



Oblicza biotechnologii

# Oblicza biotechnologii

---

Poznanie budowy i właściwości DNA zapoczątkowało intensywny rozwój biotechnologii molekularnej. Jedną ze stosowanych w tej dziedzinie metod jest modyfikacja genów. Umożliwia ona tworzenie organizmów o cechach korzystnych dla człowieka albo środowiska. Jej osiągnięcia służą medycynie, sądownictwu, przemysłowi, rolnictwu i ochronie przyrody. Produkty biotechnologii niewątpliwie przynoszą pożytek, jednak budzą również obawy związane z ich możliwym negatywnym wpływem na środowisko i zdrowie człowieka oraz kontrowersje dotyczące ich etycznego wykorzystania.



Hodowla transgenicznych mikroorganizmów.

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

**Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:**

- co to jest DNA;
- czym jest biotechnologia;
- jak dzieli się biotechnologię;
- jakie są zastosowania biotechnologii;

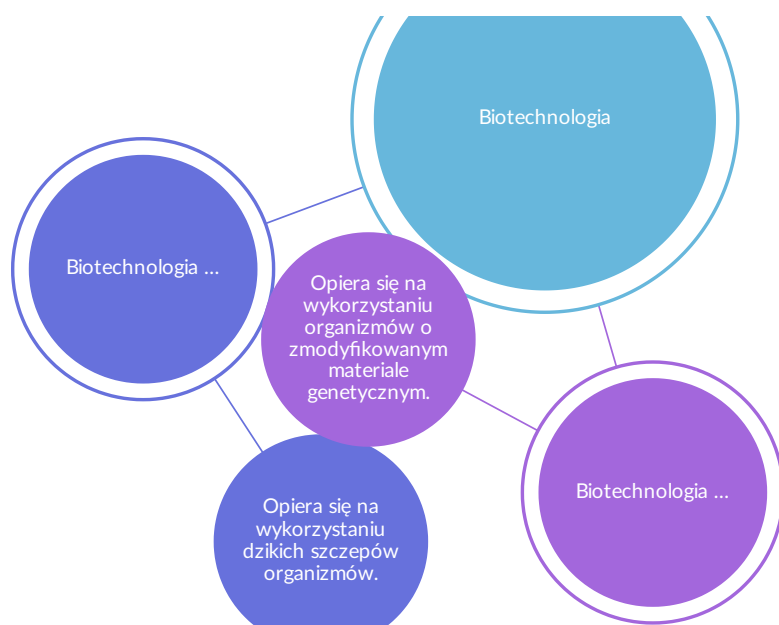
- czym jest fermentacja oraz jak przebiega fermentacja alkoholowa i mlekowa.

## Twoje cele

- Rozróżnisz biotechnologię tradycyjną i molekularną.
- Przedstawisz współczesne zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków.
- Przedstawisz istotę elektroforezy DNA, metody PCR, sekwencjonowania DNA.
- Przedstawisz zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistyce, diagnostyce chorób.
- Wyjaśnisz, czym jest organizm transgeniczny i GMO. Przedstawisz sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych.
- Przedstawisz potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych.
- Podasz przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie organizmów.
- Opiszysz klonowanie organizmów i przedstawisz znaczenie tego procesu.
- Przedstawisz sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie.
- Przedstawisz sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego.
- Wyjaśnisz istotę terapii genowej.
- Przedstawisz szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej.
- Przeprowadzisz dyskusję o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz sformułujesz własną opinię w tym zakresie.
- Zrealizujesz projekt filmowy o wykorzystaniu badań DNA w nauce, medycynie i sądownictwie.

# 1. Biotechnologia

**Biotechnologia** jest interdyscyplinarną nauką, która bada i opracowuje różne sposoby wykorzystania materiałów i procesów biologicznych na skalę przemysłową.



Biotechnologię dzieli się na biotechnologię tradycyjną (klasyczną) i molekularną (nowoczesną).

