|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **KLASA III** | |  |  | |  |  |
| **I. EKSPRESJA INFORMACJI GENETYCZNEJ W KOMÓRKACH CZŁOWIEKA** | |  |  | |  |  |
| **1. DNA jako nośnik informacji genetycznej** | – zna rolę DNA w dziedziczeniu  – wie, że DNA zawiera geny, w których zapisana jest informacja o białkach  – wie, że replikacja to proces podwojenia ilości DNA komórkowego | – rozumie znaczenie odkrycia struktury DNA  – wie, że informacja genetyczna przepływa od DNA przez RNA do białka  – zna istotę replikacji  – posługuje się pojęciami: *gen* i *genom*  – zna istotę sekwencjonowania | | – omawia budowę DNA  – wyjaśnia pojęcie *podstawowy dogmat biologii molekularnej* i nazywa kolejne jego procesy  – omawia lokalizację i przebieg replikacji  – omawia strukturę genomu człowieka  – zna budowę genu eukariotycznego  – wie, na czym polega sekwencjonowanie | | – rozumie znaczenie odkrycia struktury DNA  – wyjaśnia znaczenie podstawowego dogmatu biologii molekularnej  – wyjaśnia udział poszczególnych enzymów w przebiegu replikacji  – tłumaczy, na czym polega semikonserwatywność replikacji  – wyjaśnia złożoność genomu człowieka  – porównuje znane genomy organizmów i wyciąga wnioski  – rozumie potrzebę sekwencjonowania |
| **2. Ekspresja informacji genetycznej – od genu do białka** | – wie, że informacja z DNA jest przepisywana na RNA  – wie, czym jest kod genetyczny | – zna ogólną istotę transkrypcji  – wie, czym jest mRNA  – rozumie, że powstały po transkrypcji mRNA podlega obróbce  – omawia istotę kodu genetycznego | | – omawia przebieg transkrypcji  – zna rolę enzymów w przebiegu transkrypcji  – wyjaśnia pojęcia: *pierwotny transkrypt* i *splicing RNA*  – wymienia cechy kodu genetycznego  – umie odczytywać tabelę kodu genetycznego | | – wyjaśnia, czym jest ekspresja genu i kiedy zachodzi  – omawiana schemacie poszczególne etapy transkrypcji  – wyjaśnia rolę polimerazy RNA II w transkrypcji  – korzystając z tabeli kodu genetycznego,dopisuje do sekwencji nukleotydowej sekwencję aminokwasową  – rozumie,czym są wyjątki od uniwersalności kodu genetycznego |
| **3. Translacja – biosynteza białka** | – wie, że białko powstaje w procesie translacji  – rozumie, że liczba białek jest dużo większa niż genów w DNA | – zna rolę tRNA  – wie, że translacja zachodzi na rybosomach  – zna ogólną zasadę translacji  – wie, że białko po translacji podlega modyfikacjom  – zna ogólny sens regulacji ekspresji | | – omawia budowę tRNA  – omawia przebieg translacji  – objaśnia ogólne znaczenie i rodzaje mechanizmów regulacji ekspresji genów  – wymienia przykłady regulacji ekspresji genów i omawia wybrane z nich | | – wyjaśnia, dlaczego cząsteczki tRNA różnią się antykodonami  – omawia poszczególne etapy translacji  – podaje, na jakich etapach przepływu informacji genetycznej zachodzi regulacja ekspresji genów  – objaśnia sens biologiczny alternatywnego splicingu |
| **II. GENETYKA KLASYCZNA** | |  |  | |  |  |
| **1. .Dziedziczenie cech** | – wyjaśnia pojęcia: *gen*, *allel*, *genotyp*, *fenotyp*, *homozygota*, *heterozygota*, *allel dominujący*, *allel recesywny*,  – podaje treść I prawa Mendla  – podaje treść II prawa Mendla | – wyjaśnia pojęcia: *allele wielokrotne* na przykładzie dziedziczenia grup krwi  u człowieka  – omawia doświadczenia G. Mendla, na podstawie których zostały sformułowanereguły dziedziczenia  – rozwiązuje przykładowe krzyżówki jednogenowe i dwugenowe | | – wyjaśnia pojęcia: *krzyżówka testowa*, *dominacja niezupełna*, *kodominacja*,  – analizuje wyniki krzyżówek jednogenowych i dwugenowych na przykładzie grochu zwyczajnego  – analizuje prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów  i fenotypów u potomstwa  w wypadku dziedziczenia jednej cechy  – analizuje prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów  i fenotypów u potomstwa  w wypadku dziedziczenia dwóch cech | | – przeprowadza przykładowe krzyżówki testowe jednogenowe i wyjaśnia jej znaczenie  – przeprowadza i określa prawdopodobieństwo wystąpienia genotypów  i fenotypów u potomstwa  w wypadku dziedziczenia grup krwi i czynnika Rh |
