

## 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 między strukturą a 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, I, F);

- 3) wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów, z uwzględnieniem jej właściwości fizycznych i chemicznych.
2. Składniki organiczne. Uczeń:
- 1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe  $\alpha$ ,  $\beta$ ); rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna) i określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyczne i chemiczne; planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność skrobi w materiale biologicznym;
  - 2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, hemoglobina, mioglobina); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;
  - 3) przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozróżnia lipidy proste i złożone, przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne;
  - 4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach; określa znaczenie biologiczne kwasów nukleinowych.

## II. Komórka. Uczeń:

- 1) rozpoznaje elementy budowy komórki eukariotycznej na preparacie mikroskopowym, na mikrofotografii, rysunku lub na schemacie;
- 2) wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami;
- 3) rozróżnia rodzaje transportu do i z komórki (dyfuzja prosta i wspomagana, transport aktywny, endocytoza i egzocytoza);
- 4) wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące zjawisko osmozy wywołane różnicą stężeń wewnątrz i na zewnątrz komórki; planuje i przeprowadza obserwację zjawiska plazmolizy;
- 5) przedstawia budowę jądra komórkowego i jego rolę w funkcjonowaniu komórki;

- 6) opisuje budowę rybosomów, ich powstawanie i pełnioną funkcję oraz określa ich lokalizację w komórce;
- 7) przedstawia błony wewnątrzkomórkowe jako zintegrowany system strukturalno-funkcjonalny oraz określa jego rolę w kompartmentacji komórki;
- 8) opisuje budowę mitochondriów i plastydów ze szczególnym uwzględnieniem chloroplastów; dokonuje obserwacji mikroskopowych plastydów w materiale biologicznym;
- 9) przedstawia argumenty przemawiające za endosymbiotycznym pochodzeniem mitochondriów i chloroplastów;
- 10) wykazuje związek budowy ściany komórkowej z pełnioną funkcją oraz wskazuje grupy organizmów, u których ona występuje;
- 11) przedstawia znaczenie wakuoli w funkcjonowaniu komórki roślinnej;
- 12) przedstawia znaczenie cytoszkieletu w ruchu komórek, transporcie wewnątrzkomórkowym, podziałach komórkowych oraz stabilizacji struktury komórki; dokonuje obserwacji mikroskopowych ruchów cytoplazmy w komórkach roślinnych;
- 13) wykazuje różnice w budowie komórki prokariotycznej i eukariotycznej;
- 14) wykazuje różnice w budowie komórki roślinnej, grzybowej i zwierzęcej.

### III. Energia i metabolizm.

1. Podstawowe zasady metabolizmu. Uczeń:
  - 1) wyjaśnia, na przykładach, pojęcia: szlaku i cyklu metabolicznego;
  - 2) porównuje istotę procesów anabolicznych i katabolicznych oraz wykazuje, że są ze sobą powiązane.
2. Przenośniki energii oraz protonów i elektronów w komórce. Uczeń:
  - 1) wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną;
  - 2) przedstawia znaczenie  $\text{NAD}^+$ , FAD,  $\text{NADP}^+$  w procesach utleniania i redukcji.
3. Enzymy. Uczeń:
  - 1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy enzymu;
  - 2) wyjaśnia, na czym polega swoistość substratowa enzymu oraz opisuje katalizę enzymatyczną;
  - 3) przedstawia sposoby regulacji aktywności enzymów (aktywacja, inhibicja);
  - 4) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego jako sposobu regulacji przebiegu szlaków metabolicznych;

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

#### IV. Podziały komórkowe. Uczeń:

- 1) przedstawia organizację materiału genetycznego w komórce;
- 2) wyjaśnia mechanizm replikacji DNA, z uwzględnieniem roli enzymów (helikaza, prymaza, polimeraza DNA, ligaza);
- 3) opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki;
- 4) opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy i mejozy;

- 5) rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy mitozy i mejozy;
- 6) przedstawia znaczenie mitozy i mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi;
- 7) wyjaśnia znaczenie procesu *crossing-over* i niezależnej segregacji chromosomów jako źródeł zmienności rekombinacyjnej i różnorodności biologicznej;
- 8) przedstawia apoptozę jako proces warunkujący prawidłowy rozwój i funkcjonowanie organizmów wielokomórkowych.

