



Organizmy zmodyfikowane genetycznie – szansa czy zagrożenie?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Audiobook](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Organizmy zmodyfikowane genetycznie – szansa czy zagrożenie?

Nić przędna stawonogów zawiera białka fibryny, które nadają jej wytrzymałość. Wykazano, że do wyprodukowania materiału wielkości 3,3 na 1,2 m potrzeba nici od miliona pajaków. Wykorzystanie fibryny do celów przemysłowych umożliwiają jedynie techniki inżynierii genetycznej. W jednym z eksperymentów gen kodujący fibrynę wprowadzono do genomu kozy. Transgeniczne kozy wydzielają to białko w znacznych ilościach wraz z mlekiem, z którego je pozyskano i wykorzystano do produkcji kamizelek kuloodpornych.

Na podstawie: A. Kudrycka, *Różnorodność sieci pajęczych gatunków synantropijnych i hodowanych w insektariach na podstawie ptasznika kędzierzawego (Brachypelma albopilosum)*, „Acta Juvenum” 2018, vol. 3, s. 47–56.

Człowiek od początku swojego istnienia był zależny od otaczającej go przyrody. Jest ona dla niego źródłem m.in. pożywienia, materiałów budulcowych i energii. Rozwój cywilizacji, a przede wszystkim eksploatacja środowiska i zwiększone zapotrzebowanie na pokarm pochodzenia roślinnego i zwierzęcego wymusiły działania mające na celu wyhodowanie jak najbardziej wartościowych i odpornych gatunków. Również produkcja biofarmaceutyków i badania dotyczące terapii niektórych chorób przyczyniły się do genetycznego modyfikowania różnych organizmów. Jakie korzyści i zagrożenia niesie ze sobą tak duża ingerencja człowieka w ich genomy?

Twoje cele

- Wskażesz i omówisz możliwości wykorzystania GMO w sektorze farmaceutycznym, chemicznym oraz innych gałęziach gospodarki człowieka.
- Wymienisz korzyści i zagrożenia wynikające z wykorzystywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie.
- Przedyskutujesz problemy społeczne i etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej oraz sformułujesz własną opinię na temat GMO.

Przeczytaj

Metody inżynierii genetycznej pozwalają na manipulowanie w genomach organizmów zarówno prokariotycznych, jak i eukariotycznych. Możliwa jest zmiana aktywności genu organizmu, wprowadzenie dodatkowej kopii genu, który występuje w genomie modyfikowanego organizmu, lub wprowadzenie genu pochodzącego od innego gatunku. Wśród metod umożliwiających dokonywanie zmian w DNA wyróżnia się techniki rekombinacji DNA z użyciem nośników, tzw. **wektorów**. Mogą nimi być plazmidy, wirusy i bakterie. Materiał genetyczny przygotowany poza organizmem może zostać również włączony fizycznymi metodami **bezwektorowymi** (takimi jak [mikroiniekcja](#), mikrowstrzeliwanie, elektroporacja lub fuzja liposomów) oraz **chemicznymi** (z wykorzystaniem glikolu polietylenowego). Komórka, w której zmodyfikowano materiał genetyczny w wyniku podziału, przekazuje go komórkom potomnym. W ten sposób uzyskuje się organizmy zmodyfikowane genetycznie ([GMO](#) – z ang. *genetically modified organism*).

Więcej informacji na temat wektorowych i bezwektorowych metod transformacji genetycznej znajdziesz w e-materiale *Transformacje genetyczne*.

Więcej informacji na temat zastosowań modyfikacji genetycznych znajdziesz w e-materiale *Cele i metody transformacji genetycznej roślin i zwierząt*.

Rośliny i zwierzęta zmodyfikowane genetycznie

Ciekawostka

Złoty ryż jest zmodyfikowaną genetycznie odmianą ryżu o zwiększonej wartości odżywczej. Modyfikacja polega na wprowadzeniu do genomu rośliny trzech genów odpowiadających za biosyntezę β -karotenu (prekursora witaminy A) w jadalnych

częściach ryżu. Ma ona na celu wytwarzanie wzbogaconej żywności przeznaczonej do uprawy i konsumpcji na obszarach z niedoborem witaminy A.

