyjna i elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA metodą Sangera);	• analiza tekstów źródłowych oraz schematów dotyczących narzędzi i technik stosowanych w biologii molekularnej • metoda stolików eksperckich	• schematy przedstawiające analizę restrykcyjną i elektroforezę DNA, metodę PCR, hybrydyzację DNA, sekwencjonowanie DNA
3	Organizmy zmodyfikowane genetycznie		XV.6) wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych; XV.7) 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;	• dyskusja panelowa dotycząca GMO	• teksty źródłowe dotyczące GMO • schematy przedstawiające sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych
4	Klonowanie organizmów i komórek		XV.8) opisuje klonowanie organizmów metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach jego rozwoju oraz	• dyskusja panelowa dotycząca klonowania organizmów	• teksty źródłowe dotyczące klonowania organizmów • schematy przedstawiające metody klonowania

			przedstawia zastosowania tych metod;		organizmów
5	Biotechnologia molekularna w medycynie		XV.5) przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej [...] diagnostyce chorób; XV.9) przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie; XV.11) przedstawia ogólną zasadę działania terapii genowej;	seminarium na temat zastosowania inżynierii genetycznej w medycynie	teksty źródłowe dotyczące zastosowania inżynierii genetycznej w medycynie
6	Inne zastosowania biotechnologii molekularnej		XV.5) przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w [...] kryminalistyce [...]; XV.12) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej; XV.13) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.	- omówienie zastosowania technik inżynierii genetycznej w kryminalistyce - dyskusja dotycząca szans i zagrożeń wynikających z zastosowań biotechnologii molekularnej	teksty źródłowe dotyczące szans i zagrożeń wynikających z zastosowań biotechnologii molekularnej
Rozdział V. Ewolucja organizmów					
1	Rozwój myśli ewolucyjnej		XVI.1) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji; XVI.3) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;	wykład ilustrowany dotyczący teorii ewolucji	teksty źródłowe dotyczące pokrewieństwa ewolucyjnego organizmów
2	Dowody ewolucji		XVI.1) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji; XVI.2) określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego; XVI.12) opisuje warunki, w jakich zachodzi [...] ewolucja zbieżna; XVI.13) rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;	- wykład ilustrowany dotyczący dowodów ewolucji - analiza drzew filogenetycznych oraz opisów dotyczących pokrewieństwa ewolucyjnego organizmów - konstruowanie fragmentów drzew filogenetycznych na podstawie tekstów źródłowych	- rysunki i zdjęcia przedstawiające przykłady konwergencji i dywergencji - skamieniałości - drzewa filogenetyczne wybranych grup organizmów - teksty źródłowe dotyczące pokrewieństwa ewolucyjnego organizmów

3	Dobór naturalny – główny mechanizm ewolucji		XVI.3) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji; XVI.4) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący); XVI.5) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;	wykład ilustrowany dotyczący doboru naturalnego	- wykresy ilustrujące zmiany liczebności populacji w trzech rodzajach doboru naturalnego - film edukacyjny dotyczący melanizmu przemysłowego
4	Ewolucja na poziomie gatunku i populacji		XVI.6) określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny; XVI.7) przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji; XVI.8) przedstawia założenia prawa Hardy’ego – Weinberga; XVI.9) stosuje równanie Hardy’ego – Weinberga do obliczenia częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji; XVI.10) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową;	- wykład na temat prawa Hardy’ego-Weinberga, dryfu genetycznego i przyczyn zmian częstości alleli w populacji - analiza zadań typu maturalnego diagnozujących wiedzę z zakresu prawa Hardy’ego-Weinberga i dryfu genetycznego	- schematy i ilustracje przedstawiające efekt założyciela i efekt wąskiego gardła - zadania typu maturalnego dotyczące prawa Hardy’ego-Weinberga i dryfu genetycznego
5	Powstawanie gatunków – specjacja		XVI.11) przedstawia mechanizm powstawania gatunków wskutek specjacji allopatrycznej i sympatrycznej; XVI.12) opisuje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna [...];	- konstruowanie schematów przedstawiających mechanizmy izolacji rozrodczej (praca w grupach) - konstruowanie schematów przedstawiających specjację allopatryczną i specjację sympatryczną (praca w grupach)	schematy ilustrujące specjację allopatryczną i specjację sympatryczną
6	Antropogeneza		XVI.14) porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych, wskazując na ich cechy charakterystyczne; XVI.15) określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego; XVI.16) przedstawia podobieństwa między	- pogadanka dotycząca pokrewieństwa człowieka z innymi zwierzętami - analiza podobieństw oraz różnic między człowiekiem a małpami człekokształtnymi	- teksty źródłowe dotyczące antropogenezy - drzewo filogenetyczne przedstawiające pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami

			człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych.		
Rozdział V. Ekologia i różnorodność biologiczna					
1	Podstawy ekologii. Tolerancja ekologiczna		XVII.1.1) rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy; XVII.1.2) przedstawia elementy niszy ekologicznej organizmu; rozróżnia niszę ekologiczną od siedliska; XVII.1.3) wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna; XVII.1.4) wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji; XVII.1.5) określa środowisko życia organizmu na podstawie jego tolerancji ekologicznej na określony czynnik; XVII.1.6) przedstawia adaptacje form ekologicznych roślin do życia w różnych siedliskach.	• elementy wykładu ilustrowanego dotyczące podstaw ekologii • analiza tekstów źródłowych dotyczących tolerancji ekologicznej	• rysunki i zdjęcia przedstawiające adaptacje form ekologicznych roślin do życia w różnych siedliskach • teksty źródłowe dotyczące tolerancji ekologicznej
2	Ekologia populacji		XVII.2.1) przedstawia istotę teorii metapopulacji oraz określa znaczenie migracji w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku; XVII.2.2) charakteryzuje populację, określając jej cechy (liczebność, zagęszczenie, struktura przestrzenna, wiekowa i płciowa); dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku.	• metoda mini projektu – opracowanie cech populacji czterech różnych gatunków organizmów (dwóch gatunków roślin i dwóch gatunków zwierząt) na podstawie materiałów źródłowych (opisów, schematów, wykresów); prezentacja projektów przez przedstawicieli poszczególnych grup uczniowskich	• materiały źródłowe dotyczące wybranych gatunków roślin i zwierząt (dwa gatunki pospolite i dwa gatunki zagrożone wyginięciem)
3	Zależności nieantagonistyczne		XVII.3.1) wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych (mutualizm obligatoryjny i fakultatywny, komensalizm) w ekosystemie i podaje ich przykłady;	• seminarium – dyskusja na temat korzyści płynących z mutualizmu	• filmy edukacyjne dotyczące zależności nieantagonistycznych
4	Zależności antagonistyczne		XVII.3.2) przedstawia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej;	• analiza materiałów źródłowych dotyczących zależności antagonistycznych, połączona z wyciąganiem wniosków	• materiały źródłowe dotyczące zależności antagonistycznych

			XVII.3.3) wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany; XVII.3.4) przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu; XVII.3.5) przedstawia adaptacje obronne ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin;		(internet, literatura uzupełniająca)
5	Struktura ekosystemu. Sukcesja ekologiczna		XVII.3.9) przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie.	• analiza materiałów źródłowych dotyczących struktury ekosystemu • omówienie sukcesji ekologicznej	• film edukacyjny dotyczący ekosystemu leśnego
6	Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie		XVII.3.6) określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych; XVII.3.7) wyjaśnia przepływ energii i obieg materii w ekosystemie;	• wykład ilustrowany dotyczący krążenia materii i przepływu energii w ekosystemie	• prezentacja multimedialna
7	Obieg azotu i węgla w przyrodzie		XVII.3.8) opisuje obieg węgla i azotu w przyrodzie, wykazując rolę różnych grup organizmów w tych obiegach;	• analiza schematów przedstawiających obiegi węgla i azotu w przyrodzie, połączona z wyciąganiem wniosków	• schematy przedstawiające obiegi węgla i azotu w przyrodzie
8	Różnorodność biologiczna		XVIII.1) przedstawia typy różnorodności biologicznej: genetyczną, gatunkową i ekosystemową; XVIII.2) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu; wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli	• charakterystyka typów różnorodności biologicznej (praca w grupach) • wykład ilustrowany dotyczący głównych czynników geograficznych kształtujących różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi	• teksty źródłowe dotyczące różnorodności biologicznej • ilustracje i schematy przedstawiające biomy

			ziemskiej;		
9	Wpływ człowieka na różnorodność biologiczną		XVIII.3) wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną; XVIII.4) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków;	• dyskusja na temat wpływu człowieka na różnorodność biologiczną	• materiały źródłowe dotyczące wpływu człowieka na różnorodność biologiczną (internet, literatura uzupełniająca)
10	Ochrona różnorodności biologicznej		XVIII.5) uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000; XVIII.6) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej; XVIII.7) przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju.	• zajęcia terenowe – np. wycieczka do Ogrodu Botanicznego w Powsinie, wizyta w banku nasion	• karty pracy dostosowane do zajęć terenowych

V. Formy i metody pracy

Zalecane metody służące realizacji programu to przede wszystkim:

- projekt edukacyjny/naukowy, mini projekt¹,
- metoda laboratoryjna (obserwacja mikroskopowa, makroskopowa, doświadczenie),
- metoda słowna (praca z materiałem źródłowym),
- metoda grup eksperckich,
- wykład ilustrowany,
- seminarium,
- dyskusja panelowa.

Proponowane formy pracy są zróżnicowane (indywidualna, w parze, zespołowa, zbiorowa) i podporządkowane realizacji określonych celów zajęć lekcyjnych. Przy ich doborze uwzględniono zwłaszcza jeden z celów ogólnych programu, dlatego w większości są to formy rozwijające umiejętność pracy zespołowej – a więc praca w parze i praca w grupie.

VI. Ocenianie osiągnięć uczniów

Podstawą formułowania zasad oceniania osiągnięć uczniów w ramach przedmiotu jest *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 16 sierpnia 2017 r. w sprawie warunków i sposobu oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy oraz przeprowadzania sprawdzianów i egzaminów w szkołach publicznych* (Dz.U. z dnia 13 sierpnia 2017 r.)

Stosując się do zapisów tego rozporządzenia, w szczególności do fragmentu:

§ 4. 1. Nauczyciele na początku każdego roku szkolnego informują uczniów oraz ich rodziców (prawnych opiekunów) o:

- 1) wymaganiach edukacyjnych niezbędnych do uzyskania poszczególnych śródrocznych i rocznych (semestralnych) ocen klasyfikacyjnych z obowiązkowych i dodatkowych zajęć edukacyjnych, wynikających z realizowanego przez siebie programu nauczania;*
- 2) sposobach sprawdzania osiągnięć edukacyjnych uczniów;*
- 3) warunkach i trybie uzyskania wyższej niż przewidywana rocznej (semestralnej) oceny klasyfikacyjnej z obowiązkowych i dodatkowych zajęć edukacyjnych;*

zaleca się przy ocenie osiągnięć ucznia uwzględniać **wymagania konieczne**, tożsame z zapisem wymagań szczegółowych, a więc treści nauczania podstawy programowej, oraz **wymagania uzupełniające**, tożsame z zapisem wymagań ogólnych, czyli celów kształcenia podstawy programowej. Uczeń, który w pełni opanował wiadomości i umiejętności proste opisane wymaganiami koniecznymi, może otrzymać ocenę dostateczną. Natomiast posługiwanie się umiejętnościami złożonymi, które są opisane wymaganiami uzupełniającymi, w połączeniu z wymaganiami koniecznymi może stanowić podstawę wystawienia oceny dobrej lub bardzo dobrej.

