

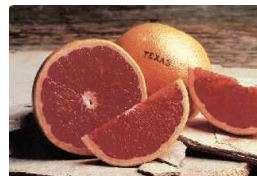
GMO-tietopaketti

Markku Keinänen
Itä-Suomen yliopisto

Muuntogeeninen kasvintuotanto, MTK ja BTNK, Kampustalo, Seinäjoki, 13.4.2010

Kasvinjalostuksen menetelmiä

- Risteytys ja valinta
- Mutaatiojalostus
- Lajien väliset risteytykset



Verigreippi 'Rio Red'



Ruisvehnä

Geenitekniikka kasvinjalostuksessa

Molekyyli-genetiikka

- Geenien eristäminen ja niiden toiminnan selvittäminen



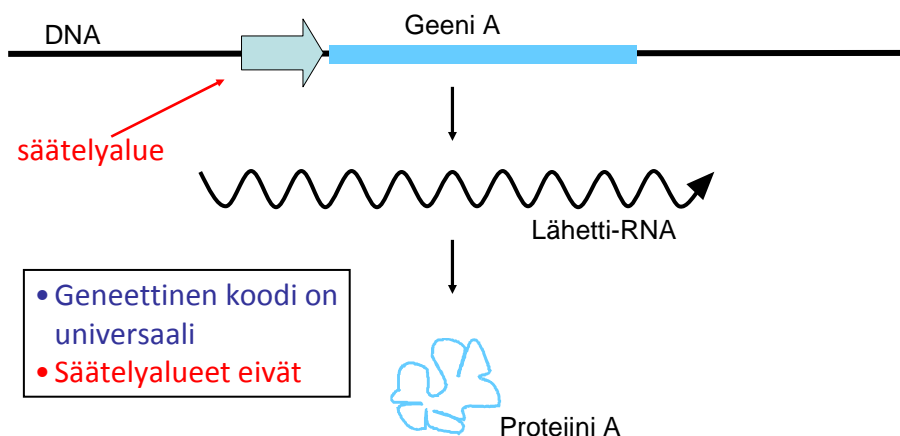
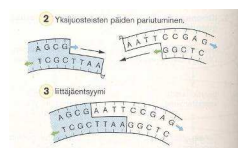
Geeninsiirtomenetelmät

- Solukkoviljelytekniikoiden soveltaminen



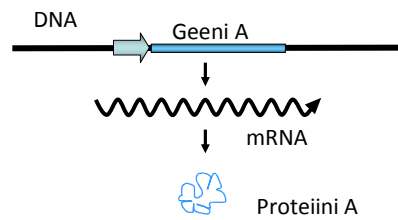
Teemu Teeri, HY

Geenitekniikka Yhdistelmä-DNA-tekniikka



Geeninsiirrolla avulla kasveihin voidaan lisätä uusia ominaisuuksia

Geneettinen koodi on universaali

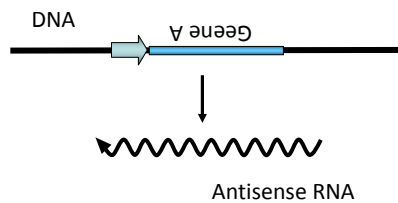


'Kultaiseen riisiin' muodostuu β -karoteenia. Riisiin on siirretty geenejä narsissista ja bakteerista.

Teemu Teeri, HY

...ja poistaa vanhoja

'Antisense RNA' pysäyttää geenitoiminnan



Valkoiset gerberat on johdettu punaisesta siirtämällä kasviin yksi gerberan omista väriaineiden muodostumiseen osallistuvista geneistä 'antisense' asennossa.

