**Projekt podstawy programowej dla liceum ogólnokształcącego i technikum**

# BIOLOGIA

Koncepcja kształcenia biologicznego opiera się na spiralnym i integrującym układzie treści. Zagadnienia nie są ujmowane jako odrębne, następujące po sobie bloki tematyczne, lecz przenikają się. Te same procesy i mechanizmy biologiczne są rozpatrywane z różnych perspektyw i na różnych poziomach organizacji życia, co pozwala uczniowi łączyć wiedzę dotyczącą m.in. fizjologii, metabolizmu, genetyki, ewolucji, ekologii i różnorodności biologicznej.

W roku bazowym uczeń porządkuje wiedzę zdobytą w szkole podstawowej i rozwija rozumienie procesów ewolucyjnych, zależności ekologicznych oraz fizjologii człowieka. Jednocześnie kształtuje naukowy sposób myślenia, sprawczość oraz odpowiedzialność za zdrowie i za środowisko.

W zakresie podstawowym te zagadnienia są rozwijane przez ich łączenie z treściami dotyczącymi fizjologii człowieka oraz przemian materii i energii. Uczeń dostrzega zależności między procesami biologicznymi, interpretuje zjawiska biologiczne, analizuje wyniki badań, wnioskuje i poszukuje praktycznych zastosowań wiedzy.

Do zakresu rozszerzonego włączono treści z następujących obszarów: budowa komórki, biochemiczne podstawy życia, genetyka klasyczna, molekularna i populacyjna, interdyscyplinarne dziedziny nauki związane z biologią. Zagadnienia dotyczące różnorodności biologicznej, ewolucji, ekologii i edukacji klimatyczno-środowiskowej pogłębiono i osadzono w nowych kontekstach.

Uczeń realizujący zakres rozszerzony łączy wiedzę z różnych nauk przyrodniczych, odwołuje się do wyników badań i do dowodów naukowych w rozwiązywaniu problemów, przeprowadza własne badania i poddaje je ewaluacji oraz przygotowuje się do studiów wyższych.

# ZAKRES PODSTAWOWY

## Cele kształcenia – wymagania ogólne

1. Opisywanie organizmów oraz wyjaśnianie podstawowych procesów, zjawisk i zależności biologicznych z użyciem właściwej terminologii i różnorodnych form przekazu.
2. Wykorzystanie metody badawczej oraz modelowania obiektów i procesów biologicznych w uczeniu się.
3. Identyfikowanie problemów dotyczących środowiska przyrodniczego i zdrowia człowieka oraz podejmowanie świadomych działań na rzecz środowiska, zdrowia własnego i innych.
4. Pozyskiwanie, przetwarzanie i krytyczne ocenianie informacji i wiarygodności źródeł informacji oraz odróżnianie wiedzy naukowej od opinii, od przekonań i od stwierdzeń nienaukowych.

## Treści nauczania – wymagania szczegółowe dotyczące wiedzy i umiejętności

Rok bazowy – wskazane treści do realizacji w roku bazowym zostały odpowiednio oznakowane.

## I. Ewolucja

Pytanie wiodące: W jaki sposób różnorodność organizmów jest kształtowana przez dobór naturalny?

Uczeń:

1) wyjaśnia biologiczną koncepcję gatunku jako izolowanej puli genowej oraz przedstawia izolację geograficzną jako jeden z mechanizmów powstawania gatunków i podaje przykłady gatunków powstałych na skutek izolacji geograficznej – rok bazowy;

2) odróżnia dobór naturalny od doboru sztucznego oraz wyjaśnia, na czym polegają rodzaje doboru naturalnego: kierunkowy, stabilizujący i rozrywający, oraz dobór płciowy; podaje przykłady adaptacji powstałych w wyniku działania wymienionych rodzajów doboru – rok bazowy;

3) modeluje mechanizm doboru: kierunkowego, stabilizującego lub rozrywającego, oraz formułuje wnioski dotyczące wpływu modelowanego doboru na rozkład cechy w populacji;

4) ilustruje mechanizm działania doboru naturalnego na przykładzie powstawania lekooporności u bakterii – rok bazowy;

5) wykazuje związek między antropogenicznym kryzysem klimatycznym a wysokim tempem wymierania gatunków – rok bazowy;

6) rozróżnia ewolucję: zbieżną, rozbieżną i równoległą, oraz podaje przykłady struktur analogicznych i homologicznych.

## II. Ekologia

Pytanie wiodące: W jaki sposób czynniki biotyczne i abiotyczne kształtują ekosystem?

Uczeń:

1) przedstawia model wzrostu wykładniczego liczebności populacji bez oporu środowiska i bez oddziaływań międzygatunkowych – rok bazowy;

2) analizuje strukturę troficzną ekosystemu oraz ocenia znaczenie poszczególnych gatunków dla stabilności ekosystemu, uwzględniając informacje zaczerpnięte z różnych źródeł – rok bazowy;

3) rozróżnia pozytywne i negatywne skutki działalności człowieka dla funkcjonowania ekosystemów: naturalnych, półnaturalnych i antropogenicznych, oraz rozpoznaje procesy prowadzące do utraty różnorodności biologicznej i do zmiany klimatu – rok bazowy;

4) na podstawie danych źródłowych projektuje działania na rzecz zrównoważonego rozwoju w lokalnym środowisku oraz przewiduje wpływ zaprojektowanych działań na

różnorodność biologiczną i na ograniczenie skutków antropogenicznego kryzysu klimatycznego – rok bazowy;

5) ocenia warunki siedliskowe, wykorzystując wskaźnikowe właściwości organizmów – rok bazowy.