Cele kształcenia i treści nauczania podstawy, tożsame z przyjętymi w programie wymaganiami koniecznymi i uzupełniającymi, stanowią podstawę konstruowania zadań i arkuszy egzaminu maturalnego. Tym samym powinny stanowić podstawę oceniania ucznia na III etapie edukacyjnym, przygotowującym do tego egzaminu.

W programie przewidziano przeprowadzenie sprawdzianów wiedzy z określonych partii materiału nauczania. Konstruując sprawdzian, wykorzystuje się zadania typu maturalnego, również te dostępne w arkuszach maturalnych z ubiegłych lat, dostępnych na stronie www.cke.edu.pl.

¹ Przez mini projekt rozumie się metodę stosowaną tylko na zajęciach edukacyjnych – analizę materiałów, ich selekcję i dobór, opracowanie i prezentację. W takim wypadku niezbędny jest dostęp do laptopów, komputerów stacjonarnych i do sieci internetowej, aby zespoły mogły zakończyć pracę w szkole.

Oprócz wyników sprawdzianów zaleca się uwzględnienie w wewnątrzszkolnym ocenianiu aktywności uczniów na zajęciach edukacyjnych, merytorycznego udziału w dyskusjach i seminariach, prezentowanie efektów pracy domowej, rezultatów pracy metodą projektu indywidualnego i w zespole, a także wyników prac doświadczalnych i obserwacji (wraz z dokumentacją). Trzeba przy tym podkreślić, że nie należy oceniać samego rezultatu doświadczenia, ale także jego omówienie i ewaluację.

W ocenianiu należy również uwzględniać stopień zaangażowania ucznia w realizację zadań oraz wysiłek, jaki w nie włożył.

Zaleca się, by w codziennej praktyce szkolnej szerzej stosować elementy oceniania kształtującego, którego podstawą jest dobrze sformułowana informacja zwrotna i sprecyzowanie wymagań, czyli elementów, na jakie nauczyciel będzie zwracał uwagę przy ocenianiu. Ponadto ważna jest także ocena koleżeńska i samoocena ucznia.

VII. Ewaluacja programu

Ze względu na nowatorski charakter programu konieczne jest stosowanie ewaluacji ciągłej. Jej podstawą są postępy uczniów w nauce, czyli zwiększanie i pogłębianie zakresu wiadomości i umiejętności prostych oraz złożonych. Ponadto po każdym roku realizacji programu nauczyciel powinien przeprowadzić ewaluację z zastosowaniem kwestionariusza ankiety ewaluacyjnej dla ucznia. Pozwoli to modyfikować formy i metody realizacji zajęć, a ponadto będzie doskonałym materiałem do analizy po zakończeniu pierwszego pełnego cyklu pracy z programem. Szczegółowa analiza wyników egzaminu maturalnego w roku 2023, a także autorefleksja nauczyciela dotycząca oceny jakości własnej pracy pozwolą sformułować wnioski, zmodyfikować i udoskonalić program pod względem treści, form i metod pracy oraz sposobu oceniania osiągnięć uczniów. Dzięki temu program będzie można wykorzystać w kolejnym cyklu nauczania.

VIII. Sposoby realizacji programu

Zaleca się – w zgodzie z podstawą programową przedmiotu biologia – realizować program nie tylko w budynku szkolnym. Warto wykorzystać bogatą ofertę zajęć ośrodków edukacji pozaszkolnej: centrów nauki, muzeów, ogrodów botanicznych i zoologicznych czy wydziałów przyrodniczych uniwersytetów lub akademii rolniczych. Szeroka oferta zajęć przyrodniczych, realizowanych w wielu ośrodkach edukacji pozaformalnej na terenie całego kraju, pozwala wyjść z realizacją wielu tematów poza budynek szkolny. Zajęcia w terenie są szczególnie wskazane przy omawianiu takich działów jak ekologia czy różnorodność organizmów. Ponadto w nauczaniu biologii dobrze wykorzystywać metody badawcze i obserwacyjne, a także zakładanie hodowli.

IX. Zapisy w podstawie programowej dotyczące nauczania biologii w zakresie rozszerzonym na III etapie edukacyjnym

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

1. Składniki nieorganiczne. Uczeń:

- 1) przedstawia znaczenie biologiczne makroelementów, w tym pierwiastków biogennych;
- 2) przedstawia znaczenie biologiczne wybranych mikroelementów (Fe, I, F);
- 3) wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów, z uwzględnieniem jej właściwości fizycznych i chemicznych.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

- 1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe α , β); rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna) i określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyczne i chemiczne; planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność skrobi w materiale biologicznym;
- 2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i

złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, hemoglobina, mioglobina); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;
3) przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozróżnia lipidy proste i złożone, przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne;
4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych.