#### V. Zasady klasyfikacji i sposoby identyfikacji organizmów. Uczeń:

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

#### VI. Bakterie i archeowce. Uczeń:

- 1) przedstawia budowę komórki prokariotycznej, z uwzględnieniem różnic w budowie ściany komórkowej bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych;
- 2) wyjaśnia różnice między archeowcami i bakteriami; przedstawia znaczenie archeowców; przedstawia różnorodność form morfologicznych bakterii;
- 3) przedstawia czynności życiowe bakterii: 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) przedstawia porosty jako organizmy symbiotyczne;

- 4) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez grzyby (grzybice skóry, narządów płciowych, płuc);
- 5) przedstawia znaczenie grzybów, w tym porostów, w przyrodzie i dla człowieka.

#### VIII. Protisty. Uczeń:

- 1) przedstawia formy morfologiczne protistów;
- 2) przedstawia czynności życiowe protistów: odżywianie, poruszanie się, rozmnażanie, wydalanie i osmoregulację; zakłada hodowlę protistów słodkowodnych i obserwuje wybrane czynności życiowe tych protistów;
- 3) wykazuje związek budowy protistów ze środowiskiem i trybem ich życia (obecność aparatu ruchu, budowa błony komórkowej, obecność chloroplastów i wodniczek tętniących);
- 4) analizuje na podstawie schematów przebieg cykli rozwojowych protistów i rozróżnia poszczególne fazy jądrowe;
- 5) przedstawia drogi zarażenia się i zasady profilaktyki chorób wywołanych przez protisty (malaria, toksoplazmoza, lamblioza, rzęsistkowica);
- 6) przedstawia znaczenie protistów (w tym prostistów fotosyntetyzujących i symbiotycznych) w przyrodzie i dla człowieka.

#### IX. Różnorodność roślin.

##### 1. Rośliny pierwotnie wodne. Uczeń:

- 1) rozróżnia zielenice i krasnorosty;
- 2) przedstawia znaczenie krasnorostów i zielenic w przyrodzie i dla człowieka.

##### 2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Uczeń:

- 1) określa różnice między warunkami życia w wodzie i na lądzie;
- 2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne mchów, widłakowych, skrzypowych, paprociowych i nasiennych oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup;
- 3) rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;
- 4) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach roślinnych;
- 5) wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami;

- 6) przedstawia cechy budowy roślin, które umożliwiły im zasiedlenie środowisk lądowych;
  - 7) uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji;
  - 8) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.
3. Gospodarka wodna i odżywianie mineralne roślin. Uczeń:
- 1) wyjaśnia mechanizmy pobierania oraz transportu wody i soli mineralnych;
  - 2) planuje i przeprowadza obserwację pozwalającą na identyfikację tkanki przewodzącej wodę w roślinie;
  - 3) wykazuje związek zmian potencjału osmotycznego i potencjału wody z otwieraniem i zamykaniem szparek;
  - 4) wykazuje wpływ czynników zewnętrznych (temperatura, światło, wilgotność, ruchy powietrza) na bilans wodny roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ czynników zewnętrznych na intensywność transpiracji;
  - 5) opisuje wpływ suszy fizjologicznej na bilans wodny rośliny;
  - 6) podaje dostępne dla roślin formy wybranych makroelementów (N, S);
  - 7) przedstawia znaczenie wybranych makro- i mikroelementów (N, S, Mg, K, P) dla roślin.
4. Odżywianie się roślin. Uczeń:
- 1) określa drogi, jakimi do liści docierają substraty fotosyntezy;
  - 2) określa drogi, jakimi transportowane są produkty fotosyntezy;
  - 3) przedstawia adaptacje w budowie anatomicznej roślin do wymiany gazowej;
  - 4) analizuje wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na przebieg procesu fotosyntezy; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury i natężenia światła na intensywność fotosyntezy;
  - 5) przedstawia udział innych organizmów (bakterie glebowe i symbiotyczne, grzyby) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny.
5. Rozmnażanie i rozprzestrzenianie się roślin. Uczeń:
- 1) opisuje na podstawie schematów, przemianę pokoleń mchów, paprociowych, widłakowych, skrzypowych, nagonasiennych i okrytonasiennych;
  - 2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin;
  - 3) przedstawia budowę kwiatów roślin nasiennych;
  - 4) wykazuje związek budowy kwiatu roślin okrytonasiennych ze sposobem ich zapylania;