| **2. Genetyczne uwarunkowania płci** | – wyjaśnia pojęcia: *kariotyp*, *chromosomy płci*, *cechy sprzężone z płcią*  – opisuje kariotyp człowieka  – wymienia podobieństwa i różnice między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny  – wymienia przykłady cech sprzężonych z płcią | – wyjaśnia pojęcie *nosiciel*  – wyjaśnia różnice i podobieństwa między kariotypem kobiety a kariotypem mężczyzny  – tłumaczy sposób determinacji płci u człowieka  – wykonuje przykładowe krzyżówki dotyczące dziedziczenia cech sprzężonych z płcią | | – tłumaczy występowanie daltonizmu i hemofilii niemal wyłącznie  u mężczyzn  – na podstawie krzyżówek przewiduje prawdopodobieństwo wystąpienia choroby sprzężonej z płcią  – na podstawie analizy kariotypu określa płeć przedstawionych osób  – wyjaśnia przyczyny oraz podaje ogólne objawy hemofilii i daltonizmu  – określa płeć różnych osób na podstawie analizy ich kariotypu | | – na podstawie przykładów wyjaśnia wpływ środowiska na determinowanie płci  – tłumaczy przyczyny i podaje główne objawy hemofilii i daltonizmu  – na podstawie krzyżówki genetycznej wyjaśnia różnicę między osobą zdrową a nosicielem |
| **III. ZMIENNOŚĆ ORGANIZMÓW** | |  |  | |  |  |
| **1. Zmienność organizmów i jej przyczyny** | – wyjaśnia pojęcia: *zmienność genetyczna*, *zmienność środowiskowa*  – wyróżnia rodzaje zmienności genetycznej  – wymienia przykłady zmienności środowiskowej | – wyjaśnia przyczyny zmienności genetycznej  – tłumaczy przyczyny zmienności środowiskowej  – porównuje zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową | | – wyjaśnia różnice między zmiennością rekombinacyjną i mutacyjną  – wyjaśnia na przykładach, dlaczego zmienność środowiskowa nie jest dziedziczna  – wyjaśnia, w jaki sposób *crossing-over* wpływa na zmienność osobniczą | | – tłumaczy, w jaki sposób losowe rozchodzenie się chromosomów podczas mutacji wpływa na zmienność osobniczą  – wyjaśnia przyczyny zmienności organizmów  o identycznych genotypach |
| **2. Trwałe zmiany w materiale genetycznym** | – wyjaśnia pojęcia: *mutacja*, *mutacja genowa*, *mutacja chromosomowa strukturalna*, *mutacja chromosomowa liczbowa*  – wymienia przykłady fizycznych, chemicznych  i biologicznych czynników mutagennych  – wymienia przykłady mutacji genowych i mutacji chromosomowych | – wyjaśnia pojęcia: *mutacja spontaniczna*, *mutacja indukowana*  – wyjaśnia kryteria klasyfikacji mutacji  – wyjaśnia przyczyny mutacji spontanicznych i mutacji indukowanych  – wyjaśnia wpływ substancji mutagennych na częstość wystąpienia mutacji | | – wyjaśnia pojęcia:*mutacje neutralne*, *mutacje korzystne*, *protoonkogeny*, *onkogeny*, *geny supresorowe*, *geny naprawcze DNA*  – tłumaczy zmiany w DNA zachodzące w różnych typach mutacji  – tłumaczy skutki mutacji genowych  – określa skutki mutacji chromosomowych strukturalnych i liczbowych  – podaje zależność występowania mutacji ipowstania transformacji nowotworowej komórki | | – tłumaczy konsekwencje dla dziedziczenia mutacji somatycznych i mutacji zachodzących w komórkach płciowych  – wskazuje na schematach różne rodzaje mutacji chromosomowych  – wymienia przykłady chorób nowotworowych będących wynikiem mutacji |
