# Nowe techniki hodowli roślin (NTHR)

## New Plant Breeding Techniques(NPBTs)

**Prof. dr hab. Tadeusz P. Żarski**

**Stowarzyszenie na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju Polski**

# W Ustawie o GMO zapisana jest definicja:

- **Organizm modyfikowany genetycznie to organizm inny niż organizm człowieka, w którym materiał genetyczny został zmieniony w sposób nie zachodzący w warunkach naturalnych wskutek krzyżowania lub naturalnej rekombinacji, w szczególności przy zastosowaniu:**

  **- technik rekombinacji DNA z użyciem wektorów, w tym tworzenia materiału genetycznego poprzez włączenie do wirusa, plazmidu lub każdego innego wektora cząsteczek DNA wytworzonych poza organizmem i włączenie ich do organizmu biorcy, w którym w warunkach naturalnych nie występują, ale w którym są zdolne do ciągłego powielania**
- **- technik stosujących bezpośrednie włączenie materiału dziedzicznego przygotowanego poza organizmem, a w szczególności: mikroiniekcji, makroiniekcji i mikrokapsułkowania**
- **- metod niewystępujących w przyrodzie dla połączenia materiału genetycznego co najmniej dwóch różnych komórek, gdzie w wyniku zastosowanej procedury powstaje nowa komórka zdolna do przekazywania swego materiału genetycznego odmiennego od materiału wyjściowego komórkom potomnym**

# **Nowe techniki hodowli roślin**
New Plant Breeding Techniques
**(NPBTs)**

- W ciągu ostatniej dekady zostały opracowane nowe techniki hodowli roślin (NTHR).
- Aktualnie głównym problemem, z wyjątkiem aspektów technicznych, jest niejasność regulacji dotyczących tych nowych technik.
- Mimo, iż w 2007 nastąpiło zdefiniowanie ośmiu NTHR przez europejską grupę ekspertów, nadal trwa debata na temat tego, czy otrzymane rośliny i ich produkty są objęte ustawodawstwem GMO.
- Oczywiście, uznanie ich przez prawodawstwo UE jako GMO poważnie może utrudnić korzystanie z NPTH, ponieważ rośliny genetycznie zmodyfikowane i ich produkty muszą przejść procedury zatwierdzania GMO w UE

# Historia hodowli roślin

- Hodowla roślin w celu poprawy jakości produktów stosowanych do żywienia ludzi, karmienia zwierząt domowych lub wytwarzania włókien była i jest prowadzona od tysięcy lat. W konwencjonalnej hodowli, odbywało się to, głównie poprzez krzyżowanie roślin wyższych z innym kompatybilnymi roślinami w celu osiągnięcia bardziej wydajnych roślin lub odpornych na choroby.
- Mając świadomość, że geny są elementami określającymi cechy jakościowe lub ilościowe pożądane przez hodowców, powstał pomysł prowokowania mutacji tych genów.
- W efekcie, tradycyjna hodowla roślin włączyła w swoje działania i uzyskała efekty w ostatnich 60 latach, przez mutagenezę z użyciem związków chemicznych lub stosowanie promieniowania, a następnie poprzez przeszukiwanie w populacji tych mutacji o pożądanych cechach.
- Tradycyjne techniki hodowli roślin, w tym konwencjonalnej mutagenezy, i międzyrodzajowych krzyżowań, są z natury bardzo niespecyficzne, poprzez fakt, że duża część genomu rośliny zamiast pojedynczego genu jest przenoszona przy krzyżowaniu lub wywoływania tysięcy mutacji nukleotydów zamiast żądanego jednego.

# Rośliny modyfikowane genetycznie

- Od połowy lat 1990, klasyczny repertuar technik hodowlanych roślin został uzupełniony o **transgenezę** w celu produkcji nowych odmian roślin. Metody te miały na celu wprowadzenie nowych genów odporności na szkodniki roślin i chorób (np toksyna Bt w produkcji kukurydzy) lub herbicydy z jednej strony, a w modyfikacji roślin w celu wytworzenia pożądanych produktów (na przykład skrobia modyfikowana ziemniaka Amflora lub " złoty ryż "), z drugiej strony.
- W porównaniu z konwencjonalną hodowlą, wytwarzanie roślin transgenicznych wykracza poza naturalną barierę krzyżowań, co zwiększa dostępną zmienność genetyczną, i skutkuje uzyskaniem cech roślin (i innych organizmów), które nie są osiągalne w konwencjonalnej hodowli. Technologia transgenezy stworzyła ogromne możliwości, ale jednocześnie postawiła wiele pytań dotyczących jej ewentualnego wpływu na zdrowie i środowisko.

# Rośliny modyfikowane genetycznie

- Równolegle do rozwoju organizmów transgenicznych, ostra dyskusja publiczna i polityczna doprowadziła do sformułowania w 2000 roku Protokołu z Kartageny o bezpieczeństwie biologicznym, który ostatecznie wszedł w życie w roku 2003.
- Protokół ten obejmuje przede wszystkim zamierzone uwolnienie GMO do środowiska, i trans-graniczny obrót GMO jako paszy, żywności i do produkcji rolnej. Do roku 2013 został on podpisany przez 166 krajów.
- W UE produkcja i rozmnażanie organizmów genetycznie zmodyfikowanych jest wyraźnie uregulowana w dyrektywie 2001/18 / WE .

