

## Geenitekniikan heikkoudet

”We can no longer say that a gene is a sequence of DNA that continuously and uniquely codes for a particular protein. However, this remains the central paradigm of molecular biology.”

Tällä hetkellä käytössä oleva yliopistollinen genetiikan oppikirja *Genes VIII*, kirj. B. Lewin 2004.

Ihmisen genomin sekvensointi paljasti noin 25.000 geeniä, vaikka koodautuvia ominaisuuksia eli erilaisia proteiineja on noin 100.000. Venter C, Adams Mark D, Myers E, ym. The sequence of the human genome. *Science* 2001;291:1304–51.

Anopheles-hyttysen immunoglobuliinigeeni voi tuottaa yli 30.000 erilaista muunnosta yhden geenin tuotteena. Dong et al. 2006.

Dong, Y., Taylor, H.E., Dimopoulos, G. 2006: AgDscam, a hypervariable immunoglobulin domain-containing receptor of the *Anopheles gambiae* innate immune system. *PLoS (Public Library of Science, open access, peer-reviewed)* 4(7):e299.

Tuotetun proteiinin rakenne voi muuttua sekvenssin muutosten vuoksi, ja rakenteen muuttuessa myös toiminta muuttuu. Lewin 2004.

Lewin, B. 2004: *Genes VIII*. 8<sup>th</sup> ed. of *Genes*. Upper Saddle River, NJ Pearson Prentice Hall 2004. 1027 s.

Epigenetiikka tarkoittaa periytyviä muutoksia geenien toiminnassa ilman DNA:n emäsjärjestyksen muutoksia. Epigeneettiset muutokset lisääntyvät iän mukana. Periytyminen ei noudata mendelistisiä sääntöjä. Epialleeleja hiivoilla, kasveilla, hyönteisillä ja nisäkkäillä. Myös proteiinit ja prionit ovat DNA:sta riippumattomia periytymistapoja. Ominaisuuden muodostaa geenit ja muu tieto soluissa ja ympäristön vaikutus. Taipale 2006.

Taipale, Mikko 2006: Epigenetiikka, geeninsäätely ja syöpä. *Duodecim* 122(21):2611-8.

Geenin periytyminen määrää toiminnan. Ihmisellä sama deleetio eli DNA-pätkän puuttuminen aiheuttaa isältä perittyinä lievän kehitysvammaisuuden, Prader-Willin syndrooman, jossa vauva on velto, mutta kasvaa hyvin isoksi ja lihavaksi. Äidiltä perittyinä sama deleetio kromosomissa 15 aiheuttaa vaikeamman Angelmanin oireyhtymän, jossa lapsi hymyilee, muttei opi puhumaan. Pembrey 2002.

Pembrey, M.E. 2002: Time to take epigenetic inheritance seriously. *Eur.J.Hum.Genet.* 10(11):669-71.

Siirtogeeninen lituruohokanta sai yllättäen muuntamattomien isovanhempien kaltaisia jälkeläisiä. Muunnettu siirtogeeninen kanta poikkesi vanhemmistaan useammassa kuin yhdessä kohdassa, ja kaikki kohdat olivat palautuneet jälkeläisissä isovanhempien kaltaisiksi. Ilmiölle ei ole selitystä. Lolle et al. 2005.

Lolle, S.J., Victor, J.L., Young, J.M., Pruitt, R.E. 2005: Genome-wide non-mendelian inheritance of extra-genomic information in *Arabidopsis*. *Nature* 434:505-509.

Siirretty sekvenssi eli DNA-pätkä oli siirron jälkeen erilainen: lyhyempi, pidempi, käänöskopio, useina kopioina, osittain tuhoutunut tai sisälsi tuntematonta DNA:ta. Collonnier et al. 2005, Smith et al. 2001, Widels et al. 2001.

Collonnier C, Schattner A, Berthier G, Boyer F, Coué-Philippe G, Diolez A, Duplan MN, Fernandez S, Kebdani N, Kobilinsky A, Romaniuk M, de Beuckeleer M, de Loose M, Windels P, Bertheau 2005: Characterization and event specific-detection by quantitative real-time PCR of T25 maize insert. *J AOAC Int.* 2005 Mar-Apr;88(2):536-46.

Smith, N., Kilpatrick, J.B. & Whitelam, G.C. 2001: Superfluous transgene integration in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences* 20(3):215-249.

Widels, P., Taverniers, I., Depicker, A., Bockstaele, E. van, Loose, M. de 2001: Characterisation of the Roundup Ready soybean insert. *European Food Research and Technology* 213(2):107-112. Aug 2001.

Geeninsiirron seuraukset ovat yllättäviä, eivätkä kaikki jälkeläiset suinkaan ole samanlaisia, vaikka niissä onkin uusi geeni Bregitzer et al. 1998.

Bregitzer, P., Halbert, S.E., Lemaux, P.G. 1998: Somaclonal variation in the progeny of transgenic barley. *Theor. Appl. Gen.* 96:421-425.

Gm-perunalinjoilla oli tilastollisesti merkittäviä eroja eri linjojen aineissa ja pitoisuuksissa. Erot olivat yllättäviä, eivätkä liittyneet mihinkään tiettyyn siirtogeeniin tai rakenteeseen. Mikään siirtogeeni ei erityisesti saanut aikaan näitä odottamattomia muutoksia, vaan niitä esiintyi kaikilla. Shepherd et al. 2006.