| **3. Choroby genetyczne człowieka** | – wymienia przykłady chorób genetycznych uwarunkowanych obecnością w autosomach zmutowanych alleli dominujących i recesywnych  – wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka wynikających  z nieprawidłowej liczby chromosomów  – wymienia przykłady chorób genetycznych człowieka sprzężonych z chromosomami płci | – przedstawia klasyfikację chorób genetycznych w zależności od sposobu ich dziedziczenia  – podaje ogólne objawy albinizmu, choroby Huntingtona, hemofilii, daltonizmu, zespołem Downa, zespołu Klinefeltera i zespołu Turnera  – wyjaśnia pojęcie *rodowód genetyczny* | | – wyjaśnia znaczenie rodowodów w diagnostyce chorób genetycznych  – wymienia przykłady stosowanych metod leczenia wybranych chorób genetycznych  – na podstawie analizy rodowodów ustala typ dziedziczenia choroby genetycznej  – wyjaśnia zależność między wiekiem rodziców a prawdopodobieństwem urodzenia się dziecka  z zespołem Downa | | – tłumaczy znaczenie analizy rodowodów jako metody diagnozowania chorób genetycznych  – na podstawie analizy kariotypów człowieka rozpoznaje choroby genetyczne człowieka wynikające z nieprawidłowej liczby chromosomów  – omawia przykłady chorób wieloczynnikowych |
| **IV. BIOTECHNOLOGIA** | |  |  | |  |  |
| **1.Biotechnologia tradycyjna** | – wie, czym jest biotechnologia  – zna przykłady produktów biotechnologii tradycyjnej (przetwory mleczne, alkohole)  – wie, że biotechnologia tradycyjna jest wykorzystywana w farmacji i w ochronie środowiska | – wyjaśnia różnicę pomiędzy biotechnologią tradycyjną a nowoczesną  – zna istotę i cel stosowania sztucznej selekcji i krzyżowania gatunków  – wie, że fermentacja jest najczęściej stosowanym procesem biotechnologicznym  – wymienia przykłady produktów fermentacji w życiu codziennym  – wie, że biotechnologia tradycyjna znalazła zastosowanie w przemyśle, rolnictwie i ochronie środowiska | | – uzasadnia na przykładach, że biotechnologia jest wykorzystywana od bardzo dawna  – podaje przykłady efektów działania sztucznej selekcji i krzyżowania  – wymienia rodzaje fermentacji i omawia je  – zna osiągnięcia biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym  – tłumaczy, w jaki sposób biotechnologia jest wykorzystywana w ochronie środowiska  – rozumie znaczenie biotechnologii tradycyjnej w rolnictwie | | – uzasadnia, że obserwowane obecnie odmiany, rasy roślin i zwierząt są efektem działań biotechnologii tradycyjnej  – podaje gatunki mikroorganizmów przeprowadzających fermentację mleczanową i etanolową  – wyjaśnia znaczenie bioreaktorów w procesach biotechnologicznych  – wymienia biofarmaceutyki uzyskiwane na drodze procesów biotechnologii tradycyjnej oraz ich przeznaczenie  – wyjaśnia, czym jest bioremediacja  – tłumaczy, czym jest „zielony nawóz” |
| **2. Biotechnologia nowoczesna** | – zna pojęcie *inżynieria genetyczna*  – rozumie, że techniki inżynierii genetyczne pozwalają na manipulacje genetyczne  – wie, że analizy DNA przeprowadza się na użytek medycyny sądowej, kryminalistyki i nauki | – wyjaśnia pojęcia: *inżynieria genetyczna* i *biologia molekularna*  – zna kolory biotechnologii  – wymienia przykłady zastosowania technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej i kryminalistyce  – wie, skąd pobierane są i czym są ślady biologiczne  – zna przykłady wykorzystania technik inżynierii genetycznej w nauce | | – rozumie, że do rozwoju biotechnologii nowoczesnej przyczynił postęp w innych naukach  – wymienia przykłady działań obszarów (kolorów) biotechnologii  – wyjaśnia, na czym polega rekombinowanie DNA  – dzieli metody wprowadzania genów na wektorowe i bezwektorowe orazpodaje ich przykłady  – zna rodzaje wektorów (plazmidy, wirusy)  – wyjaśnia, w jakich sytuacjach zachodzi konieczność przeprowadzania analiz DNA | | – wyjaśnia, co oznacza pojęcie *rekombinowany DNA*  – wyjaśnia znaczenie klonowania genów  – zna wady i zalety metod wprowadzania wektorów  – wyjaśnia, czym są geny markerowe i w jakim celu są wprowadzane  – analizuje konkretne przykłady zastosowań inżynierii genetycznej w medycynie sądowej i kryminalistyce (na przykładzie materiałów źródłowych)  – tłumaczy pojęcie *starożytny DNA* |