II. Komórka. Uczeń:

- 1) rozpoznaje elementy budowy komórki eukariotycznej na preparacie mikroskopowym, na mikrofotografii, rysunku lub na schemacie;
- 2) wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami;
- 3) rozróżnia rodzaje transportu do i z komórki (dyfuzja prosta i wspomagana, transport aktywny, endocytoza i egzocytoza);
- 4) wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące zjawisko osmozy wywołane różnicą stężeń wewnątrz i na zewnątrz komórki; planuje i przeprowadza obserwację zjawiska plazmolizy;
- 5) przedstawia budowę jądra komórkowego i jego rolę w funkcjonowaniu komórki;
- 6) opisuje budowę rybosomów, ich powstawanie i pełnioną funkcję oraz określa ich lokalizację w komórce;
- 7) przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki;
- 8) opisuje budowę mitochondriów i plastydów ze szczególnym uwzględnieniem chloroplastów; dokonuje obserwacji mikroskopowych plastydów w materiale biologicznym;
- 9) przedstawia argumenty przemawiające za endosymbiotycznym pochodzeniem mitochondriów i chloroplastów;
- 10) wykazuje związek budowy ściany komórkowej z pełnioną funkcją oraz wskazuje grupy organizmów, u których ona występuje;
- 11) przedstawia znaczenie wakuoli w funkcjonowaniu komórki roślinnej;
- 12) przedstawia znaczenie cytoszkieletu w ruchu komórek, transporcie wewnątrzkomórkowym, podziałach komórkowych oraz stabilizacji struktury komórki; dokonuje obserwacji mikroskopowych ruchów cytoplazmy w komórkach roślinnych;
- 13) wykazuje różnice w budowie komórki prokariotycznej i eukariotycznej;
- 14) wykazuje różnice w budowie komórki roślinnej, grzybowej i zwierzęcej.

III. Energia i metabolizm.

1. Podstawowe zasady metabolizmu. Uczeń:

- 1) wyjaśnia, na przykładach, pojęcia: szlaku i cyklu metabolicznego;
- 2) porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane.

2. Przenośniki energii oraz protonów i elektronów w komórce. Uczeń:

- 1) wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną;
- 2) przedstawia znaczenie NAD^+ , FAD, NADP^+ w procesach utleniania i redukcji.

3. Enzymy. Uczeń:

- 1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu;
- 2) wyjaśnia, na czym polega swoistość substratowa enzymu oraz opisuje katalizę enzymatyczną;
- 3) przedstawia sposoby regulacji aktywności enzymów (aktywacja, inhibicja);
- 4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego jako sposobu regulacji przebiegu szlaków metabolicznych;
- 5) wyjaśnia wpływ czynników fizykochemicznych (temperatury, pH, stężenia substratu) na przebieg katalizy enzymatycznej; planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ różnych czynników na aktywność enzymów (katalaza, proteinaza).

4. Fotosynteza. Uczeń:

- 1) wykazuje związek budowy chloroplastu z przebiegiem procesu fotosyntezy;
- 2) przedstawia rolę barwników i fotosystemów w procesie fotosyntezy;

- 3) analizuje na podstawie schematu przebieg fazy zależnej od światła oraz fazy niezależnej od światła; wyróżnia substraty i produkty obu faz; wykazuje rolę składników siły asymilacyjnej w fazie niezależnej od światła;
 - 4) wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w chloroplastach;
 - 5) opisuje na podstawie schematu fotofosforylację niecykliczną.
5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie. Uczeń:
- 1) wykazuje związek budowy mitochondrium z przebiegiem procesu oddychania komórkowego;
 - 2) analizuje na podstawie schematu przebieg glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, wyróżnia substraty i produkty tych procesów;
 - 3) przedstawia, na czym polega fosforylacja substratowa;
 - 4) wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w mitochondriach (fosforylacja oksydacyjna);
 - 5) porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji alkoholowej, mleczanowej i w oddychaniu tlenowym;
 - 6) wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych;
 - 7) analizuje na podstawie schematu przebieg glukoneogenezy i glikogenolizy oraz wykazuje związek tych procesów z pozyskiwaniem energii przez komórkę.

IV. Podziały komórkowe. Uczeń:

- 1) przedstawia organizację materiału genetycznego w komórce;
- 2) wyjaśnia mechanizm replikacji DNA, z uwzględnieniem roli enzymów (helikaza, prymaza, polimeraza DNA, ligaza);
- 3) opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki;
- 4) opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy i mejozy;
- 5) rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy mitozy i mejozy;
- 6) przedstawia znaczenie mitozy i mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi;
- 7) wyjaśnia znaczenie procesu *crossing-over* i niezależnej segregacji chromosomów jako źródeł zmienności rekombinacyjnej i różnorodności biologicznej;
- 8) przedstawia apoptozę jako proces warunkujący prawidłowy rozwój i funkcjonowanie organizmów wielokomórkowych.

V. Zasady klasyfikacji i sposoby identyfikacji organizmów. Uczeń:

- 1) wnioskuje na podstawie analizy kladogramów o pokrewieństwie ewolucyjnym organizmów;
- 2) rozróżnia na drzewie filogenetycznym grupy monofiletyczne, parafiletyczne i polifiletyczne; wykazuje, że klasyfikacja organizmów oparta jest na ich filogenezie;
- 3) porządkuje hierarchicznie podstawowe rangi taksonomiczne.

VI. Bakterie i archeowce. Uczeń:

- 1) przedstawia budowę komórki prokariotycznej, z uwzględnieniem różnic w budowie ściany komórkowej bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych;
- 2) wyjaśnia różnice między archeowcami i bakteriami; przedstawia znaczenie archeowców; przedstawia różnorodność form morfologicznych bakterii;
- 3) przedstawia czynności życiowe bakterii: odżywanie (chemoautotrofizm, fotoautotrofizm, heterotrofizm); oddychanie beztlenowe (denitryfikacja, fermentacja) i tlenowe; rozmnażanie;
- 4) wykazuje znaczenie procesów płciowych w zmienności genetycznej bakterii;
- 5) przedstawia znaczenie bakterii w przyrodzie i dla człowieka, w tym wywołujących choroby człowieka (gruźlica, tężec, borelioza, salmonelloza, kiła, rzeżączka).

