

Możliwości zastosowania drzew GMO w leśnictwie - korzyści i zagrożenia

dr Justyna A. Nowakowska

Zakład Genetyki i Fizjologii Drzew Leśnych, Instytut Badawczy
Leśnictwa, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn
J.Nowakowska@ibles.waw.pl

Biotechnologia jest jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się dziedzin wiedzy łączących w sobie osiągnięcia nauk biologicznych, chemicznych, fizycznych i medycznych w celu otrzymania organizmów (komórek roślinnych, zwierzęcych i bakteryjnych) o nowych, korzystnych cechach użytkowych.

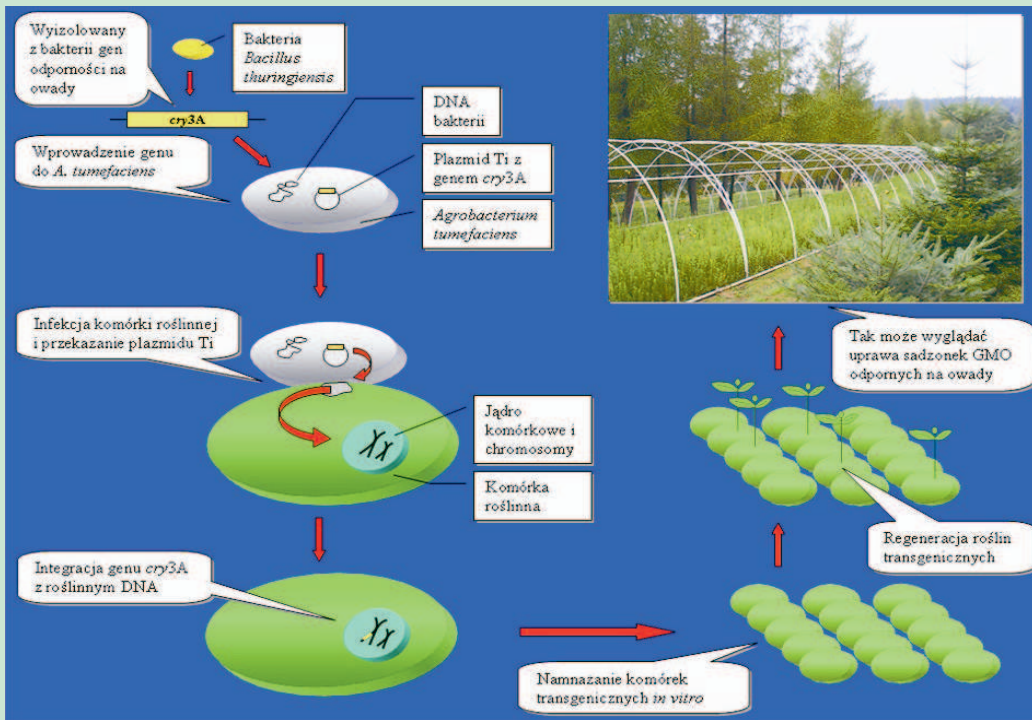
Praktyczne zastosowanie biotechnologii znajdujemy w niektórych branżach przemysłowych, np. w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz w medycynie. W rolnictwie już od wielu lat uprawiane są odmiany soi, kukurydzy, ziemniaka i rzepaku, odporne na herbicydy (Basta, Roundup), owady i patogeny, z głównym przeznaczeniem na produkcję pasz dla zwierząt hodowlanych. Przemysł spożywczy na szeroką skalę korzysta ze zdobyczy inżynierii genetycznej m.in. w produkcji szczepów wykorzystywanych w serowarstwie, produkcji drożdży piekarniczych i piwo-



Ryc. 1. Transgeniczne siewki topoli o zmniejszonej zawartości ligniny w strukturze drewna (Uniwersytet w Purdue, USA).

Instytut Badawczy Leśnictwa

Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn,
e-mail: ibl@ibles.waw.pl; www.ibles.pl



Ryc. 2. Schemat transformacji rośliny drzewiastej odpornej na owady.

warskich oraz produkcji dodatków spożywczych. W farmakologii wykorzystuje się mikroorganizmy do produkcji witamin (np. C, B), środków terapeutycznych (jadłalne szczepionki, czynniki krzepliwości krwi, substancje antynowotworowe, przeciwciała pomocne w transplantologii). W medycynie terapia genowa stanie się niebawem remedium na wiele nieuleczalnych dotąd chorób takich jak cukrzyca i mukowiscydoza.