| **3. Mikroorganizmy genetycznie zmodyfikowane** | – wie, co to jest organizm genetycznie zmodyfikowany  – wie, że niektóre leki są uzyskiwane z wykorzystaniem mikroorganizmów GM | – podaje definicję GMO  – zna istotę szczepień ochronnych i rozumie sens pozyskiwania szczepionek DNA/RNA  – wie, że zmodyfikowane bakterie wykorzystuje się do produkcji ludzkiej insuliny  – podaje przykłady obszarów gospodarki, w których wykorzystuje się mikroorganizmy GM | | – zna różnicę pomiędzy GMO a organizmem transgenicznym  – tłumaczy udział GMM w uzyskiwaniu i opracowywaniu szczepionek nowej generacji  – tłumaczy, w jaki sposób z bakterii GM uzyskuje się ludzką insulinę  – zna zastosowanie mikroorganizmów GM w rolnictwie, przemyśle i ochronie środowiska | | – porównuje szczepionki tradycyjne i te uzyskiwane metodami biotechnologicznymi  – tłumaczy przewagę insuliny uzyskiwanej z bakterii GM w porównaniu z insuliną zwierzęcą  – podaje przykłady innych białek ludzkich uzyskiwanych z wykorzystaniem bakterii GM  – podaje konkretne przykłady zastosowania mikroorganizmów GM w ochronie środowiska i przemyśle |
| **4. Modyfikacje genetyczne roślin i zwierząt** | – wie, dlaczego modyfikuje się rośliny i zwierzęta | – zna główne cele modyfikacji genetycznych roślin  – zna główne cele modyfikacji genetycznych zwierząt | | – omawia cele modyfikacji genetycznych roślin i podaje przykłady  – zna zastosowania roślin GM w ochronie środowiska i medycynie  – zna zasadę uzyskiwania zwierząt transgenicznych  – omawia cele modyfikacji genetycznych zwierząt i podaje przykłady  – zna zastosowania zwierząt GM w nauce | | – tłumaczy związek modyfikacji genetycznych roślin z rosnącą liczbą ludności na świecie  – podaje przykłady roślin transgenicznych i efekty ich modyfikacji  – wyjaśnia, czym są rośliny Bt  – podaje przykłady białek wytwarzanych w roślinach GM  – wyjaśnia istotę metody uzyskiwania zwierząt transgenicznych  – podaje przykłady zwierząt transgenicznych i efekty tych modyfikacji  – podaje przykłady białek wytwarzanych w mleku, krwi i moczu zwierząt GM  – tłumaczy rolę zwierząt GM jako modeli chorób człowieka |
| **5. Zagrożenia związane z GMO** | – rozumie, że stosowanie organizmów genetycznie zmodyfikowanych musi podlegać kontroli | – zna przykładowe obawy związane z GMO | | – omawia argumenty przeciwników GMO i się do nich ustosunkowuje | | – dyskutuje na temat obaw związanych z obrotem GMO  – dostrzega konieczność kontroli i doskonalenia metod ich uzyskiwania  – umie rzetelnie oceniać przedstawione informacje i się do nich ustosunkowywać |
| **6. Klonowanie organizmów** | – zna przykłady naturalnych klonów  – wie, że klonowanie prowadzi do uzyskania organizmu identycznego z macierzystym pod względem genetycznym | – wymienia naturalne klony  – wie, że techniki inżynierii genetycznej umożliwiają uzyskiwanie klonów  – zna pojęcie *komórki macierzyste*  – rozumie potencjał wykorzystania komórek macierzystych w medycynie  – zna pojęcia: *profilaktyka zdrowotna* i *poradnictwo genetyczne* | | – rozumie, czym jest klon danego organizmu  – omawia jedną z metod klonowania organizmów  – wie, czym jest międzygatunkowe klonowanie somatyczne  – wymienia i omawia rodzaje komórek macierzystych  – zna rolę banków krwi pępowinowej  – zna istotę klonowania terapeutycznego  – zna sens poradnictwa genetycznego  – rozumie znaczenie testów genetycznych | | – potrafi wskazać naturalne klony w danym zbiorze  – wyjaśnia, na czym polega klonowanie metodą transferu jąder komórkowych  – rozumie potencjał międzygatunkowego klonowania somatycznego w kontekście ochrony gatunków zagrożonych wyginięciem  – zna źródła pochodzenia rodzajów komórek macierzystych  – zna możliwości wykorzystania indukowanych komórek pluripotentnych  – tłumaczy trudności związane z rutynowym wykorzystaniem komórek macierzystych w leczeniu  – wskazuje sytuacje, które wymagają wizyty w poradni genetycznej i wykonywania testów genetycznych |