## III. Komórka – miejsce przemian materii i energii

Pytanie wiodące: Dzięki czemu komórka jest zdolna do wzrostu, do podziałów, do przepływu materii i energii oraz do reagowania na zmiany środowiska?

Uczeń:

1) porównuje cechy budowy oraz funkcjonowanie komórek: bakteryjnych, roślinnych, grzybowych i zwierzęcych; identyfikuje na obrazie mikroskopowym komórki bakteryjne, roślinne, grzybowe i zwierzęce;

2) analizuje właściwości błony biologicznej jako bariery dynamicznej w zmieniających się warunkach środowiska zewnętrznego i środowiska wewnętrznego komórki;

3) planuje i przeprowadza obserwacje mikroskopowe zjawiska plazmolizy i deplazmolizy, dokumentuje i interpretuje uzyskane wyniki oraz wyjaśnia wykorzystanie zjawiska osmozy w przetwarzaniu żywności;

4) identyfikuje na obrazie mikroskopowym plastydy oraz klasyfikuje plastydy i bada wpływ światła na ich przekształcenia: zieleniejąca bulwa ziemniaka, czerwieniejący owoc pomidora, pędy etiolowanych siewek;

5) przedstawia rodzaje, budowę i funkcje retikulum endoplazmatycznego, analizuje współpracę retikulum endoplazmatycznego i aparatu Golgiego w transporcie i w modyfikacji białek;

6) wykazuje związek między budową a funkcjami ściany komórkowej komórki roślinnej, komórki grzybowej i bakteryjnej;

7) wymienia zawarte w wakuoli komórek roślinnych: związki chemiczne o charakterze obronnym, barwniki i substancje zapasowe, oraz wyjaśnia znaczenie tych związków dla roślin;

8) identyfikuje na obrazie mikroskopowym cytozol i poszczególne organella komórkowe, obserwuje ruch cytoplazmy i interpretuje go jako dowód aktywności metabolicznej komórki.

## IV. Komunikacja i regulacja w organizmie człowieka

Pytanie wiodące: W jaki sposób komunikacja między komórkami i procesy regulacyjne wpływają na funkcjonowanie organizmu?

Uczeń:

1) opisuje sposób przekazywania informacji między komórkami nerwowymi i rolę tego procesu w uczeniu się – rok bazowy;
2) przedstawia działanie układu nagrody w procesach: uczenia się, motywacji, kształtowania nawyków i rozwoju uzależnień – rok bazowy;
3) przedstawia przepływ impulsu nerwowego w łuku odruchowym, obserwuje działanie odruchów podczas wykonywania codziennych czynności – rok bazowy;
4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na przykładzie regulacji wydzielania hormonów tarczycy i kory nadnerczy – rok bazowy;
5) przedstawia rolę ruchów oddechowych, pracy serca, przepływu krwi i limfy w transporcie: gazów oddechowych, substancji odżywczych, substancji regulacyjnych i zbędnych produktów przemiany materii – rok bazowy.

## V. Odporność człowieka

Pytanie wiodące: W jaki sposób organizm rozpoznaje zagrożenia, zapamiętuje je i broni się przed nimi, oraz dlaczego czasami działanie tych mechanizmów – zamiast chronić – szkodzi?

Uczeń:

1) porównuje budowę i sposób namnażania się wirusów i bakterii, analizuje zakres stosowania antybiotyków w przebiegu infekcji bakteryjnych i wirusowych – rok bazowy;

2) charakteryzuje mikrobiotę jelitową i określa jej rolę w organizmie człowieka oraz przedstawia zasady przyjmowania prebiotyków i probiotyków;

3) wymienia naturalne, nieswoiste bariery organizmu i określa ich rolę w zapobieganiu infekcji oraz wyszukuje i weryfikuje informacje na temat sposobów wzmacniania odporności organizmu – rok bazowy;

4) wyjaśnia, na czym polega stan zapalny i rozpoznaje objawy stanu zapalnego;

5) rozróżnia odporność czynną i bierną, wyjaśnia, na czym polega nabywanie odporności w wyniku kontaktu z patogenem, oraz wyjaśnia rolę komórek pamięci w szybkiej reakcji na ponowne zakażenie – rok bazowy;

6) przedstawia cel stosowania szczepionek, wyjaśnia, w jaki sposób szczepionki działają na układ odpornościowy oraz wyjaśnia mechanizm odporności populacyjnej jako formę ochrony osób nieuodpornionych – rok bazowy;

7) odróżnia fakty naukowe o szczepionkach – lekach, o składzie szczepionek i o niepożądanych odczynach poszczepiennych (NOP) od dezinformacji na temat szczepień oraz wykorzystuje fakty naukowe do formułowania argumentów w debacie dotyczącej zdrowia publicznego – rok bazowy;

8) posługuje się pojęciami: alergia, alergen; przedstawia reakcję alergiczną jako nadwrażliwość układu odpornościowego, wykorzystuje źródła informacji o alergenach: aplikacje, etykiety produktów, ulotki i broszury, wykaz alergenów, do planowania działań ograniczających kontakt osób uczulonych z alergenami – rok bazowy;

9) przedstawia łuszczycę, chorobę Hashimoto, cukrzycę typu 1A oraz reumatoidalne zapalenie stawów jako choroby autoimmunologiczne, identyfikuje potrzeby fizyczne, psychiczne i społeczne osób dotkniętych wymienionymi chorobami i proponuje działania wspierające te osoby w codziennym funkcjonowaniu – rok bazowy.