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

Więcej informacji o biotechnologii w e-materiale [Biotechnologia – nauka interdyscyplinarna](#).

## 2. Zastosowania biotechnologii tradycyjnej

Zastosowania biotechnologii tradycyjnej

| Dziedzina | Przykłady zastosowań |
|-----------|----------------------|
|-----------|----------------------|

| Dziedzina               | Przykłady zastosowań                                                                                                                              |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Przemysł spożywczy      | Produkcja m.in. kiszonek warzyw i owoców, serów podpuszczkowych i innych przetworów mlecznych, napojów alkoholowych, pieczywa i ciast drożdżowych |
| Przemysł farmaceutyczny | Otrzymywanie biofarmaceutyków, m.in. antybiotyków (penicylina, streptomycyna), hormonów (insulina, ludzki hormon wzrostu)                         |
| Rolnictwo               | Sztuczna selekcja osobników o pożądanym cechach, produkcja biopestycydów oraz stymulatorów wzrostu i plonowania roślin                            |
| Ochrona środowiska      | Usuwanie skażeń gleb i wód, biologiczne oczyszczanie ścieków, produkcja biogazów i biopaliw, stosowanie biosensorów i polimerów biodegradowalnych |

Więcej informacji o biotechnologii tradycyjnej znajdziesz w e-materiałach:

- [\*Biotechnologia tradycyjna\*](#);
- [\*Biotechnologia w ochronie środowiska\*](#);
- [\*Metody biotechnologii tradycyjnej\*](#);
- [\*Zastosowania biotechnologii tradycyjnej w rolnictwie i ochronie środowiska\*](#);
- [\*Zastosowania biotechnologii tradycyjnej w przemyśle\*](#).

### 3. Inżynieria genetyczna narzędziem biotechnologii molekularnej

**Inżynieria genetyczna** to zbiór technik dających możliwość zamierzonego i kontrolowanego wprowadzenia zmiany w genomie lub wprowadzenia genu pobranego z materiału genetycznego jednego organizmu do genomu innego organizmu.

Techniki stosowane w inżynierii genetycznej to:

- **łańcuchowa reakcja polimerazy (PCR)**, która polega na otrzymaniu dużej liczby kopii pożądanego odcinka DNA;

- **elektroforeza DNA**, która polega na rozdzielaniu fragmentów DNA w zależności od ich wielkości;
- **sekwencjonowanie DNA**, które umożliwia określanie kolejności nukleotydów we fragmencie DNA.

### Polecenie 1

Projekt poznania ludzkiego genomu (HGP) zakończył się niewątpliwym sukcesem. Informacje uzyskane w wyniku jego realizacji mogą zostać wykorzystane w opracowaniu skuteczniejszych metod diagnozy chorób genetycznych oraz w wykrywaniu ryzyka ich wystąpienia.

Odpowiedz na pytania:

1. Jak twoim zdaniem wiedza na temat sekwencji DNA w genomie człowieka może być wykorzystywana dla dobra ludzkości?
2. Do kogo powinny należeć dane opracowane podczas projektu i kto powinien mieć do nich dostęp?
3. Czy chciałbyś/chciałabyś znać szczegóły swojego genomu?
4. Czy twoim zdaniem powinno się stworzyć bazę profili genetycznych wszystkich obywateli?

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

### Zastosowania biotechnologii molekularnej

| Dziedzina       | Przykłady zastosowań                                                 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|
| Medycyna sądowa | Badania ojcostwa i pokrewieństwa, ustalanie tożsamości osób zmarłych |
| Kryminalistyka  | Ustalanie tożsamości przestępców i ofiar                             |

| Dziedzina          | Przykłady zastosowań                                                                                         |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diagnostyka chorób | Identyfikacja sekwencji DNA odpowiedzialnych za rozwój chorób genetycznych, wykrywanie DNA patogenu w próbce |

Więcej informacji o biotechnologii molekularnej znajdziesz w e-materiałach:

- [\*Inżynieria genetyczna narzędziem biotechnologii – materiał wprowadzający\*](#);
- [\*Wykorzystanie badań DNA w medycynie\*](#);
- [\*Wykorzystanie badań DNA w nauce\*](#);
- [\*Wykorzystanie badań DNA w sądownictwie\*](#);
- [\*Biotechnologia molekularna – historia, cele i perspektywy\*](#);
- [\*Enzymy stosowane w biotechnologii molekularnej\*](#).