Teemu Teeri, HY

Maatalouteen liittyvien bioteknisten edistysaskelien kehittyminen		
Teknologia	Ajanjakso	Biotekniiikan edistysaskeleet
Perinteinen	noin 10 000 eaa.	Luonnon antimien käyttö ravinnonlähteenä, maanviljelyn alku, ensimmäiset kotieläimet, valintajalostus alkaa (kasvimateriaalin lisäys, eläinten jalostus).
	noin 3 000 eaa.	Oluen pano, juuston teko, viinin käyttäminen
Tavanomainen (perinteinen)	1800-luvun loppu	Gregor Mendel havaitsi perinnöllisyyden pääsäännöt (julkaisu 1865) ja loi tavanomaisen (suunnitellun) jalostuksen perustan.
	1930-luku	Hybridimaissin kaupalliset lajikkeet
	1940-luvulta 1960-luvulle	Keinotekoinen mutageneesi, solukkoviljelytekniikat ja kasvien lisääminen solukosta (regenerointi). Havainto, että perimän siirtyminen mikrobien välillä aiheuttaa ominaisuuksien muuttumisen (transformaatio ja transduktio). Watson ja Crick selvittivät DNA:n rakenteen 1953. Siirtyvien geenien tunnistaminen (hyppivät geenit, transposonit).
Lähde: Kettunen, R., Hielm, S. ja Valkonen, J. 2006: Vihreää biotekniikkaa. Biotekniiikka nyt ja tulevaisuudessa, Biotekniiikan neuvottelukunta.		

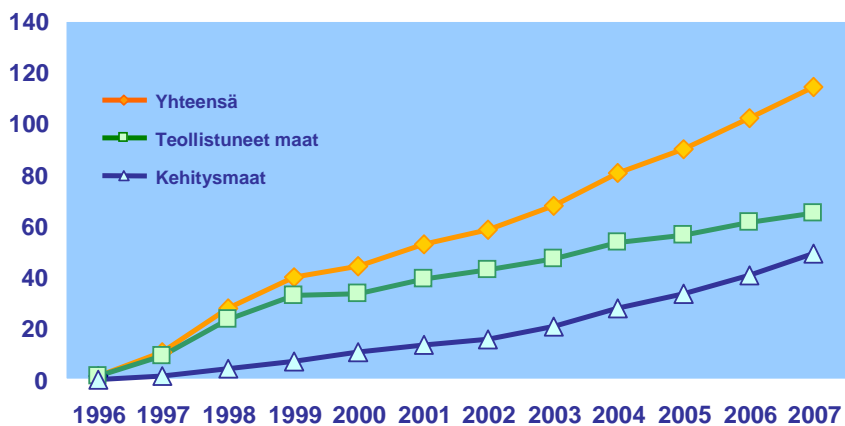
Maatalouteen liittyvien bioteknisten edistysaskelien kehittyminen		
Teknologia	Ajanjakso	Biotekniiikan edistysaskeleet
Moderni	1970-luku	Geenien siirto eliöiden välillä yhdistelmä-DNA-tekniikan avulla. Kasvibiotekniikan käyttö kasvinjalostuksessa (alkionpelastaminen, protoplastifusiot). Keinohedelmöitys eläinjalostuksessa.
	1980-luku	Insuliini, ensimmäinen geenitekniikan avulla tuotettu tuote, tuli markkinoille. Solukkoviljelytekniikan käyttö kasvien massatuotannossa. Alkionsiirto eläintuotannossa. Ensimmäinen muuntogeeninen kasvi 1983. Ensimmäiset muuntogeenisten kasvien kenttäkokeet Suomessa 1980–1990-luvun vaihteessa.
	1990-luku	Perimän yksilöllisten ominaisuuksien hyödyntäminen eliöiden tunnistamisessa (geneettiset sormenjäljet). Ensimmäinen muuntogeeninen elintarvike, FlavrSavr-tomaatti, myytiin. Muuntogeenisten viljelykasvien laajamuotoinen kasvatus 1990-puolivälistä alkaen. Geenitekniikalla tuotetut rokotteet ja hormonit. Eläinten kloonaminen (Dolly-lamma, 1997).
	2000-luku	Menetelmät genomien toiminnan hahmottamiseen kokonaisuutena: genomiikka, proteomiikka, metabolomiikka, bioinformatiikka.
Lähde: Kettunen, R., Hielm, S. ja Valkonen, J. 2006: Vihreää biotekniikkaa. Biotekniiikka nyt ja tulevaisuudessa, Biotekniiikan neuvottelukunta.		