[Shepherd LV](#), [McNicol JW](#), [Razzo R](#), [Taylor MA](#), [Davies HV](#). 2006: Assessing the potential for unintended effects in genetically modified potatoes perturbed in metabolic and developmental processes. Targeted analysis of key nutrients and anti-nutrients. [Transgenic Res.](#) 2006 Aug;15(4):409-25.

Yllättäviä vaikutuksia siirtogeenisessä kasvissa: gm-maissin kivennäisissä ja aminohappokoostumuksessa Manetti, C., Bianchetti, C., Casciani, L., Castro, C., Di Cocco, M.e., Miccheli, A., Motto, M., Conti, F. 2006. A metabonomic study of transgenic maize (*Zea mays*) seeds revealed variations in osmolytes and branched amino acids. *J. Experimental Botany* 57(11):2613-2625.

Yllättäviä vaikutuksia siirtogeenisessä kasvissa: kukintojen määrän muutos tomaatilla Bettini et al. 2003

Bettini P., Michelotti S., Bindi D., Giannini R., Capuana M., Buiatti M.: Pleiotrophic effect of the insertion of the *Agrobacterium rhizogenes* roID gene in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Theor. Appl. Genet.* 2003 107:831-6.

Yllättäviä vaikutuksia siirtogeenisessä kasvissa: tupakkaan siirretty hemoglobiinigeeni sai aikaan nikotiinin tuotannossa 34% lisäyksen Holmberg 1997.

Holmberg, N., Lilius, G., Bailey, J.E. Buelow, L. 1997: Transgenic tobacco expressing *Vitreoscilla* haemoglobin exhibits enhanced growth and altered metabolite production. *Nature Biotechnology* 15(3):244-247.

Yllättäviä vaikutuksia siirtogeenisissä kasveissa professori Buiattin luennossa:

kuolioita lehdissä vehnällä Delhaize et al. 1999

muhkuroita perunan mukuloissa Turk & Smeekens 1999

tuotannon aleneminen jopa 40 % soijapavulla Gertz 1999

korkeampi ligniinipitoisuus soijalla Gertz 1999

lisääntyneet karvasaineet perunalla Hashimoto 1999a,b

aineenvaihdunnan muutokset rapsilla Shewmaker 1999

uusi a-vitamiinin johdannainen riisillä Ye 2000

Myös Monsanto tutkii nykyisin ennalta arvaamattomia muutoksia proteomi-tekniikalla. Ruebelt et al. 2006.

Ruebelt, M.C., Leimgruber, N.K., Lipp, M., Reynolds, T.L., Nemeth, M.A., Astwood, J.D., Engel, K-H., Jany K-D. 2006: Application of two-dimensional gel electrophoresis to interrogate alterations in the proteome of genetically modified crops. 1. Assessing analytical validation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(6):2154-2161.

Gm-soijalle on kehittynyt oma allergiansa, ja sitä kuvastaa oma immunoglobuliini E (25 kDa) Yum et al. 2005.

Yum, H.Y., Lee, S.Y., Lee, K.E., Sohn, M.H., Kim, K.E. 2005: Genetically modified and wild soybeans: an immunological comparison. *Allergy Asthma Proc.* May-Jun, 26(3):210-216.

Sikoihin siirretty ihmisen komplementin estäjä CD46-geeni on myös tuhkarokkoviruksen reseptori. Aikaisemmin luontaisesti tuhkarokolle resistentit siat voivat siis siirtogeenisinä sairastua. Meri 2002. Meri, Seppo 2002: Infektiot evoluution katalysaattoreina. *Duodecim* 118 (23):2441-2445.

Tekniikka on hallitsematon viruksilla. Vahingossa syntynyt tappava, immuniteetin murtava hiirirokko (Jackson et al. 2001).

Jackson, R.J., Ramsay, A.J., Christensen, C.D., Beaton, S., Hall, D.F., Ramshaw, I.A. 2001: Expression of Mouse Interleukin-4 by a Recombinant Ectromelia Virus Suppresses Cytolytic Lymphocyte Responses and Overcomes Genetic Resistance to Mousepox. *Journal of Virology* [J. Virol.]. Vol. 75, no. 3, pp. 1205-1210. Feb 2001.

Tekniikka on hallitsematon bakteereilla. Bakteerissa geenitekniikalla ravinnon lisäaineeksi tuotettu tryptofaani sisälsi 0,01 %, kolmiulotteisesti poikkeavaa tryptofaania joka aiheutti eosinofilia-myalgia oireyhtymän. Oireita olivat ihottuma, yskä, lihasheikkous, kovat kivut, kouristelut, kudosturvotus, hiusten lähtö, haavaumat, pahoinvointi, tasapainohäiriöt, uupumus, sydänvaivat ja halvaantumisen. Uuden oireyhtymän ja geenimuunnellun tryptofaanin yhteyden huomasi sattumalta yksi lääkäri. Tämä yksi geenimuunneltu aine tappoi USA:ssa 37 ja vammautti 1500 (Mayeno & Gleich 1994). Mayeno, A.N. & Gleich, G.J. 1994: Eosinophilia-myalgia syndrome and tryptophan production: A cautionary tale. *Trends in Biotechnology* 12(9):346-352.