Wśród roślin genetycznie zmodyfikowanych wyróżnia się trzy generacje. Pierwsza z nich obejmuje rośliny, u których zmieniono cechy agronomiczne, czyli została zwiększona ich odporność na [herbicydy](#), szkodniki i patogeny. Druga generacja to tzw. rośliny [transgeniczne](#), zmienione przede wszystkim pod względem cech jakościowych (zwiększenie zawartości składników prozdrowotnych, zmiana profilu kwasów tłuszczowych, opóźnione dojrzewanie owoców, polepszenie walorów organoleptycznych). Trzecią generację stanowią rośliny genetycznie zmodyfikowane gromadzące substancje wykorzystywane w sektorze farmaceutycznym i przemyśle chemicznym (jako biopolimery).

Postęp inżynierii genetycznej umożliwił również poprawę cech jakościowych zwierząt gospodarskich, stworzenie zwierzęcych modeli wielu chorób oraz wykorzystanie organizmów zwierzęcych w produkcji farmaceutyków.

Modyfikacja cech agronomicznych roślin

Odporność na szkodniki

Do roślin, których genom zmodyfikowano w celu ich ochrony przed szkodnikami, należą m.in. kukurydza (*Zea mays*), bawełna (*Gossypium*), soja (*Glycine*) czy tytoń (*Nicotiana*). Wykorzystano u nich gen *cry1A* wyizolowany z bakterii *Bacillus thuringiensis* (Bt), warunkujący odporność na szkodniki z rodziny Lepidoptera. Dzięki tej modyfikacji roślina wytwarza białko Cry, które jest toksyczne dla niektórych owadów.

Odporność na herbicydy

Modyfikacje genetyczne pozwoliły także uzyskać rośliny uprawne odporne na

środek chwastobójczy – glifosat. W tym celu wykorzystano gen *CP4* pobrany z bakterii *Agrobacterium tumefaciens*. Umożliwia on zmodyfikowanym roślinom wytwarzanie białka, dzięki któremu wykazują prawidłowy wzrost nawet w czasie stosowania oprysków z glifosatem. Pozwala to na selektywne usuwanie chwastów z upraw. Gen taki został włączony do genomu soi oraz rzepaku (*Brassica napus*).



Odporność na choroby

W celu uzyskania roślin odpornych na choroby grzybowe i bakteryjne wprowadza się do ich genomu geny kodujące enzymy, które niszczą ich ścianę komórkową.

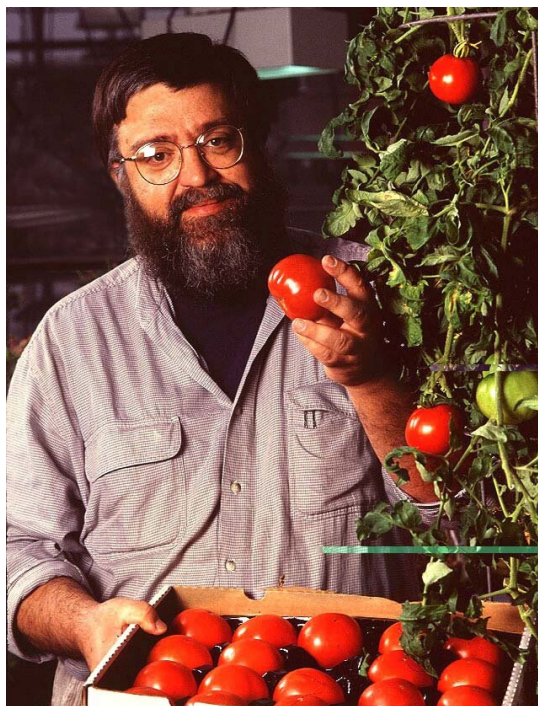
Odporność na wirusy uzyskuje się poprzez wprowadzenie do rośliny genów białek kapsydu danego wirusa, a także jego enzymów. Obecność tych białek osłabia infekcję tym wirusem oraz opóźnia skutki choroby. Do roślin zmodyfikowanych w celu ochrony przed patogenami należy tytoń odporny na wirusa mozaiki tytoniowej, ogórek (*Cucumis*) odporny na wirusa mozaiki ogórka oraz kalafior (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) odporny na wirusa mozaiki kalafiora. Uzyskano także ziemniaki (*Solanum tuberosum*) odporne na zarazę ziemniaczaną.