Esimerkkejä tulevaisuuden muuntogeenisten kasvien sovelluksista		
Sovellus	Ominaisuus	Esimerkki kohdekasvista
Parantunut satoisuus	kuivuudenkestävyys suolankestävyys alumiinikestävyys taudinkestävyys	maissi riisi riisi, maissi, papaija peruna
Parantunut ravintoarvo	A-vitamiinin korkeampi pitoisuus kohotettu rautapitoisuus vähentyneet toksiinit tärkkelyskoostumus uusi rasvahappokoostumus	riisi, sinappi riisi kassava ohra, vehnä öljykasvit kuten rapsi, kookospähkinä
Parantuneet ominaisuudet	värimuutokset, makumuutokset	kukat (sininen ruusu), tomaatti
Lääketieteelliset sovellukset	rokotteiden tuotto	banaani, peruna, tomaatti, tupakka
Teollisuuden raaka-aineet	biohajoava muovi muokattu tärkkelys biopoltoaineet (alkoholi)	maissi maissi, peruna ¹⁾ sokeriruoko
"Itsesäätävät" kasvit	geenivirran esto	rapsi, koivu ²⁾
Ympäristönparannus, saastuneen maaperän puhdistaminen (biosanitaatio; bioremediaatio)	elohopea kadmium	lituruoho tupakka

Esimerkkejä kehitteillä olevista sovelluksista: GM-kenttäkokeet Yhdysvalloissa 2005

Phenotype category	Number of applications
Herbicide tolerance	3820
Insect resistance	3250
Product quality	2497
Agronomic properties	1099
Virus resistance	886
Other*	673
Fungal resistance	661
Marker gene	627
Bacterial resistance	115
Nematode resistance	32

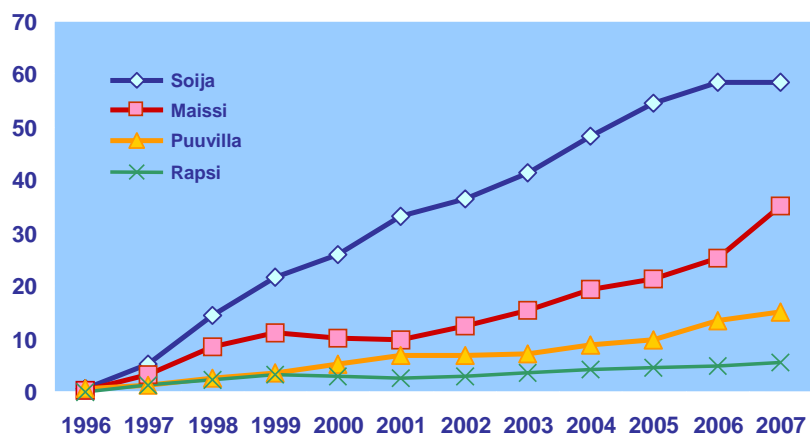
Muuntogeenisten kasvien viljely 1996-2007: Teollistuneet ja kehitysmaat (milj. ha)



(2007: 114,3 milj. ha = n. 7 % maailman viljelysalasta)

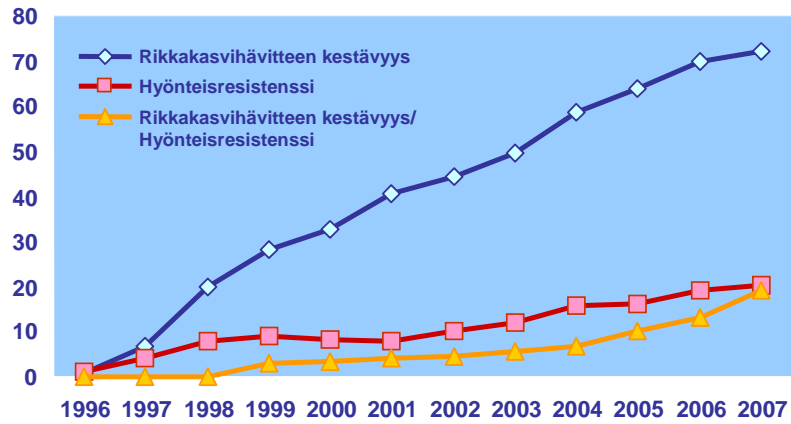
Lähde: Global Status of Commercialized Biotech/GM crops: 2007 (www.isaaa.org)

Muuntogeenisten kasvien viljely 1996-2007: Viljelykasvilajeittain (milj. ha)



