

## Mitä tapahtuu rehusa olevalle muuntogeeniselle dna:lle eläimessä?

Asiantuntijakommentteja muutamiin Liisa Kuusipalon (3.11.2009) Eviralle osoittamiin väitteisiin (esitettykursiivilla). Asiaa on käsitelty myös Maatilan Pellervossa 4/2009 ([www.geenit.fi/MP409.htm](http://www.geenit.fi/MP409.htm)).

*Palstallanne 'Usein kysytyä muuntogeenisistä elintarvikkeista' vastaatte näin:*

*EVIRA:*

*9. Onko kinkku muuntogeenistä, jos se on peräisin possusta, jolle on syötetty gm-rehua?*

*- Ei ole. Muuntogeenisen rehun syöminen ei tee siasta tai sen lihasta muuntogeenistä. Kaikki rehun sisältämät geenit pilkkoutuvat eläimen aineenvaihdunnassa, myös siirretyt geenit.*

Kommentti: Muuntogeenisen rehun syöminen ei tee siasta tai sen lihasta muuntogeenistä. Vastaus on oikein, eikä Kuusipalo ymmärtääkseni tätä kiistäkään. Virkkeen kaikkien rehun sisältämien geenien pilkkoutumisesta eläimen aineenvaihdunnassa todenperäisyys voidaan kiistää, kuten Kuusipalo on tehnyt. Suolen läpi voi päästä niin kasvin luontaisten geenien kuin muuntogeenin pätkiä.

*KUUSIPALO: Valitettavasti näin ei todellisuudessa tapahdu, vaikka niin on oletettu. Tavallisia luonnon geenejä ei tunnistettavina lihasta löydy, mutta muuntogeenien osia löytyy, kuten alla olevista viitteistä voitte tarkistaa.*

Kommentti: Väite, että tavallisia luonnon geenejä ei tunnistettavina lihasta löydy, antaa harhaanjohtavan kuvan. Lihasta on joissakin tapauksissa voitu löytää pätkiä niin kasvin luontaisista geeneistä kuin muuntogeenistä (esim Mazza ym. 2005; ks. alla).

*KUUSIPALO: Kukaan ei ole kertonut, mistä tämä johtuu, mutta tiedämme, että muuntogeeni on huomattavasti lyhyempi ja tiiviimmin pakattu kuin tavallinen geeni. Normaali geenihän on palasina koodamattoman ja muun DNA:n väleissä, ja siksi sen palasten tunnistaminen pilkkoutuneesta DNA:sta on varmaan lähes mahdotonta.*

Kommentti: Jo Kuusipalon tarjoamat viitteet osoittavat, että kasvin luontaiset geenit ja muuntogeenit käyttäytyvät samalla tavalla. Ei ole myöskään teoreettista perustetta sille, miksi näin ei olisi. Ei voida sanoa yleisesti, että muuntogeeni olisi huomattavasti lyhyempi ja tiiviimmin pakattu kuin ”tavallinen” geeni. Tämä on geenikohtainen asia. Ihmisen suolistossa on pari kiloa bakteereja, joiden geeneissä ei ole introneja. Myös kasvigeenien intronien määrissä on huomattavia eroja. Kloroplastien geeneissä ei ole introneja. Kasvigeenien palasia on havaittu kaikissa alla mainituissa julkaisuissa, joissa dna:ta on analysoitu.

*KUUSIPALO: Kukaan ei myöskään ole tieteellisesti tutkinut, mitä siirtogeenin palasten syöminen lihassa tai maidossa vaikuttaa. Syöttökokeet gm-rehullakin ovat kestäneet pisimmillään 3 kk.*

Kommentti: On monia tutkimuksia siitä, mitä muuntogeenisen kasviaineksen syöminen vaikuttaa. Kasviaineksessa muuntogeeni on todennäköisemmin ehjänä ja sitä on selvästi enemmän kuin lihassa ja maidossa. Mitä tulee kokeiden pituuteen, niin Kuusipalon kotisivullakin on viittaus kokeeseen, jossa eläimille syötettiin suuria määriä yhdistelmä-dna:ta kahdeksan sukupolven ajan (Hohlweg ja Doerfler, 2001).