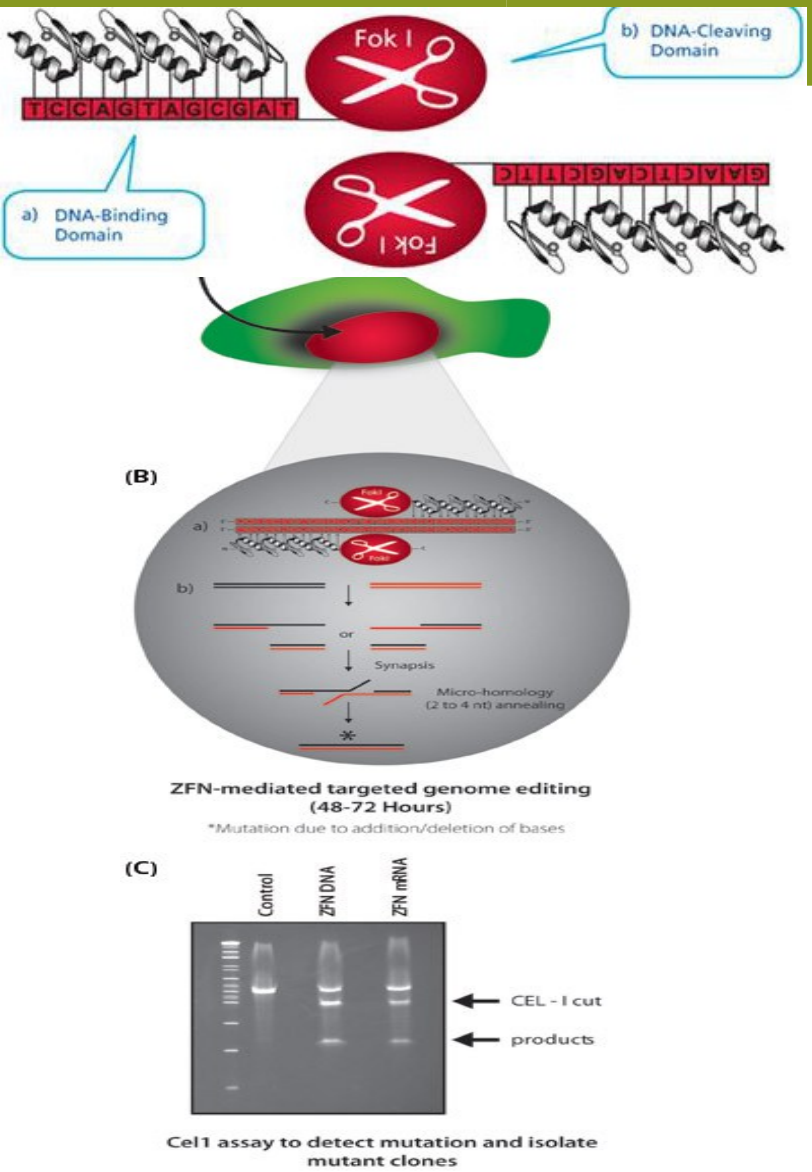
# Nowe techniki hodowli roślin

- Nowe techniki hodowlane mają krótką historię bezpiecznego stosowania i muszą podlegać odpowiedniej regulacji, ponieważ:
- Precyzja nie jest taka jak przewidywana. Wszystkie techniki mogą prowadzić do nieoczekiwanych skutków.
- Wszelkie problemy, które zdarzyć się mogą przy ich stosowaniu lub uwolnieniu do środowiska będą niezwykle trudne do naprawienia, jak np. zanieczyszczenie genetyczne które nie może być „wyeliminowane".
- Wiele z tych technik są tak nowych, że bardzo niewiele wiadomo o tym, jak one działają i jakie skutki negatywne mogą spowodować .
- Wszelkie rośliny, które będą wytworzone zostaną opatentowane, przez duże firmy biotechnologiczne.

# Nowe techniki hodowlane

1. **Nukleazy z motywem palców cynkowych - Zinc Finger Nuclease Technology (ZFN) , TALENs, CRISPAR**
2. **Mutageneza kierowana nukleotydami -Oligonucleotide Directed Mutagenesis (ODM)**
3. **Cisgeneza, intrageneza**
4. **Metylacja DNA zależna od RNA (RdDM)**
5. **Szczepienie na podkładce GM**
6. **Odwrócona hodowla (Reverse breeding)**
7. **Agro-infiltracja**
8. **Syntetyczna biologia**

# Nukleazy z motywem palca cynkowego



**Nukleazy z motywem palca cynkowego (z ang. zinc finger nucleases) – w inżynierii genetycznej, sztucznie utworzone enzymy restrykcyjne powstałe w wyniku połączenia motywu palca cynkowego (który wiąże się z nicią DNA) z domeną przecinającą nić DNA. Motyw palca cynkowego umożliwia rozpoznawanie specyficznej sekwencji DNA i przyłączenie się określonej nukleazy do odpowiedniej sekwencji w genomie. Poprzez wykorzystanie endogennych mechanizmów naprawy DNA, nukleazy z motywem palca cynkowego mogą stanowić precyzyjne narzędzie do modyfikowania genomów organizmów wyższych.**

# Nukleazy z motywem palca cynkowego

- Nukleazy z domeną palca cynkowego stanowią narzędzie do manipulowania genomem wielu organizmów. Stosowanie tych nukleaz umożliwia zwiększenie częstotliwości rekombinacji homologicznych lub niehomologicznego scalania końców DNA.
- Jak dotąd udało się wykorzystać nukleazy z domeną palca cynkowego wśród różnych organizmów wyższych, takich jak: Drosophila melanogaster, Caenorhabditis elegans, tytoń, szczur, oraz u różnych rodzajów komórek ssaków oraz Danio pręgowanego
- W badaniach klinicznych stwierdzono, że nukleazy z domeną palca cynkowego mogą zaburzać aktywność genu CCR5 ludzkich limfocytów T typu CD4+, co może mieć zastosowanie w leczeniu AIDS.

# Nukleazy z motywem palca cynkowego

- **Terapia genowa**
- **Sukces terapii genowej zależy od efektywności insercji terapeutycznych genów w określone miejsce chromosomu ludzkiego genomu, bez uszkadzania komórek, mutacji onkogenicznych lub odpowiedzi komórkowej. Korekcja genu stała się realną opcją w ludzkich komórkach. Od momentu użycia plazmidów kodujących nukleazy z motywem palców cynkowych stało się możliwe użycie tych nukleaz do przecinania nici DNA w określonym miejscu locus ludzkich komórek, co stanowi doskonałą drogę do kierowania terapeutycznych genów w ściśle określone miejsce w chromosomie.**
- **Nukleazy z motywem palców cynkowych kodowane przez plazmidy mogą być potencjalnym rozwiązaniem problemu, jakim jest dostarczenie terapeutycznych genów przy pomocy wirusów. Pierwszym terapeutycznym wykorzystaniem nukleaz z domeną palca cynkowego jest leczenie pacjentów ex vivo przy użyciu ich własnych komórek macierzystych. Po edytowaniu komórek macierzystych komórki mogą być rozmnażane w kulturze komórek i wczepiane pacjentowi do produkcji zmienionych komórek z poprawionymi funkcjami.**
- **‘Edycja CRISPR jest procesem, w którym można skutecznie zapisać od nowa kod genetyczny organizmu przez wycinanie i wymianę poszczególnych składników DNA**

# Nukleazy z motywem palca cynkowego

**Potencjalne problemy:**

**a).Przecinanie nici DNA w niespecyficznym miejscu**

Jeżeli motywy palców cynkowych nie są dość specyficzne do określonej sekwencji albo nie posiadają unikalnej sekwencji, do której mogłyby się dołączyć, to może nastąpić niespecyficzne przecięcie nici DNA. Z tego powodu przypadkowe przecięcie nici DNA powoduje produkcję wystarczającej liczby dwuniciowych fragmentów DNA spowoduje przeciążenie mechanizmów naprawy DNA, czego konsekwencją może być wiele rearanżacji chromosomowych lub śmierć komórki. Przypadkowe przecinanie nici DNA może zwiększać przypadkową integrację donorowego DNA. Zaawansowanie prac w tworzeniu bardziej specyficznych domen palców cynkowych i modyfikowaniu domeny przecinającej nić DNA umożliwiło zmniejszenie poziomu przypadkowych cieć nici DNA.