VII. Grzyby. Uczeń:

- 1) przedstawia różnorodność morfologiczną grzybów;
- 2) przedstawia czynności życiowe grzybów: odżywanie, oddychanie i rozmnażanie; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące, że drożdże przeprowadzają fermentację alkoholową;
- 3) przedstawia porosty jako organizmy symbiotyczne;
- 4) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez grzyby (grzybice

skóry, narządów płciowych, płuc);

5) przedstawia znaczenie grzybów, w tym porostów, w przyrodzie i dla człowieka.

VIII. Protisty. Uczeń:

1) przedstawia formy morfologiczne protistów;

2) przedstawia czynności życiowe protistów: odżywianie, poruszanie się, rozmnażanie, wydalanie i osmoregulację; zakłada hodowlę protistów słodkowodnych i obserwuje wybrane czynności życiowe tych protistów;

3) wykazuje związek budowy protistów ze środowiskiem i trybem ich życia (obecność aparatu ruchu, budowa błony komórkowej, obecność chloroplastów i wodniczek tętniących);

4) analizuje na podstawie schematów przebieg cykli rozwojowych protistów i rozróżnia poszczególne fazy jądrowe;

5) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez protisty (malaria, toksoplazmoza, lamblioza, rzęsistkowica);

6) przedstawia znaczenie protistów (w tym protistów fotosyntetyzujących i symbiotycznych) w przyrodzie i dla człowieka.

IX. Różnorodność roślin.

1. Rośliny pierwotnie wodne. Uczeń:

1) rozróżnia zielenice i krasnorosty;

2) przedstawia znaczenie krasnorostów i zielenic w przyrodzie i dla człowieka.

2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Uczeń:

1) określa różnice między warunkami życia w wodzie i na lądzie;

2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne mchów, widłakowych, skrzypowych, paprociowych i nasiennych oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup;

3) rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;

4) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach roślinnych;

5) wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami;

6) przedstawia cechy budowy roślin, które umożliwiły im zasiedlenie środowisk lądowych;

7) uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji;

8) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.

3. Gospodarka wodna i odżywianie mineralne roślin. Uczeń:

1) wyjaśnia mechanizmy pobierania oraz transportu wody i soli mineralnych;

2) planuje i przeprowadza obserwację pozwalającą na identyfikację tkanki przewodzącej wodę w roślinie;

3) wykazuje związek zmian potencjału osmotycznego i potencjału wody z otwieraniem i zamykaniem szparek;

4) wykazuje wpływ czynników zewnętrznych (temperatura, światło, wilgotność, ruchy powietrza) na bilans wodny roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ czynników zewnętrznych na intensywność transpiracji;

5) opisuje wpływ suszy fizjologicznej na bilans wodny rośliny;

6) podaje dostępne dla roślin formy wybranych makroelementów (N, S);

7) przedstawia znaczenie wybranych makro- i mikroelementów (N, S, Mg, K, P) dla roślin.

4. Odżywianie się roślin. Uczeń:

1) określa drogi, jakimi do liści docierają substraty fotosyntezy;

2) określa drogi, jakimi transportowane są produkty fotosyntezy;

3) przedstawia adaptacje w budowie anatomicznej roślin do wymiany gazowej;

4) analizuje wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na przebieg procesu fotosyntezy; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury i natężenia światła na intensywność fotosyntezy;

5) przedstawia udział innych organizmów (bakterie glebowe i symbiotyczne, grzyby) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny.

5. Rozmnażanie i rozprzestrzenianie się roślin. Uczeń:

- 1) opisuje na podstawie schematów, przemianę pokoleń mchów, paprociowych, widłakowych, skrzypowych, nagonasiennych i okrytonasiennych;
- 2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin;
- 3) przedstawia budowę kwiatów roślin nasiennych;
- 4) wykazuje związek budowy kwiatu roślin okrytonasiennych ze sposobem ich zapylania;
- 5) opisuje proces zapłodnienia i powstawania nasion u roślin nasiennych oraz owoców u okrytonasiennych;
- 6) wykazuje związek budowy owocu ze sposobem rozprzestrzeniania się roślin okrytonasiennych.

6. Wzrost i rozwój roślin. Uczeń:

- 1) przedstawia budowę nasienia bielmowego;
- 2) przedstawia wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na proces kiełkowania nasion; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ wybranych czynników (woda, temperatura, światło) na proces kiełkowania nasion;
- 3) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę liścieni we wzroście i rozwoju **siewki** rośliny;
- 4) określa rolę auksyn i etylenu w procesach wzrostu i rozwoju roślin.

7. Reakcja na bodźce. Uczeń:

- 1) przedstawia nastie i tropizmy jako reakcje roślin na bodźce (światło, temperatura, grawitacja, bodźce mechaniczne i chemiczne); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice geotropizmu korzenia i pędu;
- 2) przedstawia rolę auksyn w ruchach wzrostowych roślin.

X. Różnorodność zwierząt. Uczeń:

- 1) rozróżnia zwierzęta dwuwarstwowe i trójwarstwowe; owodniowce i bezowodniowce; łożyskowe i bezłożyskowe; skrzelodyszne i płucodyszne; zmiennocieplne i stałocieplne; na podstawie drzewa filogenetycznego wykazuje pokrewieństwo między grupami zwierząt;
- 2) wykazuje związek trybu życia zwierząt z symetrią ich ciała (promienista i dwuboczna);
- 3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie parzydełkowców, płazińców, nicieni, pierścienic, mięczaków, stawonogów (skorupiaków, pajęczaków i owadów) i szkarłupni;
- 4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie ryb, płazów, gadów, ssaków i ptaków; na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup.