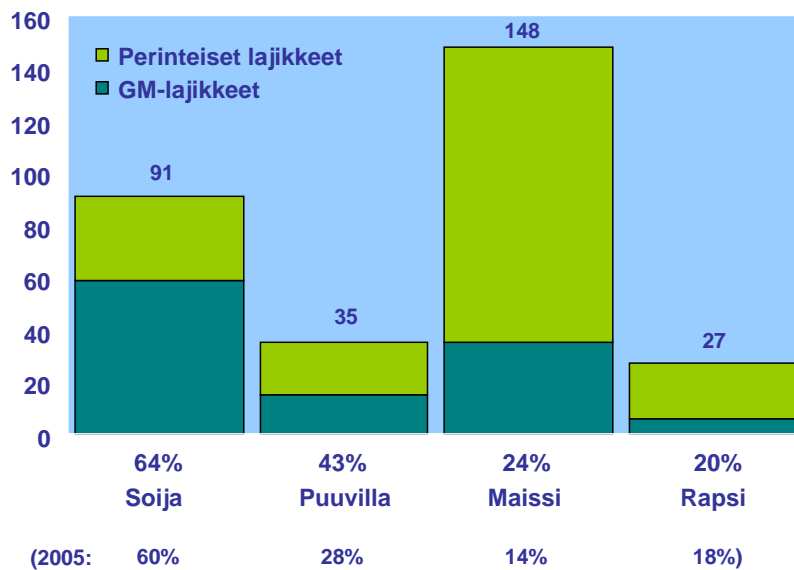
Lähde: Global Status of Commercialized Biotech/GM crops: 2007 (www.isaaa.org)

Muuntogeenisten kasvien viljely 1996-2007: Sovelluksittain (milj. ha)



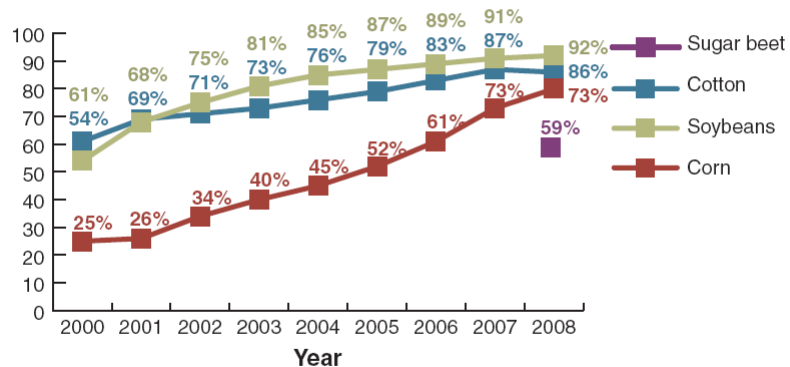
Lähde: Global Status of Commercialized Biotech/GM crops: 2007 (www.isaaa.org)

GM-lajikkeiden osuus (%) tärkeimmillä muuntogeenisilla viljelykasveilla (milj. Ha) 2007



Muuntogeenisten viljelykasvien osuus tuotannosta Yhdysvalloissa

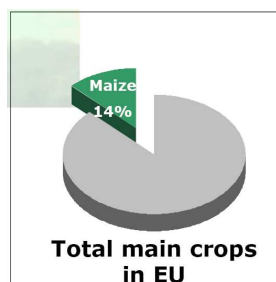
Herbicide-tolerant sugar beet constituted 59% (258,000 hectares) of the US crop in its first year of adoption.



Source: National Agricultural Statistics Service

EU:ssa viljelyssä yksi GM-viljelykasvi: Bt-maissi

- Pääasiallisten viljelykasvien kokonaistuotantoala EU:ssa 92,4 milj. ha
- Maissin viljelyala 13,2 milj ha
- Maissista 1% GM-maissia
- Syynä maissikoisa (European corn borer)



Onko GM-kasvien viljelystä haitallisia seurauksia ympäristölle?

