

Geneettisesti muunnellut ainekset rehuissa (ja elintarvikkeissa)

Annikki Welling
Kemian laboratoriopalvelut
Evira

Sisältö

- Keskeinen GM lainsäädäntö ja sen sisältö
- Markkinoilla olevat GM raaka-aineet
- Tulevaisuuden GM raaka-aineet
- GM analytiikka
- Nykytilanne Suomessa

Termistöä

- Geenimuuntelu, muuntogeeninen, siirtogeeninen
- GM, gm, GMO (geneettisesti muunnettu organismi)
- GM tapahtuma (GM event)

- **Määritelmä:** Geneettisesti muunnetun organismin (gmo) perintöainesta on muutettu tavalla, joka ei toteudu luonnossa pariutumisen tuloksena ja/tai luonnollisena geenien siirtymisenä eli rekombinaationa.
- GMOt voivat olla kasveja, eläimiä tai mikro-organismeja.

- Muuntogeeniset (gm) elintarvikkeet tai rehut sisältävät muuntogeenisiä organismeja tai on valmistettu niistä.

- Geneettisestä muuntamisesta peräisin olevaa DNA:ta tai proteiinia ei välttämättä ole lopputuotteessa enää havaittavissa (esim. öljyt).

Keskeinen GM-lainsäädäntö

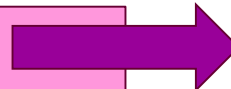
**Direktiivi GMOjen
tarkoituksellisesta levittämisestä
ympäristöön 2001/18/EY**



rehut
kenttäkokeet
suljettu käyttö (tutkimus)
markkinoille saattaminen

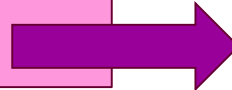
Geenitekniikkalaki 377/1995

**Asetus muuntogeenisistä
elintarvikkeista ja rehuista (EY) N:o
1829/2003**



rehut ja elintarvikkeet
GM hakemukset
riskinarviointi
merkintä
jäljitettävyyys (ENGL)

**Komission suositus
rinnakkaiselosta 2003/556/EY,
uudistettu 2010/C200/01**



GM kasvien viljely

Lisäksi: **Yleinen elintarvikeasetus (EY) N:o 178/2002,**
elintarvikelaki 23/2006,
pakkausmerkintäsäädökset, siemenkauppalaki, rehulaki