*(Olen joutunut luennoimaan siirtogeenitekniikan avoimen käytön riskeistä, ja perehtynyt siksi tieteelliseen materiaaliin. Laajempi kokoelma löytyy nettisivuiltani suomeksi.)*

*(Firmojen omia turvallisuustutkimuksia ei ole tieteellisissä lehdissä julkaistu.)*

Kommentti: Julkisessa tietokannassa on yli 6000 geenimuuntelun turvallisuuteen liittyvää, vertaisarvioituissa tiedelehdissä julkaistua tutkimusta: <http://www.icgeb.org/~bsafesrv/databases/databases.html>. Myös Monsanto-yhtymä on koonnut omat tiedejulkaisunsa nettiin julkisesti saataville, ja moni niistäkin on julkaistu vertaisarvioituissa tiedelehdissä:

<http://www.monsanto.com/monsanto/layout/products/technicalAndSafety/literature.asp> .

Riippumattomia turvallisuustutkimuksia on julkaistu.

**Jennings ym. 2003:** Determining whether transgenic and endogenous plant DNA and transgenic protein are detectable in muscle from swine fed Roundup Ready soybean meal. *J Anim Sci.*81(6):1447-55.

*KUUSIPALO: Monsanto'n omassa tutkimuksessa (johon EFSA paljolti raporttinsa perusti) ei löytynyt siirtogeenien osia gm-soijaa syöneen porsaan lihasta.*

Kommentti: Kuusipalo viitanee EFSA:n lausuntoon ”EFSA statement on the fate of recombinant DNA or proteins in meat, milk and eggs from animals fed with GM feed” (19.7.2007). Lausunnossa on monia kirjallisuusviitteitä, joten on liioiteltua väittää, että EFSA:n raportti perustuu paljolti Monsanto'n tutkimukseen (Jennings ym. 2003). Jenningsin ym. (2003) tutkimus on suoritettu Monsanto'n ja Kentuckyn yliopiston välisenä yhteistyönä ja julkaistu referee-käytännön omaavassa kansainvälisessä julkaisusarjassa. Tutkimus on osa laajempaa tutkimusta, jossa on selvitetty glyfosaattia sietävästä soijapavusta (40-3-2) valmistetun soijajauhon rehuun lisäyksen vaikutusta sikojen kasvuun ja ruhon laatuun (julkaistu tutkimus, johon Jennings ym. viittaavat). Herkässä dna-analyysissä oli tarkoin huomioitu erilaiset virhetekijät. Kokeessa analysoitiin fileestä kolmen geenin palasia: 1) muuntogeeni, joka esiintyy yhtenä kopiona soijapavun genomissa, 2) soijapavun oma, lektiiniä koodaava geeni, 3) sian preprolaktiinia koodaava geeni. Ainoa havaittu geenin pala oli sian omasta geenistä peräisin. On huomioitava, että rehuun lisättiin soijajauhoa (tyypillinen soijan käyttötapa rehussa), jonka valmistuksessa tapahtuu todennäköisesti dna:n hajoamista.

**Mazza ym. 2005.** Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues. *Transgenic Research* 14(5):775-784.

*KUUSIPALO: Gm-maissia on syötetty sioille 35 päivää. Geenin osia (bt-toksiinigeeni Cry 1A(b)) löytyi verestä, maksasta, pernasta ja munuaisista.*