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Uczeń:

- 1) rozpoznaje tkanki organizmu człowieka na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;
- 2) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach zwierzęcych;
- 3) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją;
- 4) przedstawia powiązania funkcjonalne między narządami w obrębie układu;
- 5) przedstawia powiązania funkcjonalne między układami narządów w obrębie organizmu;
- 6) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi);
- 7) wykazuje związek między wielkością, aktywnością życiową, temperaturą ciała, a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

1) Odżywianie się. Uczeń:

- a) przedstawia adaptacje w budowie i funkcjonowaniu układów pokarmowych zwierząt do rodzaju pokarmu oraz sposobu jego pobierania,
- b) rozróżnia trawienie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe u zwierząt,
- c) przedstawia rolę nieorganicznych i organicznych składników pokarmowych w odżywianiu człowieka, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika, witamin,
- d) przedstawia związek budowy odcinków przewodu pokarmowego człowieka z pełnioną przez nie funkcją,

- e) przedstawia rolę wydzielin gruczołów i komórek gruczołowych w obróbce pokarmu,
- f) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi,
- g) przedstawia wpływ mikrobiomu na funkcjonowanie organizmu człowieka,
- h) przedstawia proces wchłaniania poszczególnych produktów trawienia składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka,
- i) przedstawia rolę wątroby w przemianach substancji wchłoniętych w przewodzie pokarmowym,
- j) przedstawia rolę ośrodka głodu i sytości w przyjmowaniu pokarmu przez człowieka,
- k) przedstawia zasady racjonalnego żywienia człowieka,
- l) przedstawia zaburzenia odżywiania (anoreksja, bulimia) i przewiduje ich skutki zdrowotne,
- m) podaje przyczyny otyłości u człowieka oraz sposoby jej profilaktyki,
- n) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych (gastroskopia, kolonoskopia, USG) w profilaktyce chorób układu pokarmowego, w tym raka żołądka, raka jelita grubego.

2) Odporność. Uczeń:

- a) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,
- b) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny),
- c) przedstawia narządy i komórki układu odpornościowego człowieka,
- d) przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny),
- e) wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa, i przedstawia jej znaczenie w transplantologii,
- f) wyjaśnia istotę konfliktu serologicznego i przedstawia znaczenie podawania przeciwciał anti-Rh,
- g) analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna i osłabiona odpowiedź immunologiczna) oraz podaje sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergie, choroby autoimmunologiczne).

3) Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

- a) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej,
- b) wykazuje związek lokalizacji (wewnętrzna i zewnętrzna) i budowy powierzchni wymiany gazowej ze środowiskiem życia,
- c) podaje przykłady narządów wymiany gazowej, wskazując grupy zwierząt, u których występują,
- d) porównuje budowę płuc gromad kręgowców,
- e) wyjaśnia mechanizm wymiany gazowej w skrzelach, uwzględniając mechanizm przeciwprądowy,
- f) wyjaśnia mechanizm wentylacji płuc u płazów, gadów, ptaków i ssaków,
- g) wykazuje związek między budową a funkcją elementów układu oddechowego człowieka,
- h) opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach, uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach pH i temperatury krwi oraz w zależności od ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym,
- i) analizuje wpływ czynników zewnętrznych na funkcjonowanie układu oddechowego (tlenek węgla, pyłowe zanieczyszczenie powietrza, dym tytoniowy, smog),
- j) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu oddechowego (RTG klatki piersiowej, spirometria, bronchoskopia),
- k) przedstawia rolę krwi w transporcie gazów oddechowych,
- l) określa znaczenie krzepnięcia krwi dla zachowania homeostazy organizmu,
- m) przedstawia rodzaje układów krążenia u zwierząt (otwarte, zamknięte) oraz wykazuje związek między budową układu krążenia a jego funkcją u poznanych grup zwierząt,
- n) wykazuje związek między budową a funkcją naczyń krwionośnych,
- o) porównuje, określając tendencje ewolucyjne, budowę serc gromad kręgowców,
- p) przedstawia budowę serca człowieka oraz krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym,
- q) przedstawia automatyzm pracy serca,
- r) wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżyca, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, zylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi),
- s) przedstawia funkcje elementów układu limfatycznego i przedstawia rolę limfy.

4) Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

- a) wykazuje konieczność regulacji osmotycznej u zwierząt żyjących w różnych środowiskach,
- b) przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które są wydalone z organizmu,
- c) wykazuje związek między środowiskiem życia zwierząt i rodzajem wydalanego azotowego produktu przemiany materii,
- d) przedstawia układy wydalnicze zwierząt,
- e) przedstawia związek między budową a funkcją narządów układu moczowego człowieka,
- f) przedstawia proces tworzenia moczu u człowieka oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie,
- g) analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (badanie ogólne moczu),
- h) przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.

5) Regulacja hormonalna. Uczeń:

- a) wyjaśnia, w jaki sposób hormony steroidowe i niesteroidowe (pochodne aminokwasów i peptydowe) regulują czynności komórek docelowych,
- b) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych człowieka i wymienia nazwy hormonów przez nie produkowanych,
- c) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki),
- d) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad),
- e) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi,
- f) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres u człowieka,
- g) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu i tempa metabolizmu,
- h) przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy,
- i) określa skutki niedoczynności i nadczynności tarczycy.

6) Regulacja nerwowa. Uczeń:

- a) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego,
- b) przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników,
- c) przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym,
- d) porównuje rodzaje odruchów i przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się,
- e) przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego i nerwów człowieka,
- f) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu,
- g) wyróżnia rodzaje receptorów u zwierząt ze względu na rodzaj odbieranego bodźca,
- h) wykazuje związek między lokalizacją receptorów w organizmie człowieka a pełnioną funkcją,
- i) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu,
- j) przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu,
- k) wykazuje biologiczne znaczenie snu,
- l) wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu,
- m) przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki dla ograniczenia społecznych skutków tych chorób.