## VI. Rozmnażanie człowieka

Pytanie wiodące: W jaki sposób dbać o zdrowie reprodukcyjne i podejmować świadome decyzje dotyczące prokreacji?

Uczeń:

1) analizuje schemat przebiegu cyklu menstruacyjnego, uwzględnia hormonalne podłoże zmian zachodzących w narządach rozrodczych kobiety oraz wyjaśnia znaczenie tych zmian dla zdrowia reprodukcyjnego, codziennego funkcjonowania i samopoczucia – rok bazowy;
2) opisuje proces zapłodnienia oraz przebieg ciąży, w tym główne fazy rozwoju płodu i zmiany zachodzące w organizmie kobiety, przedstawia znaczenie badań prenatalnych dla zdrowia matki i płodu, charakteryzuje fazy porodu i połóg, przedstawia sposoby udzielania wsparcia kobiecie w okresie połogu, a także znaczenie tego wsparcia dla zdrowia matki i dziecka oraz dla funkcjonowania rodziny – rok bazowy;
3) wymienia metody regulacji urodzeń, ocenia skuteczność poszczególnych metod na podstawie analizy mechanizmów ich działania oraz możliwych błędów podczas ich stosowania, wymienia działania niepożądane poszczególnych metod regulacji urodzeń – rok bazowy;
4) wyjaśnia zasady profilaktyki chorób przenoszonych drogą płciową, uwzględniając drogi zakażenia i zachowania ryzykowne, oraz przedstawia rolę badań profilaktycznych i szczepień ochronnych w zapobieganiu chorobom przenoszonym drogą płciową i chorobom układu rozrodczego – rok bazowy.

## VII. Materia i energia w organizmie człowieka

Pytanie wiodące: W jaki sposób organizm człowieka pozyskuje i wykorzystuje materię i energię?

Uczeń:

1) wymienia sposoby pozyskiwania materii i energii, określa funkcje składników pokarmowych i tlenu w organizmie człowieka;
2) porównuje źródła energii wykorzystywane przez organizm człowieka w zależności od stanu fizjologicznego i od aktywności organizmu;

3) opisuje przemiany: ATP → ADP i ADP → ATP; porównuje oddychanie tlenowe i fermentację mleczanową pod względem: substratów i produktów reakcji oraz wydajności energetycznej;

4) charakteryzuje rolę wątroby w przemianie materii i energii, przedstawia wpływ diety i używek na funkcjonowanie wątroby oraz formułuje podstawowe zalecenia dotyczące profilaktyki chorób wątroby: stłuszczenia wątroby i wirusowego zapalenia wątroby;

5) interpretuje dane fizjologiczne u dorosłych: tętno, częstość oddechów, ciśnienie krwi oraz wyjaśnia zależność między wartościami wymienionych parametrów a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu.

## VIII. Homeostaza organizmu człowieka

Pytanie wiodące: W jaki sposób organizm człowieka monitoruje i reguluje temperaturę ciała i skład płynów ustrojowych?

Uczeń:

1) podaje lokalizacje struktur uczestniczących w regulacji temperatury ciała człowieka oraz przedstawia ich współdziałanie;

2) analizuje mechanizmy adaptacji termicznej organizmu, przedstawia rytm dobowy temperatury wewnętrznej ciała oraz czynniki wpływające na ten rytm;

3) przedstawia znaczenie ciśnienia osmotycznego płynów ustrojowych dla równowagi wewnętrznej organizmu;

4) określa drogę pozyskiwania i drogi utraty wody w organizmie człowieka, podaje sposoby zapobiegania odwodnieniu organizmu w warunkach wysokiej temperatury i nasłonecznienia oraz podczas intensywnego wysiłku fizycznego;

5) opisuje przebieg filtracji i resorpcji w nerce oraz przedstawia wpływ nadmiaru soli kuchennej i niewystarczającej podaży wody w diecie na funkcjonowanie nerki;

6) analizuje wpływ wazopresyny i aldosteronu na ciśnienie osmotyczne krwi, na objętość wydalanego moczu i na częstość mikcji.

## IX. Elementy biotechnologii

Pytanie wiodące: W jaki sposób człowiek wykorzystuje procesy biologiczne, aby poprawiać jakość życia, chronić zdrowie i środowisko?

Uczeń:

1) przedstawia rolę mikroorganizmów w procesach fermentacyjnych, podaje przykłady zastosowania fermentacji w przemyśle spożywczym i w przetwórstwie domowym;
2) przeprowadza eksperyment dotyczący fermentacji prowadzonej przez drożdże w różnych warunkach termicznych lub osmotycznych oraz dokumentuje przebieg eksperymentu i interpretuje uzyskane wyniki;
3) wyjaśnia, na czym polega proces psucia się żywności, przedstawia sposoby utrwalania żywności oraz ocenia skuteczność różnych metod jej utrwalania;
4) przedstawia obszary zastosowania sztucznej inteligencji w biotechnologii medycznej, rozpoznaje rozwiązania techniczne inspirowane procesami biologicznymi oraz opisuje procesy biologiczne będące podstawą rozwiązań stosowanych w biomimetyce;
5) analizuje rolę mikroorganizmów w obiegu materii w ekosystemach, przedstawia wykorzystanie bioreaktorów jako sposobu zagospodarowania odpadów organicznych, w tym kompostowanie i wytwarzanie biopaliw;
6) przedstawia zastosowanie mikroorganizmów w bioremediacji, w diagnostyce i w biologicznych metodach oczyszczania wód, osadów i gleby;
7) porównuje sposób powstawania biopaliw i paliw kopalnych oraz przedstawia wpływ spalania biopaliw i paliw kopalnych na środowisko i na klimat;
8) analizuje nowoczesne metody zwiększania produkcji żywności – uprawy wertykalne: hydroponiczne i aeroponiczne oraz naświetlanie lampami LED, pod kątem wydajności, zużycia wody i wykorzystania energii, stosowania pestycydów oraz przedstawia wpływ upraw wertykalnych na środowisko.

## Wymagania szczegółowe dotyczące doświadczeń edukacyjnych

W ramach zajęć z biologii uczeń zdobywa doświadczenia edukacyjne, które przez swój praktyczny charakter wspierają wykorzystanie wiedzy przedmiotowej. Doświadczenia edukacyjne wzmacniają kompetencje fundamentalne i przekrojowe oraz rozwijają sprawczość ucznia. Uczeń:

1. w pierwszym roku nauki, indywidualnie lub w grupie, obserwuje wybrane elementy środowiska biologicznego w otoczeniu szkoły, identyfikuje skutki antropopresji, inwentaryzuje miejsca o zwiększonej intensywności oddziaływań antropogenicznych i proponuje działania służące ograniczeniu skutków antropopresji;
2. w pierwszym roku nauki, indywidualnie lub w grupie, realizuje projekt edukacyjny ukierunkowany na wyszukiwanie informacji z zakresu biologii człowieka, weryfikuje uzyskane informacje na podstawie źródeł naukowych i z zastosowaniem metody naukowej, prezentuje wyniki analizy w formie ustalonej z nauczycielem;
3. w kolejnych latach nauki uczestniczy w przygotowaniu debaty dotyczącej jednego z następujących obszarów tematycznych: ewolucja, ekologia, procesy regulacyjne w organizmie człowieka, odporność, ruch, oraz bierze w niej udział;
4. w kolejnych latach nauki bierze udział w spacerze badawczym w najbliższej okolicy ukierunkowanym na identyfikowanie przystosowań organizmów do warunków środowiska, analizuje znaczenie przystosowań dla przeżycia i rozmnażania obserwowanych organizmów oraz ocenia wpływ działalności człowieka na warunki życia i przeżywalność organizmów w lokalnym środowisku;
5. w kolejnych latach nauki uczestniczy w przygotowaniu i realizacji kampanii informacyjnej lub społecznej dotyczącej odporności organizmu, profilaktyki chorób zakaźnych lub szczepień ochronnych, dostosowuje przekaz do wybranej grupy odbiorców.

# ZAKRES ROZSZERZONY

## Cele kształcenia – wymagania ogólne (zakres rozszerzony)

1. Opisywanie organizmów oraz wyjaśnianie procesów, zjawisk i zależności biologicznych z użyciem poprawnej terminologii i języka naukowego oraz różnorodnych form przekazu.
2. Integrowanie wiedzy z różnych dyscyplin naukowych dotyczącej organizmów, procesów, zależności i zjawisk biologicznych, występujących na różnych poziomach organizacji życia oraz prezentowanie wiedzy z użyciem języka naukowego, danych empirycznych i różnych form przekazu.
3. Formułowanie hipotez i problemów badawczych, planowanie i przeprowadzanie obserwacji i eksperymentów oraz wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników i ewaluacja przeprowadzonych badań.
4. Modelowanie obiektów i procesów biologicznych oraz wykorzystywanie modeli do analizy i wyjaśniania mechanizmów funkcjonowania organizmów i ekosystemów.
5. Identyfikowanie i analizowanie problemów dotyczących środowiska przyrodniczego i zdrowia człowieka oraz projektowanie i podejmowanie świadomych działań na rzecz środowiska, zdrowia własnego i innych.
6. Wykorzystanie argumentów naukowych w krytycznej ocenie informacji, odróżnianie wiedzy naukowej od opinii i od przekonań oraz rozumienie konsekwencji wykorzystywania informacji nienaukowych.
7. Aktualizowanie własnej wiedzy biologicznej z wykorzystaniem różnych źródeł informacji.

## Treści nauczania – wymagania szczegółowe dotyczące wiedzy i umiejętności (zakres rozszerzony)

Uczeń spełnia wymagania określone dla zakresu podstawowego oraz poszerza wiedzę i umiejętności w zakresie rozszerzonym.

## I. Ewolucja

Pytanie wiodące: W jaki sposób mechanizmy ewolucyjne kształtują różnorodność biologiczną oraz prowadzą do powstawania i różnicowania gatunków?