Myrkkyasiantuntijat kehittävät näiden uusien aineiden löytämiseen vaadittavaa tekniikkaa myös Suomessa (Cellini et al. 2004).

Cellini, F., Chesson, A. Colquhoun, I., Constable, A., Davies, H.V., Engel, K.H., Gatehouse, A.M.R., Kaerenlampi, S., Kok, E.J., Leguay, J.-J., Lehesranta, S., Noteborn, H.P.J.M., Pedersen, J., Smith, M. 2004: Unintended effects and their detection in genetically modified crops. *Food and Chemical Toxicology* 42(7):1089-1125.

Biolääkevalmisteet aiheuttavat tuntemattomista syistä usein vasta-aineen muodostusta, jopa hengenvaarallisia vaikutuksia. Useissa valmisteissa löytyi väärin laskostuneita proteiineja. Maas et al. 2007.

Maas, C., Hermeling, S., Bouma, B., Jiskoot, W., Gebbink, M.F. 2007: A role for protein misfolding in immunogenicity of biopharmaceuticals. *J. Biol.Chem.* 282(4):2229-36.

Immuunireaktiot lääkeyhdisteitä vastaan tulisi huomioida erityisen tarkasti biologisten (gm) valmisteiden kohdalla. Schellekens 2002.

Schellekens, H. 2002: Immunogenicity of therapeutic proteins: clinical implications and future prospects. *Clin Ther* 24(11):1720-1740.

Geenimuunneltu soija sisältää 50-kertaiset Round Up-jäämät verrattuna tavanomaiseen tuotantoon. Maria José Guazzelli, Centro Ecologico, Brazil, pers.comm.

Luonnon myrkkä on erilainen kuin gm-kasvin muokattu. Bt-kasvin tuottama myrkkä oli kokeissa 44 % tehokkaampaa kuin sen alkuperäinen muoto. Seralini 2007.

Round Up on myrkyllisempää kuin sen ainesosat erikseen. Se on tappavaa alkioikudokselle jo hyvin matalina pitoisuuksina, heikentää ihmisten hedelmällisyyttä ja keräytyy elimistöön, jossa vaikuttaa estrogeenin tavoin. Richard et al. 2005.

[Richard S](#), [Moslemi S](#), [Sipahutar H](#), [Benachour N](#), [Seralini GE](#). 2005: Differential effects of glyphosate and roundup on human placental cells and aromatase. [Environ Health Perspect.](#) 2005 Jun;113(6):716-20.

Kukkakaalin mosaiikkiviruksen promoottori toimii myös ihmissuolen soluissa. Myhre et al. 2006.

Myhre, M.R., Fenton, K.A., Eggert, J., Nielsen, K.M. and Traavik, T. 2006: The 35S CaMV plant virus promoter is active in human enterocyte-like cells. *European Food Research and Technology* 222(1--2):185 – 193.

Bakteereille ympäristössä oleva DNA on raaka-ainetta jota ne liittävät osaksi omaa perimäänsä Meier & Wackernagel 2003.

Meier, P. & Wackernagel, W. 2003: Monitoring the spread of recombinant DNA from field plots with transgenic sugar beet plants by PCR and natural transformation of *Pseudomonas stutzeri*. *Transgenic Research* 12:293--304.

Näin ne saavat uusia aineenvaihduntareittejä ja sopeutuvat paremmin ympäristöoloihin Springael & Top 2004.

Springael, D. & Top, E.M. 2004: Horizontal gene transfer and microbial adaptation to xenobiotics: new types of mobile genetic elements and lessons from ecological studies. *Trends in Microbiology* 12:53--58.

## GM-ruokintakokeet

### Luonnon eläimet

Ruokintakokeissa petokoppiainen ei syö gm-rapsia syönyttä toukkaa, jos se saa valita. Ferry et al. 2006

Ferry, N., Mulligan, E.A., Stewart, C.N., Tabashnik, B.E., Port, G.R., Gatehouse, A.M. 2006: Prey-mediated effects of transgenic canola on a beneficial, non-target, carabid beetle. *Transgenic Res.* 15(4):501-514.

Gm-rapsilla ruokitut toukissa kasvoi parasitteja, joiden sukupuolet olivat yllättävän erilaisia: urosparasiitit olivat huomattavasti painavampia, ja naaraiden osuus jälkeläistössä oli epänormaalin suuri. Ero ei toistunut uusintakokeessa. Schuler et al. 2004.

Schuler, T.H., Denholm, I., Clark, S.J., Stewart, C.N., Poppy, G.M. 2004: Effects of Bt plants on the development and survival of the parasitoid *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) in susceptible and Bt-resistant larvae of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Insect Physiol.* 50(5):435-43.

