

Biologia

Głównym celem kształcenia biologicznego w zakresie podstawowym jest pogłębienie wiedzy dotyczącej budowy i funkcjonowania organizmu człowieka.

Ważnym elementem procesu kształcenia biologicznego jest także integrowanie wiedzy o zjawiskach i procesach zachodzących na różnych poziomach organizacji życia, prowadzące do wyjaśniania ich złożoności oraz zrozumienia relacji między organizmami, a także między organizmem a środowiskiem. Ważne jest także kształcenie rozumienia zjawisk i procesów wpływających na różnorodność biologiczną, także w kontekście ewolucyjnym.

Istotnym aspektem nauczania biologii w zakresie podstawowym jest przygotowanie ucznia zarówno do samodzielnego, jak i zespołowego rozwiązywania problemów badawczych, a także kształtowanie umiejętności krytycznej analizy wyników doświadczeń i obserwacji oraz na ich podstawie formułowania wniosków. Towarzyszyć temu powinno nabywanie umiejętności posługiwania się podstawowymi technikami laboratoryjnymi oraz poznanie metod badawczych związanych z obserwacjami (także tymi w terenie) i doświadczeniami. Ważne jest również rozwijanie umiejętności korzystania z różnorodnych zasobów wiadomości i krytycznego odnoszenia się do dostępnych źródeł informacji.

Wiedza biologiczna nabyta przez uczniów w trakcie kształcenia w liceum ogólnokształcącym i technikum powinna być odpowiedzią na wyzwania współczesnej rzeczywistości. Niezwykle istotnym elementem kształcenia biologicznego jest zapoznanie ucznia z praktycznymi zastosowaniami wyników badań z dziedziny nauk biologicznych.

Głównym celem kształcenia biologicznego w zakresie rozszerzonym jest pogłębianie i integrowanie wiedzy o zjawiskach i procesach biologicznych, zachodzących na różnych poziomach organizacji życia, prowadzące do wyjaśniania ich złożoności oraz zrozumienia relacji między organizmami, a także między organizmem a środowiskiem. Ważne jest kształcenie rozumienia zjawisk i procesów wpływających na różnorodność biologiczną, także w kontekście ewolucyjnym. Nauczanie biologii w zakresie rozszerzonym pozwala rozumieć znaczenie racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody, reagowania na zmiany zachodzące w środowisku oraz ochrony różnorodności biologicznej jako wskaźnika zrównoważonego rozwoju.

Istotnym aspektem nauczania biologii w zakresie rozszerzonym jest przygotowanie ucznia do samodzielnego, jak i zespołowego rozwiązywania problemów badawczych, a także kształtowanie umiejętności krytycznej analizy i interpretacji zebranych danych, dyskusji na temat wyników doświadczeń i obserwacji oraz wnioskowania. Towarzyszyć temu powinno nabywanie umiejętności posługiwania się podstawowymi technikami laboratoryjnymi oraz poznawanie metod badawczych związanych z obserwacjami (także tymi w terenie) i doświadczeniami. Ważne jest również rozwijanie umiejętności korzystania z różnorodnych zasobów wiadomości i krytycznego odnoszenia się do dostępnych źródeł informacji, a także

wykształcenie nawyku ustawicznego uaktualniania wiedzy z zakresu nauk przyrodniczych. Kształcenie w zakresie biologii powinno ukazywać interdyscyplinarność tej nauki.

BIOLOGIA

ZAKRES PODSTAWOWY

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Poglębianie wiedzy z zakresu budowy i funkcjonowania organizmu człowieka. Uczeń:
 - 1) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w organizmie człowieka;
 - 2) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach złożoności organizmu;
 - 3) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na poszczególnych etapach ontogenezy.
- II. Poglębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Uczeń:
 - 1) planuje działania prozdrowotne;
 - 2) rozumie znaczenie badań profilaktycznych i rozpoznaje sytuacje wymagające konsultacji lekarskiej;
 - 3) rozumie znaczenie poradnictwa genetycznego i transplantologii;
 - 4) dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce zdrowia;
 - 5) rozumie zagrożenia wynikające ze stosowania środków dopingujących i psychoaktywnych.
- III. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Uczeń:
 - 1) określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;
 - 2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą;
 - 3) w oparciu o proste analizy statystyczne opracowuje, analizuje i interpretuje wyniki badań;
 - 4) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski;
 - 5) przeprowadza celowe obserwacje mikroskopowe i makroskopowe.
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Uczeń:
 - 1) wykorzystuje różnorodne źródła i metody pozyskiwania informacji;
 - 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe;
 - 3) odróżnia wiedzę potoczną od uzyskanej metodami naukowymi;
 - 4) odróżnia fakty od opinii;
 - 5) objaśnia i komentuje informacje, posługując się terminologią biologiczną;
 - 6) odnosi się krytycznie do informacji pozyskanych z różnych źródeł, w tym internetowych.

V. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Uczeń:

- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski;
- 2) przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi;
- 3) wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem;
- 4) wykazuje, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych.

VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska. Uczeń:

- 1) rozumie zasadność ochrony przyrody;
- 2) prezentuje postawę szacunku wobec wszystkich istot żywych oraz odpowiedzialnego i świadomego korzystania z dóbr przyrody;
- 3) objaśnia zasady zrównoważonego rozwoju.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

1. Składniki nieorganiczne. Uczeń:

- 1) przedstawia znaczenie biologiczne makroelementów, w tym pierwiastków biogennych;
- 2) przedstawia znaczenie biologiczne wybranych mikroelementów (Fe, ~~IJ~~, ~~Cu~~, ~~Co~~, ~~F~~);
- 3) wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów w oparciu o jej właściwości fizyko-chemiczne.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

- 1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe); rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna); określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyko-chemiczne; planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność ~~monosacharydów i polisacharydów~~ ~~skrobi~~ w materiale biologicznym;
- 2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, ~~fibrinogen~~, hemoglobina, mioglobina); przedstawia wpływ czynników fizyko-chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym~~; przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizyko-chemicznych na białko;
- 3) przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozróżnia lipidy proste i złożone; przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym~~;

- 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 biologicznej 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 wpływ roztworów o różnym stężeniu na zjawisko osmozy;
- 5) przedstawia budowę jądra komórkowego i jego rolę w funkcjonowaniu komórki;
- 6) opisuje lokalizację, budowę i funkcje rybosomów;
- ~~7) przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki;~~
- 8) opisuje budowę i funkcje mitochondriów.

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;
- 3) ~~wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną~~ przedstawia biologiczną rolę ATP.