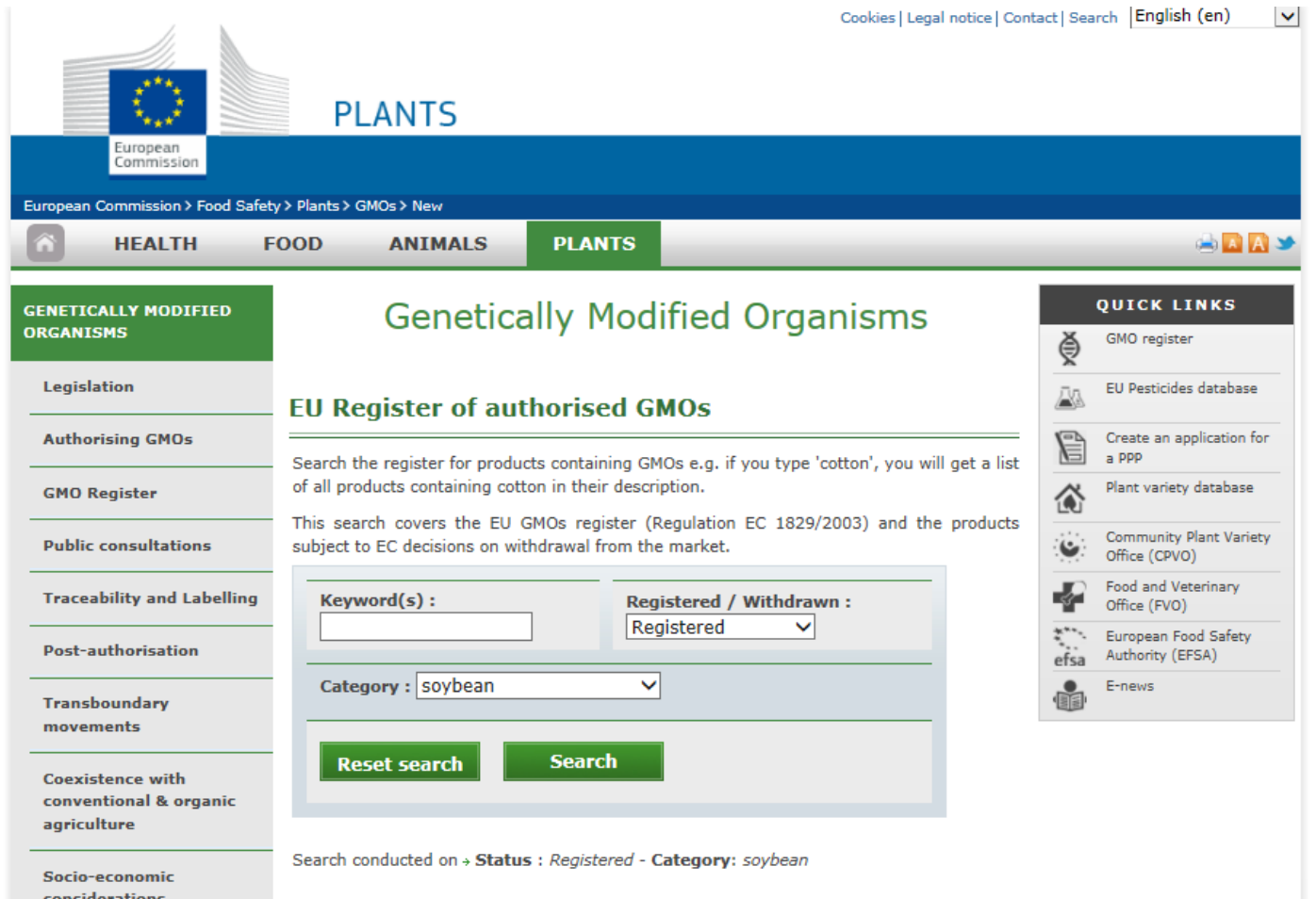
Lainsäädännön keskeinen sisältö

- Turvallisuus arvioidaan ennakkoon
- Keskitetty päätöksenteko EU:ssa: yhteiset markkinat → yhteinen harmonisoitu lainsäädäntö → tasapuolisuus
- Suljetun käytön piiriin kuuluvat (tutkimuskäyttö) päätetään kansallisesti
- Elintarvikkeet, rehut ja viljely kokonaisuutena
- Pakkausmerkinnät ovat pakollisia
- Valvottavuus ja jäljitettävyys
- Lupien määräaikaisuus (10 vuotta)
- Yleisön kuuleminen



Mitä GMOja markkinoilla on?

http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm



The screenshot shows the 'PLANTS' section of the European Commission's website. The main heading is 'Genetically Modified Organisms' and the sub-heading is 'EU Register of authorised GMOs'. A search form is visible with the following fields:

- Keyword(s):
- Registered / Withdrawn:
- Category:

Buttons for 'Reset search' and 'Search' are located below the form. The search results at the bottom indicate: 'Search conducted on → Status : Registered - Category: soybean'.

The left sidebar contains a menu for 'GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS' with the following items:

- Legislation
- Authorising GMOs
- GMO Register
- Public consultations
- Traceability and Labelling
- Post-authorisation
- Transboundary movements
- Coexistence with conventional & organic agriculture
- Socio-economic considerations

The right sidebar contains a 'QUICK LINKS' section with the following items:

- GMO register
- EU Pesticides database
- Create an application for a PPP
- Plant variety database
- Community Plant Variety Office (CPVO)
- Food and Veterinary Office (FVO)
- European Food Safety Authority (EFSA)
- E-news

Mitä GMOja markkinoilla on?

- GMO:t, joita on muokattu geneettisesti ja jotka on hyväksytty elintarvike- ja rehukäyttöön Euroopassa (tammikuu 2017):
 - puuvilla 10
 - maissi 25 (1 maissitapahtuma hyväksytty viljelyyn)
 - soija 15
 - rapsi 4
 - sokerijuurikas 1
 - mikro-organismit 2

Minkä tyyppisiä GMot ovat tällä hetkellä?