**Tuotantoeläimet** (näiden lisäksi on ylimalkaisia lyhyitä raportteja, joissa ei ole löytynyt eroja)

Gm-maissin jyvien DNA säilyy toimivana lampaan mahassa. Bt-maissin sekvenssi löytyi 5 tunnin jälkeen, ja pienempi, diagnostinen 211 bp pala löytyi 24 tunnin altistuksen jälkeenkin. Plasmidi kykeni tartuttamaan *E.coli*in kanamysiini resistenssin, vaikka se oli lionnut syljessä 8 minuuttia. Sylki ei siis tuhoa plasmideja, vaan ne kykenevät siirtämään DNA:ta suun bakteereihin. Duggan et al. 2003. Duggan, P.S., Chambers, P.A., Heritage, J., Forbes, J.M. 2003: Fate of genetically modified maize DNA in the oral cavity and rumen of sheep. *British Journal of nutrition* 89(2):159-166.

Gm-maissia on syötetty sioille 35 päivää. Geenin osia (bt-toksiinigeeni Cry 1A(b)) löytyi verestä, maksasta, pernasta ja munuaisista. Mazza et al. 2005.

Mazza, R., Soave, M., Morlacchini, M., Piva, G., Marocco, A. Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues. *Transgenic Research* 14(5):775-784.

Monsanton omassa tutkimuksessa (johon EFSA paljolti raporttinsa perusti) ei löytynyt siirtogeenien osia gm-soijaa syöneen porsaan lihasta. Jennings et al. 2003a.

[Jennings JC](#), [Kolwyck DC](#), [Kays SB](#), [Whetsell AJ](#), [Surber JB](#), [Cromwell GL](#), [Lirette RP](#), [Glenn KC](#). 2003a: Determining whether transgenic and endogenous plant DNA and transgenic protein are detectable in muscle from swine fed Roundup Ready soybean meal. *J Anim Sci.* 2003 Jun;81(6):1447-55.

Gm-maissia (bt) syötettiin vasikoille. Siirtogeenin osia havaittiin suolen sisällössä, ei elimissä. Chowdhury, Shimada et al. 2003.

[Chowdhury EH](#), [Shimada N](#), [Murata H](#), [Mikami O](#), [Sultana P](#), [Miyazaki S](#), [Yoshioka M](#), [Yamanaka N](#), [Hirai N](#), [Nakajima Y](#). 2003: Detection of Cry1Ab protein in gastrointestinal contents but not visceral organs of genetically modified Bt11-fed calves. [Vet Hum Toxicol](#). 2003 Mar;45(2):72-5.

Gm-maissia (bt) syötettiin vasikoille. Siirtogeenin osia havaittiin ruuansulatuselimissä ja lihaksessa. Chowdhury et al. 2004.

Chowdhury, E.H., Mikami, O., Murata, H., Sultana, P., Shimada, N., Yoshioka, M., Guruge, K.S., Yamamoto, S., Miyazaki, S., Yamanaka, N., Nakajima, Y. 2004: Fate of maize intrinsic and recombinant genes in calves fed genetically modified maize Bt11. *J Food Prot* 67(2):365-370.

Broilereilta tutkittiin siirtogeenien tai kasvien geenien säilymistä ruuansulatuksessa. Yksittäiset siirtotai kasvigeenit eivät löytyneet veri- tai kudoksenäytteistä. Rubiscogeeni, joka on kasvissa moninkertaisena, löytyi kudoksista ja verestä. Deaville & Maddison 2005.

[Deaville ER](#), [Maddison BC](#). 2005: Detection of transgenic and endogenous plant DNA fragments in the blood, tissues, and digesta of broilers. [J Agric Food Chem](#). 2005 Dec 28;53(26):10268-75.

Broilereita ruokittiin 42 päivää bt- tai tavallisella maissilla. Tutkittaessa gm-maissin toimiva iso fragmentti löytyi kuvusta ja lihasmahasta, ei muualta. Rossi et al. 2005.

[Rossi F](#), [Morlacchini M](#), [Fusconi G](#), [Pietri A](#), [Mazza R](#), [Piva G](#). 2005. Effect of Bt corn on broiler growth performance and fate of feed-derived DNA in the digestive tract. [Poult Sci](#). 2005 Jul;84(7):1022-30.

Monsanton tutkimuksessa gm-maissia syöneiden broilereiden lihaksissa ei löytynyt siirtogeenien osia. Jennings et al. 2003b.

[Jennings JC](#), [Kolwyck DC](#), [Kays SB](#), [Whetsell AJ](#), [Surber JB](#), [Cromwell GL](#), [Lirette RP](#), [Glenn KC](#). 2003b: Determining whether transgenic and endogenous plant DNA and transgenic protein are detectable in muscle from swine fed Roundup Ready soybean meal. [J Anim Sci](#). 2003 Jun;81(6):1447-55.

Viiriäisiä on ruokittu kymmenen sukupolvea 40 tai 50 prosenttisesti gm-maissilla tai tavallisella. Erittäin lyhyt raportti toteaa että ei merkittäviä eroja terveydessä, lihan laadussa tai munissa. Flachowsky et al. 2005.

[Flachowsky G](#), [Halle I](#), [Aulrich K](#). 2005: Long term feeding of Bt-corn--a ten-generation study with quails. [Arch Anim Nutr](#). 2005 Dec;59(6):449-51.

Lohille syötettiin gm-soijaa. Aineenvaihdunnassa, suolen histologiassa ja tulehdusherkkyydessä löydettiin eroja. Tuloksiin voi vaikuttaa käytetty soijalajike, ei vain gm, sanovat tutkijat. Bakke-McKellep et al. 2007.