2. Enzymy. Uczeń:

- 1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu;
- 2) wyjaśnia istotę katalizy enzymatycznej;
- ~~3) przedstawia sposoby regulacji aktywności enzymów (aktywacja, inhibicja);~~
- ~~4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego w regulacji przebiegu szlaków metabolicznych;~~
- 5) wyjaśnia wpływ czynników fizyko-chemicznych (temperatury, pH, stężenia substratu) na przebieg katalizy enzymatycznej; planuje i przeprowadza doświadczenie badające wpływ czynników na aktywność wybranych enzymów (katalaza).

3. Oddychanie komórkowe. Uczeń:

- 1) wykazuje związek budowy mitochondrium z przebiegiem procesu oddychania komórkowego;
- 2) określa na podstawie analizy schematu przebiegu glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, substraty i produkty tych procesów;
- 3) porównuje na podstawie analizy schematu, drogi przemiany pirogronianu jako produktu glikolizy w fermentacji mleczanowej i w oddychaniu tlenowym;

- 4) ~~wyjaśnia, dlaczego utlenianie substratu energetycznego w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych~~ porównuje zysk energetyczny oddychania tlenowego i fermentacji mleczanowej;
- 5) przedstawia na podstawie analizy schematu znaczenie ~~utleniania kwasów tłuszczowych, glukoneogenezy,~~ glikogenolizy w przemianach energetycznych komórki.

IV. Podziały komórkowe. Uczeń:

- 1) przedstawia organizację materiału genetycznego w jądrze komórkowym;
- 2) opisuje cykl komórkowy z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach;
- 3) przedstawia istotę procesu replikacji DNA i uzasadnia jego konieczność przed podziałem komórki;
- 4) przedstawia znaczenie mitozy i mejozy w ~~zachowaniu ciągłości życia na Ziemi~~ rozwoju i rozmnażaniu człowieka;
- 5) wyjaśnia znaczenie apoptozy dla prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu człowieka.

V. Budowa i fizjologia człowieka.

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

- 1) rozpoznaje tkanki ~~zwierzęce~~ organizmu człowieka na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;
- 2) wykazuje związek budowy narządów z pełnioną przez nie funkcją;
- 3) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy narządami w obrębie układu;
- 4) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów w obrębie organizmu;
- 5) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, ~~stałość składu płynów ustrojowych,~~ ciśnienie krwi, ~~rytmy dobowe~~).

2. Odżywianie się. Uczeń:

- 1) przedstawia rolę nieorganicznych i organicznych składników pokarmowych w odżywianiu, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika, witamin;
- 2) przedstawia związek budowy odcinków przewodu pokarmowego z pełnioną przez nie funkcją;
- 3) przedstawia rolę wydzielin gruczołów i komórek gruczołowych w obróbce pokarmu;
- 4) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi;
- ~~5) wyjaśnia rolę mikrobiomu układu pokarmowego w funkcjonowaniu organizmu;~~
- 6) przedstawia proces wchłaniania poszczególnych produktów trawienia składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym;

- 7) przedstawia rolę wątroby w przemianach substancji wchłoniętych w przewodzie pokarmowym;
- ~~8) przedstawia rolę ośrodka głodu i sytości w przyjmowaniu pokarmu;~~
- 9) przedstawia zasady racjonalnego żywienia;
- 10) przedstawia zaburzenia odżywiania (anoreksja, bulimia) i przewiduje ich skutki zdrowotne;
- 11) podaje przyczyny ~~(w tym uwarunkowania genetyczne)~~ otyłości oraz sposoby jej profilaktyki;
- 12) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych (gastroskopia, kolonoskopia, USG, ~~próby wątrobowe, badania krwi i kału~~) w profilaktyce ~~i leczeniu~~ chorób układu pokarmowego, w tym raka żołądka, raka jelita grubego, ~~zespółów złego wchłaniania, choroby Crohna.~~

3. Odporność. Uczeń:

- 1) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną;
- 2) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny);
- 3) przedstawia narządy i komórki układu odpornościowego;
- ~~4) przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny);~~
- 5) wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa i przedstawia jej znaczenie w transplantologii;
- 6) wyjaśnia istotę konfliktu serologicznego i przedstawia znaczenie podawania przeciwciał anty-Rh;
- 7) analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna i osłabiona odpowiedź immunologiczna) oraz podaje sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergie, choroby autoimmunologiczne).

4. Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

- 1) wykazuje związek między budową i funkcją elementów układu oddechowego człowieka;
- 2) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnię wymiany gazowej płuc;
- 3) wyjaśnia mechanizm wentylacji płuc;
- 4) opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach ~~pH i temperatury krwi oraz ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym;~~
- 5) analizuje wpływ czynników zewnętrznych na funkcjonowanie układu oddechowego (tlenek węgla, pyłowe zanieczyszczenie powietrza, dym tytoniowy, smog);
- 6) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu oddechowego (RTG klatki piersiowej, spirometria, ~~bronchoskopia~~);
- 7) przedstawia rolę krwi w transporcie gazów oddechowych;
- ~~8) wyjaśnia na podstawie schematu proces krzepnięcia krwi;~~

- 9) wykazuje związek między budową i funkcją naczyń krwionośnych;
 - 10) przedstawia budowę serca oraz krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym;
 - 11) przedstawia automatyzm pracy serca;
 - 12) wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżyca, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, ~~USG serca, angiokardiografia, badanie Holtera~~, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi);
 - 13) przedstawia funkcje elementów układu limfatycznego i przedstawia rolę limfy.
5. Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:
- 1) przedstawia związek między budową i funkcją narządów układu moczowego;
 - 2) przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które są wydalane z organizmu;
 - 3) ~~określa na podstawie analizy schematu przebiegu cyklu mocznikowego substraty i produkty tego procesu; przedstawia znaczenie tego procesu w utrzymaniu homeostazy organizmu;~~
 - 4) przedstawia proces tworzenia moczu oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie;
 - 5) analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (~~badania moczu, USG jamy brzusznej, urografia~~ badanie ogólne moczu);
 - 6) przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.
6. Regulacja hormonalna. Uczeń:
- 1) ~~rozdziela hormony steroidowe i niesteroidowe;~~
 - 2) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych i wymienia hormony przez nie produkowane;
 - 3) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki);
 - 4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy ~~i gonad~~);
 - 5) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi;
 - 6) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres;
 - 7) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu; i tempa metabolizmu ~~i rytmu dobowego~~;
 - 8) ~~przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy;~~
 - 9) określa skutki niedoczynności i nadczynności ~~gruczołów dokrewnych~~ tarczycy.
7. Regulacja nerwowa. Uczeń:
- 1) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego;
 - 2) przedstawia działanie synapsy chemicznej uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników;