Toksyny Bt w liściach zmodyfikowanego orzecha ziemnego (*Arachis hypogaea*) (dolne zdjęcie) chronią je przed uszkodzeniami powodowanymi przez larwy omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis*) (górne zdjęcie).
Źródło: Herb Pilcher, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Modyfikacja cech jakościowych roślin i zwierząt

Modyfikacje cech jakościowych roślin obejmują przede wszystkim zmniejszenie lub zwiększenie stężenia danej substancji. Przykładem takiej modyfikacji jest złoty ryż (odmiana ryżu siewnego – *Oryza sativa*), do którego wszczepiony został pochodzący

z narcyza trąbkowego (*Narcissus pseudonarcissus*) gen odpowiedzialny za zwiększoną produkcję β -karotenu, będącego prekursorem witaminy A. Modyfikacja w zamierzeniu miała rozwiązać problem niedoborów witaminy A u dzieci w Azji Wschodniej. Innym przykładem jest modyfikacja genetyczna rzepaku, która doprowadziła do zmniejszenia zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych. Uzyskano także m.in. truskawki (*Fragaria xananassa*) wytwarzające słodsze, wolniej dojrzewające owoce, które dodatkowo są odporne na mróz.



Fizjolog z Departamentu Rolnictwa Stanów Zjednoczonych prezentujący pomidory transgeniczne.

Pierwszą zmodyfikowaną genetycznie rośliną zatwierdzoną do spożycia przez ludzi był pomidor FlavrSavr. W wyniku modyfikacji jego DNA uzyskano owoc o wyższej zawartości mięszości i cenniejszej skórce oraz większej odporności na gnienie.

Źródło: Jack Dykinga, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Natomiast w przypadku zwierząt gospodarskich wprowadzenie dodatkowej kopii genu pozwoliło na zwiększenie masy bydła i trzody chlewnej oraz młeczności krów (uzyskano wzrost wydajności młecznej i stężenia składników młeka ważnych w produkcji serów).

Farmacja i medycyna

Rośliny

Wykorzystanie roślin transgenicznych w roli [bioreaktorów](#) do produkcji substancji stosowanych jako farmaceutyki określa się mianem agrofarmaceutyki. W wyniku modyfikacji genetycznych rośliny mogą produkować różne białka oraz wytwarzać przeciwciała, szczepionki, probiotyki czy błonnik pokarmowy. W ten sposób otrzymuje się tańsze leki, co pozwala zwiększyć do nich dostęp. Na przykład zmodyfikowany genetycznie tytoń jest wykorzystywany do produkcji somatotropiny (hormonu wzrostu), [interleukiny 2](#), [interleukiny 4](#), hemoglobiny, [erytropoetyny](#) czy [albuminy osocza](#). Natomiast niektóre transgeniczne odmiany ryżu produkują [interferon \$\alpha\$](#) (IFN- α) i [\$\alpha\$ -1-antytrypsynę](#).