Uczeń:

1) wyjaśnia mechanizm działania doboru zależnego od częstości, doboru krewniaczego oraz doboru pośredniego;
2) przedstawia hipotezę czerwonej królowej na przykładzie koewolucji układu pasożyt – gospodarz;
3) wyjaśnia, na czym polega równowaga genetyczna populacji, oraz stosuje prawo Hardy'ego–Weinberga do obliczania częstości alleli i genotypów w populacji;
4) przedstawia wpływ doboru naturalnego oraz czynników losowych na różnorodność genetyczną, przedstawia utrwalenie allelu w populacji jako efekt działania doboru naturalnego lub dryfu genetycznego;
5) wykazuje, że kojarzenie krewniacze jest przyczyną zmiany częstości genotypów bez zmiany częstości alleli;
6) przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej u prokariontów: koniugacja, transdukcja i transformacja, oraz przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej u eukariontów: niezależna segregacja chromosomów i crossing-over;
7) analizuje wpływ sprzężenia genów, doboru naturalnego oraz dryfu genetycznego na nierównowagę sprzężeń w populacji;
8) określa korzyści oraz koszty wynikające z ewolucji płci;
9) analizuje mechanizmy izolacji genetycznej, przedstawia przykłady gatunków pierścieniowych;
10) rozróżnia specjację allopatryczną i sympatryczną, wymienia przyczyny ekstynkcji, przedstawia tempo dywersyfikacji netto jako różnicę między tempem specjacji a tempem ekstynkcji;
11) analizuje relacje pokrewieństwa na podstawie drzew filogenetycznych: kladogramów, filogramów i chronogramów;

12) przedstawia historię ewolucji wybranej cechy na drzewie filogenetycznym za pomocą zasady największej oszczędności;

13) rozróżnia taksony: mono-, para- i polifiletyczne;

14) opisuje budowę białek i kwasów nukleinowych, wnioskuje o stopniu pokrewieństwa organizmów na podstawie analizy sekwencji nukleotydowych lub aminokwasowych;

15) przedstawia hipotezę zegara molekularnego, określa czynniki wpływające na tempo ewolucji molekularnej.

## II. Ekologia

Pytanie wiodące: Jakie czynniki decydują o liczebności populacji i rozmieszczeniu gatunków?

Uczeń:

1) rozróżnia niszę ekologiczną podstawową od niszy zrealizowanej, odróżnia niszę ekologiczną od siedliska i od zasięgu geograficznego;

2) wyjaśnia, na czym polega konserwatyzm niszy ekologicznej, przedstawia ewolucję zasięgów geograficznych w kontekście antropogenicznego kryzysu klimatycznego;

3) analizuje dynamikę liczebności populacji, wykorzystując modele: logistyczny dla jednej populacji ograniczonej przez opór środowiska oraz Lotki–Volterry dla dwóch gatunków: zjadającego i zjadanego;

4) wyjaśnia ewolucję strategii zachowań w warunkach konkurencji o zasoby za pomocą teorii gier Johna Maynarda Smitha na podstawie gry jastrzębie – gołębie.

## III. Komórka – miejsce przemian materii i energii

Pytanie wiodące: Dzięki czemu komórka jest zdolna do wzrostu, do podziałów, do przepływu materii i energii oraz do reagowania na zmiany środowiska?

Uczeń:

1) opisuje katalizę enzymatyczną, analizuje budowę i działanie enzymów białkowych na podstawie interaktywnych modeli cyfrowych, analizuje wpływ różnych czynników na aktywność enzymów;

2) przedstawia znaczenie dynamiki cytoszkieletu dla funkcjonowania komórki na przykładach: polimeryzacji i depolimeryzacji mikrotubul wrzeciona podziałowego, transportu wewnątrzkomórkowego z udziałem kinezyny i dyneiny, oraz zaciskania pierścienia miozynowo-aktynowego podczas cytokinezy komórki zwierzęcej;

3) opisuje kolejne etapy oddychania tlenowego zachodzącego w komórce: glikoliza, reakcja pomostowa, cykl Krebsa, łańcuch oddechowy, fosforylacja oksydacyjna, oraz przedstawia znaczenie ATP dla funkcjonowania komórki;

4) analizuje możliwe ścieżki metaboliczne pirogronianu w zależności od dostępności tlenu, porównuje różne przemiany pirogronianu pod względem ilości energii pozyskiwanej przez komórkę;

5) analizuje organizację jądra komórkowego na podstawie obrazów chromatyny i wykazuje związek między stanem chromatyny a aktywnością genów;

6) przedstawia rolę mitochondriów i chloroplastów w przemianach energetycznych komórki;

7) przedstawia działanie lizosomów na przykładach degradacji uszkodzonych struktur i chorób spichrzeniowych;

8) określa funkcje mikrociałek w detoksykacji, w przemianach lipidów i w kiełkowaniu nasion;

9) wykazuje, że wpływ zmiany objętości wakuoli na wzrost, kształt i turgor komórki zależy od budowy ściany komórkowej;

10) wyjaśnia reakcje fizjologiczne typowych roślin – mezofitów na nagłe zmiany środowiska: suszę, falę upałów, nadmiar wody w glebie i nadmierne zasolenie, posługując się pojęciami: turgor, plazmoliza oraz więdnięcie;

11) opisuje cykl komórkowy, opisuje przebieg mitozy i mejozy, identyfikuje na obrazie mikroskopowym fazy mitozy oraz porównuje mitozę z mejozą, analizuje znaczenie podziałów jądra komórkowego dla wzrostu, regeneracji i zmienności organizmów.

## IV. Regulacja ekspresji genów

Pytanie wiodące: W jaki sposób organizmy zapisują, przechowują, odczytują i przekazują informację genetyczną?