- 3) przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym;
 - 4) porównuje rodzaje odruchów i przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się;
 - 5) przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego i nerwów;
 - 6) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy ~~oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu;~~
 - 7) wyróżnia rodzaje receptorów ze względu na rodzaj odbieranego bodźca; wykazuje związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie a pełnioną funkcją;
 - 8) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu;
 - 9) przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu;
 - 10) wykazuje biologiczne znaczenie snu;
 - 11) wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu;
 - 12) przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, ~~schizofrenia~~) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki dla ograniczenia społecznych skutków tych chorób.
8. Poruszanie się. Uczeń:
- ~~1) rozpoznaje rodzaje kości ze względu na ich kształt (długie, krótkie, płaskie, różnokształtne);~~
 - 2) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje;
 - 3) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn;
 - 4) opisuje współdziałanie mięśni, ścięgien, stawów i kości w ruchu;
 - 5) przedstawia budowę mięśnia szkieletowego (filamenty aktynowe i miozynowe, miofibrilla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia);
 - ~~6) wyjaśnia na podstawie schematu molekularny mechanizm skurczu mięśnia;~~
 - 7) przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia;
 - 8) przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów;
 - 9) wyjaśnia wpływ odżywiania się (w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka;
 - 10) przedstawia wpływ substancji stosowanych w dopingu na organizm człowieka.
9. Skóra i termoregulacja. Uczeń:
- 1) wykazuje związek między budową i funkcją skóry;
 - 2) przedstawia rolę skóry w syntezie prowitaminy D; wykazuje związek nadmiernej ekspozycji na promieniowanie UV z procesem starzenia się skóry oraz zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób i zmian skórnych.
10. Rozmnażanie i rozwój. Uczeń:
- 1) przedstawia istotę rozmnażania płciowego;
 - 2) przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego męskiego i żeńskiego;

- 3) analizuje proces gametogenezy i wskazuje podobieństwa oraz różnice w przebiegu powstawania gamet męskich i żeńskich;
- 4) przedstawia i analizuje na podstawie schematu przebieg cyklu menstruacyjnego, z uwzględnieniem działania hormonów przysadkowych i jajnikowych w jego regulacji;
- 5) przedstawia rolę syntetycznych hormonów (progesteronu i estrogenów) w regulacji cyklu menstruacyjnego;
- 6) przedstawia przebieg ciąży, z uwzględnieniem funkcji łożyska i błon płodowych; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych;
- 7) przedstawia wybrane choroby układu rozrodczego (rak szyjki macicy, rak jądra, rak jajnika, przerost gruczołu krokowego) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki;
- 8) przedstawia wybrane choroby przenoszone drogą płciową (~~kila, rzeżączka, chłamydioza, rzeżysztkowica~~, zakażenia HPV, grzybice narządów płciowych) oraz sposoby ich profilaktyki;
- 9) przedstawia etapy ontogenezy, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

VI. Ekspresja informacji genetycznej w komórkach człowieka. Uczeń:

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

VII. Genetyka klasyczna.

1. Dziedziczenie cech. Uczeń:

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

2. Zmienność organizmów. Uczeń:

- 1) opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji;
- 2) przedstawia typy zmienności: ~~środowiskowa i genetyczna~~ genetycznej (rekombinacyjna i mutacyjna);
- 3) ~~wyjaśnia, na przykładach, wpływ czynników środowiska na plastyczność fenotypów;~~
- 4) rozróżnia ciągłą i nieciągłą zmienność cechy;
- 5) przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej;
- 6) ~~rozróżnia rodzaje mutacji genowych oraz~~ określa ich skutki mutacji genowych;
- 7) rozróżnia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz określa ich skutki;
- 8) określa, na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu, podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, ~~fenyloketonuria, anemia sierpowata, albinizm~~, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, ~~dystrofia mięśniowa Duchenne'a, krzywica oporna na witaminę D3; zespół Klinefeltera, zespół Turnera~~, zespół Downa);
- 9) wykazuje związek pomiędzy narażeniem organizmu na działanie czynników mutagennych (fizycznych, chemicznych, biologicznych) a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób;
- 10) przedstawia transformację nowotworową komórek jako następstwo mutacji w obrębie genów kodujących białka regulujące cykl komórkowy oraz odpowiedzialne za naprawę DNA.

VIII. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

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

- 11) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;
- 12) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

IX. Ewolucja. Uczeń:

- 1) ~~przedstawia historię myśli ewolucyjnej;~~
- 2) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji;
- 3) określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego;
- 4) ~~przedstawia rodzaje zmienności i~~ wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;
- 5) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący);
- 6) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;
- 7) ~~określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny;~~
- 8) ~~przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji;~~
- 9) ~~wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji ludzkiej utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne;~~
- 10) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową;
- 11) przedstawia specjację jako mechanizm powstawania gatunków;
- 12) rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;
- 13) ~~przedstawia hipotezy wyjaśniające najważniejsze etapy biogenezy;~~
- 14) ~~porządkuje chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi; wykazuje, że zmiany warunków środowiskowych miały wpływ na przebieg ewolucji;~~
- 15) ~~porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych wskazując na ich cechy charakterystyczne;~~
- 16) określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami, na podstawie analizy drzewa rodowego;
- 17) przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych;
- 18) ~~analizuje różnorodne źródła informacji dotyczące ewolucji człowieka i przedstawia tendencje zmian ewolucyjnych.~~

X. Ekologia. Uczeń:

- 1) rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy;
- 2) przedstawia elementy niszy ekologicznej organizmu; rozróżnia niszę ekologiczną od siedliska;
- 3) wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna;
- 4) wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie~~

~~zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska;~~

- 5) charakteryzuje populację, określając jej cechy (liczebność, zagęszczenie, struktura przestrzenna, wiekowa i płciowa); dokonuje obserwacji cech populacji wybranego gatunku;
- ~~6) przewiduje zmiany liczebności populacji, dysponując danymi o jej liczebności, rozrodeżności, śmiertelności i migracjach osobników;~~
- ~~7) przedstawia modele wzrostu liczebności populacji;~~
- 8) wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych (mutualizm obligatoryjny i fakultatywny, komensalizm) w ekosystemie i podaje ich przykłady;
- 9) przedstawia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej;
- ~~10) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków;~~
- 11) wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany;
- 12) przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu;
- 13) przedstawia obronne adaptacje ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin;
- 14) określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych;
- 15) wyjaśnia przepływ energii i obieg materii w ekosystemie;
- ~~16) opisuje obieg węgla i azotu w przyrodzie, wykazując rolę różnych grup organizmów w tych obiegach;~~
- ~~17) przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie, skutkujący zmianą składu gatunkowego.~~

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

- 1) przedstawia typy różnorodności biologicznej: genetyczną, gatunkową i ekosystemową;
- 2) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;
- 3) wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną;
- 4) wykazuje wpływ działalności człowieka na różnorodność biologiczną;
- 5) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków;
- ~~6) uzasadnia konieczność zachowania tradycyjnych odmian roślin i tradycyjnych ras zwierząt dla zachowania różnorodności genetycznej;~~

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

Warunki i sposób realizacji

Nauczanie biologii w szkole ponadpodstawowej w zakresie podstawowym powinno rozwijać ciekawość poznawczą poprzez zachęcanie uczniów do rozwiązywania problemów natury biologicznej metodami naukowymi, stawianie hipotez i ich weryfikowanie, analizowanie wyników eksperymentów czy doświadczeń z użyciem podstawowych parametrów statystycznych.