- 5) opisuje proces zapłodnienia i powstawania nasion u roślin nasiennych oraz owoców u okrytonasiennych;
  - 6) wykazuje związek budowy owocu ze sposobem rozprzestrzeniania się roślin okrytonasiennych.
6. Wzrost i rozwój roślin. Uczeń:
- 1) przedstawia budowę nasienia bielmowego;
  - 2) przedstawia wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na proces kiełkowania nasion; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ wybranych czynników (woda, temperatura, światło) na proces kiełkowania nasion;
  - 3) planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące rolę liścieni we wzroście i rozwoju siewki rośliny;
  - 4) określa rolę auksyn i etylenu w procesach wzrostu i rozwoju roślin.
7. Reakcja na bodźce. Uczeń:
- 1) przedstawia nastie i tropizmy jako reakcje roślin na bodźce (światło, temperatura, grawitacja, bodźce mechaniczne i chemiczne); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące różnice geotropizmu korzenia i pędu;
  - 2) przedstawia rolę auksyn w ruchach wzrostowych roślin.

#### X. Różnorodność zwierząt. Uczeń:

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

#### XI. Funkcjonowanie zwierząt.

1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Uczeń:
  - 1) rozpoznaje tkanki organizmu człowieka na preparacie mikroskopowym, na schemacie, 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 między narządami w obrębie układu;
  - 5) przedstawia powiązania funkcjonalne między układami narządów w obrębie organizmu;
  - 6) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę (termoregulacja, osmoregulacja, stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi);
  - 7) wykazuje związek między wielkością, aktywnością życiową, temperaturą ciała, a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu.
2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.
- 1) Odżywianie się. Uczeń:
    - a) przedstawia adaptacje w budowie i funkcjonowaniu układów pokarmowych zwierząt do rodzaju pokarmu oraz sposobu jego pobierania,
    - b) rozróżnia trawienie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe u zwierząt,
    - c) przedstawia rolę nieorganicznych i organicznych składników pokarmowych w odżywianiu człowieka, w szczególności białek pełnowartościowych i niepełnowartościowych, NNKT, błonnika, witamin,
    - d) przedstawia związek budowy odcinków przewodu pokarmowego człowieka z pełnioną przez nie funkcją,
    - e) przedstawia rolę wydzielin gruczołów i komórek gruczołowych w obróbce pokarmu,
    - f) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka; planuje i przeprowadza doświadczenie sprawdzające warunki trawienia skrobi,
    - g) przedstawia wpływ mikrobiomu na funkcjonowanie organizmu człowieka,
    - h) przedstawia proces wchłaniania poszczególnych produktów trawienia składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka,
    - i) przedstawia rolę wątroby w przemianach substancji wchłoniętych w przewodzie pokarmowym,
    - j) przedstawia rolę ośrodka głodu i sytości w przyjmowaniu pokarmu przez człowieka,
    - k) przedstawia zasady racjonalnego żywienia człowieka,