Więcej informacji o metodzie PCR znajdziesz w e-materiale [\*Łańcuchowa reakcja polimerazy\*](#).

Więcej informacji o elektroforezie znajdziesz w e-materiale [\*Analiza restrykcyjna i elektroforeza DNA\*](#).

Więcej informacji o sekwencjonowaniu DNA i Projekcie poznania ludzkiego genomu znajdziesz w e-materiałach:

- [\*Sekwencjonowanie DNA\*](#);
- [\*Genom człowieka\*](#).

## Organizmy modyfikowane genetycznie

**Organizm modyfikowany genetycznie (GMO)** to organizm, którego materiał genetyczny został zmieniony za pomocą technik inżynierii genetycznej. W wyniku modyfikacji genetycznych powstają mikroorganizmy, rośliny i zwierzęta o takich cechach, których otrzymanie poprzez dobór sztuczny trwałoby bardzo długo lub byłoby niemożliwe.

## Polecenie 2

Przedstaw potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych.

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

Więcej informacji o organizmach modyfikowanych genetycznie znajdziesz w e-materiałach:

- [Mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie – cele i metody transformacji](#);
- [Wykorzystanie organizmów zmodyfikowanych genetycznie w badaniach podstawowych](#);
- [Wykorzystanie organizmów zmodyfikowanych genetycznie w gospodarce człowieka](#);
- [Organizmy zmodyfikowane genetycznie – szansa czy zagrożenie?](#)

## Klonowanie

**Klonowanie** polega na pozyskaniu genetycznych kopii organizmów, komórek lub cząsteczek DNA. Genetyczne kopie nazywane są **klonami**.

Klonowanie metodą transplantacji jąder komórkowych przebiega następująco:

1. Pobranie jądra komórkowego z komórki klonowanego osobnika.
2. Usunięcie jądra komórkowego z komórki jajowej uzyskanej od biorcy.
3. Połączenie jądra komórkowego klonowanego osobnika z „pustą” komórką jajową.
4. Pobudzenie otrzymanej komórki do podziałów.
5. Wszczepienie zarodka do macicy matki zastępczej.
6. Urodzenie się klonu osobnika, od którego pobrano jądro komórkowe.

Więcej informacji o klonowaniu znajdziesz w e-materiałach:

- [Klonowanie zwierząt](#);
- [Fabryka zwierząt](#);
- [Praktyczne wykorzystanie metod klonowania organizmów](#);
- [Obawy etyczne wokół klonowania zwierząt](#).

## Komórki macierzyste

**Komórki macierzyste** to komórki mogące różnicować się w inne typy komórek.

Więcej informacji o komórkach macierzystych znajdziesz w e-materiałach:

- [Otrzymywanie i pozyskiwanie komórek macierzystych](#);
- [Zastosowanie komórek macierzystych w medycynie](#);
- [Jak wyhodować wątrobę?](#);
- [Komórki macierzyste – szanse i zagrożenia](#).

## Terapia genowa

**Terapia genowa** jest metodą leczenia niektórych chorób genetycznych, polegającą na wprowadzeniu obcego DNA do komórek ciała pacjenta. Celem terapii może być:

- dostarczenie do komórek pacjenta poprawnej wersji genu;
- wyciszenie aktywności wadliwego genu;
- skierowanie komórek na drogę apoptozy.

Więcej informacji o terapii genowej znajdziesz w e-materiałach:

- [Terapia genowa](#);
- [Procedura terapii genowej](#);
- [Terapia genowa i poradnictwo genetyczne](#).