[Bakke-McKellep AM](#), [Koppang EO](#), [Gunnes G](#), [Sanden M](#), [Hemre GI](#), [Landsverk T](#), [Krogdahl A](#). 2007: Histological, digestive, metabolic, hormonal and some immune factor responses in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed genetically modified soybeans. [J Fish Dis](#). 2007 Feb;30(2):65-79.

Lohille syötettiin gm-soijaa tai maissia 12 % rehusta. Ryhmien tulokset vaihtelevia, ei selkeitä eroja. Sanden et al. 2005.

[Sanden M](#), [Berntssen MH](#), [Krogdahl A](#), [Hemre GI](#), [Bakke-McKellep AM](#). 2005: An examination of the intestinal tract of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr fed different varieties of soy and maize. [J Fish Dis](#). 2005 Jun;28(6):317-30.

## ruokintakokeet

Ihmisen ruuansulatusta mallintavassa kokeessa gm-soijan ja gm-maissin DNA hajoamista tarkkailtiin laboratoriossa. Osa siirtogeneista selviää kokeen mukaan hajoamatta ihmisen ruuansulatuksen läpi. Martín-Orúe et al. 2001.

[Martín-Orúe SM](#), [O'Donnell AG](#), [Ariño J](#), [Netherwood T](#), [Gilbert HJ](#), [Mathers JC](#). 2002: Degradation of transgenic DNA from genetically modified soya and maize in human intestinal simulations. [Br J Nutr](#). 2002 Jun;87(6):533-42. Comment in: [Br J Nutr](#). 2002 Jun;87(6):529-31.

Vapaaehtoisille ihmisille syötettiin gm-soijaa. Suolipussia käytävillä korkeintaan 3,7 % siirtogeenimateriaalista selvisi ohutsuolen läpi hajoamatta. Terveillä ihmisillä siirtogeeniä ei löytynyt ulosteesta. Kolmella seitsemästä suolipussia käytävästä oli havaittavissa geenien siirtymistä gm-soijasta ohutsuolen bakteereihin jo ennen koetta. Netherwood 2004.

[Netherwood T](#), [Martín-Orúe SM](#), [O'Donnell AG](#), [Gockling S](#), [Graham J](#), [Mathers JC](#), [Gilbert HJ](#). Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. [Nat Biotechnol](#). 2004 Feb;22(2):204-9. Epub 2004 Jan 18. Comment in: [Nat Biotechnol](#). 2004 Feb;22(2):170-2. & [Nat Biotechnol](#). 2004 Jun;22(6):654-5.

Ruokintakoe rotilla. Annos 10 grammaa gm-riisiä tai tavallista per eläimen painokilo. Ei eroa eri ryhmien välillä. Momma et al. 2000.

Momma K, Hashimoto W, Yoon HJ, Ozawa S, Fukuda Y, Kawai S, Takaiwa F, Utsumi S, Murata K. 2000 Safety assessment of rice genetically modified with soybean glycinin by feeding studies on rats. [Biosci Biotechnol Biochem](#). 64:1881-6.


Uusinta-analyysi Monsanto ruokintakokeessa 90 pv rotalla: sukupuolet reagoi eri tavoin: uros laiha, naaras lihava. Tilastollisesti merkittävät erot 50 veren aineenvaihduntamuuttujassa (veren rasvat jne.). Kuvaavat munuaistoksisuutta. Séralini et al. 2007.

[Séralini GE](#), [Cellier D](#), [de Vendomois JS](#). 2007: New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. [Arch Environ Contam Toxicol](#). 2007 May;52(4):596-602. Epub 2007 Mar 13.

Eläinkokeissa gm-kasvien syömisen on todettu vaikuttavan nisäkkäiden soluihin Malatesta 2002 [Cell Struct. Funct](#). 2002.

ja kiveksiin Veccio 2004 [Eur.J.Histochem](#). Séralinin puheenvuoro.

Hiirillä gm-DNA:ta (vihreä fluoresoiva geeni GFP) löytyi syöttökokeen jälkeen suolen soluista ja munuaisista. Palka-Santini et al. 2003.

[Palka-Santini M](#), [Schwarz-Herzke B](#), [Hösel M](#), [Renz D](#), [Auerochs S](#), [Brondke H](#), [Doerfler W](#). 2003: The gastrointestinal tract as the portal of entry for foreign macromolecules: fate of DNA and proteins. [Mol Genet Genomics](#). 2003 Nov;270(3):201-15. Epub 2003 Aug 23. 

Hiirille syötetty vierasta DNA:ta (M13 bakteriofagi), löytyi veren seerumissa ja verisoluihin sekä ulosteissa. Schubbert et al. 1994.

[Schubbert R](#), [Lettmann C](#), [Doerfler W](#). 1994: Ingested foreign (phage M13) DNA survives transiently in the gastrointestinal tract and enters the bloodstream of mice. [Mol Gen Genet](#). 1994 Mar;242(5):495-504.

Hiirille syötettiin vierasta DNA:ta eli bakteriofagi M13mp18. n=84. Vierasta DNA:ta löytyi ohutsuoletta, ruuansulatuselimistä, verestä, ääreisosien valkosoluista, pernasta, maksasta ja epiteelisoluista. Pernanäyte kykeni kloonamaan lambda-vektorin ja osaan oli kiinnittynyt hiiren DNA:ta. Schubbert et al. 1997.