| **7. Terapia genowa** | – wie, że terapia genowa jest szansą na leczenie chorób o podłożu genetycznym | – wyjaśnia, czym jest terapia genowa  – rozumie szanse, jakie daje terapia genowa | | – omawia istotę terapii genowej  – zna sukcesy i porażki terapii genowej  – rozumie istotę dopingu genetycznego | | – dyskutuje na temat szans i trudności w wykorzystaniu terapii genowej w leczeniu chorób  – wymienia i analizuje przyczyny małej skuteczności terapii genowej  – dyskutuje na temat nielegalnego wykorzystania terapii genowej |
| **8. Szanse i zagrożenia związane z biotechnologią i inżynierią genetyczną** | – rozumie, że biotechnologia wzbudza wiele obaw i kontrowersji  – wie, że istnieją akty prane regulujące kwestie GMO i biotechnologii | – zna główne kontrowersje związane z biotechnologią  – zna przykłady aktów prawych dotyczących GMO i biotechnologii | | – omawia i tłumaczy kontrowersje związane z biotechnologią (diagnostyka preimplantacyjna, banki gamet i zarodków, bioterroryzm)  – wymienia akty prawne regulujące kwestie biotechnologii i GMO (krajowe, unijne i międzynarodowe) | | – dyskutuje na temat kontrowersji związanych z biotechnologią i GMO  – zna akty prawne dotyczące biotechnologii i GMO  – zna krajowe organy odpowiedzialne za sprawy związane z biotechnologią  – rozumie konieczność popularyzacji wiedzy biotechnologicznej i edukacji społeczeństwa |
| **V. EWOLUCJONIZM** | |  |  | |  |  |
| **1.Historia rozwoju myśli ewolucyjnej** | – podaje definicję ewolucji  – wskazuje Karola Darwina jako twórcę teorii ewolucji  – zna pojęcia: *adaptacje*, *dobór naturalny*  – wie, że współczesna teoria ewolucji uwzględnia osiągnięcia innych dziedzin, np. genetyki | – wie, że teoria ewolucji Darwina obaliła inne poglądy na ewolucję  – rozumie, że adaptacje zwiększają przeżywalność i rozrodczość zwierząt w środowisku ich życia  – wie, że blisko spokrewnione gatunki wywodzą się od wspólnego przodka  – wymienia przykłady założeń teorii Darwina | | – podaje przykłady praktycznego zastosowania ewolucji  – wymienia teorie dotyczące różnorodności biologicznej przed Darwinem  – wie, skąd Darwin czerpał informacje o ewolucji gatunków  – wyjaśnia, w jaki sposób Darwin tłumaczył jedność życia  – podaje założenia teorii Darwina  – zna pojęcie *syntetyczna teoria ewolucji* | | – wyjaśnia założenia kreacjonizmu i podaje nazwiska znanych kreacjonistów  – wymienia założenia teorii Lamarcka  – zna i rozumie znacznie miejsc badań przyrodniczych Karola Darwina  – wyjaśnia istotę założeń teorii Darwina  – tłumaczy, czym jest syntetyczna teoria ewolucji |
| **2. Dowody ewolucji** | – wie, że skamieniałości są dowodami na zachodzenie ewolucji  – rozumie, że niektóre narządy zwierząt pełnią taką samą funkcję, ale mają inną budową (skrzydła ptaków, owadów) i są adaptacją do warunków życia  – rozumie, że zmiany ewolucyjne zachodzą także na poziomie genetycznym | – podaje przykłady skamieniałości  – rozróżnia narządy homologiczne i analogiczne  – wymienia biochemię i genetykę jako dziedziny dostarczające dowodów na zachodzenie ewolucji | | – wyjaśnia istnienie skamieniałości w kontekście ewolucji  – podaje przykłady narządów homologicznych i analogicznych orazwskazuje na ich związek ze środowiskiem życia organizmów  – podaje przykłady molekularnych dowodów na zachodzenie ewolucji | | – wie, w jaki sposób powstają skamieniałości  – rozróżnia na przykładach homologię i analogię narządów oraz tłumaczy mechanizm ich powstawania  – interpretuje zmiany na poziomie genetycznym i biochemicznym w kontekście pokrewieństwa gatunków |