Realizacja treści z zakresu biochemii powinna prowadzić do kształtowania umiejętności rozumienia omawianych procesów i ich powiązań na mapie metabolicznej komórki. Zrozumienie procesów przemiany materii i energii oraz zagadnień integracji metabolizmu umożliwi uczniom zrozumienie mechanizmów homeostatycznych organizmów.

Nauczanie biologii na tym etapie powinno służyć w szczególności pogłębieniu wiedzy dotyczącej organizmu człowieka, aby uczeń kończący edukację biologiczną był świadomy budowy i funkcji swojego organizmu. Duży nacisk należy położyć na edukację prozdrowotną – kształtowanie u młodego człowieka świadomości konieczności dbania o zdrowie własne i innych. Należy zwrócić uwagę na rozwijanie postaw sprzyjających zdrowiu, tj. racjonalne żywienie, odpowiednią aktywność fizyczną, dbałość o higienę, poddawanie się okresowym badaniom stanu zdrowia, umiejętne radzenie sobie ze stresem, a także na fakt znacznego wydłużania się czasu życia człowieka, co implikuje szereg aspektów życia biologicznego oraz społecznego człowieka. Ważnym elementem edukacji zdrowotnej jest zdrowie psychospołeczne oraz przygotowanie uczniów do życia w szybko zmieniającym się środowisku.

W nauczaniu treści z zakresu ekologii oraz różnorodności biologicznej, jej zagrożeń i ochrony należy brać pod uwagę uniwersalne i najważniejsze zasady funkcjonowania ekosystemów, uwzględniając współczesne problemy z zakresu ochrony różnorodności biologicznej w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Istotnym elementem edukacji przyrodniczej jest zilustrowanie praw ekologii i problemów ochrony różnorodności biologicznej obserwacjami prowadzonymi w terenie.

W nauczaniu treści z zakresu biotechnologii i podstaw inżynierii genetycznej ważne jest wskazanie i uświadomienie uczniom korzyści, zagrożeń i dylematów etycznych związanych z badaniami naukowymi w dziedzinie inżynierii genetycznej. Duży nacisk powinno położyć się na przygotowanie uczniów do formułowania – opartych na współczesnej nauce – argumentów,

dotyczących konsekwencji stosowania technik inżynierii genetycznej dla zdrowia człowieka i dla środowiska, oraz kształtowanie umiejętności krytycznego odbioru informacji z dziedziny inżynierii genetycznej dostępnej w środkach masowego przekazu.

Należy rozwijać u uczniów umiejętność planowania i przeprowadzania doświadczeń i obserwacji oraz wnioskowania na ich podstawie. Istotne jest, aby doświadczenia i obserwacje były możliwe do wykonania w pracowni szkolnej lub w warunkach domowych, aby nie wymagały skomplikowanych urządzeń i drogich materiałów. Podczas planowania i przeprowadzania doświadczeń oraz obserwacji należy stworzyć warunki umożliwiające uczniom zadawanie pytań, zbieranie, analizowanie i prezentowanie danych oraz konstruowanie odpowiedzi na zadane pytania. W prawidłowym kształtowaniu umiejętności badawczych uczniów istotne jest, aby uczeń umiał odróżnić doświadczenia od obserwacji oraz od pokazu będącego ilustracją omawianego zjawiska, a także znał metody badawcze. Dużą wagę należy przykładąć do tego, by prawidłowo kształtować umiejętność określania prób kontrolnych i badawczych oraz matematycznej analizy wyników (z zastosowaniem podstawowych elementów statystyki). Przykłady doświadczeń i obserwacji zawarto w wymaganiach szczegółowych podstawy programowej.

Zajęcia z biologii powinny być prowadzone we właściwie wyposażonej pracowni zapewniającej nowoczesne warunki kształcenia, indywidualizację procesu nauczania oraz bezpieczeństwo pracy. Istotne jest, aby w pracowni znajdował się sprzęt niezbędny do przeprowadzania wskazanych w podstawie doświadczeń i obserwacji, tj. przyrządy pomiarowe, przyrządy optyczne, szkło laboratoryjne, szkiełka mikroskopowe, odczynniki chemiczne, środki czystości, środki ochrony (fartuchy i rękawice ochronne, apteczka). Pomocami dydaktycznymi w każdej pracowni powinny być podręczne wydawnictwa książkowe (np. słowniki, przewodniki roślin i zwierząt, atlasy), preparaty mikroskopowe, modele obrazujące wybrane elementy budowy organizmu człowieka (np. model szkieletu, model oka, model ucha, model klatki piersiowej). Ważne jest także wykorzystywanie podczas zajęć różnorodnych materiałów źródłowych zarówno w formie papierowej, jak i cyfrowej, np. z zasobów Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej, w której każdy nauczyciel i uczeń ma własne konto.

ZAKRES ROZSZERZONY

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Uczeń:
 - 1) opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy;
 - 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku;
 - 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia;

- 4) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności i w poszczególnych etapach ontogenezy;
- 5) przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem;
- 6) wykazuje, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych.

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Uczeń:

- 1) określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;
- 2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą;
- 3) opracowuje, analizuje i interpretuje wyniki badań w oparciu o proste analizy statystyczne;
- 4) odnosi się do wyników uzyskanych przez innych badaczy;
- 5) ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski;
- 6) przygotowuje preparaty świeże oraz przeprowadza celowe obserwacje mikroskopowe i makroskopowe.

III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Uczeń:

- 1) wykorzystuje różnorodne źródła i metody pozyskiwania informacji;
- 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe;
- 3) odróżnia wiedzę potoczną od uzyskanej metodami naukowymi;
- 4) odróżnia fakty od opinii;
- 5) objaśnia i komentuje informacje, posługując się terminologią biologiczną;
- 6) odnosi się krytycznie do informacji pozyskanych z różnych źródeł, w tym internetowych.

IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Uczeń:

- 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski;
- 2) przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.