## Poradnictwo genetyczne

**Poradnictwo genetyczne** ma na celu objęcie specjalistyczną pomocą osoby z chorobą genetyczną lub wrodzoną wadą rozwojową oraz jej rodziny. W poradni genetycznej można otrzymać informacje dotyczące sposobu dziedziczenia danej choroby, ryzyka wystąpienia tej choroby u dziecka oraz możliwej terapii osób chorych.

### Polecenie 3

Niektórzy twierdzą, że badania wykrywające nieuleczalne choroby genetyczne są bezcelowe. Czy zgadzasz się z tą opinią? Czy diagnostyka chorób genetycznych powinna być prowadzona powszechnie, a wyniki badań – jawne, jak np. te dotyczące określonej grupy krwi? Wyraź swoją opinię i uzasadnij ją. Przedstaw sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego.

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

Więcej informacji o poradnictwie genetycznym znajdziesz w e-materiale [Poradnictwo genetyczne](#).

### Polecenie 4

Przeprowadź dyskusję z wybraną osobą o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej. Sformułuj własną opinię na ten temat.

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

## Zadania

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wskaż zestaw, który zawiera wyłącznie produkty otrzymywane za pomocą tradycyjnych metod biotechnologicznych.

- ☐ Mleko, kefir, maślanka
- ☐ Wino, ser pleśniowy, twaróg
- ☐ Kurczak wędzony, piwo, ocet
- ☐ Ciasto drożdżowe, szynka, jogurt

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

## Ćwiczenie 2



Wskaż poprawną odpowiedź. Intensywny rozwój biotechnologii rozpoczął się w latach 70. XX wieku, gdy odkryto:

- ☐ bakterie
- ☐ enzymy restrykcyjne
- ☐ wirusy
- ☐ bakteriofagi

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

### Ćwiczenie 3



Wybierz poprawne dokończenie zdania.

**Plazmidy, czyli małe, koliste cząsteczki DNA, lub wirusy służące do wprowadzenia obcego fragmentu DNA do komórki są...**

☐ wirusami infekującymi rośliny.

☐ genoforami bakterii.

☐ organizmami modelowymi.

☐ wektorami genetycznymi.

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

### Ćwiczenie 4



Wskaż opisy dotyczące organizmów modyfikowanych genetycznie.

☐ Są nazywane w skrócie GMO.

☐ To organizmy, do których genomów świadomie wprowadzono nowe, niewystępujące w nich geny.

☐ To inaczej organizmy transgeniczne.

☐ To organizmy powstałe w wyniku krzyżowania różnych gatunków.

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

## Ćwiczenie 5



Wskaż organizmy będące naturalnymi klonami.

- ☐ bliźnięta dwujajowe
- ☐ pantofelki powstałe w wyniku podziału mitotycznego
- ☐ pelargonie powstałe w wyniku ukorzenienia pędów jednej pelargonii
- ☐ bliźnięta jednojajowe
- ☐ komórki potomne pączkujących drożdży
- ☐ brat i siostra
- ☐ transgeniczne pomidory

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

## Ćwiczenie 6



Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Po zakończeniu elektroforezy DNA na żelu obserwuje się prążki, które znajdują się w różnych miejscach, ponieważ...

- ☐ mają różny ładunek.
- ☐ kodują różne geny.
- ☐ pochodzą od innych organizmów.
- ☐ różnią się wielkością.

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

## Ćwiczenie 7



Wskaż składniki mieszaniny reakcyjnej reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR).

- ☐ Startery
- ☐ Restryktazy
- ☐ Polimeraza DNA
- ☐ Deoksyryboza

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

## Ćwiczenie 8



Pogrupuj podane produkty spożywcze na te, które są uzyskiwane dzięki fermentacji mlekowej, i na te uzyskiwane dzięki fermentacji alkoholowej.

Fermentacja mlekowa

pieczywo na zakwasie

kiszone owoce

ciasto drożdżowe

piwo

Fermentacja alkoholowa

kiszone grzyby

kiszone warzywa

sery podpuszczkowe

wino

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

## Ćwiczenie 9



Połącz w pary kategorie biotechnologii z odpowiadającą im dziedziną.