| **3. Mechanizmy ewolucji** | – wie, że ewolucji podlega populacja  – rozumie, że najlepiej przystosowane organizmy mają największe szanse na przeżycie i wydanie potomstwa  – rozumie istotę powstawania nowych gatunków  – wie, że niektóre gatunki wymarły | – zna pojęcia *pula genowa* i *częstość alleli*  – zna pojęcia*dobór naturalny* i *walka o byt*  – rozumie, że warunki środowiska wpływają na wykształcenie określonych adaptacji  – wie, w jakich warunkach może powstać oporność na antybiotyki  – wie, że bariery rozrodcze uniemożliwiają krzyżowanie się gatunków  – wie, że w określonych warunkach może dojść do powstania nowych gatunków  – rozumie przyczyny wymierania niektórych gatunków | | – definiuje pojęcia: *pula genowa*, *częstość alleli*, *częstość genotypów*, *częstość fenotypów*  – wymienia czynniki ewolucji  – definiuje pojęcia: *dobór naturalny*, *walka o byt*, *dryf genetyczny*  – zna rodzaje doboru naturalnego  – omawia rolę doboru naturalnego w powstawaniu adaptacji  – definiuje *melanizm przemysłowy*  – zna związek pomiędzy występowaniem zarodźca malarii i niedokrwistości sierpowatej  – wie, czym jest izolacja rozrodcza i podaje jej przykłady  – wie, w jaki sposób dochodzi do powstawania nowych gatunków | | – tłumaczy, czym jest pula genowa na przykładzie konkretnej populacji  – tłumaczy znaczenie krzyżowania losowego, mutacji, dryfu genetycznego, walki o byt, migracji i doboru naturalnego w zachodzeniu procesu ewolucji  – tłumaczy mechanizm powstawania oporności na antybiotyki i pestycydy oraz adaptacji ochronnych  – wyjaśnia rolę doboru naturalnego na częstość występowania alleli warunkujących choroby genetyczne  – definiuje pojęcie *specjacja*  – objaśnia mechanizm powstawania nowych gatunków  – tłumaczy, w jakich warunkach może dojść do wymierania gatunków |
| **4. Powstanie i dzieje życia na Ziemi** | – wie, że życie na Ziemi powstawało stopniowo  – wie, że dzieje Ziemi podzielono na etapy, w których miały miejsce określone wydarzenia (np. dominacja, a potem wymieranie dinozaurów) | – zna szacunkowy wiek Ziemi  – wymienia przykłady pierwotnych form życia  – podaje przykłady er i epok w historii Ziemi  – podaje przykłady ważnych wydarzeń w dziejach Ziemi | | – porównuje skład pierwotnej i obecnej atmosfery  – wie, na czym polegał eksperyment Millera i Ureya  – wymienia etapy tworzenia się życia na Ziemi  – zna eony i ery w historii dziejów Ziemi | | – interpretuje założenia i wyniki eksperymentu Millera i Ureya  – wyjaśnia i podaje chronologię etapów powstawania życia na Ziemi  – tłumaczy teorię endosymbiozy  – wyjaśnia, w jaki sposób powstają skały osadowe  – wymienia chronologicznie etapy życia w dziejach Ziemi  – przyporządkowuje określone wydarzenia do ery w dziejach Ziemi |
| **5.Antropogeneza** | – wie, że człowiek należy do naczelnych  – wskazuje na schemacie cechy wspólne człowieka i szympansa  – zna przykłady przodków człowieka | – wymienia przedstawicieli naczelnych  – podaje przykłady cech wspólnych człowieka i małp człekokształtnych  – podaje przykłady cech odróżniających człowieka od małp człekokształtnych  – wie, czym były hominidy  – wymienia przykłady przodków człowieka | | – omawia systematykę naczelnych  – wymienia cechy wspólne naczelnych  – wskazuje podobieństwa i różnice pomiędzy człowiekiem i małpami człekokształtnymi  – podaje przykłady hominidów  – podaje przykłady hominidów z rodzaju *Homo*  – wymienia przodków człowieka  – wie, że współczesny człowiek wywodzi się z Afryki | | – omawia na schemacie pokrewieństwo ewolucyjne naczelnych  – wskazuje na schemacie cechy anatomiczne wspólne i odróżniające człowieka i małpy człekokształtne  – wymienia chronologicznie znane hominidy i omawia ich najważniejsze cechy  – analizuje drzewo rodowe człowieka, wskazuje kolejnych przodków  – omawia zmiany społeczne i kulturowe gatunku *Homo sapiens* |
| **VI. EKOLOGIA** | |  |  | |  |  |