Uczeń:

1) modeluje budowę DNA i analizuje zależność między strukturą DNA a jego funkcją, wykazuje związek między strukturą DNA a przebiegiem replikacji;
2) opisuje rodzaje RNA: mRNA, tRNA, rRNA, siRNA, miRNA, oraz określa ich funkcje w ekspresji informacji genetycznej;
3) analizuje budowę i funkcje genu, rozróżnia sekwencje nukleotydowe kodujące białka od niekodujących białek, porównuje organizację materiału genetycznego u organizmów prokariotycznych i eukariotycznych;
4) analizuje proces transkrypcji u eukariontów, przedstawiając rolę polimerazy RNA, sekwencji regulatorowych i czynników transkrypcyjnych, przedstawia hamowanie transkrypcji genów prozapalnych w odpowiedzi na kortyzol oraz wyjaśnia, dlaczego w sytuacji przewlekłego stresu odporność organizmu jest obniżona;
5) przedstawia proces dojrzewania mRNA u eukariontów, wykazuje, że alternatywne łączenie eksonów genu *CALCA* przekłada się na różnorodność powstających białek;
6) modeluje proces translacji u eukariontów, opisuje rolę rybosomów, analizuje wpływ mutacji genowych na sekwencję aminokwasową w łańcuchu peptydowym;
7) analizuje przykłady mutacji chromosomowych liczbowych: poliploidia, aneuploidia, oraz strukturalnych: duplikacja, insercja, delecja, inwersja, oraz analizuje ich skutki dla roślin i dla zwierząt;
8) analizuje wpływ wylizywania potomstwa przez samicę szczura wędrownego na różnice w odporności potomstwa na stres oraz wpływ pokarmu na rozwój larw pszczoły miodnej jako efekty działania mechanizmów epigenetycznych;
9) odróżnia dziedziczenie autosomalne od dziedziczenia sprzężonego z płcią, odróżnia cechy recesywne i dominujące;

10) klasyfikuje choroby genetyczne człowieka ze względu na sposób ich dziedziczenia oraz przedstawia sposoby wykorzystywania wiedzy na temat sposobu dziedziczenia choroby;

11) przedstawia jednorodzicielskie dziedziczenie mitochondriów i chloroplastów jako mechanizm warunkujący kompatybilność genomów jądrowego i organellarnych.

## V. Materia i energia w organizmach roślinnych

Pytanie wiodące: W jaki sposób mechanizmy fizjologiczne i adaptacje strukturalne roślin warunkują efektywność procesów metabolicznych w zróżnicowanym środowisku?

Uczeń:

1) opisuje ultrastrukturę chloroplastu: otoczkę chloroplastu, stromę, tylakoidy stromy, tylakoidy gran, DNA, rybosomy, oraz określa funkcje poszczególnych elementów chloroplastu;

2) wyjaśnia rolę chlorofilu i karotenoidów w fotosyntezie, opisuje proces rozszczepienia wody oraz powstawania siły asymilacyjnej: ATP i NADPH;

3) analizuje na podstawie schematu cykl Calvina: wiązanie dwutlenku węgla, redukcję PGA i regenerację RuBP; identyfikuje PGAL jako bezpośredni produkt cyklu Calvina;

4) projektuje, przeprowadza i poddaje ewaluacji eksperyment badający wpływ natężenia światła na intensywność fotosyntezy, przedstawia na wykresach dane dotyczące wpływu natężenia światła, temperatury i stężenia $CO_2$ na intensywność fotosyntezy;

5) projektuje, przeprowadza i poddaje ewaluacji eksperyment badający wpływ wybranego czynnika środowiskowego na transpirację lub na funkcjonowanie aparatów szparkowych, dokumentuje przebieg eksperymentu i interpretuje uzyskane wyniki;

6) wyjaśnia, w jaki sposób są regulowane ruchy otwierania i zamykania szparki w aparacie szparkowym oraz przedstawia znaczenie tego procesu dla gospodarki wodnej i wymiany gazowej rośliny;

7) wyjaśnia, w jaki sposób grzyby mikoryzowe oraz bakterie: *Azotobacter*, *Rhizobium* i *Azospirillum*, zwiększają dostępność azotu i fosforu dla roślin, podnoszą oporność roślin na suszę oraz chronią rośliny przed patogenami;

8) projektuje, przeprowadza i poddaje ewaluacji eksperyment badający wpływ dostępności wody lub tlenu, lub temperatury na kiełkowanie nasion, dokumentuje przebieg eksperymentu i interpretuje uzyskane wyniki.

## VI. Strategie rozmnażania i ich znaczenie dla organizmów

Pytanie wiodące: Jakie jest znaczenie adaptacyjne różnych strategii rozmnażania?

Uczeń:

1) wyjaśnia, dlaczego warunki środowiskowe determinują strategię rozmnażania mszyc, rozwielitek i drożdży, uwzględniając zmienność genetyczną oraz struktury przetrwalne;

2) porównuje jajorodność, jajożyworodność i żyworodność u rekinów, uwzględniając ochronę zarodka i szanse przeżycia potomstwa;

3) przedstawia znaczenie rozmnażania wegetatywnego i przemiany pokoleń u roślin nasiennych;

4) porównuje znaczenie gametofitu i sporofitu w cyklu życiowym mchów, paproci, roślin nagonasiennych i roślin okrytonasiennych, tworzy schemat cyklu życiowego wybranej rośliny i przedstawia znaczenie poszczególnych etapów cyklu życiowego dla jej przetrwania;

5) przedstawia adaptacje uniezależniające zapłodnienie u roślin od obecności wody w środowisku.