Kommentti: Tutkimus on toteutettu Italiassa kolmen tutkimuslaitoksen yhteistyönä ja julkaistu referee-käytännön omaavassa kansainvälisessä julkaisusarjassa. Porsaita (40 vrk ikäisiä, n. 9 kg) ruokittiin 35 vrk (n. 35 kg painoisiksi) rehulla, jossa oli 50% Bt-maissia (MON 810) tai vastaavaa ei-gm-maissia. Elimistä analysoitiin pcr-menetelmällä kolmen geenin pätkiä: 1) Zein-geeni, jota on tavanomaisen maissin genomissa monia kopioita; tämän geenin avulla haluttiin selvittää, voidaanko näytteissä ylipäättään havaita maissin dna:ta; mitä useampia geenikopioita maississa on, sitä todennäköisempää olisi, että geeninpätkä havaitaan; 2) Cry1A(b)-geeni on Bt-maissiin MON 810 tuotu muuntogeeni, jota on yksi kopio maissin genomissa; 3) Sh-2-geeni on tavanomaisen maissin genomissa yhtenä kopiona; tämän geenin avulla haluttiin selvittää, onko käytetyillä menetelmillä mahdollista havaita genomissa yhtenä kopiona esiintyvä geeni. Kaikista geneeistä pyrittiin havaitsemaan n. 500 emäsparin pituinen pätkä, koska alustavissa kokeissa oli todettu, ettei täydellistä 3500 emäsparin pituista Cry1A(b)-geeniä eikä sen 1800 emäsparin pituista lyhintä mahdollista toimivaa dna-pätkää ollut havaittavissa. Tällaisia pitkiä dna-pätkiä oli erittäin vaikea havaita edes rehusta. Pienempiä (n. 500 emäsparia) maissin omien geenien pätkiä ja muuntogeenin pätkiä sen sijaan pystyttiin havaitsemaan elimistä, kun näytteet oli välittömästi teurastuksen jälkeen pakastettu -20 asteeseen. Dna-pätkiä havaittiin (vähenevässä järjestyksessä) verestä, pernasta, maksasta, munuaisista ja lihaksesta. Veren tiedetään keräävän makromolekyylejä, jotka imeytyvät suolen epiteelin kautta ja immuunijärjestelmän soluista. Mitä perifeerisempiin eläimen osiin mentiin, sitä vaikeampi kasviperäistä dna:ta oli havaita. Tämä viittasi siihen, että kasvi-dna ei kerry näihin elimiin vaan dna-pätkät ovat elimistössä tilapäisesti ja hajoavat aineenvaihdunnan tuloksena. Ravinnon mukana nautitun dna:n otto verenkiertoon näyttää olevan luonnollinen tapahtuma. Tutkijoiden tekemä tilastoanalyysi osoitti, ettei dna:n siirtymisessä kudoksiin ollut eroa eri geenien välillä, eli muuntogeenin osat eivät siirtyneet kudoksiin tehokkaammin tai heikommin kuin maissin omien geenien samanpituiset osat. Tässä tutkimuksessa ei selvitetty, miten dna olisi havaittavissa, jos näytteitä säilytettäisiin muulla tavoin kuin välittömästi teurastuksen jälkeen pakastettuina.

**Chowdhury ym. 2003.** Detection of Cry1Ab protein in gastrointestinal contents but not visceral organs of genetically modified Bt11-fed calves. *Vet Hum Toxicol.* 45(2):72-5.

*KUUSIPALO: Gm-maissia (bt) syötettiin vasikoille. Siirtogeenin osia havaittiin suolen sisällössä, ei elimissä.*

Kommentti: Minulla oli käytettävissäni vain abstrakti. Tutkimuksessa ei analysoitu dna:ta vaan muuntogeenin Cry1Ab koodaamaa proteiinia, eli siirtogeenin osia ei siis havainnoidu, kuten LK väittää. Vasikoita ruokittiin 90 päivää rehulla, jossa oli muuntogeenistä Bt11-maissia. Proteiinista havaittiin häivä suolen sisällössä, mutta ei lainkaan maksassa, pernassa, munuaisissa, lihaksessa tai mesenteriaalisissa imusolmukkeissa. Tulokset viittasivat siihen, että vain häviävä määrä proteiinia säilyy suoliston läpi, mutta ei siirry em. elimiin.

**Chowdhury ym. 2004.** Fate of maize intrinsic and recombinant genes in calves fed genetically modified maize Bt11. *J Food Prot* 67(2):365-370.

