



Fabryka roślin

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Wirtualne laboratorium (WL-I)
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Fabryka roślin

Roślina powstała w wyniku klonowania ma wszystkie cechy dawcy, od którego pobrano fragmenty, i jest z nim identyczna pod względem genetycznym.

Źródło: Andrej Lišakov, Unsplash, domena publiczna.

Wyobraź sobie, że w twoim przydomowym ogródku wyrosła niezwykła roślina – wyróżniająca się wspaniałym wyglądem i zapachem kwiatów, a do tego odporna na szkodniki i warunki atmosferyczne. Czy nie byłoby warto uzyskać więcej takich egzemplarzy? Jest to możliwe dzięki klonowaniu roślin, czyli tworzeniu ich genetycznie identycznych kopii. Takie rośliny potomne można uzyskać na dwa sposoby. W rolnictwie i ogrodnictwie powszechną procedurą jest rozmnażanie wegetatywne roślin: ukorzenia się ich fragmenty podziemne (kłącza) lub nadziemne: poziome rozłogi czy pionowe pędy z liśćmi. Natomiast na szeroką skalę klonowanie roślin przeprowadza się w warunkach laboratoryjnych, przez hodowlę *in vitro* komórek pozyskanych z rośliny macierzystej. Ponieważ w tej metodzie klonowane są pojedyncze komórki, nie zaś, jak w powyższej, fragmenty tkanki, w biotechnologii proces ten określa się jako **mikrorozmnażanie**. Metoda *in vitro* pozwala na otrzymanie znacznie większej liczby egzemplarzy o pożądanym cechach. W dalszej części lekcji dowiesz się o innych zastosowaniach roślinnych kultur *in vitro*.

Twoje cele

- Wskażesz zastosowanie klonowania roślin w rolnictwie i ogrodnictwie.
- Wymienisz zastosowania roślinnych kultur *in vitro*.
- Przeprowadzisz klonowanie roślin metodą mikropropagacji.

Przeczytaj

Zastosowanie klonowania w ogrodnictwie i rolnictwie



Ukorzeniona w wodzie sadzonka figowca benjamina (*Ficus benjamina*).

Źródło: Biusch, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Możliwość wegetatywnego rozmnażania roślin wykorzystywana jest w szczególności w rolnictwie i ogrodnictwie. W efekcie uzyskuje się rośliny potomne, w których utrwalone zostają pożądane cechy. W warunkach domowych jedną z najczęściej stosowanych praktyk klonowania jest ukorzenianie fragmentów roślin. Ze zdrowego okazu za pomocą ostrego narzędzia odcina się fragment rośliny, np. gałązkę z kilkoma liśćmi i stożkiem wzrostu. Takie pobrane z rośliny macierzystej sadzonki należy umieścić w naczyniu z wodą lub obficie podlanym podłożu. W ten sposób można pozyskać wiele egzemplarzy potomnych. Często ściętą końcówkę namacza się najpierw w ukorzeniaczu zawierającym syntetyczne hormony roślinne, które wspomagają

naturalne powstawanie korzeni z tkanki kalusowej. Metoda ta nie jest jednak wystarczająco efektywna, by rozmnażać rośliny na szeroką skalę.

Klonowanie w biotechnologii

Rozwój technik klonowania wynika z odkryć w dziedzinie biotechnologii. W latach 50. XX w. po raz pierwszy przeprowadzono udane klonowanie całej rośliny (marchwi) z pozyskanych z rośliny macierzystej pojedynczych komórek. Było to możliwe dzięki Frederickowi Championowi Stewardowi i jego studentom, którzy w 1958 r. odkryli, że z pojedynczych komórek można odtworzyć całą roślinę, identyczną pod względem

genetycznym z osobnikiem macierzystym. Ponadto komórki te mogą dać początek wszystkim wyspecjalizowanym rodzajom komórek. Zdolność komórek do zmiany w inny typ określono mianem **totipotencji**. Komercyjne metody rozmnażania roślin wykorzystują właśnie to zjawisko. Rośliny hodowane są w kulturach *in vitro* z użyciem sztucznego podłoża. Jest to tzw. **rozmnażanie klonalne** lub mikrorozmnażanie – przedrostek „mikro-” wskazuje na niewielką ilość materiału pobranego z rośliny macierzystej, natomiast liczba uzyskanych w ten sposób roślin potomnych może być bardzo duża.