Czy to możliwe, abyśmy już wkrótce potrafili w dowolny sposób kształtować również i drzewa, zmuszając je do wytwarzania np. mniejszych ilości wiązań lignin w włóknach drewna (Ryc. 1) lub lignin o zmienionej strukturze, dzięki której szybciej ulegają rozkładowi w przemyśle papierniczym? Do cech korzystnych przemysłowo można dodać jeszcze wzmocnioną odporność hodowanych gatunków drzew na patogeny grzybowe lub szkodniki owadzie oraz na herbicydy, tak aby powstały drzewa GMO łatwe w uprawach na plantacjach.

Modyfikacja genomu drzew, czyli ich genetyczna transformacja, polega na wprowadzeniu specyficznej sekwencji obcego DNA do genomu komórki w celu otrzymania osobników o nowych cechach jakościowych. Najczęściej stosowaną metodą transformacji roślin jest wykorzystanie naturalnej infekcji komórek roślinnych przez glebowe bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Bakterie te, żyjąc w glebie, w naturalny sposób infekują zranione tkanki łodyg i korzeni niektórych roślin dwuliściennych. W trakcie infekcji, część materiału genetycznego bakterii (zawartego w kolistym DNA, zwanym plazmidem Ti) jest przekazana do wnętrza komórek rośliny i włączona do genomu gospodarza (Ryc. 2). Przed infekcją komórek roślin drzewiastych w laboratorium, do plazmidu bakteryjnego dołączany jest np. gen odporności na szkodniki owadzie, który pochodzi z bakterii *Bacillus thuringiensis* (Bt). Tak skonstruowany

plazmid jest następnie przekazywany do wnętrza komórki roślinnej podczas infekcji przez *A. tumefaciens*, i dalej, gen odporności integruje się z DNA gospodarza. W kolejnym etapie, przeprowadzana jest regeneracja zmienionych genetycznie komórek i selekcja transgenicznych siewek na pożywkach w kulturach *in vitro*. Końcowym etapem jest uprawa gatunków takich jak sosna i topola, odpornych na szkodniki owadzie. Dla dębu może to być odporność na owady z rzędu błonkówek, takie jak galasówka dębianka czy omacnica dębowa (Ryc. 3).

Jak dotąd są to w większości prace na etapie doświadczalnym i nieprędko będą wprowadzone do praktyki leśnej. W świetle Dyrektywy UE 2001/18/WE wprowadzenie organizmu transgenicznego do obrotu jest możliwe dopiero po wieloletnich testach nieszkodliwości GMO dla człowieka i środowiska. Procedury dopuszczenia GMO do obrotu mogą trwać nawet do 10 lat i jak dotąd w Europie wydano jedno pozwolenie dla upraw transgenicznej kukurydzy odmiany MON810 (z genem *Bt*), odpornej na omacnicę prosowiankę, we Francji, Czechach i na Słowacji. Na liście odmian GMO czekających na pozwolenie uprawy w warunkach polowych nie ma jak dotąd żadnego gatunku drzewiastego. W laboratorium najczęściej modyfikowanym gatunkiem drzewiastym jest topola, ze względu na najprostszą budowę DNA oraz łatwość w regeneracji *in vitro*. Inne gatunki, takie jak sosna czy świerk, posiadają bardziej rozbudowany genom i wymagają większego wkładu pracy w tworzeniu odmian transgenicznych.

U topoli, sosny i świerka trwają prace nad modyfikacją genów odpowiedzialnych za strukturę włókien drewna (np. gen ligazy kumarynowej C4L) oraz odporność na herbicydy. Zwiększenie aktywności genu C4L pozwala na ingerencję w łańcuch biosyntezy ligniny, a wprowadzony gen *Bt* umożliwi uprawę na plantacji bez zastosowania chemicznych środków ochrony roślin (insektycydów).