V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Uczeń:

- 1) planuje działania prozdrowotne;
- 2) rozumie znaczenie badań profilaktycznych i rozpoznaje sytuacje wymagające konsultacji lekarskiej;
- 3) rozumie zagrożenia wynikające ze stosowania środków dopingujących i psychoaktywnych;
- 4) rozumie znaczenie poradnictwa genetycznego i transplantologii;
- 5) dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce chorób.

VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska. Uczeń:

- 1) rozumie zasadność ochrony przyrody;
- 2) prezentuje postawę szacunku wobec istot żywych;
- 3) odpowiedzialnie i świadomie korzysta z dóbr przyrody;
- 4) objaśnia zasady zrównoważonego rozwoju.

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, ~~IJ~~, ~~Cu~~, ~~Co~~, ~~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 ~~monosacharydów~~ ~~i polisacharydów~~ ~~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; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym~~; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, ~~fibrynogen~~, 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; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym~~;
- 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 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 fizyko-chemicznych (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) ~~porównuje~~opisuje na podstawie schematu fotofosforylację ~~cykliczną i~~ 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 ~~utleniania kwasów tłuszczowych, syntezy kwasów tłuszczowych~~, glukoneogenezy, glikogenolizy i 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) ~~porównuje przebieg cytokinezy w komórkach roślinnych i zwierzęcych;~~
- 7) przedstawia znaczenie mitozy i mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi;

- 8) wyjaśnia znaczenie procesu *crossing-over* i niezależnej segregacji chromosomów jako źródeł zmienności rekombinacyjnej i różnorodności biologicznej;
- 9) 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) ~~ustala przynależność gatunkową organizmu, stosując właściwy klucz do oznaczania organizmów;~~ 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: odżywianie (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: odżywianie, oddychanie i rozmnażanie; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące, że drożdże przeprowadzają fermentację alkoholową;
- 3) ~~porównuje na podstawie analizy schematów cykle życiowe grzybów (sprzężniaków, workowców i podstawczaków) i rozróżnia poszczególne fazy jądrowe (haplofaza, dikariofaza, diplofaza);~~
- 4) przedstawia porosty jako organizmy symbiotyczne ~~i wyjaśnia ich rolę jako organizmów wskaźnikowych;~~
- 5) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez grzyby (grzybice skóry, narządów płciowych, płuc);
- 6) przedstawia znaczenie grzybów, w tym porostów w przyrodzie i dla człowieka.

VIII. Protisty. Uczeń:

- 1) przedstawia formy morfologiczne protistów;
- 2) przedstawia czynności życiowe protistów: odżywanie, 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, ~~ezerwonka~~ ~~pełzakowa~~, 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 ~~i glaukocystofity~~;
 - 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 ~~(w tym wykonanym samodzielnie)~~, 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) rozróżnia rośliny jednoliścienne i dwuliścienne, wskazując ich charakterystyczne cechy;~~
 - 9) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.
3. Gospodarka wodna i odżywanie 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; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące występowanie płaczu roślin;~~

- 3) wykazuje związek zmian potencjału osmotycznego i potencjału wody z otwieraniem i zamykaniem szparek; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie porównujące zagęszczenie (mniejsze, większe) i rozmieszczenie (górną, dolną stronę blaszki liściowej) aparatów szparkowych u roślin różnych siedlisk;~~
 - 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; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące występowanie gutacji;~~
 - 5) opisuje wpływ suszy fizjologicznej na bilans wodny rośliny; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ stężenia roztworu glebowego na pobieranie wody przez rośliny;~~
 - 6) podaje dostępne dla roślin formy wybranych makroelementów (N, S);
 - 7) przedstawia znaczenie wybranych makro- i mikroelementów (N, S, Mg, K, P; ~~Ca, Fe~~) 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) przedstawia adaptacje anatomiczne i fizjologiczne roślin typu C4 i CAM do przeprowadzania fotosyntezy w określonych warunkach środowiska;~~
 - 5) analizuje wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na przebieg procesu fotosyntezy; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury; i natężenia światła ~~i zawartości dwutlenku węgla~~ na intensywność fotosyntezy;
 - 6) przedstawia udział innych organizmów (bakterie glebowe i symbiotyczne, grzyby) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny.
5. Rozmnażanie i rozprzestrzenianie się roślin. Uczeń:
- 1) ~~wykazuje, porównując~~ ~~opisuje~~ na podstawie schematów; przemianę pokoleń mchów, paprociowych, widłakowych, skrzypowych, nagonasiennych i okrytonasiennych; ~~stopniową redukcję gametofitu;~~
 - 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 sposób powstawania gametofitów roślin nasiennych;~~
 - 6) opisuje proces zapłodnienia i powstawania nasion u roślin nasiennych oraz owoców u okrytonasiennych;
 - 7) wykazuje związek budowy owocu ze sposobem rozprzestrzeniania się roślin okrytonasiennych.
6. Wzrost i rozwój roślin. Uczeń:
- 1) przedstawia budowę ~~nasienia bielmowego nasiona i rozróżnia nasiona bielmowe, bezbielmowe i obielmowe;~~
 - 2) przedstawia wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na proces kiełkowania nasion; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ

wybranych czynników (woda, temperatura, światło, ~~dostęp do tlenu~~) na proces kiełkowania nasion;

- ~~3) planuje i przeprowadza obserwacje różnych typów kiełkowania nasion (epigeiczne i hypogeiczne) i wykazuje różnice między nimi;~~
- 4) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę liścieni we wzroście i rozwoju siewki rośliny;
- 5) określa rolę auksyn, ~~giberelin, cytokinin, kwasu abseksynowego~~ i etylenu w procesach wzrostu i rozwoju roślin; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ etylenu na proces dojrzewania owoców;~~
- ~~6) wykazuje związek procesu zakwitania roślin okrytonasiennych z fotoperiodem i temperaturą.~~

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 fototropizmu korzenia i pędu;~~ planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice geotropizmu korzenia i pędu; ~~planuje i przeprowadza obserwację termonastii wybranych roślin;~~
- 2) przedstawia rolę auksyn w ruchach wzrostowych roślin; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę stożka wzrostu w dominacji wierzchołkowej u roślin.~~