## VII. Odporność człowieka

Pytanie wiodące: Na czym polega współdziałanie komórek i cząsteczek układu odpornościowego podczas obrony organizmu?

Uczeń:

1) przedstawia rolę makrofagów i komórek dendrytycznych jako komórek żernych prezentujących antygeny oraz przedstawia znaczenie tych komórek w inicjowaniu swoistej odpowiedzi immunologicznej w następstwie reakcji odporności nieswoistej;
2) rozróżnia limfocyty T i B, określa miejsce ich powstawania i mechanizmy dojrzewania; rozróżnia funkcje białek MHC klasy I obecnych na komórkach jądrzastych oraz białek MHC klasy II obecnych na komórkach prezentujących antygeny w ukierunkowaniu odpowiedzi na drogę komórkową lub humoralną;
3) wyjaśnia mechanizm chorób autoimmunologicznych, wyjaśnia mechanizm odrzucania przeszczepu allogenicznego;
4) opisuje mechanizm selekcji i ekspansji klonalnej limfocytów: Tc, Th oraz limfocytów B, oraz molekularne współdziałanie komórek zależne od cytokin wydzielanych przez limfocyty Th;
5) wyjaśnia, dlaczego zakażenie wirusem HIV prowadzi do upośledzenia odporności komórkowej i humoralnej, uwzględniając rolę komórek CD4+ w rozwoju odpowiedzi immunologicznej;
6) wyjaśnia, jak struktura przestrzenna przeciwciała warunkuje jego swoistość antygenową oraz funkcje efektorowe: neutralizację, aglutynację, opsonizację, aktywację dopełniacza, oraz uzasadnia zastosowanie przeciwciał monoklonalnych w testach ELISA i w terapiach celowanych;
7) przedstawia typ I reakcji alergicznej z uwzględnieniem roli przeciwciał IgE oraz komórek tucznych;
8) porównuje kinetykę pierwotnej i wtórnej odpowiedzi immunologicznej: czas reakcji, miano przeciwciał, oraz wyjaśnia rolę komórek pamięci B i T w zapewnianiu długotrwałej odporności.

## VIII. Różnorodność biologiczna – przegląd drzewa życia

Pytanie wiodące: Jakie procesy ewolucyjne doprowadziły do powstania współczesnej różnorodności biologicznej?

Uczeń:

1) porównuje budowę bakterii i eukariontów, formułuje argumenty – oparte na dowodach naukowych – na temat ewolucyjnego pochodzenia eukariontów;
2) formułuje argumenty – oparte na dowodach naukowych – za bliższym pokrewieństwem grzybów ze zwierzętami niż z roślinami;
3) opisuje budowę gąbek oraz formułuje argumenty – oparte na dowodach naukowych – o ewolucyjnym pochodzeniu prostej budowy gąbek;
4) rozróżnia wśród zwierząt dwubocznie symetrycznych pierwouste i wtórouste;
5) na podstawie charakterystycznych cech przyporządkowuje mięczaki i pierścienice do lofotrochowców, a nicienie, skorupiaki, owady i pajęczaki – do wylinkowców;
6) w obrębie wtóroustych przedstawia relacje pokrewieństwa między szkarłupniami a strunowcami;
7) przedstawia relacje pokrewieństwa między głównymi grupami kręgowców, przedstawia cechy świadczące o wspólnym pochodzeniu owodniowców, podaje argumenty i kontrargumenty za włączeniem ptaków do gadów;
8) przedstawia relacje pokrewieństwa roślin nagonasiennych i okrytonasiennych, wyjaśnia teorię głównie męskiego pochodzenia kwiatu okrytonasiennych ze szczególnym uwzględnieniem homologii miejsca i procesu;
9) przedstawia ewolucyjne pochodzenie mitochondriów i chloroplastów, podaje przykłady pierwotnej i wtórnej endosymbiozy chloroplastów oraz identyfikuje na drzewie filogenetycznym eukariontów organizmy z chloroplastami nabytymi na drodze endosymbiozy pierwotnej i wtórnej.

## IX. Elementy biotechnologii molekularnej

Pytanie wiodące: W jaki sposób biotechnologia i rozwiązania inspirowane biologią organizmów pomagają rozwiązywać problemy zdrowotne człowieka?

Uczeń:

1) przedstawia narzędzia wykorzystywane w biotechnologii molekularnej: wektory, polimerazy, ligazy i restryktazy, oraz określa ich zastosowania;

2) przedstawia sposób działania technik stosowanych w inżynierii genetycznej: sondy molekularnej z wykorzystaniem hybrydyzacji DNA, analizy restrykcyjnej, elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA metodą Sangera i sekwencjonowania nanoporowego;

3) wyjaśnia, na czym polega działanie metody CRISPR-Cas9 i przedstawia sposób jej wykorzystania w leczeniu anemii sierpowatej;

4) przedstawia różnice między edycją genomu komórek somatycznych i komórek linii zarodkowej oraz przewiduje biologiczne konsekwencje takich ingerencji;

5) formułuje argumenty dotyczące edycji genomu człowieka poparte wiedzą naukową; ocenia wiarygodność informacji pochodzących z różnych źródeł na temat znaczenia organizmów modyfikowanych genetycznie (GMO);

6) przedstawia wykorzystanie mikroorganizmów w produkcji insuliny, leków, w tym szczepionek, ocenia znaczenie wymienionych produktów dla zdrowia.