EU:ssa hyväksytyt GM soijatapahtumat (marraskuu 2015)

GM tapahtuma	yhtiö	siirretyt geenit
Soybean (A2704-12)	[Bayer]	pat gene inserted to confer tolerance to the glufosinate -ammonium herbicide
Soybean (MON89788)	[Monsanto]	cp4 epsps gene inserted to confer tolerance to the herbicide glyphosate
Soybean (MON40-3-2)	[Monsanto]	cp4 epsps gene inserted to confer tolerance to the herbicide glyphosate
Soybean (MON87701)	[Monsanto]	cry1Ac gene inserted to confer protection against certain lepidopteran pests
Soybean (356043)	[Pioneer]	pat gene inserted to confer tolerance to the herbicide glyphosate gm-hra gene inserted to confer tolerance to the ALS-inhibiting herbicide
Soybean (A5547-127)	[Bayer]	pat gene inserted to confer tolerance to the glufosinate -ammonium herbicide
Soybean (MON87701 x MON89788)	[Monsanto]	cry1Ac gene inserted to confer protection against certain lepidopteran pests cp4 epsps gene inserted to confer tolerance to the herbicide glyphosate
Soybean (MON 87705)	[Monsanto]	cp4 epsps gene inserted to confer tolerance to glyphosate herbicides fragments of FAD2-1A and FATB1-A genes resulting in inhibition of the expression of the FAD2-1A and FATB1-A genes by RNA interference (RNAi), which leads to an increased oleic acid and reduced linoleic acid
Soybean (MON 87708)	[Monsanto]	DMO gene which confers tolerance to dicamba-based herbicides
Soybean (MON 87769)	[Monsanto]	Pj.D6D gene which results in conversion of linoleic acid to α-linolenic acid Nc.Fad3 gene which results in conversion of α-linolenic acid to stearidonic acid
Soybean (305423)	[Pioneer]	a fragment of the endogenous fad2-1 gene resulting, through RNA interference, in the silencing of the endogenous fad2-1 gene, which leads to an increased oleic acid and reduced linoleic acid and Glycine max-hra gene which confers tolerance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides
Soybean (BPS-CV127-9)	[BASF]	acetohydroxyacid synthase large sub-unit of Arabidopsis thaliana gene inserted to confer tolerance to the imidazolinone herbicides

Kestävyys rikkakasvien torjunta-aineita vastaan

Tuhohyönteis-kestävyys

Muuttunut rasvahappokoostumus

GM risteytykset

Samojen yhtiöiden tuotteita

Mitä GMOja markkinoille on tulossa?

- GMO:t, joille on haettu markkinointilupaa EU:ssa, ja jotka EFSA (European Food Safety Authority) on todennut turvallisiksi (tammikuu 2017):
 - puuvilla 5
 - maissi 11
 - soija 8
 - rapsi 3
 - riisi 1
- GM tapahtumiin on siirretty samoja geenejä → samoja ominaisuuksia kuin aikaisemminkin
- GM kasvien risteytykset → monta haluttua ominaisuutta samassa kasvissa

Uuden polven GM kasvit



- Geeninsiirtotapa erilainen
 - varttaminen
 - DNA metylaatio (esim. geenien hiljentäminen)
 - Kohdennettu mutageneesi
 - siirretään ainoastaan kasvin omia geenejä tai säätelyalueita
 - cis-geneesi: siirretään saman kasvilajin kokonaisia geenejä
 - Intrageneesi: muuten sama kuin cis, mutta geenifragmentteja on järjestetty uudelleen
 - eri tapahtumia sisältävät GM kasvit risteytetty (stacked events)
 - esim. Bt11 x MIR162 x MIR604 x 1507 x 5307 x GA21 maissi
- EU:ssa keskustellaan kuuluvatko kaikki nämä geenitekniikkalain piiriin
- Muuttuneet ominaisuudet
 - ravintosisältö muuttunut (kultainen riisi)

Mistä tietää sisältääkö elintarvike GM ainesta?

- Muuntogeenisyys näkyy **pakkausmerkinnöissä**
- Merkintätapa:
 - ”muuntogeeninen”
 - ”valmistettu muuntogeenisestä [ainesosan nimi]”
- Merkintävaatimuksen raja-arvo 0,9 %
- Pakkausmerkintävaatimus ei koske:
 - muuntogeenisen mikro-organismien avulla valmistettuja fermentaatiotuotteita (enää ole jäljellä muuntogeenistä mikrobia, esim. lisäaineet, aromit, vitamiinit)
 - eläimistä saatavia elintarvikkeita (esim. liha, muna, maito), vaikka eläintä on ruokittu GM-rehulla
 - ravintoloissa tai koulun keittiöissä tarjottavan ruoan esillepanoa