X. Różnorodność zwierząt. Uczeń:

- 1) rozróżnia zwierzęta ~~tkankowe i beztkankowe~~, dwuwarstwowe i trójwarstwowe; ~~pierwoustę i wtóroustę; bezżuchwowe i żuchwowe~~; 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 ~~gąbek~~, parzydełkowców, płazińców, ~~wrotków~~, ~~nicieni~~, pierścienic, mięczaków, stawonogów (skorupiaków, pajęczaków, ~~wijów~~ i owadów) i szkarłupni;
- 4) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie ~~bezczaszkowe i kręgowce~~, ~~a w ich obrębie kręgloustych~~, 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 ~~zwierzęce~~ **organizmu człowieka** na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, 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 pomiędzy narządami w obrębie układu;
 - 5) przedstawia powiązania funkcjonalne pomiędzy układami narządów w obrębie organizmu;
 - 6) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi, ~~rytmy dobowe i sezonowe~~);
 - 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) ~~wyjaśnia rolę mikrobiomu układu pokarmowego w funkcjonowaniu organizmu;~~
- 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 ~~(w tym uwarunkowania genetyczne)~~ otyłości u człowieka oraz sposoby jej profilaktyki,
- n) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych (gastroskopia, kolonoskopia, USG, ~~próby wątrobowe, badania krwi i kału~~) w profilaktyce ~~i leczeniu~~ chorób układu pokarmowego, w tym raka żołądka, raka jelita grubego, ~~zespół złego wchłaniania, choroba Crohna.~~

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, alergię, 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, ~~określając tendencje ewolucyjne~~, 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 i 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 ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym~~,
 - 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) ~~wyjaśnia na podstawie schematu proces krzepnięcia krwi~~ określa znaczenie krzepnięcia krwi dla zachowania homeostazy organizmu,
 - m) przedstawia rodzaje układów krążenia u zwierząt (otwarte, zamknięte) oraz wykazuje związek między budową układu krążenia i jego funkcją u poznanych grup zwierząt,
 - n) wykazuje związek między budową i 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, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, ~~USG serca,~~ ~~angiokardiografia,~~ ~~badanie Holtera,~~ 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 ~~i określa tendencje ewolucyjne w budowie kanalików wydalniczych,~~
 - e) ~~analizuje, na podstawie schematu, przebieg cyklu mocznikowego oraz wyróżnia substraty i produkty tego procesu,~~
 - f) przedstawia związek między budową i funkcją narządów układu moczowego człowieka,
 - g) przedstawia proces tworzenia moczu u człowieka oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie,
 - h) analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (~~badania moczu,~~ ~~USG jamy brzusznej,~~ ~~urografia~~ ~~badanie ogólne moczu~~),
 - i) przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.
- 5) Regulacja hormonalna. Uczeń:
- a) ~~przedstawia chemiczne zróżnicowanie cząsteczek sygnałowych występujących u zwierząt,~~
 - b) wyjaśnia, w jaki sposób hormony steroidowe i niesteroidowe (pochodne aminokwasów i peptydowe) regulują czynności komórek docelowych,
 - c) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych człowieka i wymienia hormony przez nie produkowane,
 - d) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki),
 - e) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad),

- f) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi,
 - g) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres u człowieka,
 - h) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu i tempa metabolizmu i rytmu dobowego,
 - i) przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy,
 - j) określa skutki niedoczynności i nadczynności gruczołów dokrewnych tarczycy.
- 6) Regulacja nerwowa. Uczeń:
- a) ~~analizuje budowę układu nerwowego zwierząt bezkręgowych, wykazuje związek między rozwojem tego układu i złożonością budowy zwierzęcia,~~
 - b) ~~przedstawia tendencje zmian w budowie mózgu kręgowców,~~
 - c) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego,
 - d) przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników,
 - e) przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym,
 - f) porównuje rodzaje odruchów i przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się,
 - g) przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego i nerwów człowieka,
 - h) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu,
 - i) wyróżnia rodzaje receptorów u zwierząt ze względu na rodzaj odbieranego bodźca,
 - j) wykazuje związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie człowieka a pełnioną funkcją,
 - k) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu,
 - l) przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu,
 - m) wykazuje biologiczne znaczenie snu,
 - n) wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu,
 - o) przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona, ~~schizofrenia~~) 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, miofibrilla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia),
 - g) wyjaśnia, na podstawie schematu, molekularny mechanizm skurczu mięśnia,
 - h) przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia,
 - i) ~~wyказuje znaczenie skurczu tężcowego w funkcjonowaniu układu ruchu,~~
 - j) przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów,
 - k) ~~rozpoznaje rodzaje kości ze względu na ich kształt (długie, krótkie, płaskie, różnokształtne),~~
 - l) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje,
 - m) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn człowieka,
 - n) wyjaśnia wpływ odżywiania się (w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka,
 - o) 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 i funkcją skóry kręgowców,
 - c) przedstawia przykłady sposobów regulacji temperatury ciała u zwierząt endotermicznych oraz ektotermicznych,
 - d) ~~przedstawia znaczenie estywacji (snu letniego) i hibernacji (snu zimowego) w funkcjonowaniu zwierząt,~~
 - e) przedstawia rolę skóry w syntezie prowitaminy 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, ~~jajorodność, jajeżyworodność i żyworodność~~ oraz podaje przykłady grup zwierząt, u których występuje,
 - e) wykazuje związek budowy jaja ze środowiskiem życia,
 - f) ~~wyказuje związek ilości żółtka w jaju z typem rozwoju u zwierząt,~~
 - g) analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozróżnia żywicieli pośrednich i ostatecznych,
 - h) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje,
 - i) porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne u owadów, uwzględniając rolę poczwarki w cyklu rozwojowym,

- ~~j) wykazuje rolę hormonów (juwenilny i ekdyzon) w procesie przeobrażenia u owadów;~~
- ~~k) porównuje na podstawie schematów etapy rozwoju zarodkowego zwierząt pierwoustych i wtóroustych;~~
- l) przedstawia rolę błon płodowych w rozwoju zarodkowym owodniowców,
- m) przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego męskiego i żeńskiego człowieka,
- n) analizuje na podstawie schematu proces gametogenezy u człowieka i wskazuje podobieństwa oraz różnice w przebiegu powstawania gamet męskich i żeńskich,
- o) ~~przedstawia~~ analizuje na podstawie schematu przebieg cyklu menstruacyjnego, z uwzględnieniem działania hormonów przysadkowych i jajnikowych w jego regulacji,
- p) przedstawia rolę syntetycznych hormonów (progesteronu i estrogenów) w regulacji cyklu menstruacyjnego,
- q) przedstawia przebieg ciąży z uwzględnieniem funkcji łożyska; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych,
- r) przedstawia etapy ontogenezy człowieka, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

XII. Wirusy, ~~wiroidy, priony~~. Uczeń:

1. ~~Wirusy pasożyty molekularne~~. 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, ~~Heinego-Medina~~, schorzenia wywołane zakażeniem HPV, grypa, odra, ~~ospa~~, różyczka, ~~świnka~~, WZW typu A, B i C, ~~niektóre typy nowotworów~~);
- ~~7) przedstawia drogi rozprzestrzeniania się chorób wirusowych zwierząt (nosówka, wścieklizna, pryszczycyca) i roślin (mozaika tytoniowa, smugowatość ziemniaka) oraz ich skutki;~~
- 8) przedstawia znaczenie wirusów w przyrodzie i dla człowieka.