Useita satoja tieteellisiä tutkimuksia GM-kasvien viljelyn seurauksista muille eliöille ja eliöyhteisöjen monimuotoisuudelle:

- Ei haitallisia vaikutuksia
- **Perinteisten lajikkeiden välinen vaihtelu suurempaa kuin muuntogeenitekniikan aiheuttama**
- Tämä ei tarkoita sitä, etteikö haitallisia vaikutuksia voisi ilmetä: esimerkkinä muuntogeenien leviäminen GM-kasvien lähisukulaisiin tai perinteisiin viljelylajikkeisiin
- Rinnakkaiselo erityisesti luomun kanssa ongelmallista

Ongelmallinen valvonta: esimerkkinä herbisidiresistenssi

- Glyfosaattia kestävä maissi
 - Laaja riskianalyysi
- Atratsiinia kestävä maissi
 - Ei erityismääräyksiä



Risk Class	GM herbicide resistant (regulated in the EU)	Upgraded non-GM herbicide resistant (not regulated in the EU)
Change in persistence or invasiveness of the crop	Risk possible	Risk possible
Gene flow by pollination to weeds and feral plants	Risk possible	Risk possible
Reduced efficacy of weed control	Risk possible	Risk possible
Effect on wildlife biodiversity	Risk possible	Risk possible
Effect on soil and water	Risk possible	Risk possible

Morris, S. H. 2006. EU biotech crop regulations and environmental risk: a case of the emperor's new clothes? Trends in Biotechnology 25: 1-6.

GM-rehu on turvallista eläimille

- Muuntogeeninen rehusoija hyväksyttiin EU:ssa jo 1996
- hyväksymistä edelsivät laajat tutkimukset, joissa GM-soijarehua syötettiin hiirille, rotille, siipikarjalle, sioille, lehmille ja kaloille
- **mitään haittavaikutuksia ei ole havaittu**
- **vastaavat tutkimukset myös perunan osalta**
- EU-lainsäädännön mukaan jo hyväksytyt muuntogeeniset rehut ja elintarvikkeet arvioidaan uudelleen uusimman tutkimustiedon valossa 10 vuoden välein
- **Muuntogeenisten rehujen ja elintarvikkeiden turvallisuus testataan tarkemmin kuin minkään muiden vastaavien tuotteiden**

Muuntogeenisten kasvien oletetut hyödyt

- Muuntogeenisistä sovellutuksista maataloudessa ovat tähän mennessä hyötynneet niitä kehittäneet yritykset ja elintarviketeollisuuden tuotantoketju, mukaanlukien viljelijät
- Kuluttajan kannalta hyöty ei ole ollut ilmeistä
 - tuotteen hinta?
 - vähemmän torjunta-ainejäämiä?

Muuntogeeniset viljelykasvit viljelijän kannalta

- Viljelijät viljelevät muuntogeenisiä kasveja vain jos kuluttajatkin sitä haluavat
 - kuluttaja ei välttämättä hyljeksi muuntogeenisiä elintarvikkeita, jos hinta on sopiva
- Viljelyn pitää olla kannattavaa
 - viljelystä ei saa aiheutua huomattavaa lisätyötä tai kustannuksia, joita ei saa takaisin tuotteen hinnassa
- Tuotantomuotojen erilläänpidosta aiheutuu kustannuksia:
 - eristysjärjestelmät
 - erilliset laitteet ja varastot
 - kuka maksaa?

Mitä muuntogeenisiä viljelykasveja Suomessa viljeltäisiin?

Suomessa paikallinen kasvinjalostus tärkeää, koska valtaosa Pohjoismaiden ulkopuolella jalostetuista lajikkeista ei sovellu meillä viljeltäväksi

Tällä hetkellä maailmassa viljeltävät muuntogeeniset lajikkeet eivät yleensä lupaavia Suomen oloissa

- **Tärkkelysperuna**
- Kenties rapsi ja sokerijuurikas

Ilmastonmuutos voi muuttaa tilannetta, mutta

- Kylmiä jaksoja jatkossakin Suomessa enemmän kuin Keski-Euroopassa
- Päivän pituus ei muutu

Toisaalta,

- Suomessa lähes kaikki viljelykasvit ovat tulokkaita (esim. peruna), eikä niillä meillä ole risteytyviä lähisukulaisia: siirtogeenien leviäminen luontoon epätodennäköistä

- Valoisa kasvukausi voi olla etu ns. toisen sukupolven sovelluksissa, kuten erityistarkoituksiin viljeltävissä, terveysvaikutteisia tai muuten hyödyllisiä yhdisteitä sisältävissä lajikkeissa (ei lähivuosina)

Kiitos.