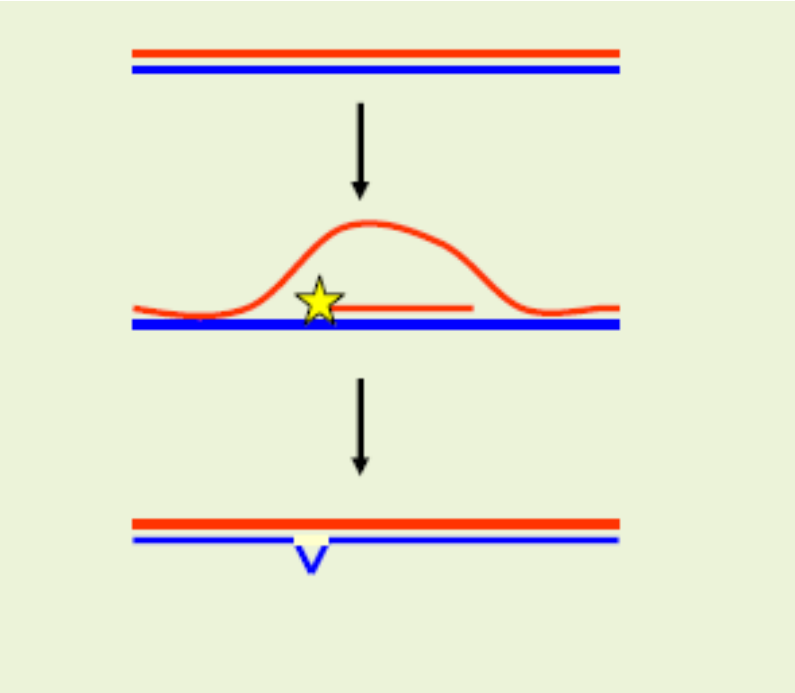
**b).Immunogenność**

Podobnie jak w przypadku innych białek wszczepianych do ludzkiego ciała, istnieje ryzyko odpowiedzi immunologicznej przeciw terapeutycznej cząsteczce i komórek, w których jest aktywna.

# Nukleazy z motywem palca cynkowego

**Chyba zgodnie z obowiązującą definicją Jest to GMO w odniesieniu do hodowli roślin i pozyskanych w ten sposób plonów**

# Mutageneza sterowana oligonukleotydami



- Mutacje w określonym *locus*
- 70 pz oligonukleotydy DNA i RNA ~ 70 pz
- Transformacja przez elektroporację protoplastów lub mikrowstrzeliwanie
- Hybrydyzacja do komplementarnej sekw. i wprowadzenie nieprawidłowo sparowanego nukleotydu (mismatch), brak integracji
- Wynik-substytucja, insercja lub delecja w gDNA

# Mutageneza sterowana oligonukleotydami

- Możliwość zmieniania sekwencji genomów poprzez mutagenezę sterowaną oligonukleotydami (ODM) jest jedną z nowych technik , które prowadzą do komercjalizacji roślin uprawnych. W Stanach Zjednoczonych, Służba ds. Inspekcji Zdrowia Zwierząt i Roślin (APHIS) uznała, że odporny na herbicyd rzepak, uzyskany przez firmę Cibus poprzez ODM nie jest GMO i nie podlega rozporządzeniu dotyczącym biotechnologii
- W Kanadzie zatwierdzenie dopuszczenia odmian roślin z nową cechą nie uwzględnia metody, jaką zostały wytworzone . W związku z tym rośliny wytworzone poprzez ODM są tak samo traktowane jak uzyskane za pomocą innych metod hodowli.

# Mutageneza sterowana oligonukleotydami

- W 2007 r. Komisja Europejska, powołała grupę roboczą, której zadaniem jest ocena, czy osiem nowych technik uprawy roślin, wśród nich ODM, wchodzi w zakres ustawodawstwa europejskiego dotyczącego GMO.
- W oparciu o sprawozdanie Komisji Europejskiej (omówione w Schiemann i Hartung, 2015), większość członków grupy roboczej uważa, że ODM jest techniką opartą o mutagenezę i w związku z tym, wchodzi w zakres dyrektyw dotyczących GMO.
- Podobne wnioski zostały zawarte w artykule (Breyer i wsp. , 2009).

# Mutageneza sterowana oligonukleotydami

Cibus jest firmą amerykańska rozwijająca się, który jest obecnie fazie w komercjalizacji lub końcowym stadium przygotowania do komercjalizacji czterech roślin uprawnych: rzepaku, lnu, ryżu i ziemniaków

Są to:

**rzepak** odporny na herbicyd sulfonylomocznik (SU)
aktualnie dostępny w Stanach Zjednoczonych;
będzie dostępny w Kanadzie w 2017 r.;
przewidywana dostępność na rynkach światowych po 2018 r.

**len** oporny na glifosat .

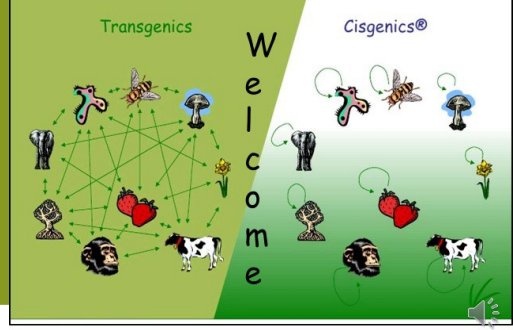
przewidywany do uprawy w Stanach Zjednoczonych w 2019 i w Kanadzie rok później.

**ryż** oporny na herbicydy.

**odmiana ziemniaków** odporna na Phytophthora ( zaraza ziemniaka).

będzie uprawiany po raz pierwszy w Stanach Zjednoczonych pod koniec tej dekady, a następnie na rynkach głównych producentów ziemniaków.