- l) przedstawia zaburzenia odżywiania (anoreksja, bulimia) i przewiduje ich skutki zdrowotne,
  - m) podaje przyczyny otyłości u człowieka oraz sposoby jej profilaktyki,
  - n) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych (gastroskopia, kolonoskopia, USG) w profilaktyce chorób układu pokarmowego, w tym raka żołądka, raka jelita grubego.
- 2) Odporność. Uczeń:
- a) rozróżnia odporność wrodzoną (nieswoistą) i nabytą (swoistą) oraz komórkową i humoralną,
  - b) opisuje sposoby nabywania odporności swoistej (czynny i bierny),
  - c) przedstawia narządy i komórki układu odpornościowego człowieka,
  - d) przedstawia rolę mediatorów układu odpornościowego w reakcji odpornościowej (białka ostrej fazy, cytokiny),
  - e) wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa, i przedstawia jej znaczenie w transplantologii,
  - f) wyjaśnia istotę konfliktu serologicznego i przedstawia znaczenie podawania przeciwciał anti-Rh,
  - g) analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna i osłabiona odpowiedź immunologiczna) oraz podaje sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergie, choroby autoimmunologiczne).
- 3) Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:
- a) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej,
  - b) wykazuje związek lokalizacji (wewnętrzna i zewnętrzna) i budowy powierzchni wymiany gazowej ze środowiskiem życia,
  - c) podaje przykłady narządów wymiany gazowej, wskazując grupy zwierząt, u których występują,
  - d) porównuje budowę płuc gromad kręgowców,
  - e) wyjaśnia mechanizm wymiany gazowej w skrzelach, uwzględniając mechanizm przeciwprądowy,
  - f) wyjaśnia mechanizm wentylacji płuc u płazów, gadów, ptaków i ssaków,
  - g) wykazuje związek między budową a funkcją elementów układu oddechowego człowieka,

- h) opisuje wymianę gazową w tkankach i płucach, uwzględniając powinowactwo hemoglobiny do tlenu w różnych warunkach pH i temperatury krwi oraz w zależności od ciśnienia parcjalnego tlenu w środowisku zewnętrznym,
  - i) analizuje wpływ czynników zewnętrznych na funkcjonowanie układu oddechowego (tlenek węgla, pyłowe zanieczyszczenie powietrza, dym tytoniowy, smog),
  - j) przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu oddechowego (RTG klatki piersiowej, spirometria, bronchoskopia),
  - k) przedstawia rolę krwi w transporcie gazów oddechowych,
  - l) określa znaczenie krzepnięcia krwi dla zachowania homeostazy organizmu,
  - m) przedstawia rodzaje układów krążenia u zwierząt (otwarte, zamknięte) oraz wykazuje związek między budową układu krążenia a jego funkcją u poznanych grup zwierząt,
  - n) wykazuje związek między budową a funkcją naczyń krwionośnych,
  - o) porównuje, określając tendencje ewolucyjne, budowę serc gromad kręgowców,
  - p) przedstawia budowę serca człowieka oraz krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym,
  - q) przedstawia automatyzm pracy serca,
  - r) wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżyca, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi),
  - s) przedstawia funkcje elementów układu limfatycznego i przedstawia rolę limfy.
- 4) Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:
- a) wykazuje konieczność regulacji osmotycznej u zwierząt żyjących w różnych środowiskach,
  - b) przedstawia istotę procesu wydalania oraz wymienia substancje, które są wydalane z organizmu,
  - c) wykazuje związek między środowiskiem życia zwierząt i rodzajem wydalanego azotowego produktu przemiany materii,
  - d) przedstawia układy wydalnicze zwierząt,
  - e) przedstawia związek między budową a funkcją narządów układu moczowego człowieka,