Schubbert R, Renz D, Schmitz B, Doerfler W. 1997: Foreign (M13) DNA ingested by mice reaches peripheral leukocytes, spleen, and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA. [Proc Natl Acad Sci U S A](#). 1997 Feb 4;94(3):961-6.

Vieras DNA-pätkä (bakteriofagi M13) menee ruokinnan jälkeen hiiren valkosoluihin, pernaan, maksaan ja sikiön elimiin. Sikiössä vieras DNA löytyi eri elimissä, mutta ei kaikissa soluissa. Doerfler & Schubbert 1998.

Doerfler W, Schubbert R. 1998: Uptake of foreign DNA from the environment: the gastrointestinal tract and the placenta as portals of entry. [Wien Klin Wochenschr.](#) 1998 Jan 30;110(2):40-4.

Vierasta DNA:ta syötettiin hiirille (Fluoresoiva pEGFP-C1) Löytyi pernasta, suolistosta, valkosoluista ja maksasta. Tätä ravintoa syöneiden emojen poikasilla oli gm-ainesta eri elimissä siellä täällä. Ei kaikissa soluissa, mutta aina tumissa. Joillakin poikasilla vieras DNA oli kiinnittynyt molempiin kromosomeihin. Schubbert et al. 1998.

Schubbert R, Hohlweg U, Renz D, Doerfler W. On the fate of orally ingested foreign DNA in mice: chromosomal association and placental transmission to the fetus. *Mol Gen Genet.* 1998 Oct;259(6):569-76.

Hohlweg & Doerfler 2001 tutki kasvin oman DNA:n (rubisco-geeni) säilymistä hiiren ruuansulatuksessa. Selvisi suolessa, ja löytyi maksassa ja pernassa. Hiirille oli syötetty 8 sukupolvea puhdasta DNA:ta (vihreä fluoresoiva proteiini GFP) eikä verinäytteessä tai satunnaisessa elinkokeissa löytynyt vieraita geenejä.

[Hohlweg U, Doerfler W.](#) 2001: On the fate of plant or other foreign genes upon the uptake in food or after intramuscular injection in mice. [Mol Genet Genomics.](#) 2001 Apr;265(2):225-33.

Tavallisissa soluissa DNA:n metylaatio tekee tunkeutuvan vieraan DNA:n toimintakelvottomaksi. Muuntogeenisten solujen toiminta on poikkeavaa. Vieraan DNA:n lisäys voi siis solun toimintaan muuallakin kuin vieraan DNA:n lisäyskohdassa. Ruuan mukana syöty DNA löytyy useista eri elimistä sekä sikiöistä ja poikasista. Doerfler et al. 2001.

[Doerfler W, Hohlweg U, Müller K, Remus R, Heller H, Hertz J.](#) 2001: Foreign DNA integration--perturbations of the genome--oncogenesis. [Ann N Y Acad Sci.](#) 2001 Sep;945:276-88.

Vieraan DNA:n siirto nisäkkään perimään muuttaa DNA:n metylaatiota. Muutokseen vaikuttavat vieraan DNA:n sijainti ja määrä. Remus et al. 1999.

[Remus R, Kämmer C, Heller H, Schmitz B, Schell G, Doerfler W.](#) 1999: Insertion of foreign DNA into an established mammalian genome can alter the methylation of cellular DNA sequences. [J Virol.](#) 1999 Feb;73(2):1010-22.

Rottakoe gm-perunalajikkeilla löysi eroja lopullisessa kehon painossa ryhmien välillä. El Sanhoty 2004.

[El Sanhoty R, El-Rahman AA, Bögl KW.](#) 2004: Quality and safety evaluation of genetically modified potatoes spunta with Cry V gene: compositional analysis, determination of some toxins, antinutrients compounds and feeding study in rats. [Nahrung.](#) 2004 Feb;48(1):13-8.

Raportti laajasta EU-projektista, jossa pyrittiin kehittämään 90 päivän rottakoe, jonka perusteella voisi arvioida gm-kasvien turvallisuutta ruokana. Suosittelevat ruokinnan lisäksi ravinnon rikastamista niillä geenituotteilla, joita pidetään arveluttavina. Knudsen et al. 2007.

[Knudsen I, Poulsen M.](#) 2007: Comparative safety testing of genetically modified foods in a 90-day rat feeding study design allowing the distinction between primary and secondary effects of the new genetic event. [Regul Toxicol Pharmacol.](#) 2007 Jul 24; [Epub ahead of print]

Rotilla 90 päivän ruokintakoe gmriisillä, jossa pavulta otettu siirtogeeni. Biologisia, biokemiallisia, mikrobiologisia ja patologisia muuttujia tutkittiin. Löydettiin merkittäviä eroja eri ryhmien välillä. Tulos: pidempi koe on parempi kuin 28 pv. Poulsen 2006.

[Poulsen M, Schröder M, Wilcks A, Kroghsbo S, Lindcrona RH, Miller A, Frenzel T, Danier J, Rychlik M, Shu Q, Emami K, Taylor M, Gatehouse A, Engel KH, Knudsen I.](#) 2006: Safety testing of

GM-rice expressing PHA-E lectin using a new animal test design. [Food Chem Toxicol](#). 2007 Mar;45(3):364-77. Epub 2006 Sep 14.