# Cisgeneza i intrageneza

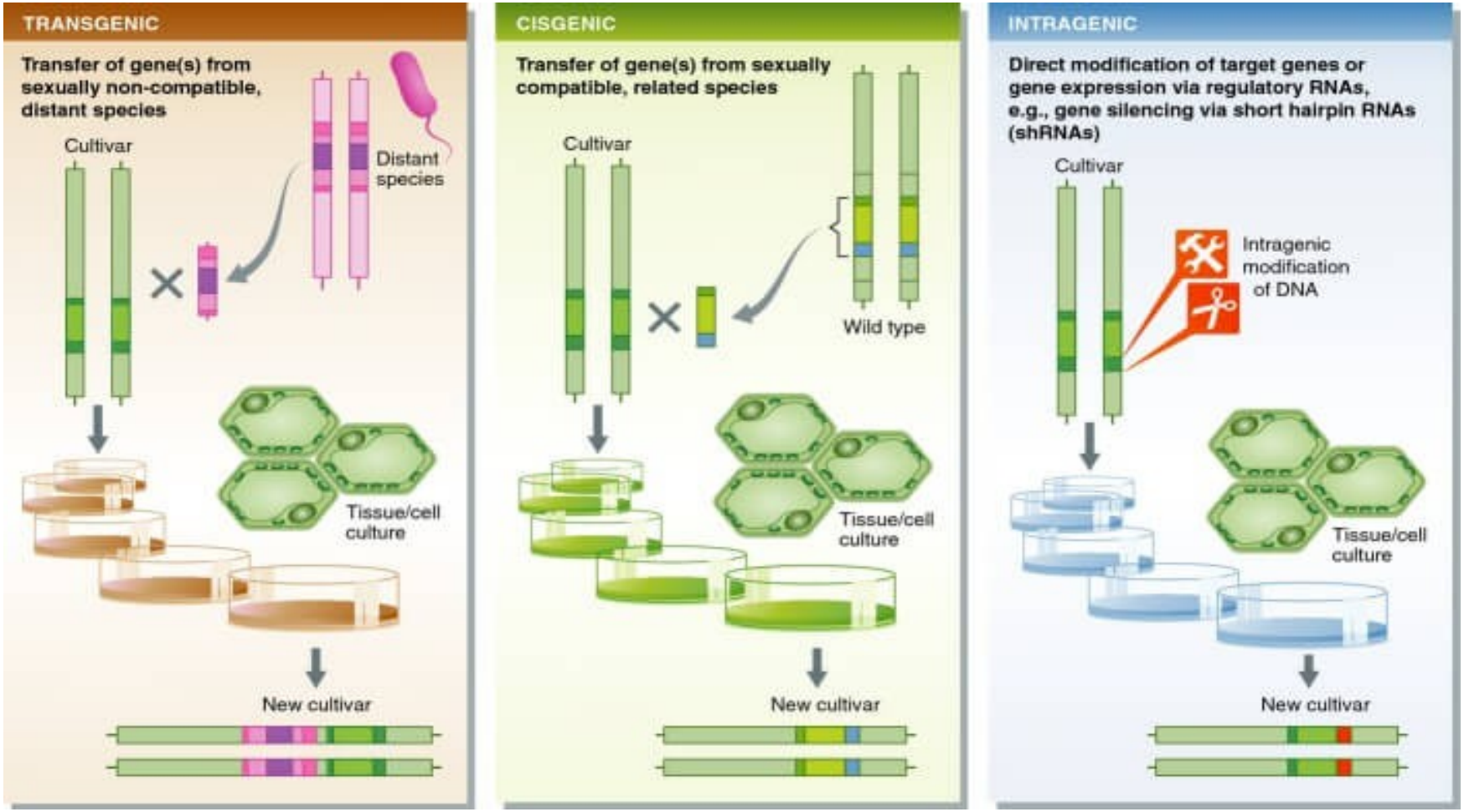



**Dwie nowe koncepcje transformacji genetycznej – intra- i cisgeneza, w których wprowadzany materiał genetyczny pochodzi z tego samego gatunku rośliny lub z gatunku spokrewnionego na tyle, że krzyżowanie z nim jest możliwe także w warunkach naturalnych. W tym przypadku zastosowana technologia nie spełnia wszystkich kryteriów otrzymywania GMO,.**

**W przypadku cisgenezy wprowadzany gen, introny, elementy regulatorowe są niezmienione i ciągłe. Stosując cisgenezę, możemy uzyskać w znacznie krótszym czasie rezultaty, które można by odtworzyć, korzystając z tradycyjnych metod hodowli.**

**Intrageneza dopuszcza zmiany we wprowadzanym materiale genetycznym, możliwe jest zestawienie genów z różnymi promotorami czy innymi elementami regulatorowymi, a także stosowanie wyciszania genów, np. przez wykorzystanie zjawiska interferencji RNA (RNAi), wykorzystując własne (endogenne) zasoby informacji genetycznej danego organizmu. Dzięki temu wachlarz możliwości wprowadzania nowych cech jest szerszy**

# Cisgeneza i intrageneza



# Cisgeneza i intrageneza

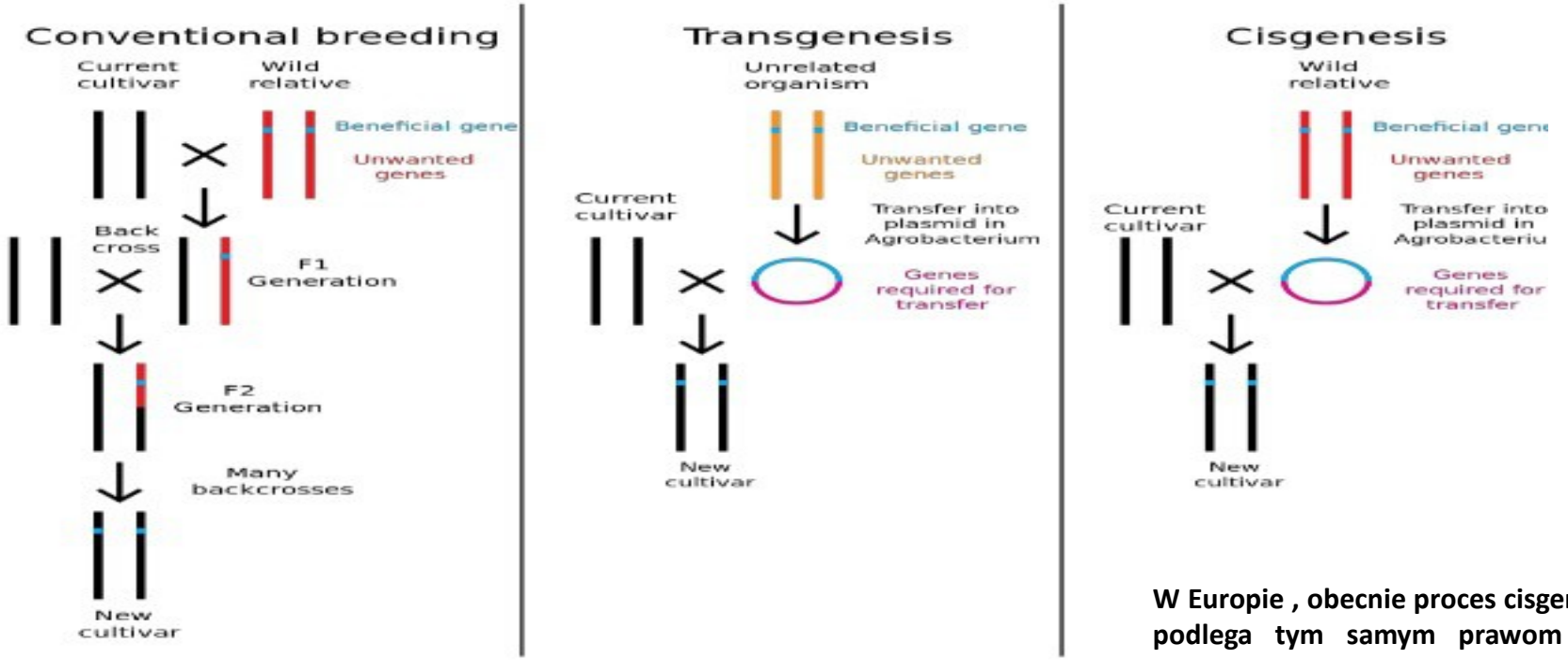
- Ostatnie postępy w sekwencjonowaniu genomu roślin ułatwiają izolację genów niosących cechy pozytywne z gatunków krzyżujących się ze sobą. Geny te nazywano cisgenami. Coraz więcej cisgenów zostało wyizolowane i nie są to geny obcogatunkowe. Pozwala to na modyfikację genomów roślinnych bez zmiany puli genowej. To nowe podejście do hodowli po raz pierwszy nazwane zostało cisgenezą przez Schoutena i wsp. w 2006r. Zdefiniował on cisgeniczną roślinę jako „roślinę uprawną, która została genetycznie zmodyfikowana przez wprowadzenie jednego lub więcej genów wyizolowanych od zdolnego do krzyżowania się dawcy”
- Zsekwencjonowanie genomu roślin ułatwia izolację cisgenów z krzyżówek uprawnych lub dzikich gatunków. Wysokowydajne metody sekwencjonowania opłacalnych cech pozwalają na zsekwencjonowanie genomu całej rośliny w ciągu kilku dni, a nie kilku lat, jak to było w przeszłości w klasycznych metodach hodowlanych..