- f) przedstawia proces tworzenia moczu u człowieka oraz wyjaśnia znaczenie regulacji hormonalnej w tym procesie,
  - g) analizuje znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu moczowego (badanie ogólne moczu),
  - h) przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.
- 5) Regulacja hormonalna. Uczeń:
- a) wyjaśnia, w jaki sposób hormony steroidowe i niesteroidowe (pochodne aminokwasów i peptydowe) regulują czynności komórek docelowych,
  - b) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych człowieka i wymienia nazwy hormonów przez nie produkowanych,
  - c) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki),
  - d) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad),
  - e) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi,
  - f) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres u człowieka,
  - g) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu i tempa metabolizmu,
  - h) przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy,
  - i) określa skutki niedoczynności i nadczynności tarczycy.
- 6) Regulacja nerwowa. Uczeń:
- a) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego,
  - b) przedstawia działanie synapsy chemicznej, uwzględniając rolę przekaźników chemicznych; podaje przykłady tych neuroprzekaźników,
  - c) przedstawia drogę impulsu nerwowego w łuku odruchowym,
  - d) porównuje rodzaje odruchów i przedstawia rolę odruchów warunkowych w procesie uczenia się,
  - e) przedstawia budowę i funkcje mózgu, rdzenia kręgowego i nerwów człowieka,
  - f) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizacje ośrodków tego układu,

- g) wyróżnia rodzaje receptorów u zwierząt ze względu na rodzaj odbieranego bodźca,
  - h) wykazuje związek między lokalizacją receptorów w organizmie człowieka a pełnioną funkcją,
  - i) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu,
  - j) przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu,
  - k) wykazuje biologiczne znaczenie snu,
  - l) wyjaśnia wpływ substancji psychoaktywnych, w tym dopalaczy, na funkcjonowanie organizmu,
  - m) przedstawia wybrane choroby układu nerwowego (depresja, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona) oraz znaczenie ich wczesnej diagnostyki dla ograniczenia społecznych skutków tych chorób.
- 7) Poruszanie się. Uczeń:
- a) przedstawia związek między środowiskiem życia a sposobem poruszania się,
  - b) rozróżnia rodzaje ruchu zwierząt (rzęskowy, mięśniowy),
  - c) analizuje współdziałanie mięśni z różnymi typami szkieletu (hydrauliczny, zewnętrzny, wewnętrzny),
  - d) analizuje budowę szkieletu wewnętrznego (na schemacie, modelu, fotografii) jako wyraz adaptacji do środowiska i trybu życia,
  - e) opisuje współdziałanie mięśni, ścięgien, stawów i kości w ruchu człowieka;
  - f) przedstawia budowę mięśnia szkieletowego (filamenty aktynowe i miozynowe, miofibrilla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia),
  - g) wyjaśnia, na podstawie schematu, molekularny mechanizm skurczu mięśnia,
  - h) przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia,
  - i) przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów,
  - j) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje,
  - k) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn człowieka,
  - l) wyjaśnia wpływ odżywiania się (w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka,
  - m) przedstawia wpływ substancji stosowanych w dopingu na organizm człowieka.
- 8) Pokrycie ciała i termoregulacja. Uczeń:

- a) przedstawia różne rodzaje pokrycia ciała zwierząt i podaje ich funkcje,
  - b) wykazuje związek między budową a funkcją skóry kręgowców,
  - c) przedstawia przykłady sposobów regulacji temperatury ciała u zwierząt endotermicznych oraz ektotermicznych,
  - d) przedstawia rolę skóry w syntezie 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 oraz podaje przykłady grup zwierząt, u których występuje,
  - e) wykazuje związek budowy jaja ze środowiskiem życia,
  - f) analizuje na podstawie schematu cykle rozwojowe zwierząt pasożytniczych; rozróżnia żywicieli pośrednich i ostatecznych,
  - g) rozróżnia rozwój prosty i złożony oraz podaje przykłady zwierząt, u których występuje,
  - h) porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne u owadów, uwzględniając rolę poczwarki w cyklu rozwojowym,
  - i) przedstawia rolę błon płodowych w rozwoju zarodkowym owodniowców,
  - j) przedstawia budowę i funkcje narządów układu rozrodczego męskiego i żeńskiego człowieka,
  - k) analizuje na podstawie schematu proces gametogenezy u człowieka i wskazuje podobieństwa oraz różnice w przebiegu powstawania gamet męskich i żeńskich,
  - l) analizuje na podstawie schematu przebieg cyklu menstruacyjnego, z uwzględnieniem działania hormonów przysadkowych i jajnikowych w jego regulacji,
  - m) przedstawia rolę syntetycznych hormonów (progesteronu i estrogenów) w regulacji cyklu menstruacyjnego,