Na temat etapów klonowania roślin z wykorzystaniem mikrorozmnażania możesz przeczytać w e-materiale [Klonowanie roślin](#).



Fragment pędu winorośli (*Vitis* sp.) wbity w warstwę pożywki. Hodowla jest prowadzona *in vitro*. Umieszczenie rośliny w szklanym lub plastikowym pojemniku pozwala na zachowanie sterylności.

Źródło: Martin Bahmann, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Hodowle wykorzystujące mikrorozmnażanie są prowadzone na pożywkach zawierających składniki odżywcze oraz fitohormony, w ściśle kontrolowanych, sterylnych warunkach, wolnych od patogenów czy szkodników. Dzięki odpowiednim stężeniom fitohormonów stymuluje się wytwarzanie pędu i ukorzenianie kalusa. Można je przeprowadzić zarówno w warunkach *in vitro* (laboratoryjnych), jak i *ex vitro* (czyli po przeniesieniu roślin z hodowli *in vitro* np. do hodowli ziemnych). W okresie od kilku do kilkudziesięciu tygodni otrzymuje się nowe rośliny i rozpoczyna ich adaptację do naturalnych warunków. Otrzymane po jej zakończeniu rośliny można przesadzić do doniczek z podłożem.

Zastosowania roślinnych kultur tkankowych *in vitro*

Mikrorozmnażanie sprawdza się zwłaszcza w przypadku produkcji roślin, które trudno uzyskać przez tradycyjne ukorzenianie lub których nasiona są drogie czy wolno kiełkują. W wielu przypadkach cykl rozmnażania ulega znacznemu skróceniu, a ponadto młode sadzonki mogą być długo przechowywane i łatwo transportowane w dużych ilościach (ok. 15-kilogramowa paczka może zawierać aż 40 tys. młodych roślin!).

Kultury *in vitro* sprzyjają szybkiemu i masowemu rozmnażaniu cennych gatunków i genotypów (np. u goździków z jednego merystemu można uzyskać 10 mln sadzonek).

Obecnie na świecie dzięki mikrorozmnażaniu produkuje się rocznie ponad 800 mln sztuk roślin, głównie ozdobnych (są to m.in.: róże – *Rosa* sp. , frezje – *Freesia* sp., hortensje – *Hydrangea* sp., goździki – *Dianthus* sp., gerbery – *Gerbera* sp. czy sagowce – *Cycadopsida* sp.). Metoda ta jest również wykorzystywana do rozmnażania drzew (w tym akacji – *Acacia* sp., jodły balsamicznej – *Abies balsamea*, morwy białej – *Morus alba*, sosny czarnej – *Pinus nigra*) oraz roślin użytkowych i leczniczych (bawełny – *Gossypium* sp., herbaty chińskiej – *Camelia sinensis*, kawowca – *Coffea* sp., kakaowca – *Theobroma cacao*, naparstnicy – *Digitalis* sp., nagietka lekarskiego – *Calendula officinalis* i żeń-szenia – *Panax ginseng*).



Goździk pyszny (*Dianthus superbis*) - roślina rzadko występująca w środowisku naturalnym. Od tego gatunku pochodzi wiele mieszańców uprawianych jako rośliny ozdobne.