Ryc. 3. Czy niebawem powstaną dąb odporny na szkodniki, który ma w swoim DNA wprowadzony „nowy” gen odporności na żery szkodników?

Inne modyfikacje, które powstają wyłącznie na poziomie eksperymentalnym, dotyczą produkcji drzew odpornych na niekorzystne warunki klimatyczne (mróz, susza) i środowiskowe (zasolenie podłoża). W Finlandii powstaje sosna i topola o zwiększonej asymilacji jonów amonowych (NH_4^+) z gleby, co gwarantuje lepsze przyrosty masy drzewnej. W Stanach Zjednoczonych i w Hiszpanii hodowane są w warunkach szklarniowych transgeniczne odmiany brzozy i sosny, odporne na owady z rzędów błonkówek, muchówek i chrząszczy. Transgeniczna brzoza brodawkowata, z „nowym” genem chitynazy IV w komórkach, jest odporna na wiele szczepów bakteryjnych (m.in. *Streptomyces*) i grzybowych (np. *Phytophthora*). Ciekawostką jest ostatnio dokonana w Anglii modyfikacja daglezi „wzbogaconej” o gen kodujący białko zielonej fluorescencji z meduzy i otrzymanie drzewek bożonarodzeniowych emitujących światło o różnej barwie po poprzednim dodaniu do podłoża substancji wzbudzającej świecenie.

Jak dotąd ww. przykłady tworzenia nowych odmian drzew transgenicznych (GMT) mają miejsce wyłącznie w szklarniach i na plantacjach, gdzie panują kontrolowane warunki wzrostu i rozwoju, np. tylko do fazy kwitnienia drzewa, co stanowi ochronę przed niekontrolowanym przedostaniem się badanych genów przez pyłek i nasiona do środowiska.

Zwolennicy upraw roślin odpornych na herbicydy powołują się na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska, spowodowane wykonywaniem mniejszej liczby oprysków, co odpowiada wycofaniu z dróg ok. 4 mln samochodów osobowych rocznie. Sceptycy upraw GMO słusznie obawiają się niekontrolowanego przepływu „nowych” genów wraz z pyłkiem do roślin blisko spokrewnionych oraz szerokie spektrum działania genów „cry”, wpływających negatywnie również i na pożyteczne owady tj. pszczoły i biedronki. Warto nadmienić, że wiele gatunków owadów posiada zdolność szybkiej adaptacji do szkodliwych substancji syntetyzowanych przez roślinę, tak więc wprowadzona cecha odporności nie jest gwarantowana „na zawsze” dla danego gatunku.

Czy zatem hodowla odpornych na szkodniki owadzie sosen i topól o zmienionej strukturze włókien drewna np. na cele przemysłu papierniczego znajdzie swych zwolenników w Polsce? Jakkolwiek długoterminowy zysk ekonomiczny przemawiałby za wprowadzeniem takich drzew GMO na plantacjach, należałoby przedtem przeprowadzić wiele badań nad wpływem zmodyfikowanych genów na środowisko tak, aby wykluczyć problem wytworzenia odporności owadów na toksyny syntetyzowane w tkankach drzewa oraz niekontrolowane wydostanie się „nowych” cech wraz z pyłkiem. Tak więc, genetycznie zmodyfikowane drzewa wydają się być na razie bardzo odległą perspektywą w polskim leśnictwie.

Słowniczek pojęć:

Bt – *Bacillus thuringiensis*, bakteria u której szereg genów „cry”, m.in. gen *cry3A*, warunkuje odporność na owady z rzędów błonkówek, muchówek i chrząszczy

DNA – kwas dezoksyrybonukleinowy

Gen – fragment DNA, który zawiera podstawową informację genetyczną

Genom – zbiór wszystkich genów, charakterystyczny dla każdego gatunku

GMO – organizm zmodyfikowany genetycznie (Genetically Modified Organism)

GMT – drzewo zmodyfikowane genetycznie (Genetically Modified Tree)

Plazmid Ti – koliste DNA bakterii, przekazywane drogą infekcji do komórki biorcy i integrujące się z jego DNA

Transgeniczny – organizm, do którego wprowadzono gen z innego organizmu (gen obcego pochodzenia)