# Cisgeneza i intrageneza

- **Obecnie zsekwencjonowano od 1995 roku genomy ponad 180 gatunków. Zapewnia to wiedzę o rożnych zasobach genowych, i ułatwia izolację cisgenów z dajacych się krzyżować gatunków roślin uprawnych lub dzikich . Postęp w biologii molekularnej roślin znacznie ułatwił izolację genów roślinnych związanych z ważnymi gospodarczo cechami, który stanowi alternatywę dla długoterminowego procesu tradycyjnej hodowli**
- **Na przykład, wprowadzenie genu *R1,* oporności na zarazę, z dzikiego typu ziemniaka *(Solanum demissum)* do uprawnego ziemniaka *(S. tuberosum)* jest cisgenzą, a przeniesienie genu *Bt* z bakterii *Bacillus thuringiensis* do genomu bawełny, soi czy kukurydzy aby stały się odporne na szkodniki to transgeneza.**
- **Zarówno transgeneza i cisgeneza używają tych samych technik modyfikacji genetycznej na wprowadzenie genu (-ów) do DNA rośliny, Cisgeneza wprowadza tylko interesujące geny od samej rośliny lub z krzyżującego się gatunku. i. Zatem cisgeneza a mniejszym stopniu różni się od tradycyjnej hodowli lub procesów występujących w przyrodzie. Nie ma zagrożenia dla środowiska a uwalnianie cisgentycznych roślin do środowiska jest tak bezpieczne, jak tradycyjnie hodowanych roślin. To jednak nadal ta metoda mieści się w definicji opisującej GMO**

# Cisgeneza i intrageneza

- **A dlaczego jest to technika GMO ?**

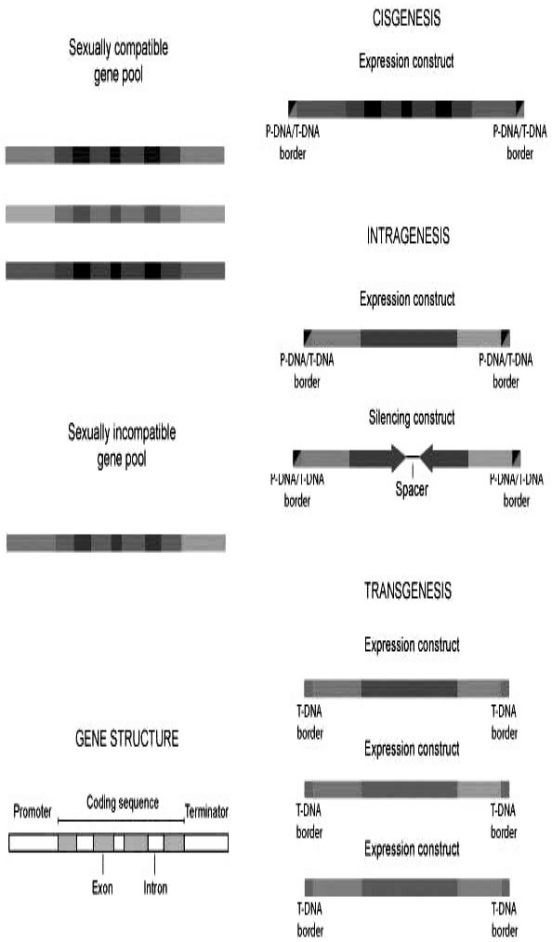



11-09-2014 Department of Plant Biotechnology 21

**W Europie , obecnie proces cisgenezy podlega tym samym prawom jak GMO naukowcy z Uniwersytetu w Wageningen w Holandii uważają, że to powinno być zmienione i uregulowane w taki sam sposób jak konwencjonalna hodowla roślin . Jednak inni naukowcy, z tym się nie zgadza.**