2. ~~Wiroidy i priony~~ swoiste czynniki infekcyjne. Uczeń:

- ~~1) przedstawia wiroidy jako jednoniciowe koliste cząsteczki RNA infekujące rośliny;~~
- ~~2) opisuje priony jako białkowe czynniki infekcyjne będące przyczyną niektórych chorób degeneracyjnych OUN (choroba Creutzfeldta-Jakoba, choroba szalonych krów BSE).~~

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

- ~~1) porównuje genom komórki prokariotycznej i eukariotycznej;~~
- 2) porównuje strukturę genu organizmu prokariotycznego i eukariotycznego;
- 3) opisuje proces transkrypcji z uwzględnieniem roli polimerazy RNA;
- 4) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej u organizmów eukariotycznych;
- 5) przedstawia cechy kodu genetycznego;
- 6) opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek;
- 7) porównuje przebieg ekspresji informacji genetycznej w komórce prokariotycznej i eukariotycznej;
- ~~8) przedstawia na przykładzie operonu laktozowego i tryptofanowego regulację ekspresji informacji genetycznej u organizmów prokariotycznych;~~
- 9) przedstawia istotę regulacji ekspresji genów u organizmów eukariotycznych.

XIV. Genetyka klasyczna.

1. Dziedziczenie cech. Uczeń:

- ~~1) wykazuje na podstawie opisu wyników badań Hammerlinga, Griffitha, Avery'ego, Hershey'a i Chase'a znaczenie jądra komórkowego i DNA w przekazywaniu informacji genetycznej;~~
- ~~2) przedstawia znaczenie badań Mendla w odkryciu podstawowych praw dziedziczenia cech;~~
- 3) 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;
- 4) przedstawia dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe i wielogenowe (dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja, współdziałanie dwóch lub większej liczby genów);
- 5) przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana;
- 6) analizuje dziedziczenie cech sprzężonych; oblicza odległość między genami; na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie;
- 7) wyjaśnia istotę dziedziczenia pozajądrowego;
- 8) przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci;
- 9) przedstawia dziedziczenie cech sprzężonych z płcią;
- 10) analizuje rodowody i na ich podstawie ustala sposób dziedziczenia danej cechy.

2. Zmienność organizmów. Uczeń:

- 1) opisuje zmienność jako różnorodność fenotypową osobników w populacji;
- 2) przedstawia typy zmienności: ~~środowiskowa i genetyczna~~ genetycznej (rekombinacyjna i mutacyjna);
- ~~3) wyjaśnia na przykładach wpływ czynników środowiska na plastyczność fenotypów;~~

- 4) rozróżnia ciągłą i nieciągłą zmienność cechy; wyjaśnia genetyczne podłoże tych zmienności;
- 5) przedstawia źródła zmienności rekombinacyjnej;
- 6) przedstawia rodzaje mutacji genowych oraz określa ich skutki;
- 7) przedstawia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych i liczbowych) oraz określa ich skutki;
- 8) określa na podstawie analizy rodowodu lub kariotypu podłoże genetyczne chorób człowieka (mukowiscydoza, ~~alkaptonuria~~, fenyloketonuria, ~~anemia sierpowata~~, ~~albinizm~~, ~~galaktozemia~~, płasawica Huntingtona, hemofilia, daltonizm, ~~dystrofia mięśniowa Duchenne'a~~, ~~krzywica oporna na witaminę D3~~; ~~zespół cri-du-chat i przewlekła białaczka szpikowa~~, zespół Klinefeltera, zespół Turnera, zespół Downa, ~~neuropatia nerwu wzrokowego Lebera~~);
- 9) wykazuje związek pomiędzy narażeniem organizmu na działanie czynników mutagennych (fizycznych, chemicznych, biologicznych) a zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób;
- 10) przedstawia transformację nowotworową komórek jako następstwo mutacji w obrębie genów kodujących białka regulujące cykl komórkowy oraz 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 zastosowania biotechnologii molekularnej w badaniach ewolucyjnych i systematyce organizmów;~~
- 10) przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie;

- 11) przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego;
- 12) ~~wyjaśnia istotę~~ przedstawia ogólną zasadę działania terapii genowej;
- 13) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;
- 14) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

XVI. Ewolucja. Uczeń:

- 1) ~~przedstawia historię myśli ewolucyjnej;~~
- 2) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji;
- 3) określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego;
- 4) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;
- 5) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący);
- 6) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;
- 7) określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny;
- 8) przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji;
- 9) przedstawia założenia prawa Hardy'ego-Weinberga;
- 10) stosuje równanie Hardy'ego-Weinberga do obliczenia częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji;
- 11) ~~wyjaśnia, dlaczego mimo działania doboru naturalnego w populacji ludzkiej utrzymują się allele warunkujące choroby genetyczne;~~
- 12) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową;
- 13) przedstawia mechanizm powstawania gatunków wskutek specjacji allopatrycznej i sympatrycznej;
- 14) opisuje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna oraz ewolucja zbieżna;
- 15) rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;
- 16) ~~przedstawia hipotezy wyjaśniające najważniejsze etapy biogenezy;~~
- 17) ~~porządkuje chronologicznie wydarzenia z historii życia na Ziemi; wykazuje, że zmiany warunków środowiskowych miały wpływ na przebieg ewolucji;~~
- 18) porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych wskazując na ich cechy charakterystyczne;
- 19) określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego;
- 20) przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małych człokształtnych;
- 21) ~~analizuje różnorodne źródła informacji dotyczące ewolucji człowieka i przedstawia tendencje zmian ewolucyjnych.~~

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; ~~planuje i przeprowadza doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji ekologicznej w odniesieniu do wybranego czynnika środowiska;~~
- 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 roślin różnych form ekologicznych do siedlisk życia.

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) ~~przewiduje zmiany liczebności populacji, dysponując danymi o jej liczebności, rozrodeżności, śmiertelności i migracjach osobników;~~
- 4) ~~opisuje modele wzrostu liczebności populacji.~~

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) ~~planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące oddziaływania antagonistyczne między osobnikami wybranych gatunków;~~
- 4) wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany;
- 5) przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu;
- 6) przedstawia adaptacje obronne ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin;
- 7) określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych;
- 8) wyjaśnia przepływ energii i obieg materii w ekosystemie;
- 9) opisuje obieg węgla i azotu w przyrodzie, wykazując rolę różnych grup organizmów w tych obiegach;
- 10) przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie ~~skutkującej bogaceniem się układu w węgiel i azot oraz zmianą składu gatunkowego; rozróżnia sukcesję pierwotną i wtórną.~~

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 pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;
- 3) ~~przedstawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków; podaje przykłady gatunków reliktowych jako dowód ewolucji świata żywego;~~
- 4) wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną;
- 5) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków;
- 6) ~~uzasadnia konieczność zachowania tradycyjnych odmian roślin i tradycyjnych ras zwierząt dla zachowania różnorodności genetycznej;~~
- 7) uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000;
- 8) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej;
- 9) przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju.