Źródło: Alpsdake, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

Kultury roślinne *in vitro* mają także szerokie zastosowanie w:

- badaniach podstawowych;
- uwalnianiu roślin od patogenów;
- produkcji nowych odmian roślin w wyniku wprowadzenia obcego DNA do genomu komórki roślinnej;
- modyfikacjach genetycznych (dzięki temu można uzyskać klony roślin o pożądanych i wyselekcjonowanych cechach, np. drzew o zwiększonej odporności na warunki stresowe lub patogeny);
- pozyskiwaniu farmakologicznie czynnych metabolitów wtórnych (w skali przemysłowej przy pomocy kultur roślinnych *in vitro* pozyskuje się m.in. berberynę, geraniol i polisacharydy);
- wytwarzaniu nasion syntetycznych (składają się one z somatycznego zarodka i syntetycznej osłony spełniającej funkcję ochronno-odżywczą);

- przechowywaniu i gromadzeniu zasobów genowych;
- produkcji odmian rzadkich, ginących lub chronionych itp. - rośliny takie można dzięki rozmnażaniu *in vitro* przywrócić do naturalnego środowiska.

Słownik

hodowle *ex vitro*

hodowla komórek, tkanek lub organów roślinnych przeniesiona z warunków *in vitro* do hodowli ziemnych naśladujących warunki naturalne

hodowle *in vitro*

hodowle prowadzone w warunkach laboratoryjnych polegające na inkubacji, względnie rozmnażaniu komórek roślinnych i zwierzęcych poza organizmem

mikrorozmnażanie, rozmnażanie klonalne

praktyka szybkiego rozmnażania materiału roślinnego w kulturach *in vitro* w celu wytworzenia roślin potomnych o cechach identycznych z roślinami macierzystymi

totipotencjalność

zdolność niektórych komórek do różnicowania się w komórki różnych tkanek; dotyczy szczególnie komórek merystemów

Wirtualne laboratorium (WL-I)

Laboratorium 1

Przeprowadź w laboratorium doświadczenie dotyczące klonowania roślin z zastosowaniem mikrorozmnażania. Wykorzystaj wiedzę o etapach tego procesu, a także dostępne w wirtualnym laboratorium: materiał roślinny, pożywki, narzędzia i szkło laboratoryjne. W formularzu zapisz swoje obserwacje, a następnie sformułuj wnioski.

Problem badawczy:

Jakie fitohormony są niezbędne do przeprowadzenia mikropropagacji?

Hipoteza:

Auksyny i cytokininy są fitohormonami niezbędnymi do przeprowadzenia mikropropagacji.

Materiał biologiczny:

- młody liść skrzętnika

Odczynniki:

- substancja do sterylizacji
- pożywki MS i MS wzbogacone fitohormonami
- podłoże z perlitem i podłoże naturalne z wermikulitem

Sprzęt laboratoryjny:

- skalpel
- pęseta
- szalki Petriego
- probówki

- zlewki
- szkiełko zegarkowe
- fitotron



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DISbUeukH>

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

Analiza doświadczenia: *Fabryka roślin.*

Problem badawczy: Jakie fitohormony są niezbędne do przeprowadzenia mikropropagacji?

Hipoteza: Auksyny i cytokininy są fitohormonami niezbędnymi do przeprowadzenia mikropropagacji.