## Wymagania szczegółowe dotyczące doświadczeń edukacyjnych (zakres rozszerzony)

W ramach zajęć z biologii uczeń zdobywa doświadczenia edukacyjne, które przez swój praktyczny charakter wspierają wykorzystanie wiedzy przedmiotowej. Doświadczenia edukacyjne wzmacniają kompetencje fundamentalne i przekrojowe oraz rozwijają sprawczość ucznia.

Każdy uczeń co najmniej raz w trakcie zajęć z zakresu rozszerzonego, indywidualnie lub w grupie:

1. projektuje i przeprowadza kampanię edukacyjną na wybrany temat z obszaru: ekologii, genetyki lub odporności, adresowaną do społeczności szkolnej lub lokalnej oraz ocenia skuteczność przeprowadzonych działań;

2. planuje i realizuje projekt badawczy dotyczący antropopresji, ocenia znaczenie wyników projektu dla jakości życia i funkcjonowania organizmów w warunkach współczesnych przekształceń środowiska oraz upowszechnia wyniki projektu w społeczności szkolnej lub lokalnej;

3. projektuje i przeprowadza długoterminowy eksperyment dotyczący fizjologii roślin, przedstawia wyniki eksperymentu w formie ustalonej z nauczycielem i proponuje sposób wykorzystania ich w uprawie, w pielęgnacji lub w ochronie roślin;
4. przeprowadza debatę lub dyskusję na temat etycznych, prawnych i społecznych dylematów współczesnej biotechnologii molekularnej, ocenia wiarygodność informacji, formułuje argumenty oparte na dowodach naukowych oraz rozpoznaje konflikty wartości związane z rozwojem nauki.

## Warunki i sposób realizacji

Spiralna struktura podstawy programowej i kompleksowe ujęcie zagadnień skłaniają do częstego przywoływania wiedzy, nauczania przeplatanego i uczenia się przez dociekanie naukowe.

W całym cyklu kształcenia biologicznego istotne jest budowanie bezpiecznej przestrzeni do dzielenia się wiedzą oraz traktowanie błędu jako naturalnego elementu procesu uczenia się.

Główne założenia dydaktyczne kształcenia biologicznego to:

1) integrowanie wiedzy z różnych dziedzin nauki;
2) stosowanie metody naukowej w indywidualnej i zespołowej pracy badawczej;
3) wykorzystanie różnych form nauczania rówieśniczego, dzielenia się wiedzą i doświadczeniem;
4) świadome uczenie się i wykorzystanie strategii metapoznawczych;
5) głębokie uczenie się, rozwijanie myślenia analitycznego i przyczynowo-skutkowego;
6) praca z tekstem naukowym lub popularnonaukowym;
7) zaangażowanie uczniów w debaty, w dyskusje i w realizację projektów związanych z bieżącymi wyzwaniami.

W trakcie realizacji podstawy programowej uczeń zdobywa wiedzę opartą na nauce. Towarzyszy temu rozwijanie sprawczości oraz kompetencji, wśród których silnie zaakcentowane są: rozwiązywanie problemów, krytyczne myślenie, kierowanie sobą i współpraca.

Nauczyciel zapewnia uczniom możliwość aktywnego wykorzystywania wiedzy do wyjaśniania zjawisk, do analizowania problemów oraz do kierowania się dowodami naukowymi w podejmowaniu decyzji dotyczących dbania o siebie oraz o środowisko przyrodnicze. Stąd bierze się konieczność tworzenia sytuacji edukacyjnych wymagających od ucznia argumentowania, uzasadniania, wnioskowania, interpretowania danych oraz refleksji nad przebiegiem własnego myślenia i uczenia się.

Kluczowe są dobór i powtarzalność metod badawczych, aby uczeń osiągnął biegłość w planowaniu i prowadzeniu obserwacji oraz eksperymentów, analizowaniu danych, formułowaniu i weryfikowaniu hipotez, interpretowaniu wyników oraz samodzielnym wyciąganiu wniosków. W realizacji naukowego podejścia niezbędne jest porównywanie cech, procesów i wyników, pomiary i ich dokumentowanie, interpretowanie wyników badań własnych i cudzych oraz ocena wiarygodności źródeł informacji.

Organizowanie indywidualnej i zespołowej pracy uczniów, uczenia się od siebie nawzajem i pracy nad osiąganiem synergii w działaniach zespołowych wspiera uzyskanie gotowości ucznia do podejmowania samodzielnych lub zespołowych prac badawczych.

Zróżnicowane potrzeby edukacyjne uczniów uwzględnia się przez wykorzystanie zadań o zróżnicowanym poziomie trudności, wybór formy pracy i prezentacji efektów oraz łączenie pracy indywidualnej i zespołowej, w tym wykorzystanie zajęć terenowych i edukacji w terenie.

Przeprowadzeniu obowiązkowych eksperymentów i doświadczeń edukacyjnych sprzyja łączenie zajęć w bloki, co ułatwia wykonanie przez uczniów zadań wymagających ciągłości i dłuższego czasu realizacji, szczególnie w zakresie rozszerzonym.

Do osiągnięcia wymagań edukacyjnych rekomendowane są komputery z dostępem do internetu oraz zasoby cyfrowe do analizy danych i pracy ze źródłami.