| **1. Tolerancja ekologiczna organizmów** | – wyjaśnia pojęcia: *ekologia*, *środowisko*, *siedlisko*, *nisza ekologiczna*, *gatunki wskaźnikowe*, *tolerancja ekologiczna*  – wymienia zakres badań ekologicznych  – klasyfikuje czynniki środowiska na biotyczne  i abiotyczne  – wymienia przykłady gatunków wskaźnikowych | – określa, czym się zajmują poziomy organizacji żywej materii w ekologii  – wyjaśnia różnice między siedliskiem a niszą ekologiczną organizmu  – wyjaśnia znaczenie organizmów o wąskiej tolerancji ekologicznej w stosunku do czynnika środowiska | | – podaje definicję pojęć: *stenobionty*, *eurybionty*  – podaje przykłady stenobiontów i eurybiontów  – potrafi na wykresach wskazać zakres tolerancji wybranych gatunków wobec określonego czynnika środowiska  – wskazuje znaczenie porostów jako gatunków wskaźnikowych zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego | | – tłumaczy na wykresach odmienny zakres tolerancji gatunku w odniesieniu do dwóch różnych czynników środowiska  – tłumaczy, jak funkcjonuje organizm w skrajnych wartościach czynnika ograniczającego  – planuje doświadczenie mające na celu zbadanie zakresu tolerancji wybranego gatunku rośliny na działanie określonego czynnika środowiska |
| **2. Cechy populacji** | – wyjaśnia pojęcie *populacja*  – wymienia cechy charakteryzujące populację  – wymienia typy struktury przestrzennej populacji  – wymienia typy populacji ze względu na strukturę płciową i wiekową | – wyjaśnia pojęcia: *terytorializm*, *struktura wiekowa populacji*, *struktura płciowa populacji*, *emigracja*, *imigracja*  – opisuje podstawowe typy rozmieszczenia populacji i podaje przykłady gatunków, które reprezentują każdy z nich  – opisuje cechy organizmów terytorialnych | | – wyjaśnia piramidę obrazującą strukturę wiekową i strukturę płciową populacji  – na schematach rozpoznaje typ piramidy wiekowej populacji  – przedstawia zalety i wady życia w grupie | | – tłumaczy na wybranych przykładach wpływ czynników na liczebność populacji  – wyjaśnia zależność między strukturą przestrzenną populacji a terytorializmem  – planuje obserwacje wybranej populacji |
| **3. Stosunki między populacjami** | – przedstawia klasyfikacje oddziaływań na antagonistyczne, nieantagonistyczne i neutralne  – wymienia przykłady oddziaływań antagonistycznych  – wymienia skutki konkurencji wewnątrz- i międzygatunkowej  – wymienia nieantagonistyczne interakcje międzygatunkowe | – opisuje oddziaływania międzygatunkowe: ofiara – drapieżnik, roślina – roślinożerca, żywiciel – pasożyt  – opisuje mechanizmy adaptacyjne: ofiar i drapieżników, roślin i roślinożerców, pasożytów i żywicieli  – opisuje przykłady zachowań mutualistycznych i komensalistycznych | | – tłumaczy główne przyczyny i skutki konkurencji międzygatunkowej  – analizuje na schemacie cykliczne zmiany liczebności populacji zjadającego i populacji zjadanego  – tłumaczy różnice między drapieżnictwem, roślinożernością i pasożytnictwem  – tłumaczy różnice między mutualizmem obligatoryjnym i mutualizmem fakultatywnym | | – planuje doświadczenie mające na celu wykazanie istnienia konkurencji międzygatunkowej  – tłumaczy skutki działania substancji allelopatycznych  – tłumaczy znaczenie dla funkcjonowania biocenozy pasożytów, drapieżników i roślinożerców  – przedstawia przykłady mutualizmu i komensalizmu |
| **4. Zależności pokarmowe w ekosystemach, czyli kto kogo zjada** | – podaje definicję pojęć: *łańcuch troficzny*, *poziom troficzny*, *sieć troficzna*  – wymienia poziomy w łańcuchu troficznym  – podaje przykłady łańcucha troficznego  – podaje przykłady sieci troficznej | – na postawie schematów konstruuje łańcuchy troficzne i sieci troficzne  – wyjaśnia zjawisko krążenia materii i przepływu energii  – porównuje produkcję pierwotną i wtórną | | – wyjaśnia pojęcia: *produkcja pierwotna* (brutto, netto*), produkcja wtórna* (brutto, netto)  – wyjaśnia rolę producentów, konsumentów i destruentów w ekosystemie | | – na postawie schematów analizuje produkcję pierwotną i wtórną wybranego ekosystemu  – tłumaczy, dlaczego są korzystne krótkie sieci troficzne w naturalnych ekosystemach |