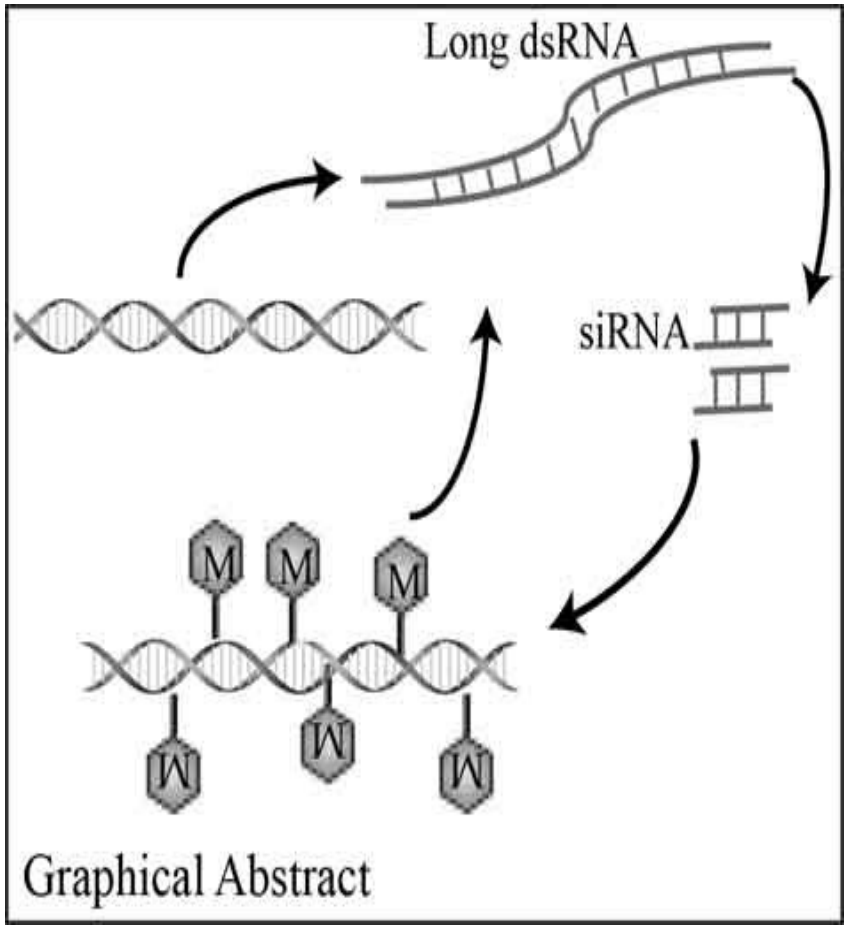
# Cisgeneza i intrageneza

- Intrageneza to technika modyfikacji genetycznej, w której wprowadzany intragen również pochodzi z tego samego lub krzyżującego się gatunku, ale w przeciwieństwie do cisgenów, intrageny są hybrydowymi genami, które mogą mieć elementy genetyczne z różnych genów oraz loci (Rommens i in. , 2007). W wyniku tego, ekspresja pewnego genu mogą być modyfikowana z zastosowaniem różnych regionów promotora lub terminatora. Intrageneza umożliwia budowę nowych kombinacji genetycznych, wprowadzając zmienność ekspresji genów, tworzenie nowych wzorów ekspresji i w konsekwencji nowych GMO o innowacyjnych właściwościach. Opiera się na wykorzystaniu natywnych genów w porównaniu z zastosowaniem hybrydowych genów cisgenezy, którą można uznać bliższą tradycyjnej hodowli niż intrageneza.



# RdDM – zależna od RNA metylacja DNA

- Kolejną techniką, która umożliwia wprowadzenie nowych cech w roślinach bez wprowadzania mutacji czy dodatkowego materiału genetycznego, jest RdDM – zależna od RNA metylacja DNA. Umożliwia ona zmianę ekspresji genów. RdDM powoduje transkrypcyjne wyciszenie docelowego genu poprzez metylację jego sekwencji promotorowej. Stosując odpowiednią metodę transformacji do komórek roślinnych wprowadza się konstrukt genowy. Po transkrypcji powstałe z niego dwuniciowe RNA zostaje poddane obróbce przez specyficzne enzymy komórkowe, w wyniku której tworzone są krótkie 21-24 nukleotydowe RNA, które kierują metylacją homologicznej sekwencji promotorowej.



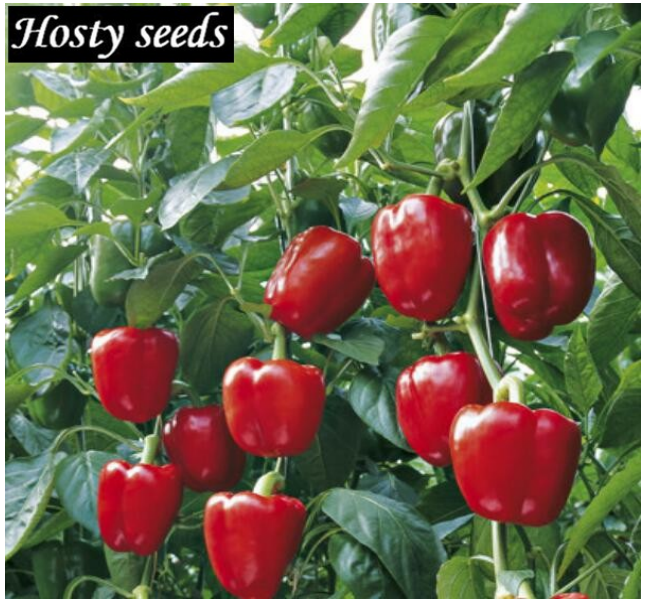
# RdDM – zależna od RNA metylacja DNA

- W ten sposób następuje zahamowanie transkrypcji danego genu. W organizmach roślinnych wprowadzone zmiany, a tym samym pożądana cecha, są dziedziczone przez kolejne pokolenia i poprzez segregację w obrębie populacji hodowlanej, prowadzą do wytworzenia odmiany, w której status metylacji jest zmieniony, ale nie zawiera ona egzogennego konstruktu.
- Proces RdDM wykorzystano dotychczas do zmiany ekspresji genów u kukurydzy (związanych z cechą męskiej sterylności), ziemniaka (geny związane z produkcją skrobi) czy u roślin ozdobnych (geny warunkujące pigmentację kwiatów)
- Chyba jednak GMO zgodnie z jego definicją

# Szczepienie na podkładce GM

**Zraz nie-GM**

**Podkładka GM**

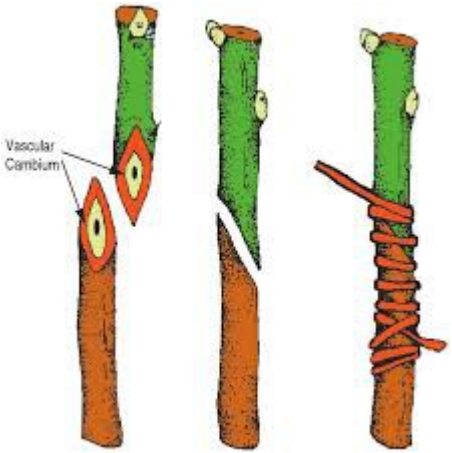


# Szczepienie na podkładce GM

Szczepienie jest z kolei metodą, w której nadziemne części wegetatywne jednej rośliny (zraz) są przytwierdzane do korzenia drugiej rośliny, który został uprzednio transformowany, w wyniku czego powstaje chimeryczny organizm o polepszonych cechach użytkowych, który współdzieli pojedynczy układ naczyniowy.