Biotechnologia biała

Zbiorniki wodne

Biotechnologia niebieska

Rolnictwo

Biotechnologia zielona

Medycyna

Biotechnologia fioletowa

Produkcja przemysłowa

Biotechnologia czerwona

Aspekty prawne i etyczne

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

## Ćwiczenie 10



Przy zdaniach zawierających błędną informację wpisz literę F, a przy zdaniach zawierających prawdziwą informację – P.

W oczyszczalniach biologicznych wykorzystywane są mikroorganizmy, które za pomocą enzymów wydzielanych do środowiska rozkładają materię organiczną.

Stosowanie biopaliw pozwala na oszczędzanie nieodnawialnych źródeł energii.

Poziom dwutlenku węgla w atmosferze nie ulega zmianie w wyniku stosowania biopaliw.

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

## Ćwiczenie 11



Uporządkuj elementy w taki sposób, by ich kolejność ilustrowała przenoszenie ludzkiego genu kodującego insulinę do komórek bakterii.

Wycięcie genu insuliny z DNA człowieka



Wprowadzenie zmodyfikowanej cząsteczki DNA bakterii z genem ludzkiej insuliny do komórki bakterii



Rozcięcie DNA bakterii



Połączenie genu insuliny z DNA bakterii



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

## Ćwiczenie 12



Oceń, które zdania dotyczące komórek macierzystych są prawdziwe, a które fałszywe.

| Stwierdzenie                                                                        | Prawda                | Fałsz                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Mają zdolność do podziałów i przekształcania się w inne typy komórek.               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Są obecne wyłącznie w organizmach transgenicznych.                                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Występują m.in. w szpiku kostnym.                                                   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Leczenie z wykorzystaniem komórek macierzystych określa się mianem terapii genowej. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

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

## Ćwiczenie 13



Oceń, która sytuacja może być wskazaniem do wizyty w poradni genetycznej. Zaznacz „Tak” lub „Nie”.

| Sytuacja                                                                       | Tak                   | Nie                   |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Występowanie daltonizmu w rodzinie                                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ciąża 38-letniej kobiety                                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Częste bóle kręgosłupa                                                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Praca przy obsłudze aparatu wykorzystującego promieniowanie rentgenowskie      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Występowanie raka piersi w rodzinie                                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Planowanie ciąży przez parę, przy czym brat mężczyzny choruje na mukowiscydozę | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

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

## Ćwiczenie 14



Uporządkuj etapy cyklu PCR.

Przyłączenie starterów do miejsc komplementarnych na nici DNA



Synteza nowej nici DNA przez polimerazę DNA



Denaturacja podwójnej helisy wzorcowego DNA



Przyłączenie polimerazy DNA do starterów



Powstanie nowych nici DNA komplementarnych do wzorca



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

## Ćwiczenie 15



Wyjaśnij, czym różni się biologia tradycyjna od biologii molekularnej.

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

## Ćwiczenie 16



Wyjaśnij, czym zajmuje się inżynieria genetyczna, i podaj przykłady jej zastosowania.

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

## Ćwiczenie 17



Wyjaśnij, jaki organizm nazywamy zmodyfikowanym genetycznie.

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

## Ćwiczenie 18



Wyjaśnij, na czym polega sekwencjonowanie DNA.