*KUUSIPALO: Gm-maissia (bt) syötettiin vasikoille. Siirtogeenin osia havaittiin ruuansulatuselimissä ja lihaksessa.*

Kommentti: Minulla oli käytettävissäni vain abstrakti. Vasikoita ruokittiin 90 päivää rehulla, jossa oli muuntogeenistä Bt11-maissia. Viiden ja 18 tunnin kuluttua ruokinnasta havaittiin pötsinesteessä ja peräsuolen sisällössä (eli ruuansulatuskanavan alku- ja loppupäässä) satunnaisesti pätkiä maissin luontaisista geeneistä (zein, invertaasi, kloroplastin ribuloosi-1,5-bisfosfaattikarboksylaasi/oksygenaasi ja t-rna:ta koodaavat geenit) ja muuntogeenistä (cry1Ab). Kloroplastin geenien pätkiä havaittiin satunnaisesti myös perifeerisen veren mononukleaarisoluiissa ja sisäelimissä, mikä selittynee sillä, että kloroplastin genomissa sijaitsevien geenien kopioita on kasveissa suhteellisen runsaasti. Koe osoittaa, että dna hajoaa tehokkaasti suolistossa, mutta dna:n pätkiä voi imeytyä normaalisti pieniä määriä.

**Rossi ym. 2005.** Effect of Bt corn on broiler growth performance and fate of feed-derived DNA in the digestive tract. *Poult Sci.* 84(7):1022-30.

*KUUSIPALO: Broilereita ruokittiin 42 päivää bt- tai tavallisella maissilla. Tutkittaessa gm-maissin toimiva iso fragmentti löytyi kuvusta ja lihasmahasta.*

Kommentti: Tutkimus on tehty samoissa tutkimuslaitoksissa ja osin samojen tutkijoiden toimesta kuin edellä mainittu Mazza ym. (2005). Se on julkaistu referee-käytännön omaavassa kansainvälisessä julkaisusarjassa. Broilereita ruokittiin 42 päivää Bt-maissilla (eli 1 vrk:n iästä normaaliin teurasikään), ja kokeessa mitattiin dna:n hajoamisen lisäksi tuotantoparametreja. Keskimääräisessä päiväkasvussa, rehunkulutuksessa ja rehun muuntosuhteessa ei ollut tilastollista eroa Bt-maissilla (MON 810 johdannaisia) ja vastaavalla ei-gm-maissilla ruokittujen broileriryhmien välillä. Analysoitavat näytteet pakastettiin välittömästi teurastuksen jälkeen. Rehuperäinen dna hajosi progressiivisesti kulkiessaan suolistokanavaa. Lyhyitä maissin luontaisen, monikopioisen Zein-geenin pätkiä havaittiin suhteellisen helposti kaikista ruuansulatuskanavan osista, mutta määrä väheni merkittävästi suoliston loppupäätä kohden. Vain ruuansulatuskanavan alkupäässä olevissa kuvussa ja lihasmahassa havaittiin muuntogeenistä n. 1800 emäsparin pituinen pätkä, joka vastaa lyhintä toimivaa dna-pätkää; täyspitkää muuntogeeniä (3500 emäsparia) ei pystytty luotettavasti osoittamaan edes maissijauhosta. Maissin luontaisen, yksikopioisen geenin Sh-2 pätkä (n. 1800 emäsparia) havaittiin yhtä usein kuin vastaavankokoinen muuntogeenin pätkä, ja se osoitettiin myös ei-gm-maissista. Verinäytteissä havaittiin vain maissin luontaisen Zein-geenin pätkiä. Kokeen johtopäätös oli, että gm-rehusta peräisin oleva dna käyttäytyy samalla tavalla kuin ei-gm-rehusta peräisin oleva dna.

-----

Kuusipalon kotisivulla on joukko muitakin kirjallisuusviitteitä ja kommentteja, joita en ajan puutteen vuoksi kommentoi. Keskeiset asiat tulevat toivottavasti esille yllä olevista julkaisuista. On olemassa myös uudempia julkaisuja, mutta viesti ei siitä miksiäkään muutu.