7) Poruszanie się. Uczeń:

- a) przedstawia związek między środowiskiem życia a sposobem poruszania się,
- b) rozróżnia rodzaje ruchu zwierząt (rzęskowy, mięśniowy),
- c) analizuje współdziałanie mięśni z różnymi typami szkieletu (hydrauliczny, zewnętrzny, wewnętrzny),
- d) analizuje budowę szkieletu wewnętrznego (na schemacie, modelu, fotografii) jako wyraz adaptacji do środowiska i trybu życia,
- e) opisuje współdziałanie mięśni, ścięgien, stawów i kości w ruchu człowieka;

- f) przedstawia budowę mięśnia szkieletowego (filamenty aktynowe i miozynowe, miofibrylla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia),
 - g) wyjaśnia, na podstawie schematu, molekularny mechanizm skurczu mięśnia,
 - h) przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia,
 - i) przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów,
 - j) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje,
 - k) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn człowieka,
 - l) wyjaśnia wpływ odżywiania się (w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka,
 - m) przedstawia wpływ substancji stosowanych w dopingu na organizm człowieka.
- 8) Pokrycie ciała i termoregulacja. Uczeń:
- a) przedstawia różne rodzaje pokrycia ciała zwierząt i podaje ich funkcje,
 - b) wykazuje związek między budową a funkcją skóry kręgowców,
 - c) przedstawia przykłady sposobów regulacji temperatury ciała u zwierząt endotermicznych oraz ektotermicznych,
 - d) przedstawia rolę skóry w syntezie witaminy D; wykazuje związek nadmiernej ekspozycji na promieniowanie UV z procesem starzenia się skóry oraz zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób i zmian skórnych.
- 9) Rozmnażanie i rozwój. Uczeń:
- a) porównuje bezpłciowe i płciowe rozmnażanie zwierząt w aspekcie zmienności genetycznej,
 - b) przedstawia na przykładzie wybranych grup zwierząt sposoby rozmnażania bezpłciowego,
 - c) przedstawia istotę rozmnażania płciowego,
 - d) rozróżnia zapłodnienie zewnętrzne i wewnętrzne oraz podaje przykłady grup zwierząt, u których występuje,
 - e) wykazuje związek budowy jaja ze środowiskiem życia,
 - f) analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozróżnia żywicieli pośrednich i ostatecznych,
 - g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje,
 - h) porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne u owadów, uwzględniając rolę poczwarki w cyklu rozwojowym,
 - i) przedstawia rolę błon płodowych w rozwoju zarodkowym owodniowców,
 - j) przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego męskiego i żeńskiego człowieka,
 - k) analizuje na podstawie schematu proces gametogenezy u człowieka i wskazuje podobieństwa oraz różnice w przebiegu powstawania gamet męskich i żeńskich,
 - l) analizuje na podstawie schematu przebieg cyklu menstruacyjnego, z uwzględnieniem działania hormonów przysadkowych i jajnikowych w jego regulacji,
 - m) przedstawia rolę syntetycznych hormonów (progesteronu i estrogenów) w regulacji cyklu menstruacyjnego,
 - n) przedstawia przebieg ciąży, z uwzględnieniem funkcji łożyska; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych,
 - o) przedstawia etapy ontogenezy człowieka, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

XII. Wirusy. Uczeń:

- 1) przedstawia budowę wirusów jako bezkomórkowych form infekcyjnych;
- 2) przedstawia różnorodność morfologiczną i genetyczną wirusów;
- 3) wykazuje związek budowy wirusów ze sposobem infekowania komórek;
- 4) porównuje cykle infekcyjne wirusów (lityczny i lizogeniczny);
- 5) wyjaśnia mechanizm odwrotnej transkrypcji i jego znaczenie w namnażaniu retrowirusów;
- 6) przedstawia drogi rozprzestrzeniania się i zasady profilaktyki chorób człowieka wywoływanych przez wirusy (wścieklizna, AIDS, schorzenia wywołane zakażeniem HPV, grypa, odra, ospa, różyczka, świnka, WZW typu A, B i C);
- 7) przedstawia znaczenie wirusów w przyrodzie i dla człowieka.

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

- 1) porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego;
- 2) opisuje proces transkrypcji, z uwzględnieniem roli polimerazy RNA;
- 3) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej u organizmów eukariotycznych;
- 4) przedstawia cechy kodu genetycznego;
- 5) opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek;
- 6) porównuje przebieg ekspresji informacji genetycznej w komórce prokariotycznej i eukariotycznej;
- 7) przedstawia istotę regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych.

XIV. Genetyka klasyczna.

1. Dziedziczenie cech. Uczeń:

- 1) 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;
- 2) przedstawia dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe i wielogenowe (dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja, współdziałanie dwóch lub większej liczby genów);
- 3) przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana;
- 4) analizuje dziedziczenie cech sprzężonych; oblicza odległość między genami; na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie;
- 5) wyjaśnia istotę dziedziczenia pozajądrowego;
- 6) przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci;
- 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 genetycznej (rekombinacyjna i mutacyjna);
- 3) rozróżnia ciągłą i nieciągłą zmienność cechy; wyjaśnia genetyczne podłoże tych zmienności;
- 4) przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej;
- 5) przedstawia rodzaje mutacji genowych oraz określa ich skutki;
- 6) przedstawia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz określa ich skutki;
- 7) określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, fenyloketonuria, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, zespół Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa);
- 8) wykazuje związek między narażeniem organizmu na działanie czynników mutagennych (fizycznych, chemicznych, biologicznych) a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób;
- 9) przedstawia transformację nowotworową komórek jako następstwo mutacji w obrębie genów kodujących białka regulujące cykl komórkowy oraz odpowiedzialnych za naprawę DNA.

