PODSTAWA PROGRAMOWA

FORMUŁA 2023

BIOLOGIA

POZIOM ROZSZERZONY

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:

Dawid uczy

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);

Dawid uczy

3) wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów, z uwzględnieniem jej właściwości fizycznych i chemicznych.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

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

2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe); rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek; przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, hemoglobina, mioglobina); przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko;

3) przedstawia budowę lipidów (uwzględniając wiązania estrowe); rozróżnia lipidy proste i złożone, przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne;

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

II. Komórka. Uczeń:

1) rozpoznaje elementy budowy komórki eukariotycznej na preparacie mikroskopowym, na mikrofotografii, rysunku lub na schemacie;

2) wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami;

3) rozróżnia rodzaje transportu do i z komórki (dyfuzja prosta i wspomagana, transport aktywny, endocytoza i egzocytoza);

4) wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące zjawisko osmozy wywołane różnicą stężeń wewnątrz i na zewnątrz komórki; planuje i przeprowadza obserwację zjawiska plazmolizy;

5) przedstawia budowę jądra komórkowego i jego rolę w funkcjonowaniu komórki;

Dawid uczy

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

III. Energia i metabolizm.

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

Dawid uczy

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

IV. Podziały komórkowe. Uczeń:

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

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

V. Zasady klasyfikacji i sposoby identyfikacji organizmów. Uczeń:

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

VI. Bakterie i archeowce. Uczeń:

1) przedstawia budowę komórki prokariotycznej, z uwzględnieniem różnic w budowie ściany komórkowej bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych;
2) wyjaśnia różnice między archeowcami i bakteriami; przedstawia znaczenie archeowców; przedstawia różnorodność form morfologicznych bakterii;
3) przedstawia czynności życiowe bakterii: 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 prostitów fotosyntetyzujących i symbiotycznych) w przyrodzie i dla człowieka.

IX. Różnorodność roślin.

1. Rośliny pierwotnie wodne. Uczeń:
   1) rozróżnia zielenice i krasnorosty;
   2) przedstawia znaczenie krasnorostów i zielenic w przyrodzie i dla człowieka.
2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Uczeń:
   1) określa różnice między warunkami życia w wodzie i na lądzie;
   2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne mchów, widłakowych, skrzypowych, paprociowych i nasiennych oraz na podstawie tych cech identyfikuje organizm jako przedstawiciela jednej z tych grup;
   3) rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym, na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;
   4) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach roślinnych;
   5) wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami;

6) przedstawia cechy budowy roślin, które umożliwiły im zasiedlenie środowisk lądowych;
7) uzasadnia, że modyfikacje organów wegetatywnych roślin są adaptacją do różnych warunków środowiska i pełnionych funkcji;
8) przedstawia znaczenie roślin dla człowieka.

3. Gospodarka wodna i odżywianie mineralne roślin. Uczeń:
1) wyjaśnia mechanizmy pobierania oraz transportu wody i soli mineralnych;
2) planuje i przeprowadza obserwację pozwalającą na identyfikację tkanki przewodzącej wodę w roślinie;
3) wykazuje związek zmian potencjału osmotycznego i potencjału wody z otwieraniem i zamykaniem szparek;
4) wykazuje wpływ czynników zewnętrznych (temperatura, światło, wilgotność, ruchy powietrza) na bilans wodny roślin; planuje i przeprowadza doświadczenie określające wpływ czynników zewnętrznych na intensywność transpiracji;
5) opisuje wpływ suszy fizjologicznej na bilans wodny rośliny;
6) podaje dostępne dla roślin formy wybranych makroelementów (N, S);
7) przedstawia znaczenie wybranych makro- i mikroelementów (N, S, Mg, K, P) dla roślin.

4. Odżywianie się roślin. Uczeń:
1) określa drogi, jakimi do liści docierają substraty fotosyntezy;
2) określa drogi, jakimi transportowane są produkty fotosyntezy;
3) przedstawia adaptacje w budowie anatomicznej roślin do wymiany gazowej;
4) analizuje wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na przebieg procesu fotosyntezy; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ temperatury i natężenia światła na intensywność fotosyntezy;
5) przedstawia udział innych organizmów (bakterie glebowe i symbiotyczne, grzyby) w pozyskiwaniu pokarmu przez rośliny.

5. Rozmnażanie i rozprzestrzenianie się roślin. Uczeń:
1) opisuje na podstawie schematów, przemianę pokoleń mchów, paprociowych, widłakowych, skrzypowych, nagonasiennych i okrytonasiennych;
2) przedstawia sposoby bezpłciowego rozmnażania się roślin;
3) przedstawia budowę kwiatów roślin nasiennych;
4) wykazuje związek budowy kwiatu roślin okrytonasiennych ze sposobem ich zapylania;

Dawid uczy

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,

Dawid uczy

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 anty-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, miofibrylla, włókno mięśniowe, brzusiec mięśnia),
g) wyjaśnia, na podstawie schematu, molekularny mechanizm skurczu mięśnia,
h) przedstawia sposoby pozyskiwania ATP niezbędnego do skurczu mięśnia,
i) przedstawia antagonizm i współdziałanie mięśni w wykonywaniu ruchów,
j) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) rodzaje połączeń kości i określa ich funkcje,
k) rozpoznaje (na modelu, schemacie, rysunku) kości szkieletu osiowego, obręczy i kończyn człowieka,
l) wyjaśnia wpływ odżywiania się (w tym suplementacji) i aktywności fizycznej na rozwój oraz stan kości i mięśni człowieka,
m) przedstawia wpływ substancji stosowanych w dopingu na organizm człowieka.

8) Pokrycie ciała i termoregulacja. Uczeń:

Dawid uczy

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,

Dawid uczy

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;

Dawid uczy

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, pląsawica 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 Sangera);
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;

Dawid uczy

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

Dawid uczy

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 przykładać 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.