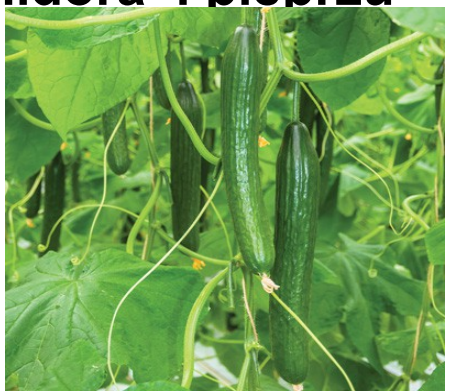
Stosując różnego rodzaju metody modyfikacji genetycznej, jak np. transformacja z udziałem Agrobacterium czy podejście biolistyczne, zmieniane są cechy, takie jak zdolność ukorzeniania czy odporność na choroby roślin wywoływane przez patogeny glebowe.

.



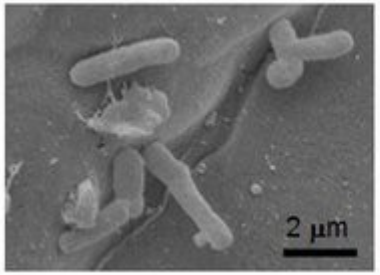
# Szczepienie na podkładce GM

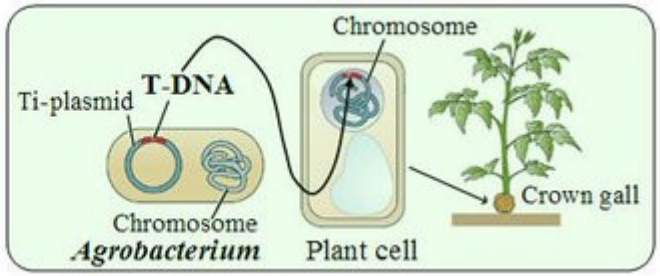
- Kiedy niezmodyfikowany zraz jest szczepiony na zmodyfikowanej genetycznie podkładce, nadziemne części rośliny takie jak łodyga, liście, kwiaty, nasiona i owoce nie będą posiadały zmienionej informacji genetycznej, jednak dzięki wprowadzonym w obrębie korzenia zmianom możliwe jest osiągnięcie np. wyższego plonowania
- Głównymi cechami modyfikowanymi przez szczepienie na podkładach GM jest odporność na wirusy wprowadzona m.in. do ziemniaków, winorośli, arbuza, groszku i ogórka, odporność na zasolenie w przypadku roślin z rodziny psiankowatych i dyniowatych czy odporność na suszę u pomidora i pieprzu



# Agroinfiltracja

- Kolejnym przykładem nowych technik hodowlanych jest agroinfiltracja. Jest to technika wykorzystywana do badania interakcji między rośliną patogenem, roli elementów regulatorowych w konstruktach genowych, a także produkcji wysokiej jakości rekombinowanych białek. Polega ona na nasączaniu tkanek roślinnych, najczęściej liści, wodną zawiesiną z komórkami Agrobacterium, które są zmodyfikowane genem, którego przejściową i lokalną ekspresję chcemy uzyskać w roślinie.
- W przypadku programów hodowlanych najczęściej technika ta wykorzystywana jest do badań przesiewowych roślin o pożądanym fenotypie. Jednym z przykładów jest wykorzystanie agroinfiltracji do rozpoznania fenotypów odpornych na patogeny, które mogą zostać następnie użyte jako rośliny wyjściowe do kolejnych krzyżówek.