Gm-elintarvikkeiden ja rehujen valvonta on osa tavanomaista valvontaa

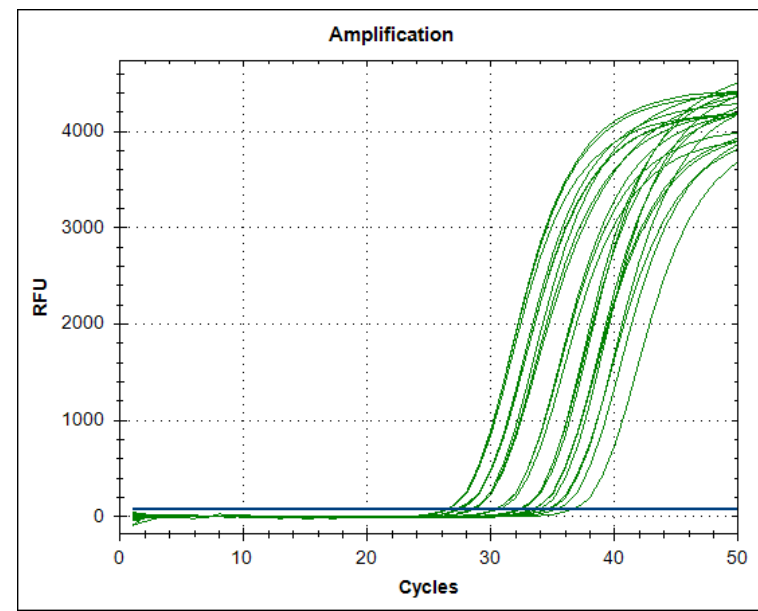


- Elinkeinonharjoittaja vastaa tuotteidensa määräystenmukaisuudesta (myös GM-ainesosien osalta)
- Kunnan elintarvikevalvontaviranomaiset (elintarvikkeet) ja Evira (rehut) valvovat toimijan omavalvontaa, suorittavat asiakirjavalvontaa, tekevät laboratorioanalyyskejä ja tekevät tarvittavat valvontatoimenpiteet
- Evira kouluttaa, suunnittelee, ohjaa ja johtaa kotimaista valvontaa ja koordinoi koko maata kattavat valvontaohjelmat
- Tulliviranomaiset vastaavat maahantuotujen elintarvikkeiden valvonnasta (kolmasmaatuonti, sisämarkkinatuonti)
- Valvontatulokset ovat julkisia, esim. Eviran sivuilla:

<https://www.evira.fi/tietoa-evirasta/julkaisut/>

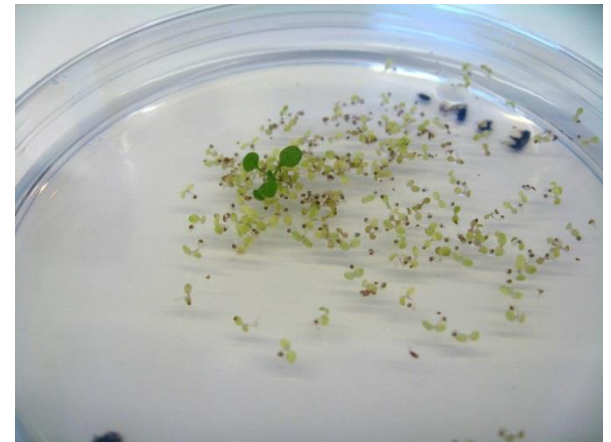
GM ainekset voidaan todeta analysoimalla

- Hakijan on hakemuksessa kuvailtava menetelmä, jolla GM tapahtuma voidaan tunnistaa ja kvantitoida, sekä toimitettava referenssimateriaalia.
- EU:n GMO referenssilaboratorio testaa menetelmän toimivuuden yhdessä kansallisten GM referenssilaboratorioiden kanssa.
- Real-time PCR menetelmä.