Zwierzęta

Transgeniczne zwierzęta wykorzystywane w badaniach, m.in. muszki owocowe, dostarczają informacji na temat ekspresji genów, a także stały się modelem dla wielu chorób, m.in. nowotworów, choroby Alzheimera czy Parkinsona. Obecnie prowadzone są badania nad stworzeniem transgenicznych zwierząt, których narządy (np. serce, wątroba, nerka) będą mogły być przeszczepiane ludziom ([ksenotransplantacja](#)). Przeprowadzane są również modyfikacje powodujące wytwarzanie w organizmie zwierząt białek, które wykorzystuje się jako leki. W tym celu modyfikowane są głównie krowy, kozy i owce, które wytwarzają pożądane białka w gruczołach mlecznych i wydzielają z mlekiem. Do tej pory udało się stworzyć genetycznie zmodyfikowane kozy, których mleko zawiera ludzki czynnik odpowiadający za hamowanie krzepnięcia krwi – antytrombinę. Stosowana jest ona do kontroli powstawania zakrzepów. Osiągnięcie to sprawiło, że mleko od jednej kozy może zastąpić 90 tys. dawców krwi, od których dotąd pozyskiwano to białko. Z kolei mleko wydzielane przez transgeniczne krowy zawiera insulinę, która prawdopodobnie zostanie komercyjnie wykorzystana w ciągu kilku lat. Modyfikowane genetycznie króliki wykorzystywane są m.in. do produkcji związków takich jak: interleukina, czynnik IGF-1, ludzki hormon wzrostu czy białko C, biorące udział w krzepnięciu krwi.

Oczyszczanie i monitorowanie środowiska

Biopaliwa

Produkty GMO w Europie

Obecnie Unia Europejska zezwala na wykorzystywanie zmodyfikowanych genetycznie: kukurydzy, soi, bawełny i rzepaku – jako pasz oraz żywności.

Wprowadzone do sprzedaży produkty GMO są monitorowane i znakowane przez wszystkie państwa członkowskie według odpowiednich regulacji prawnych.

Obawy związane z GMO

Przeciwnicy wprowadzania żywności GMO twierdzą, że może mieć ona szkodliwy wpływ zarówno na organizm ludzki, jak i środowisko, a także naruszać zasady etyki. Przedstawiają oni argument, że wprowadzanie obcych genów do rośliny może skutkować powstawaniem nowych białek, m.in. alergenów i toksyn, które będą gromadzić się w wysokich stężeniach w jadalnych częściach roślin. Obecnie wiadomo, że wprowadzenie do genomu soi genu pochodzącego z orzecha brazylijskiego (naturalnie wywołującego alergię) spowodowało reakcje alergiczne u osób nadwrażliwych na orzechy. Z kolei tolerancja na herbicydy powoduje normalny wzrost roślin po opryskach, np. z użyciem preparatu [Roundup](#), którego składniki akumulowane są w roślinie, a następnie drogą pokarmową trafiają do organizmu człowieka. Innym wskazywanym zagrożeniem jest wystąpienie oporności na antybiotyki u roślin i zwierząt GMO, w wyniku wykorzystania w modyfikacjach bakterii mających [geny selekcyjne](#), do których należą geny oporności na antybiotyki.



Przeciwnicy stosowania inżynierii genetycznej twierdzą, że manipulacje genami związane są jedynie z zyskiem, a nie dobrem i zdrowiem ludzi, a skutki modyfikowania organizmów są nieprzewidywalne i nieodwracalne.

Kolejne zagrożenie wynikające z modyfikowania genetycznego organizmów związane jest z ich niekontrolowanym rozmnażaniem się i rozprzestrzenianiem. Ponadto istnieje ryzyko pojawienia się niebezpiecznej cechy na skutek mutacji. Zjawiska te mogą spowodować nieodwracalne zmiany w środowisku, w tym zmniejszenie różnorodności genetycznej na skutek wyparcia naturalnie występującego gatunku, niekontrolowane rozprzestrzenianie się genu oraz pojawianie się superchwastów, czyli roślin niepożądanych w uprawach, które uodporniły się na herbicydy, a konkretnie na glifosat (np. szarłat Palmera – *Amaranthus palmeri*, przymiotno kanadyjskie – *Erigon canadensis*).