90 päivän ruokintakoe rotilla ei voi taata turvallisuutta koskien gm-rehua ja sen sisältämiä odottamattomia aineita. Schröder 2007.

[Schröder M](#), [Poulsen M](#), [Wilcks A](#), [Kroghsbo S](#), [Miller A](#), [Frenzel T](#), [Danier J](#), [Rychlik M](#), [Emami K](#), [Gatehouse A](#), [Shu Q](#), [Engel KH](#), [Altosaar I](#), [Knudsen I](#). 2007: A 90-day safety study of genetically modified rice expressing Cry1Ab protein (Bacillus thuringiensis toxin) in Wistar rats. [Food Chem Toxicol](#). 2007 Mar;45(3):339-49. Epub 2006 Sep 8.

### Gm-aines suolistossa

Gm-maissia syötettiin possuille. Geenin osia löytyi PCR:llä ruuansulatuskanavasta, myös peräsuolesta. Kaikki ei siis hajoa suoliston läpi kulkiessaan. Chowdhury, Mikami et al. 2003. Chowdhury, E.H., Mikami, O., Nakajima, Y., Kuribara, H., Hino, A., Suga, K., Hanazumi, M., Yomemochi, C. 2003: Detection of genetically modified maize DNA fragments in the intestinal contents of pigs fed StarLink CBH351. *Vet.Hum.Toxicol.* 45(2):95-96.

Gm-maissia syötettiin possuille. Siirtogeenin osia ja siirtogeenin tuottamaa proteiinia löytyi suolistosta. Gm-kasvin tuottama hyönteismyrkky kulkee siis osin hajoamatta sian suoliston läpi. Chowdhury, Kuribara et al. 2003.

[Chowdhury EH](#), [Kuribara H](#), [Hino A](#), [Sultana P](#), [Mikami O](#), [Shimada N](#), [Guruge KS](#), [Saito M](#), [Nakajima Y](#). Detection of corn intrinsic and recombinant DNA fragments and Cry1Ab protein in the gastrointestinal contents of pigs fed genetically modified corn Bt11. [J Anim Sci](#). 2003 Oct;81(10):2546-51.

Siirtogeenistä ja tavallista maissia sijoitettiin pusseissa naudan mahaan, ja tutkittiin inkuboinnin jälkeen. DNA:ta löytyi vähemmän, kun aines oli ollut mahassa pidempään. 2 tuntia alensi määrän 28 prosenttiin, ja 48 tuntia 2,6 prosenttiin. Immuuniteknikoilla siirtogeenin tuottama kokonainen proteiini löytyi 8 tunnin kuluttua. Wiedemann 2006.

[Wiedemann S](#), [Lutz B](#), [Kurtz H](#), [Schwarz FJ](#), [Albrecht C](#). 2006: In situ studies on the time-dependent degradation of recombinant corn DNA and protein in the bovine rumen. [J Anim Sci](#). 2006 Jan;84(1):135-44.

Tutkittaessa gm-kasvien bt-toksiinin proteiinin hajoamista naudan suolistossa, on huomattava, että ELISA tutkimusmenetelmä reagoi myös toksiinin osiin, ja tulokset voivat siksi näyttää todellista suuremmilta. Lutz et al. 2005.

[Lutz B](#), [Wiedemann S](#), [Einspanier R](#), [Mayer J](#), [Albrecht C](#). 2005: Degradation of Cry1Ab protein from genetically modified maize in the bovine gastrointestinal tract. [J Agric Food Chem](#). 2005 Mar 9;53(5):1453-6.

Säilörehun tekoprosessi vähentää siirtogeenisen maissin sisältämään toimintakykyistä muuntogeeniä ja sen tuottamaa bt-toksiiniproteiinia. Lutz 2006.

Lutz B, [Wiedemann S](#), [Albrecht C](#) 2006: Degradation of transgenic Cry1Ab DNA and protein in Bt-176 maize during the ensiling process. [J Anim Physiol Anim Nutr \(Berl\)](#). 2006 Apr;90(3-4):116-23.

### Siirtogeenit maidossa ja lihaksessa

Nemeth 2004 tutki kasvin oman ja gm-aineksen löytämistä PCR:llä lihaksesta ja maidosta. Jostain syystä gm-aluke-menetelmän herkkyys oli 100 kertaa huonompi kuin kasvin oman geenin kanssa. Ja ihme: muuntogeenijaksoja ei löytynyt lihasta tai maidosta, vaikka kasviperäisiä DNA-jaksoja löytyi. [Nemeth A](#), [Wurz A](#), [Artim L](#), [Charlton S](#), [Dana G](#), [Glenn K](#), [Hunst P](#), [Jennings J](#), [Shilito R](#), [Song P](#). 2004:



Sensitive PCR analysis of animal tissue samples for fragments of endogenous and transgenic plant DNA. [J Agric Food Chem](#). 2004 Oct 6;52(20):6129-35.

Kuuden lehmän koeryhmälle syötettiin joko gm-soijaa ja gm-maissia tai tavallista. Yhden kopion geneeistä, esim. siirtogeenit löytyi osia vain suolen sisällöstä. Useana kappaleena olevat kasviperaiset rubisco-geenit löytyivät myös maidosta ja ulosteesta. Phipps et al. 2003.