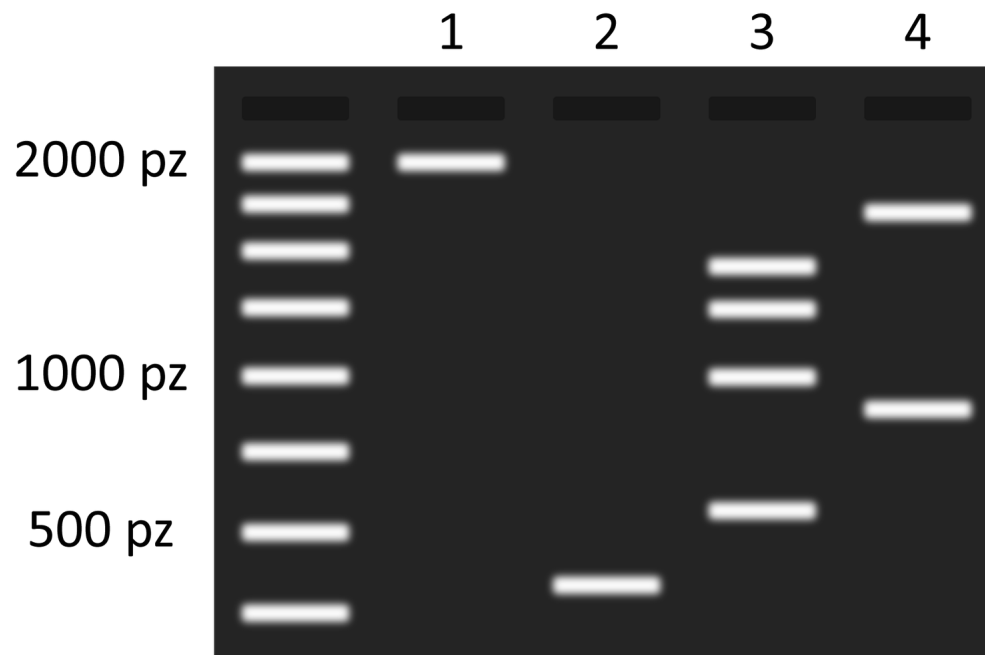
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 19



Podaj dwa przykłady praktycznego zastosowania biotechnologii w ochronie środowiska.

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

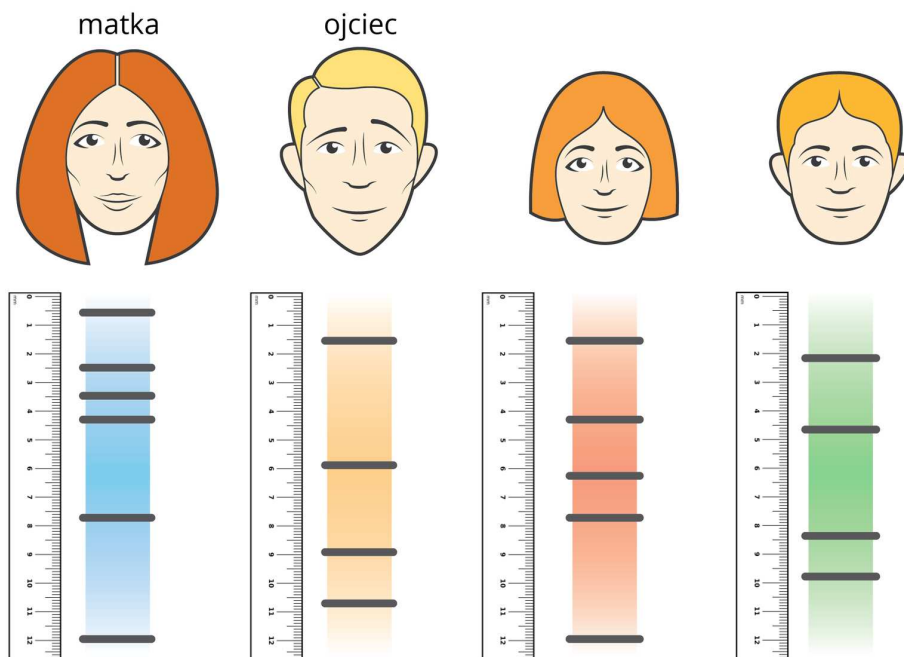


Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Określ, co przedstawia powyższa ilustracja.