Słownik

A1AT

alfa-1-antytrypsyna; białko osocza krwi, białko ostrej fazy; glikoproteina uwalniana w wyniku reakcji zapalnej (wywołanej np. zakażeniem bakteryjnym); jej rola polega na ochronie tkanek przed uszkodzeniem

albumina osocza

główne białko występujące w osoczu, produkowane w wątrobie; jej rolą jest transport niektórych substancji (leków, hormonów)

biofarmaceutyki

leki wytwarzane przy udziale organizmów w procesie biotechnologicznym

bioreaktor

urządzenie, które umożliwia przeprowadzenie procesów mikrobiologicznych oraz enzymatycznych; można w nim również prowadzić hodowle komórek organizmów wielokomórkowych

erytropoetyna

glikoproteina; hormon peptydowy stymulujący erytropoezę, czyli proces namnażania i różnicowania erytrocytów

geny selekcyjne

geny wprowadzane do komórek podczas modyfikacji genetycznej w celu umożliwienia identyfikacji i wyselekcjonowania organizmów, które skutecznie przyjęły obcy materiał genetyczny

GMO

organizmy modyfikowane genetycznie, których genom został zmieniony za pomocą metod inżynierii genetycznej

herbicydy

rodzaj pestycydów (środków ochrony roślin uprawnych); substancje stosowane do zwalczania chwastów w uprawach (środki chwastobójcze)

interferon α (IFN- α)

cytokina wytwarzana w odpowiedzi na zakażenie wirusowe, głównie przez plazmacytoidalne komórki dendrytyczne

interleukina 2 (IL-2)

cytokina prozapalna; czynnik wzrostu limfocytów T; wytwarzana głównie przez limfocyty Th1; wykorzystywana w walce z nowotworami krwi

interleukina 4 (IL-4)

cytokina przeciwzapalna; wytwarzana głównie przez limfocyty Th2

ksenotransplantacja

przeszczep narządów lub tkanek pochodzących od osobnika jednego gatunku do organizmu należącego do innego gatunku

mikroiniekcja

metoda umożliwiająca wprowadzenie dowolnej substancji, np. obcego DNA, do komórki obserwowanej pod mikroskopem

mykotoksyna

toksyna wytwarzana przez niektóre gatunki grzybów

organizmy transgeniczne

organizmy, których genom został zmieniony, a wprowadzony gen pochodzi od organizmu innego gatunku

Roundup

nazwa handlowa herbicydu (środka stosowanego do zwalczania chwastów) zawierającego glifosat – związek organiczny powodujący zamieranie większości roślin

Audiobook

Organizmy zmodyfikowane genetycznie to szansa czy zagrożenie?

dr hab. Agata Wnukiewicz-Kozłowska

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



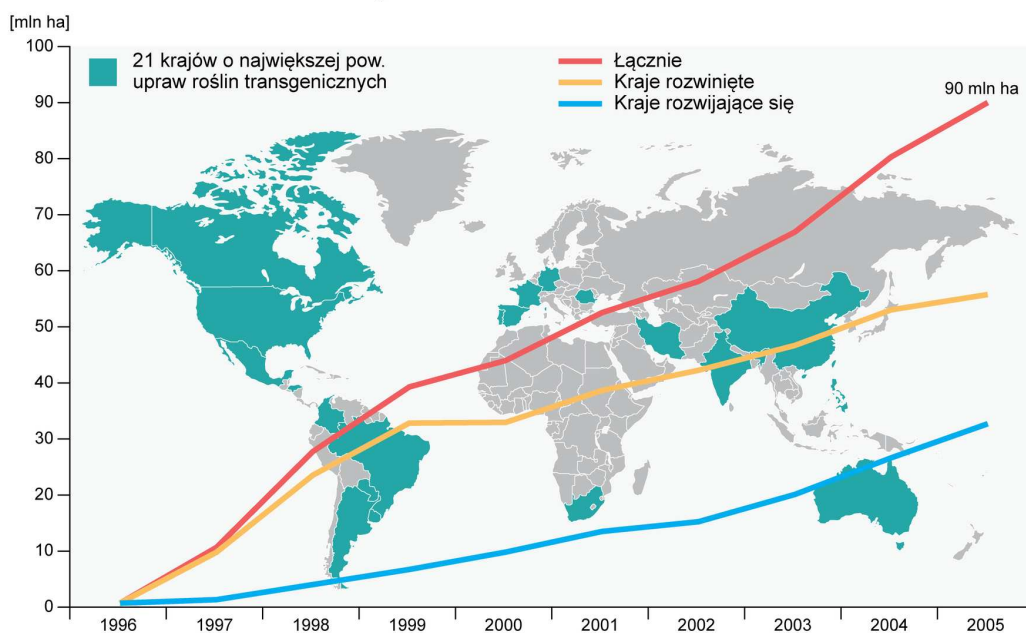
Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Wzrost areału upraw GMO w latach 1996-2005