- n) przedstawia przebieg ciąży, z uwzględnieniem funkcji łożyska; analizuje wpływ czynników wewnętrznych i zewnętrznych na przebieg ciąży; wyjaśnia istotę i znaczenie badań prenatalnych,
- o) przedstawia etapy ontogenezy człowieka, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

#### XII. Wirusy. Uczeń:

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

#### XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

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

#### XIV. Genetyka klasyczna.

##### 1. Dziedziczenie cech. Uczeń:

- 1) zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych, w tym cech warunkowanych przez allele wielokrotne;

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

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

- 1) rozróżnia biotechnologię tradycyjną i molekularną;
- 2) przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków;

- 3) przedstawia narzędzia wykorzystywane w biotechnologii molekularnej (enzymy: polimerazy, ligazy i enzymy restrykcyjne) i określa ich zastosowania;
- 4) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacja DNA, analiza restrykcyjna i elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA metodą Sanger'a);
- 5) przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistyce, diagnostyce chorób;
- 6) wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych;
- 7) przedstawia potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych; podaje przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie organizmów;
- 8) opisuje klonowanie organizmów metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach jego rozwoju oraz przedstawia zastosowania tych metod;
- 9) przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie;
- 10) przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego;
- 11) przedstawia ogólną zasadę działania terapii genowej;
- 12) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;
- 13) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

#### XVI. Ewolucja. Uczeń:

- 1) przedstawia podstawowe źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji;
- 2) określa pokrewieństwo ewolucyjne gatunków na podstawie analizy drzewa filogenetycznego;
- 3) przedstawia rodzaje zmienności i wykazuje znaczenie zmienności genetycznej w procesie ewolucji;
- 4) wyjaśnia mechanizm działania doboru naturalnego i przedstawia jego rodzaje (stabilizujący, kierunkowy i różnicujący);
- 5) wykazuje, że dzięki doborowi naturalnemu organizmy zyskują nowe cechy adaptacyjne;
- 6) określa warunki, w jakich zachodzi dryf genetyczny;

- 7) przedstawia przyczyny zmian częstości alleli w populacji;
- 8) przedstawia założenia prawa Hardy’ego – Weinberga;
- 9) stosuje równanie Hardy’ego – Weinberga do obliczenia częstości alleli, genotypów i fenotypów w populacji;
- 10) przedstawia gatunek jako izolowaną pulę genową;
- 11) przedstawia mechanizm powstawania gatunków wskutek specjacji allopatrycznej i sympatrycznej;
- 12) opisuje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna oraz ewolucja zbieżna;
- 13) rozpoznaje, na podstawie opisu, schematu, rysunku, konwergencję i dywergencję;
- 14) porządkuje chronologicznie formy kopalne człowiekowatych, wskazując na ich cechy charakterystyczne;
- 15) określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami na podstawie analizy drzewa rodowego;
- 16) przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi; przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych.

## XVII. Ekologia.

### 1. Ekologia organizmów. Uczeń:

- 1) rozróżnia czynniki biotyczne i abiotyczne oddziałujące na organizmy;
- 2) przedstawia elementy niszy ekologicznej organizmu; rozróżnia niszę ekologiczną od siedliska;
- 3) wyjaśnia, czym jest tolerancja ekologiczna;
- 4) wykazuje znaczenie organizmów o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej w bioindykacji;
- 5) określa środowisko życia organizmu na podstawie jego tolerancji ekologicznej na określony czynnik;
- 6) przedstawia adaptacje form ekologicznych roślin do życia w różnych siedliskach.