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

## Ćwiczenie 21



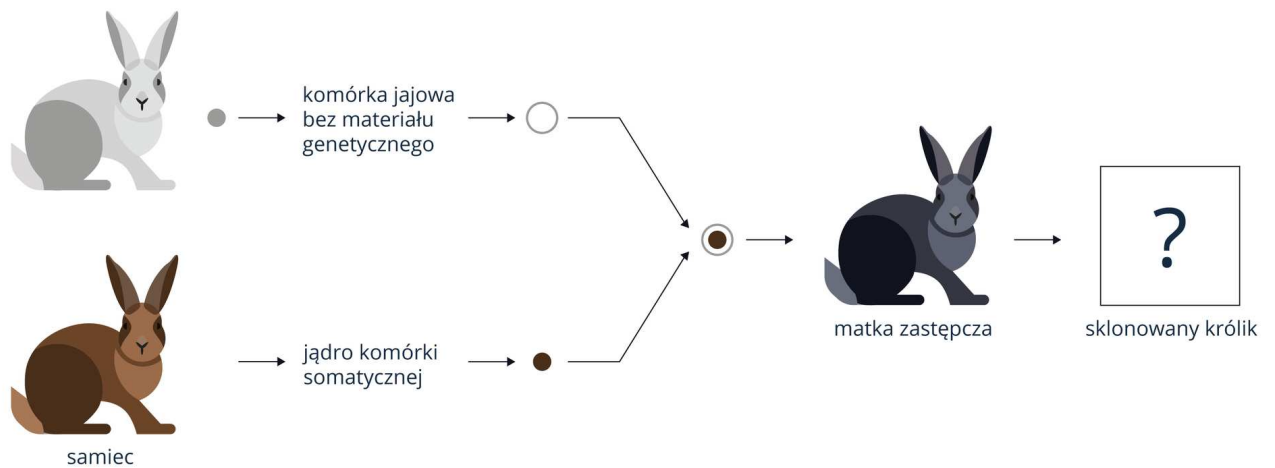
Profil genetyczny.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY-SA 3.0.

Na podstawie profili genetycznych przedstawionych osób określ, czy chłopiec i dziewczynka są biologicznymi dziećmi tej pary rodziców.

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

## Ćwiczenie 22



### Klonowanie królika.

Źródło: Anita Mowczan, licencja: CC BY-SA 3.0.

Przeanalizuj ilustrację, a następnie opisz wygląd i podaj płeć sklonowanego królika.  
Odpowiedź uzasadnij.

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

## Ćwiczenie 23



Na podstawie tekstu wykonaj polecenia.

Aby dokonać transformacji rośliny, trzeba najpierw wybrać i powielić gen, którym chcemy wzbogacić jej materiał genetyczny. Gen jest namnażany poza organizmem, z którego pochodzi, i wprowadzany do odpowiedniego wektora, np.

bakterii *Agrobacterium tumefaciens*. Przygotowanie bakterii polega na usunięciu genów wywołujących chorobę rośliny i zastąpienie ich wybranym celowo fragmentem DNA (transgenem). Tak zmodyfikowane bakterie są namnażane. Na kolejnym etapie przygotowuje się tkankę roślinną. Mogą to być liście, wierzchołki wzrostu, zarodki, które zostają zranione, by ułatwić wnikanie bakterii. Gdy bakteria zainfekuje komórki roślinne, transgen powinien zostać wbudowany w ich genomy. By potwierdzić, czy do tego doszło, wykonuje się następujące czynności:

- poddane transformacji tkanki hoduje się na pożywce, która ogranicza wzrost niezmienionych genetycznie komórek;
- z wyselekcjonowanych tkanek odtwarza się rośliny *in vitro* (w warunkach laboratoryjnych, poza organizmem);
- prowadzi się badania potwierdzające, że otrzymane w ten sposób rośliny zawierają wprowadzone sztucznie geny i produkują zakodowane przez nie białka, a także że w hodowli nie występuje *A. tumefaciens*;
- prowadzi się polową uprawę sadzonek i obserwuje m.in., czy gen został wbudowany na stałe, czy produkcja białka zachodzi w oczekiwany sposób oraz czy wprowadzony gen nie wywołuje niepożądanych zmian.