Pomiędzy rokiem 2004 a 2005 nastąpił 11-procentowy wzrost globalnego areału upraw roślin transgenicznych, tj. o 9 mln hektarów (z 81 mln ha w 2004 do 90 mln ha w 2005 r.).

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7





Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Autor: Daria Reczyńska

Przedmiot: Biologia

Temat: Organizmy zmodyfikowane genetycznie – szansa czy zagrożenie?

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

VIII. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

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;

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.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

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;

13) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;

14) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje obywatelskie;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wskażesz i omówisz możliwości wykorzystania GMO w sektorze farmaceutycznym, chemicznym oraz innych gałęziach gospodarki człowieka.
- Wymienisz korzyści i zagrożenia wynikające z wykorzystywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie.
- Przedyskutujesz problemy społeczne i etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej oraz sformułujesz własną opinię na temat GMO.

Strategie nauczania:

- nauczanie wyprzedzające;
- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z audiobookiem;
- rozmowa kierowana;
- mapa pojęć;
- dyskusja.

Formy pracy:

- praca w grupach;
- praca w parach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- telefony z dostępem do internetu.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treściami w sekcji „Przeczytaj”.
2. Uczniowie wyszukują w dostępnych źródłach informacje na temat korzyści i zagrożeń wynikających z modyfikowania genetycznego organizmów.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel prosi uczniów, aby na podstawie dotychczas zdobytej wiedzy przypomnieli informacje dotyczące metod inżynierii genetycznej oraz GMO. Zadaje im pytania:
 - Co to jest GMO?
 - Jakie organizmy mogą zostać zmodyfikowane genetycznie?
 - Jak można wykorzystać organizmy GMO?
2. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli uczniów na 6-osobowe grupy, które mają za zadanie przeprowadzić dyskusję na temat: „Czy należy wytwarzać i stosować GMO we współczesnym świecie w przemyśle, rolnictwie, medycynie i badaniach naukowych?”. Każdy z zespołów rozważa wady i zalety GMO i podejmuje ostateczną wspólną decyzję. Następnie każda grupa prezentuje wyniki swojej debaty na forum klasy.
2. Uczniowie wysłuchują audiobooka zawartego w e-materiale, a następnie grupy, które nie doszły do wspólnego wniosku w wyniku debaty, określają, czy ich zdaniem GMO to szansa czy zagrożenie dla współczesnego świata. Nauczyciel pyta też pozostałe grupy, czy pozostają przy swoim wniosku.
3. Nauczyciel wyświetla treść ćwiczenia nr 8 („Wyjaśnij, co spowodowało rozwój produkcji organizmów zmodyfikowanych genetycznie”) z sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie rozwiązują je wspólnie na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie, pracując w parach, tworzą mapy pojęć związane z tematem lekcji, na podstawie wiadomości z sekcji „Przeczytaj” oraz „Audiobook”.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 7 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Przeprowadź badanie ankietowe wśród 10 osób na temat „GMO – szansa czy zagrożenie?”. Ankieta powinna zawierać metryczkę ankietowanej osoby (np. płeć, wiek, miejsce zamieszkania – miasto/wieś), 10 pytań zamkniętych (np. zaznacz na skali, wybierz odpowiedź/symbol) oraz przynajmniej jedno pytanie otwarte. Postaraj się przedstawić wyniki za pomocą wykresów oraz wyciągnij wnioski.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania audiobooka:

- Treści w sekcji „Audiobook” można wykorzystać jako materiał służący powtórzeniu i utrwaleniu wiedzy uczniów.