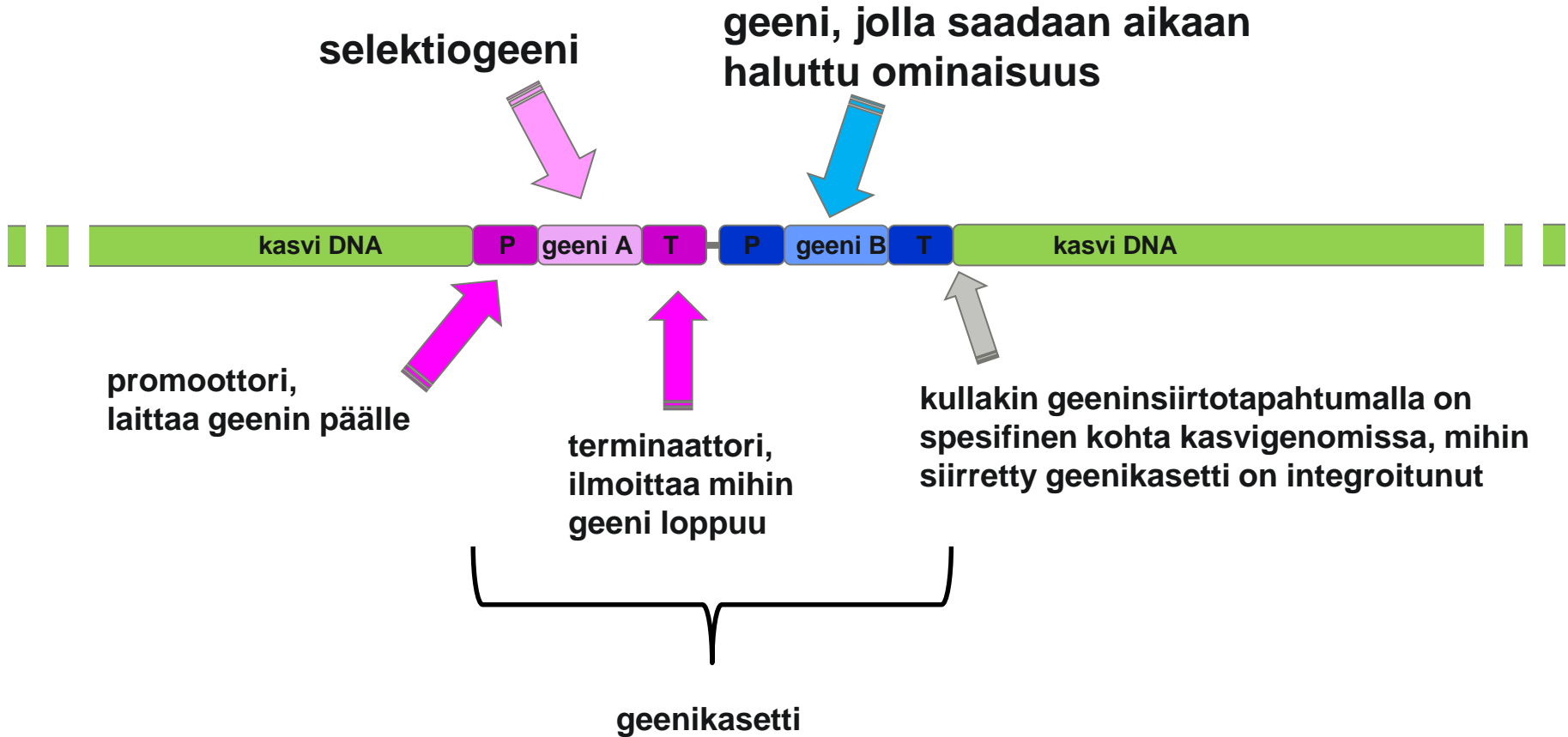


Miten GM kasvit tehdään ja kuinka tätä Evira käytetään hyväksi GM analytiikassa

1. Geenin siirtäminen kasvisoluun
 - Siirrettävä geeni saadaan kasvisoluun Agrobakteerin avustuksella
 - Tai siirrettävä geeni on kultahiukkasten pinnalla, jotka ammutaan kohdesolukkaan
2. Geeni integroituu solun kohdegenomiin
3. Solu monistetaan ja selektoidaan muista soluista esim. kasvattamalla antibiottialustalla
4. Kasvisolukko erilaistuu → versot ja juuret → uusi GM kasvi
 - Jokainen siirtogeeninen linja on peräisin yhdestä solusta lähteneestä geeninsiirtotapahtumasta



Mitä GM kasveihin on siirretty



Miten GM kasvien ominaisuuksia käytetään hyväksi GM analytiikassa

selektiogeeni

geeni jolla saadaan aikaan
haluttu ominaisuus

1.

2.

3.