### 2. Ekologia populacji. Uczeń:

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

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

- 1) wyjaśnia znaczenie zależności nieantagonistycznych (mutualizm obligatoryjny i fakultatywny, komensalizm) w ekosystemie i podaje ich przykłady;
- 2) przedstawia skutki konkurencji wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej;
- 3) wyjaśnia zmiany liczebności populacji w układzie zjadający i zjadany;
- 4) przedstawia adaptacje drapieżników, pasożytów i roślinożerców do zdobywania pokarmu;
- 5) przedstawia adaptacje obronne ofiar drapieżników, żywicieli pasożytów oraz zjadanych roślin;
- 6) określa zależności pokarmowe w ekosystemie na podstawie analizy fragmentów sieci pokarmowych; przedstawia zależności pokarmowe w biocenozie w postaci łańcuchów pokarmowych;
- 7) wyjaśnia przepływ energii i obieg materii w ekosystemie;
- 8) opisuje obieg węgla i azotu w przyrodzie, wykazując rolę różnych grup organizmów w tych obiegach;
- 9) przedstawia sukcesję jako proces przemiany ekosystemu w czasie.

#### XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Uczeń:

- 1) przedstawia typy różnorodności biologicznej: genetyczną, gatunkową i ekosystemową;
- 2) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu; wykazuje związek między rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;
- 3) wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną;
- 4) wyjaśnia znaczenie restytucji i reintrodukcji gatunków dla zachowania różnorodności biologicznej; podaje przykłady restytuowanych gatunków;
- 5) uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000;
- 6) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej;
- 7) przedstawia istotę zrównoważonego rozwoju.

## **Warunki i sposób realizacji**

Nauczanie biologii w liceum ogólnokształcącym i technikum 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: średniej arytmetycznej i ważonej, mediany oraz odchylenia standardowego wraz z jego interpretacją. Uczeń kończący liceum ogólnokształcące lub technikum 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 w zakresie przedmiotu biologia 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 się kłaść 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 dostępnych w środkach masowego przekazu.

W procesie kształcenia biologicznego ważne jest zaplanowanie cyklu obserwacji i doświadczeń prowadzonych przez ucznia lub zespół uczniowski samodzielnie 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, aby prawidłowo kształtować umiejętność określania prób kontrolnych i badawczych oraz matematycznej analizy wyników (z zastosowaniem statystyk opisowych: średniej arytmetycznej i ważonej, mediany oraz odchylenia standardowego wraz z jego interpretacją). Przykłady doświadczeń i obserwacji zawarto w wymaganiach szczegółowych. Rekomendowane jest, aby w procesie

dydaktycznym były uwzględniane także inne obserwacje i doświadczenia, które wynikają z ciekawości poznawczej uczniów, np.:

- 1) doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym;
- 2) doświadczenie wykazujące obecność lipidów w materiale biologicznym;
- 3) doświadczenie wykazujące występowanie płaczu roślin;
- 4) doświadczenie porównujące zagęszczenie (mniejsze, większe) i rozmieszczenie (górna, dolna strona blaszki liściowej) aparatów szparkowych u roślin różnych siedlisk;
- 5) doświadczenie wykazujące występowanie gutacji;
- 6) doświadczenie określające wpływ stężenia roztworu glebowego na pobieranie wody przez rośliny;
- 7) obserwacje różnych typów kiełkowania nasion (epigeiczne i hypogeiczne);
- 8) doświadczenie wykazujące wpływ etylenu na proces dojrzewania owoców;
- 9) doświadczenie wykazujące różnice fototropizmu korzenia i pędu;
- 10) doświadczenie wykazujące rolę stożka wzrostu w dominacji wierzchołkowej u roślin;
- 11) doświadczenie wykazujące różnice w zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym i wydychanym.

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.