XV. 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 narzędzia wykorzystywane w biotechnologii molekularnej (enzymy: polimerazy, ligazy i enzymy restrykcyjne) i określa ich zastosowania;
- 4) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacja DNA, analiza restrykcyjna i elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA metodą Sanger);
- 5) przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistyce, diagnostyce chorób;
- 6) wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych;
- 7) 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;
- 8) opisuje klonowanie organizmów metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach jego rozwoju oraz przedstawia zastosowania tych metod;

- 9) przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie;
- 10) przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego;
- 11) przedstawia ogólną zasadę działania terapii genowej;
- 12) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;
- 13) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

XVI. Ewolucja. Uczeń:

- 1) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji;
- 2) określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego;
- 3) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;
- 4) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący);
- 5) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;
- 6) określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny;
- 7) przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji;
- 8) przedstawia założenia prawa Hardy'ego – Weinberga;
- 9) stosuje równanie Hardy'ego – Weinberga do obliczenia częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji;
- 10) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową;
- 11) przedstawia mechanizm powstawania gatunków wskutek specjacji allopatrycznej i sympatrycznej;
- 12) opisuje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna oraz ewolucja zbieżna;
- 13) rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;
- 14) porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych, wskazując na ich cechy charakterystyczne;
- 15) określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego;
- 16) przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych.

XVII. Ekologia.

1. Ekologia organizmów. 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;
- 5) określa środowisko życia organizmu na podstawie jego tolerancji ekologicznej na określony czynnik;
- 6) przedstawia adaptacje form ekologicznych roślin do życia w różnych siedliskach.

2. Ekologia populacji. Uczeń:

- 1) przedstawia istotę teorii metapopulacji oraz określa znaczenie migracji w przepływie genów dla przetrwania gatunku w środowisku;
- 2) charakteryzuje populację, określając jej cechy (liczebność, zagęszczenie, struktura przestrzenna, wiekowa i płciowa); dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku.

3. Ekologia ekosystemu. Ochrona i gospodarka ekosystemami. Uczeń:

- 1) wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych (mutualizm obligatoryjny i fakultatywny, komensalizm) w ekosystemie i podaje ich przykłady;
- 2) przedstawia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej;
- 3) wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany;
- 4) przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu;
- 5) przedstawia adaptacje obronne ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin;
- 6) określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów

pokarmowych;

7) wyjaśnia przepływ energii i obieg materii w ekosystemie;

8) opisuje obieg węgla i azotu w przyrodzie, wykazując rolę różnych grup organizmów w tych obiegach;

9) przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie.

XVIII. 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; podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu; wykazuje związek między 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) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków;

5) uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000;

6) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej;

7) przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju.

Zalecane warunki i sposób realizacji

Nauczanie biologii w szkole ponadpodstawowej w zakresie rozszerzonym powinno rozwijać ciekawość poznawczą uczniów poprzez zachęcanie ich do rozwiązywania problemów natury biologicznej metodami naukowymi, stawianie i weryfikowanie hipotez, analizowanie wyników eksperymentów i doświadczeń z użyciem podstawowych parametrów statystycznych, a także dyskusowanie o nich. Uczeń kończący szkołę ponadpodstawową powinien odróżniać wiedzę potoczną od wiedzy potwierdzonej metodami naukowymi, oddzielać fakty od opinii. Ponadto powinien umiejętnie czerpać z osiągnięć współczesnych technologii, a przede wszystkim świadomie korzystać ze źródeł internetowych.

X. Literatura

Dla nauczyciela:

1. *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 28 czerwca 2024 roku w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia* (Dz. U. z 2024 r. poz. 737 i 854)
2. Stawiński W., Walosik A. (red.), *Dydaktyka biologii i ochrony środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

Obowiązkowa dla ucznia:

1. *Biologia na czasie. Zakres rozszerzony. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum*, cz. 1–4, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa.
2. Arkusze maturalne z lat ubiegłych (dostępne na stronie internetowej www.cke.edu.pl).
3. Publikacje biologiczne i medyczne z czasopism popularnonaukowych „Wiedza i Życie”, „Świat Nauki”.
4. Zbiory zadań typu maturalnego różnych wydawnictw (np. *Maturalne karty pracy*, cz. 1–4, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa).

Uzupełniająca dla ucznia:

1. Campbell N.A. i in., *Biologia Campbella*, Rebis Dom Wydawniczy, Poznań 2015.
2. Kopcewicz J., Lewak S., *Fizjologia roślin*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012.
3. *Krótkie wykłady*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (np. *Fizjologia człowieka*, *Chemia dla biologów*, *Genetyka*, *Biologia zwierząt*, *Mikrobiologia*, *Biologia rozwoju*).
4. Maćkowiak M., Michalak A., *Biologia. Jedność i różnorodność*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa 2008.

5. Schmidt-Nielsen K., *Fizjologia zwierząt. Adaptacja do środowiska*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
6. Solomon E.P. i in., *Biologia*, według VII wydania amerykańskiego, Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2014.

Pozycje anglojęzyczne:

1. Becker W.M. i in., *The World of the Cell*, Pearson International Edition, 2009.
2. Chiras D.D., *Human Biology*, Jones and Bartlett Publishers, 2002 (lub wydanie nowsze).