| **5. Dojrzewanie ekosystemu – sukcesja ekologiczna** | – wyjaśnia pojęcie *sukcesja ekologiczna*  – wymienia typy sukcesji ekologicznej  – podaje przykłady sukcesji pierwotnej i wtórnej | – wyjaśnia, na czym polega sukcesja  – podaje etapy szeregu sukcesyjnego  – wyjaśnia, na czym polega eutrofizacja jezior | | – wyjaśnia pojęcie *klimaks*  – omawia przebieg sukcesji pierwotnej i wtórnej | | – porównuje wczesne i późne etapy sukcesji pierwotnej i wtórnej  – na przykładowych schematach rozpoznaje sukcesję pierwotna i wtórną |
| **VII. BIORÓŻNORODNOŚĆ** | |  |  | |  |  |
| **1. Bioróżnorodność i bogactwo życia na Ziemi** | – definiuje pojęcia: *różnorodność biologiczna*, *różnorodność genetyczna*, *różnorodność gatunkowa*, *różnorodność ekosystemów*  – wymienia czynniki kształtujące różnorodność biologiczną | – określa różne poziomy różnorodności biologicznej  – przedstawia czynniki kształtujące różnorodność biologiczną | | – porównuje różne poziomy różnorodności biologicznej i podaje przykłady  – wyjaśnia na wybranych przykładach czynniki kształtujące różnorodność biologiczną | | – analizuje różne poziomy różnorodności biologicznej  – wykazuje znaczenie ognisk różnorodności dla zachowania cennych gatunków |
| **2. Przyczyny wzrostu zagrożenia różnorodności biologicznej** | – wymienia przyczyny wzrostu zagrożenia różnorodności biologicznej (niszczenie siedlisk; introdukcja i zawleczenie obcych gatunków roślin i zwierząt; wprowadzanie organizmów modyfikowanych genetycznie i gatunków synantropijnych) | – wymienia przyczyny wzrostu zagrożenia różnorodności biologicznej  – opisuje wymieranie gatunków wywołane niszczeniem siedlisk, rozwojem nowoczesnego rolnictwa, introdukcją i zawleczeniem obcych gatunków roślin i zwierząt, gatunków synantropijnych i zmodyfikowanych genetycznie  – charakteryzuje gatunki introdukowane, zawleczone , synantropijne, zmodyfikowane genetycznie i ich wpływ na różnorodność biologiczną | | – ocenia skutki ograniczenia występowania gatunków  – na wybranych przykładach analizuje skutki introdukcji i zawleczenia obcych gatunków  – ocenia wpływ gatunków synantropijnych i zmodyfikowanych genetycznie na różnorodność biologiczną  – analizuje sens ochrony bioróżnorodności | | – analizuje znaczenie czerwonych ksiąg roślin i zwierząt dla zachowania różnorodności biologicznej  – analizuje różnice i skutki introdukcji i zawleczenia obcych gatunków do Polski  – analizuje w przyszłości konsekwencje wprowadzania dla bioróżnorodności biologicznej organizmów modyfikowanych genetycznie w Polsce |
| **3. Działania prowadzące do wzrostu różnorodności biologicznej** | – dzieli ochronę gatunkową na całkowitą i częściową  – wymienia cele ochrony gatunkowej  – wymienia formy ochrony gatunkowej (ogrody zoologiczne, botaniczne, arboretum) | – porównuje ochronę gatunkową całkowitą i częściową  – charakteryzuje proces restytucji i reintrodukcji  – porównuje rolę ogrodów zoologicznych, botanicznych, arboretum w ochronie gatunkowej | | – opisuje wybrane przykłady restytucji i reintrodukcji gatunków  – przedstawia wybrany ogród zoologiczny jako przykład ochrony gatunkowej | | – analizuje rolę starych ras zwierząt gospodarskich i starych odmian roślin w zachowaniu bioróżnorodności biologicznej |
| **4. Formy ochrony różnorodności biologicznej** | – wymienia formy ochrony przyrody w Polsce | – charakteryzuje formy ochrony przyrody w Polsce  – porównuje ochronę ścisłą i częściową w parkach narodowych | | – porównuje formy ochrony przyrody w Polsce  – charakteryzuje i wymienia rezerwaty biosfery w Polsce  – charakteryzuje parki w Polsce z Listy Światowego Dziedzictwa Dóbr Kultury i Przyrody UNESCO  – przedstawia strategię zrównoważonego rozwoju | | – charakteryzuje wybrane parki narodowe w Polsce  – lokalizuje na mapie Polski poszczególne parki narodowe  – podaje przykłady rezerwatów przyrody, parków krajobrazowych, pomników przyrody, obszarów chronionego krajobrazu najbliższej okolicy  – analizuje strategię zrównoważonego rozwoju w skali kraju i świata dla zachowania różnorodności biologicznej |