Warunki i sposób realizacji

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

Realizacja treści z zakresu biochemii powinna prowadzić do kształtowania umiejętności rozumienia omawianych procesów i ich powiązań na mapie metabolicznej komórki. Zrozumienie procesów przemiany materii i energii, zagadnień integracji metabolizmu, umożliwi uczniom zrozumienie mechanizmów homeostatycznych organizmów.

Nauczanie treści dotyczących różnorodności organizmów powinno odbywać się poprzez rozszerzanie wiedzy nabytej w szkole podstawowej – doskonalenie umiejętności wskazywania cech budowy organizmów, ich fizjologii jako wyrazu adaptacji bądź konsekwencji życia w określonym środowisku. Ważna jest analiza treści z tego zakresu w kontekście ewolucyjnych zmian, w tym także ewolucji zachodzącej współcześnie. Podobnie, nie należy wymagać od

uczniów pamięciowego odtwarzania cykli życiowych wybranych organizmów, a jedynie ich rozumienia wynikającego z analizy cykli na różnych płaszczyznach.

W podstawie programowej celowo nie wyodrębniono nauki o człowieku jako odrębnej dyscypliny, aby traktować gatunek ludzki jako integralną część świata organizmów i środowiska przyrodniczego. Treści dotyczące anatomii i fizjologii człowieka zostały wkomponowane w dział dotyczący funkcjonowania zwierząt.

W nauczaniu biologii duży nacisk należy położyć na edukację prozdrowotną – kształtowanie u młodego człowieka świadomości konieczności dbania o zdrowie własne i innych. Należy zwrócić uwagę na rozwijanie postaw sprzyjających zdrowiu, tj. racjonalne żywienie, odpowiednią aktywność fizyczną, dbałość o higienę, poddawanie się okresowym badaniom stanu zdrowia, umiejętne radzenie sobie ze stresem, a także na fakt znacznego wydłużania się czasu życia człowieka, co implikuje szereg aspektów życia biologicznego oraz społecznego człowieka. Ważnym elementem edukacji zdrowotnej jest zdrowie psychospołeczne oraz przygotowanie uczniów do życia w szybko zmieniającym się środowisku.

W nauczaniu treści z zakresu ekologii oraz różnorodności biologicznej, jej zagrożeń i ochrony należy brać pod uwagę uniwersalne i najważniejsze zasady funkcjonowania ekosystemów, uwzględniając współczesne problemy z zakresu ochrony różnorodności biologicznej w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Istotnym elementem edukacji przyrodniczej jest zilustrowanie praw ekologii i problemów ochrony różnorodności biologicznej obserwacjami prowadzonymi w terenie. Proponuje się, aby dobierając tematykę zajęć terenowych (w lasach, parkach narodowych, obszarach Natura 2000), zwrócić uwagę na poznane gatunki rodzime, a także na proces sukcesji jako istotę występowania oraz ustępowania gatunku z przestrzeni przyrodniczej.

W nauczaniu treści z zakresu biotechnologii i podstaw inżynierii genetycznej ważne jest wskazanie i uświadomienie uczniom korzyści, zagrożeń i dylematów etycznych związanych z badaniami naukowymi w dziedzinie inżynierii genetycznej. Duży nacisk powinno położyć się na przygotowanie uczniów do formułowania – opartych na współczesnej nauce – argumentów, dotyczących konsekwencji stosowania technik inżynierii genetycznej dla zdrowia człowieka i dla środowiska, oraz kształtowanie umiejętności krytycznego odbioru informacji z dziedziny inżynierii genetycznej dostępnej w środkach masowego przekazu.

W procesie kształcenia biologicznego ważne jest zaplanowanie cyklu obserwacji i doświadczeń prowadzonych przez ucznia lub zespół uczniowski samodzielnie jako długoterminowa praca domowa oraz pod kierunkiem nauczyciela. Istotne jest, aby doświadczenia i obserwacje były możliwe do wykonania w pracowni szkolnej lub w warunkach domowych, aby nie wymagały skomplikowanych urządzeń i drogich materiałów. Podczas planowania i przeprowadzania doświadczeń oraz obserwacji należy stworzyć warunki umożliwiające uczniom zadawanie pytań, zbieranie, analizowanie i prezentowanie danych oraz konstruowanie odpowiedzi na zadane pytania. W prawidłowym kształtowaniu umiejętności badawczych uczniów istotne jest, aby uczeń umiał odróżnić doświadczenia od obserwacji oraz od pokazu, będącego ilustracją omawianego zjawiska, a także znał metody badawcze. Dużą wagę należy przykładąć do tego, by prawidłowo kształtować umiejętność określania prób kontrolnych i badawczych oraz matematycznej analizy wyników (z zastosowaniem elementów statystyki). Przykłady

doświadczeń i obserwacji zawarto w wymaganiach szczegółowych podstawy programowej. Rekomendowane jest, by w procesie dydaktycznym były uwzględniane także inne obserwacje i doświadczenia, które wynikają z ciekawości poznawczej uczniów.

Zajęcia z biologii powinny być prowadzone we właściwie wyposażonej pracowni zapewniającej nowoczesne warunki kształcenia, indywidualizację procesu nauczania oraz bezpieczeństwo pracy. Istotne jest, aby w pracowni znajdował się sprzęt niezbędny do przeprowadzania wskazanych w podstawie doświadczeń i obserwacji, tj. przyrządy pomiarowe, przyrządy optyczne, szkło laboratoryjne, szkiełka mikroskopowe, odczynniki chemiczne, środki czystości, środki ochrony (fartuchy i rękawice ochronne, apteczka). Pomocami dydaktycznymi w każdej pracowni powinny być podręczne wydawnictwa książkowe (np. słowniki, przewodniki roślin i zwierząt, atlasy), preparaty mikroskopowe, modele obrazujące wybrane elementy budowy organizmu człowieka (np. model szkieletu, model oka, model ucha, model klatki piersiowej). Ważne jest także wykorzystywanie podczas zajęć różnorodnych materiałów źródłowych zarówno w formie papierowej, jak i cyfrowej, np. z zasobów Zintegrowanej Platformy Edukacyjnej, w której każdy nauczyciel i uczeń ma własne konto.