1. Kasvilajin tunnistus kasvilaji-spesifisillä alukkeilla, referenssigeeni
2. skriinaus: onko GM kasveille tyypillisiä geenin osia, kuten yleensä geeninsiirrossa käytettyjä promoottereita tai terminaattoreita (joita ei kasveista yleensä löydy)
3. Tapahtumaspesifinen tunnistus siirretyn geenin ja kasvigenomin integraatiokohtaan kiinnittyvillä alukkeilla: toinen aluke kiinnittyy siirrettyyn geeniin ja toinen kohdegenomiin

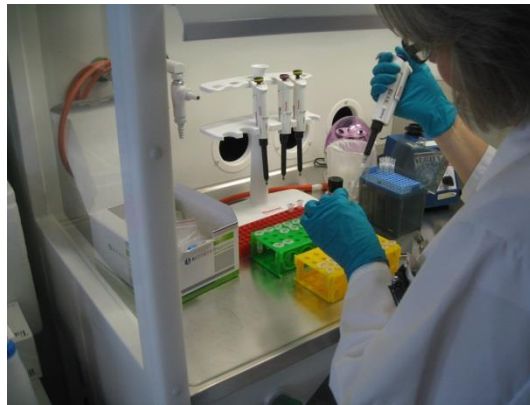
GM rehunäytteiden analysointi



Näytteet ottaa
Eviran
kouluttama
näytteenottaja.



Näytteet
jauhetaan.



Näytteistä eristetään
DNA.



DNA ja PCR
reaktion
komponentit
pipetoidaan PCR
levylle.

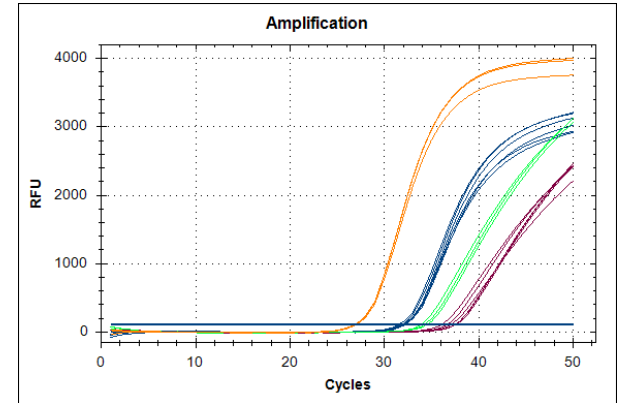
GM näytteiden analysointi



Näytteet ovat valmiita analysoitavaksi reaaliaikaisella PCR:llä.



Reaaliaikainen PCR-laite.



GM ainekset skriinataan, identifioidaan ja tarvittaessa kvantitoidaan.

Nykytilanne Suomessa (1)

- Suomessa ei viljellä muuntogeenisiä kasveja
 - nykyiset viljelyyn hyväksytyt lajikkeet eivät sovi Suomen ilmasto-olosuhteisiin
 - monista muunnetuista ominaisuuksista ei meidän oloissamme ole hyötyä (esim. maissin tuholaiskestävyys)
- Markkinoilla ei ole muuntogeenisiä elintarvikkeita
 - kuluttajien mielenkiinto gm-elintarvikkeita kohtaan laimeaa
 - kauppojen valikoimat heijastavat kuluttajien tarpeita ja toiveita



Nykytilanne Suomessa (2)

- Maahantuotavasta rehusoijasta noin puolet muuntogeenistä soijaa (vuonna 2013)
- Muuntogeenisten ainesten esiintyminen tuontielintarvikkeissa vähäistä ja määräystenvastaisuudet yksittäistapauksia
 - pääasiassa Pohjois-Amerikasta tai Kiinasta maahantuodut elintarvikkeet
 - maahantuojien tietämättömyys lainsäädännön erilaisista vaatimuksista (esim. USA:ssa ei GM-aineosien merkintävelvollisuutta)
 - tiedonpuute ainesosien alkuperästä

Hyödyllisiä linkkejä

- Evira: <https://www.evira.fi/yhteiset/muuntogeeniset-tuotteet/>
- MMM: <http://mmm.fi/muuntogeeniset-ja-uuselintarvikkeet>
- Geenitekniikan lautakunta: <http://geenitekniikanlautakunta.fi/etusivu>
- EU-komissio: http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/index_en.htm
- EFSA: <http://www.efsa.europa.eu/en/panels/gmo.htm>
- Biotekniikan neuvottelukunta: <http://www.btnk.fi/>
- Bioteknologia Info: <http://www.bioteknologia.info/>
- GMO Compass: <http://www.gmo-compass.org/eng/home/>
- CERA: <http://cera-gmc.org/>