

**BIOLOGIA****liceum ogólnokształcące i technikum – zakres podstawowy****Cele kształcenia – wymagania ogólne**

- I. Pogłębianie wiedzy z zakresu budowy i funkcjonowania organizmu człowieka.  
Uczeń wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w organizmie człowieka; wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach złożoności organizmu; rozumie funkcjonowanie organizmu człowieka na poszczególnych etapach ontogenezy.
- II. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka.  
Uczeń planuje działania prozdrowotne; rozumie znaczenie badań profilaktycznych i rozpoznaje sytuacje wymagające konsultacji lekarskiej; rozumie znaczenie poradnictwa genetycznego i transplantologii; dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce zdrowia; 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 określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne; określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą; w oparciu o proste analizy statystyczne opracowuje, analizuje i interpretuje wyniki badań; ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski; przeprowadza celowe obserwacje mikroskopowe i makroskopowe.
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych.  
Uczeń wykorzystuje różnorodne źródła i metody pozyskiwania informacji; odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe; odróżnia wiedzę potoczną od uzyskanej metodami naukowymi; odróżnia fakty od opinii; objaśnia i komentuje informacje posługując się terminologią biologiczną; odnosi się krytycznie do informacji pozyskanych z różnych źródeł, w tym internetowych.
- V. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych.  
Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami, formułuje wnioski; przedstawia opinie i argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi; wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem; wykazuje, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych.
- VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska.  
Uczeń rozumie zasadność ochrony przyrody; prezentuje postawę szacunku wobec wszystkich istot żywych oraz odpowiedzialnego i świadomego korzystania z dóbr przyrody; rozumie 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, J, Cu, Co, F);
- 3) wyjaśnia rolę wody w życiu organizmów w oparciu o jej właściwości fizyko-chemiczne.

#### 2. Składniki organiczne. Uczeń:

- 1) rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna) i określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyko-chemiczne i rodzaje wiązań glikozydowych ( $\alpha$ ,  $\beta$ ); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność monosacharydów i polisacharydów w materiale biologicznym;
- 2) rozróżnia białka proste i złożone; opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych strukturach; przedstawia wpływ czynników fizyko-chemicznych na białko (zjawisko koagulacji i denaturacji); określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, fibrynogen, hemoglobina, mioglobina); planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność białek w materiale biologicznym; przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizyko-chemicznych na białko;
- 3) 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 wspomaganą, 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;
9. przedstawia znaczenie cytoszkieletu w transporcie wewnątrzkomórkowym oraz stabilizacji struktury komórki;

### III. Energia i metabolizm. Uczeń:

#### 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;
- 4) przedstawia znaczenie  $\text{NAD}^+$ , FAD w procesach utleniania i redukcji.

#### 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) analizuje, na podstawie schematu, przebieg glikolizy, reakcji pomostowej i cyklu Krebsa, wyróżnia substraty i produkty tych procesów;
- 3) porównuje 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;
- 5) 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 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;
5. wyjaśnia znaczenie apoptozy dla prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu.

### V. Budowa i fizjologia człowieka

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

- 1) rozpoznaje tkanki zwierzęce 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, zespołów złego wchłaniania, choroba 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) analizuje, na podstawie schematu, przebieg cyklu moczowego oraz wyróżnia substraty i produkty tego procesu;
  - 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);
  - 6) przedstawia dializę jako metodę postępowania medycznego przy niewydolności nerek.
6. Regulacja hormonalna. Uczeń:
- 1) przedstawia chemiczne zróżnicowanie cząsteczek sygnałowych;
  - 2) wyjaśnia, w jaki sposób hormony sterydowe i niesterydowe (pochodne aminokwasów i peptydowe) regulują czynności komórek docelowych;
  - 3) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych i wymienia hormony przez nie produkowane;
  - 4) wyjaśnia, w jaki sposób koordynowana jest aktywność układów hormonalnego i nerwowego (nadrzędna rola podwzgórza i przysadki);
  - 5) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy, kory nadnerczy i gonad);
  - 6) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy i wapnia we krwi;
  - 7) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres;
  - 8) przedstawia rolę hormonów w regulacji wzrostu, tempa metabolizmu i rytmu dobowego;
  - 9) przedstawia rolę hormonów tkankowych na przykładzie gastryny, erytropoetyny i histaminy;

10) określa skutki niedoczynności i nadczynności gruczołów dokrewnych.

#### 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 aktywne i miozynowe, miofibrylla, 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 dopingiu na organizm człowieka.

#### 9. Skóra i termoregulacja. Uczeń:

- 1) wykazuje związek między budową i funkcją skóry;
- 2) przedstawia rolę skóry w syntezie witaminy D; wykazuje związek nadmiernej ekspozycji na promieniowanie UV z procesem starzenia się skóry oraz zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób i zmian skórnych.

#### 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 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 etapy ontogenezy uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

#### VI. Ekspresja informacji genetycznej w komórkach człowieka. Uczeń:

1. opisuje genom komórki 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 wielokrotnie;
- 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; oblicza odległość między genami; na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie;
- 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 (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) rozróżnia rodzaje mutacji genowych oraz określa ich skutki;
- 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, 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 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 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. 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. przedstawia podobieństwa między człowiekiem a innymi naczelnymi;
20. przedstawia cechy odróżniające człowieka od małp człekokształtnych;
21. określa pokrewieństwo człowieka z innymi zwierzętami, na podstawie analizy drzewa rodowego;
22. 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, rozrodczości, 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;
  3. wyjaśnia związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;
  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, m.in. poprzez stawianie hipotez i ich weryfikowanie, analizowanie wyników eksperymentów czy doświadczeń z użyciem podstawowych parametrów statystycznych, a także ich dyskutowanie. 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 biochemicznych nie może sprowadzać się jedynie do zapamiętania przez uczniów kolejnych nazw bądź wzorów związków chemicznych cykli czy szlaków biochemicznych, lecz powinna prowadzić do kształtowania umiejętności rozumienia omawianych procesów, ich powiązań na mapie metabolicznej komórki. Zrozumienie procesów przemiany materii i energii, 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. 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, podstaw inżynierii genetycznej ważne jest, przy jednoczesnym z rozwijaniu rozumienia wiedzy z tego zakresu, wskazanie i uświadomienie uczniom korzyści, zagrożeń dylematów etycznych związanych z badaniami naukowymi w biotechnologii molekularnej. Duży nacisk powinno położyć się na przygotowanie uczniów do formułowania, opartych na współczesnej nauce, argumentów dotyczących konsekwencji stosowania technik inżynierii genetycznej dla zdrowia człowieka oraz dla środowiska oraz kształtowanie umiejętności krytycznego odbioru informacji z dziedziny genetyki i 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 weryfikowalnych metodami naukowymi, zbieranie danych, analizowanie i prezentowanie danych, 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 procedury 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. Ważnym elementem jej wyposażenia powinien być projektor multimedialny, tablica interaktywna oraz komputer z zestawem głośników i z dostępem do Internetu, a także odpowiednie umeblowanie, w którym będzie można gromadzić sprzęt laboratoryjny oraz pomoce dydaktyczne wykorzystywane w różnych okresach roku szkolnego. 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). Ważnymi pomocami dydaktycznymi w każdej pracowni powinny być 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 tj. zdjęć, filmów, plansz poglądowych, tekstów popularnonaukowych, danych, będących wynikiem badań naukowych, prezentacji multimedialnych, animacji, zasobów cyfrowych dostępnych lokalnie oraz w sieci.