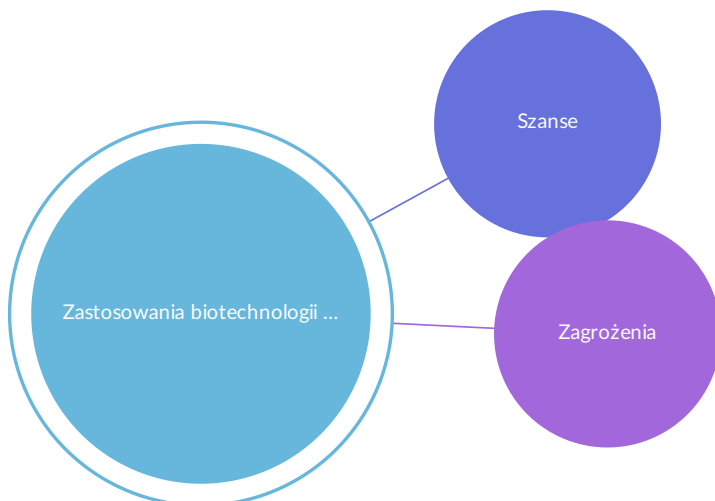
1. Przedstaw kolejne czynności, jakie wykonuje badacz w celu uzyskania zmodyfikowanej rośliny.

2. Określ, co jest wektorem genetycznym zastosowanym w opisanej transformacji.

## Ćwiczenie 24



Przedstaw w formie mapy myśli szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej. Kliknij „Edytuj” w celu edytowania mapy myśli.



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

## Ćwiczenie 25



Podaj, do którego etapu PCR niezbędna jest wysoka temperatura. Wyjaśnij, jak wpływa ona na DNA.

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

## Ćwiczenie 26



Oblicz, ile cząsteczek DNA znajdzie się w mieszaninie reakcyjnej po 7 cyklach PCR, jeżeli na początku była 1 wzorcowa cząsteczka, oraz ile cykli potrzeba, aby z 1 cząsteczki wzorcowej DNA powstało 8 cząsteczek DNA.

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

## Projekt badawczy

### Polecenie 1

Festiwal filmów „DNA w nauce, medycynie i sądownictwie”

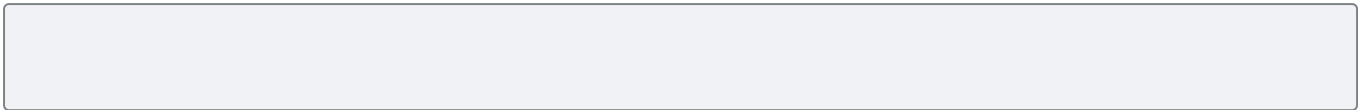
Na podstawie podręcznika i informacji z innych źródeł zilustrujcie wykorzystanie badań DNA w jednej z wybranych dziedzin: nauka, medycyna lub sądownictwo.

1. Dobierzcie zespół realizujący film.
2. Opracujcie scenariusz filmu.
3. Wybierzcie dowolny gatunek filmu, może to być film fabularny, dokumentalny albo animacja.
4. Nadajcie mu ciekawy tytuł.
5. Opiszcie kilka scen, wykorzystując poradnik *Jak napisać scenariusz filmowy?* ze strony Edukacja Filmowa.
6. Zrealizujcie film z wykorzystaniem telefonu komórkowego, tabletu lub kamery filmowej.
7. W karcie pracy zanotuj swoje refleksje. Odpowiedz na pytania:
  - Jaki jest cel filmu?
  - Co i w jaki sposób chcesz w nim pokazać?
  - Kto ma być odbiorcą filmu?
  - Jak zaintryguować widza?
  - Gdzie znajdziesz potrzebne informacje?
  - Kogo zaprosisz do realizacji filmu; kto będzie liderem projektu filmowego, reżyserem, scenografem, aktorem, wizażystą, operatorem, montażystą, dźwiękowcem?

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

Plik o rozmiarze 157.22 KB w języku polskim

## Notatnik



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