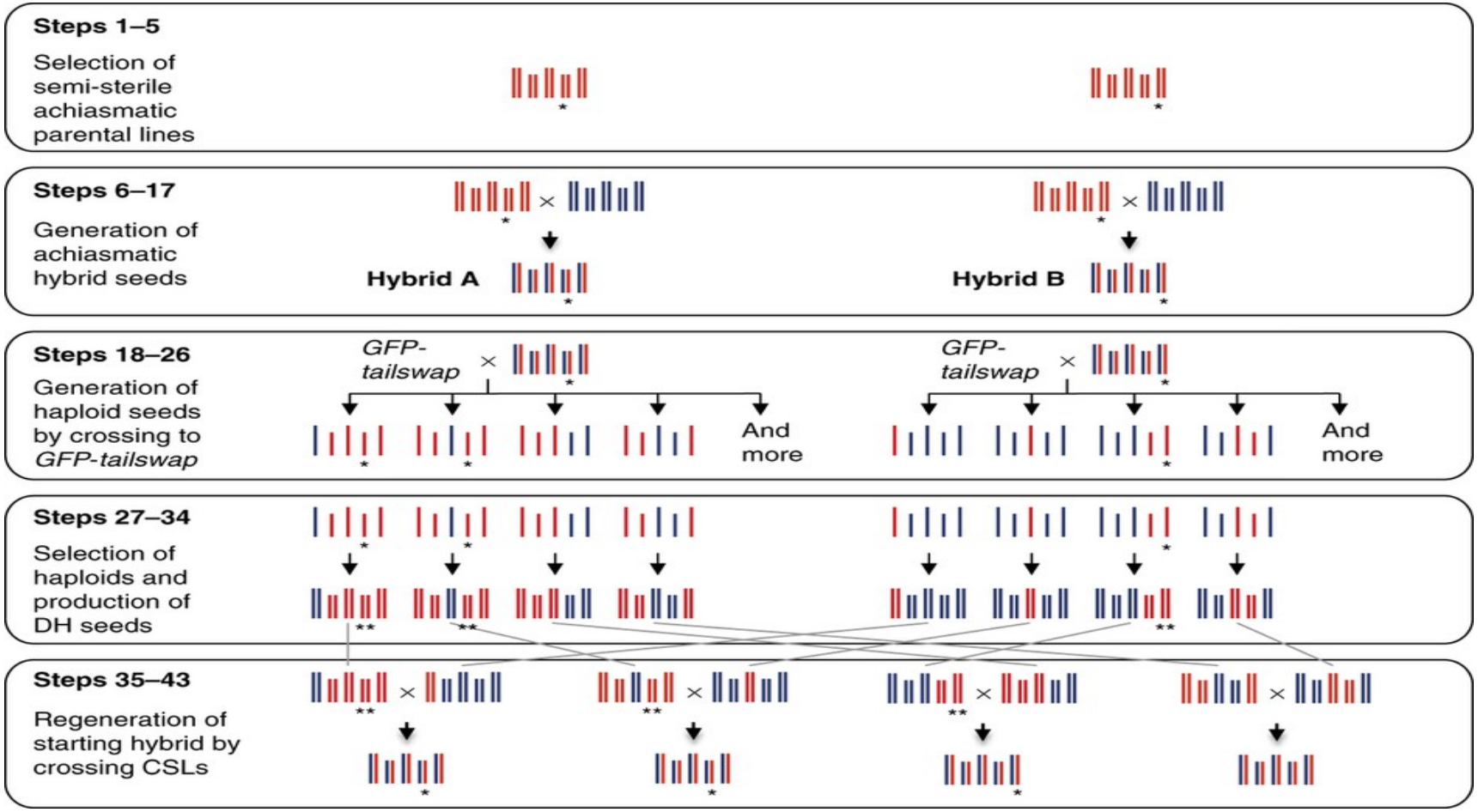


# Hodowla odwrocona

- **Hodowla odwrocona - nowa metoda hodowli roślin, który polega na hamowaniu rekombinacji mejotycznej w celu odtworzenia homozygotycznych linii rodzicielskich, bez konieczności krzyżowania wstecznego lub doboru. Jest sposobem wydajnej produkcji roślin homozygotycznych z wykorzystaniem heterozygotycznych roślin , które mają wszystkie pożądane cechy . Podczas gdy u naturalnego potomstwa występuje rekombinacja genetyczna i cechy mogą być odłączone od siebie, w podwójnych komórkach haploidalnych oraz w powstałych rekombinowanych roślinach DH nie jest już problemem.**
- **Tu, rekombinacja między dwoma właściwymi chromosomami nie prowadzi do rozdzielenia alleli lub cech, ponieważ rekombinacja dotyczy identycznej kopii. Tak więc, na jednym chromosomie cechy pozostają połączone. Wybór tego potomstwa posiadającego pożądany zestaw chromosomów spowoduje powstanie pokolenia F1 hybrydy , mającej dokładnie taki sam zestaw chromosomów i genów cech jak wyjściowe rośliny rodzicielskie. Homozygotyczne linie rodzicielskie możemy odtworzyć z oryginalnych heterozygotycznych roślin poprzez krzyżowanie, bez konieczności rozmnażania wegetatywnego, ale w wyniku krzyżówki dwóch linii homozygotycznych podwojonych haploidów pochodzących z pierwotnie wybranych roślin.**

# Odwrócona hodowla



# Syntetyczna biologia

- Istnieje dyscyplina naukowa, będąca połączeniem inżynierii genetycznej i biologii molekularnej, zwana **biologią syntetyczną**. Naukowcy, którzy pracują w tej dziedzinie, zajmują się projektowaniem i kreowaniem sztucznych systemów biologicznych. Czemu mają służyć te eksperymenty? Naukowcy maja nadzieję, że w ten **sposób** uda się stworzyć organizmy, np. glony, które będą oczyszczały środowisko zanieczyszczeń tworzyły substancje, które będzie można wykorzystać do wytwarzania **energii**. Nowe organizmy można tez będzie wykorzystywać przy produkcji szczepionek lub żywności

# Syntetyczna biologia

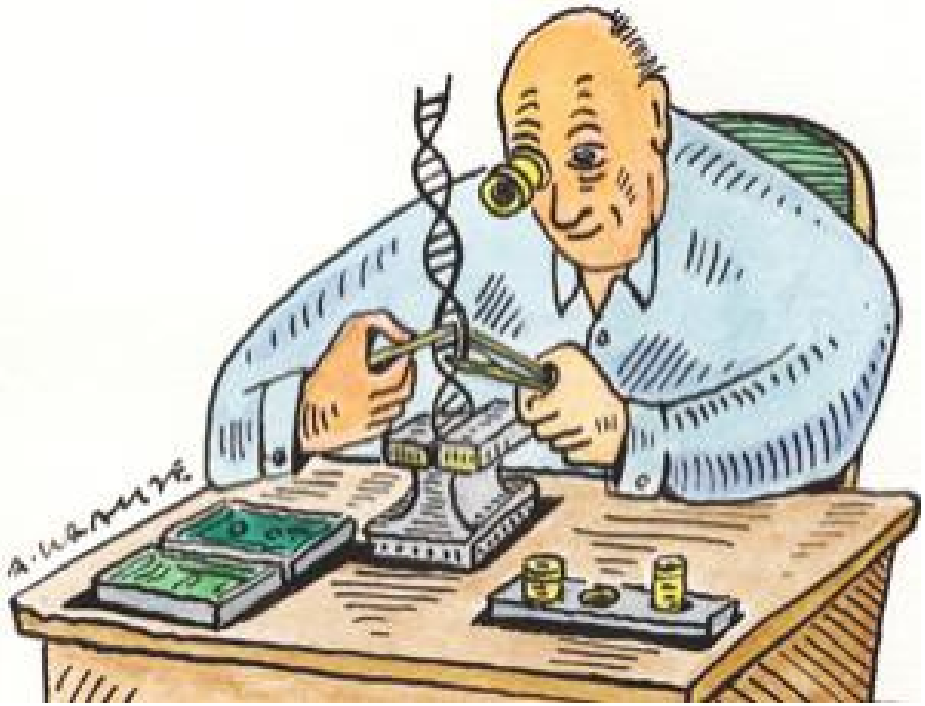
- Dynamiczny rozwój biologii syntetycznej zainicjował serię pytań dotyczących etyki, zagrożenia biologicznego, medycyny oraz ochrony własności intelektualnej. Podobnie jak podczas wcześniejszych debat na temat biotechnologii powstało wiele obaw związanych z niewłaściwym wykorzystaniem nowych odkryć i technologii będących owocami biologii syntetycznej. Przykładem może być teoretyczna możliwość otrzymania patogennych mikroorganizmów na skutek zaistnienia nieznanych wcześniej efektów wywołanych przez wprowadzenie obcych układów regulujących ekspresję genów

# Patenty

Podobnie jak w przypadku GMO, debata naukowa na temat nowych technik hodowli roślin jest utrudniona przez względy ekonomiczne, w których patenty odgrywają kluczową rolę.

Do 2011 roku, uzyskano w sumie 84 patentów związanych z nowymi metodami hodowlanymi, które w większości zostały dokonane w ciągu ostatniej dekady. Większość wniosków patentowych pochodziło z USA (65%), a następnie od wnioskodawców z UE (26%). Zdecydowana większość (70%) pochodziła z prywatnych firm.

Dyrektywa Biotech wypowiada się na temat udzielania ochrony praw własności intelektualnej dla wynalazków biotechnologicznych, i wyjaśnia, jakie wynalazki podlegają opatentowaniu lub nie, ze względów etycznych.

W roku 2013, parlament uchwalił ustawę o biopiractwie , zabraniającą przemysłowi wykorzystania do patentów wiedzy wypływającej z tradycji ludowej jak np. komercyjnego wykorzystania wiedzy lokalnej, w zielarstwie i fitoterapii.

- Dziękuję za uwagę