Wyniki

Wnioski

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



„Dążenie do zwiększenia przydatności użytkowej roślin oraz poszukiwanie nowych, bardziej wydajnych dróg pozyskiwania metabolitów wtórnych skłoniły badaczy do modyfikowania roślin z rodzaju *Gentiana*. Dokonując transformacji wykorzystano zjawisko naturalnego wprowadzania zmodyfikowanego plazmidu Ri przy użyciu *Agrobacterium rhizogenes* do genomu transformowanej rośliny. Następstwem infekcji komórek roślinnych była zmiana ich metabolizmu i tworzenie dużej masy drobnych korzeni przybyszowych zwanych *hairy roots*. Zwykle w kulturach uzupełnionych substancjami wzrostowymi korzenie zdolne do różnicowania pędów wykazują transgen. Pierwszej transformacji roślin należących do rodzaju *Gentiana* [...] poddano dwa gatunki goryczek: *G. cruciata* i *G. lutea*. W pierwszym przypadku otrzymano tumory w tkance kalusowej, w drugim zaś tylko korzenie włośnikowe. Pierwszej udanej transformacji goryczek dokonano dopiero w 1995 r. W opisywanym doświadczeniu uzyskano najpierw hodowlę korzeni włośnikowych, z których kolejno regenerowano rośliny w kulturze na pożywce [...]. Podjęte próby transformacji dotyczyły *G. scabra* Bunge var. *buengeri* Maxim. Przy użyciu dzikiego typu *Agrobacterium rhizogen* [...] wprowadzono gen *rol*, dzięki czemu otrzymano rośliny o zmienionym fenotypie. Transformanty różniły się wysokością i terminem zakwitania. Obserwowano karłowe osobniki o bardzo skróconych pędach z 30-60 cm aż do 2-5 cm. Przy tej długości pędów obserwowano we wszystkich międzywęzłach zawiązywanie się pąków kwiatowych, czego nie spotyka się u roślin nietransformowanych. Dzięki tej modyfikacji wyprowadzono nowe formy ozdobne gatunku *G. scabra* zakwitające już około pierwszego roku kultury, podczas gdy rośliny ze stanowisk naturalnych kwitną po raz pierwszy zwykle po 3-latach.”

Źródło: Mikuła A., Rybczyński J. J. (1999) Aktualny stan badań w zakresie biotechnologii roślin z rodzaju *Gentiana*. *Biotechnologia*, 4(47), 1-16.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Fabryka roślin

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:

7) opisuje klonowanie organizmów i przedstawia znaczenie tego procesu;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

8) opisuje klonowanie organizmów metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach jego rozwoju oraz przedstawia zastosowania tych metod;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- 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 zastosowanie klonowania roślin w rolnictwie i ogrodnictwie.
- Wymienisz zastosowania roślinnych kultur *in vitro*.
- Przeprowadzisz klonowanie roślin metodą mikropropagacji.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;

- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- prezentacja;
- doświadczenie;
- mapa myśli.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- 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.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.
2. Chętny/wybrany uczeń pozyskuje samodzielnie informacje dotyczące przebiegu zakładania kultur *in vitro* oraz mikrorozmnażania roślin i przygotowuje krótką prezentację na ten temat.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie” cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel zadaje pytanie: „Na czym polega klonowanie roślin?”. Uzupełnia wypowiedzi uczniów, koryguje ewentualne błędy.

Faza realizacyjna:

1. **Prezentacja.** Część właściwa lekcji zaczyna się od prezentacji efektów pracy w domu wybranego ucznia. Pozostali uczniowie zadają pytania prezentującemu oraz uzupełniają informacje.
2. **Praca z multimedium („Wirtualne laboratorium (WL-I)”).** Uczniowie przeprowadzają indywidualnie doświadczenie w wirtualnym laboratorium dotyczące klonowania roślin

z zastosowaniem mikrorozmnażania. Następnie przedstawiają problem badawczy i hipotezę, opisują próbę badawczą i próbę kontrolną, zapisują swoje obserwacje i formułują wnioski. Wybrane osoby przedstawiają swoje rozwiązania na forum klasy. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje lub uzupełnia odpowiedzi uczniów.

- 3. Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia interaktywne od 1 do 5 z sekcji „Sprawdź się”, od najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie w parach tworzą mapy myśli dotyczące zastosowań klonowania roślin w różnych dziedzinach działalności człowieka.
2. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.
3. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 6 do 8 z sekcji „Sprawdź się”.
2. Dla chętnych: Dowiedz się, jakie gatunki roślin domowych można rozmnożyć wegetatywnie z fragmentu pędu, a następnie przeprowadź w ten sposób klonowanie wybranej rośliny.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Wirtualne laboratorium (WL-1)” na lekcji „Klonowanie roślin”.