[Phipps RH](#), [Deaville ER](#), [Maddison BC](#). 2003: Detection of transgenic and endogenous plant DNA in rumen fluid, duodenal digesta, milk, blood, and feces of lactating dairy cows. [J Dairy Sci](#). 2003 Dec;86(12):4070-8.

Agodi 2006 tutki Italian kaupallista maitoa. 12:sta tuotemerkistä otettiin 60 näytettä. 15 näytteestä (25 % tutkituista) löytyi PCR:llä gm-maissin geeni. 7 näytteestä (11,7 % tutkituista) löytyi gm-soijan geeni. Pastörointi ei hajota siirtogeneenejä.

[Agodi A](#), [Barchitta M](#), [Grillo A](#), [Sciacca S](#). 2006: Detection of genetically modified DNA sequences in milk from the Italian market. [Int J Hyg Environ Health](#). 2006 Jan;209(1):81-8. Epub 2005 Sep 29.

EFSA:n runsaasti lainaama kokooma-artikkeli: Jonas et al. 2001.

[Jonas DA](#), [Elmadfa I](#), [Engel KH](#), [Heller KJ](#), [Kozianowski G](#), [König A](#), [Müller D](#), [Narbonne JF](#), [Wackernagel W](#), [Kleiner J](#). Safety considerations of DNA in food. [Ann Nutr Metab](#). 2001;45(6):235-54.

Lehmän verestä voidaan helposti selvittää onko se nauttinut geenimuunneltua rehua. Hyvin pienikin määrä havaitaan. Petit et al. 2005.

[Petit L](#), [Baraige F](#), [Bertheau Y](#), [Brunschwig P](#), [Diolez A](#), [Duhem K](#), [Duplan MN](#), [Fach P](#), [Kobilinsky A](#), [Lamart S](#), [Schattner A](#), [Martin P](#). 2005: Detection of genetically modified corn (Bt176) in spiked cow blood samples by polymerase chain reaction and immunoassay methods. [J AOAC Int](#). 2005 Mar-Apr;88(2):654-64.

## GM ja ympäristö

Muuntogeenistä rapsia Brassica napus havaittiin kuljetusreittien varsilla Kanadassa. Enemmän junaratojen kuin teiden varsilla. 2/3 tutkituista kasveista oli siirtogeenisiä Saskatchewanin ja Vancouverin alueilla. Luonnosta löytyi myös hybridi Brassica napus x B. rapa (villi peltokaali, nauris, lanttu ja kaalit) joka oli siirtogeeninen. Yoshimura et al. 2006.

Yoshimura, Y., Beckie, H.J. and Matsuo, K. 2006: Transgenic oil seed rape along transportation routes and port of Vancouver in western Canada. [Environ Biosafety Res](#). 2006 April-June;5(2):67-75. Epub 2007 Jan 23.

B. rapa on yleinen rikkaruoho esim. Tanskassa. Johannessen et al. 2006.

Johannessen, M.M., Andersen, B.A., Jorgensen, R.B. 2006: Competition affects gene flow from oilseed rape (female symbol) to Brassica rapa (male symbol). [Heredity](#) 96(5):360-7.

Kanadassa kylvösiemen on kontaminoitunut gm-siemenillä. Friesen et al. 2003.

Friesen, LF, Nelson AG, Van Acker RC 2003: Evidence of contamination of pedigree canola (Brassica napus) seedlots in Western Canada with genetically engineered herbicide resistance traits. [Agron. J](#). 95:1342-1347.

Marvier, M. & Van Acker, R.C. 2005: Can crop transgenes be kept on a leash? [Front Ecol. Environ](#). 3(2):99-106.

Myrkkyjä kestävät rapsikarkulaiset ovat hankalia rikkaruohoja kaikilla pelloilla Kanadassa. [Légère](#) 2005.

[Légère A](#). 2005: Risks and consequences of gene flow from herbicide-resistant crops: canola (Brassica napus L) as a case study. [Pest Manag Sci](#). 2005 Mar;61(3):292-300.

Kontaminaatioiden vähentäminen yhteen prosenttiin vaatii maissipellolle 200 metrin suojakaistan gm-maissipellon suuntaan. Ma et al. 2004.

Ma, BL, Subedi, KD, Reid LM, 2004: Extent of cross-fertilization in corn by pollen from neighboring transgenic hybrids. *Crop Sci* 44:1273-1282.

Tuulen mukana gm-ruoho RoundUp ready creeping bentgrass on levinnyt 21 km ja 14 km USA:ssa. Watrud et al. 2004.

Watrud, L.S., Lee, E.H., Fairbrother, A., Burdick, C., Reichman, J.R., Bollman, M., Storm, M., King, G., Van de Water, P.K. 2004: Evidence for landscape-level, pollen-mediated gene flow from genetically modified creeping bentgrass with CP4EPSPS as a marker. *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* 101(40):14533-14538.

Vain rehukäyttöön hyväksytty gm-maissi Star Link sekoittui ihmisravintoon, ja kulkeutui ympäri maailmaa Egyptiin, Etelä-Koreaan, Guatemalaan. Nelkin & Marden 2004.

Nelkin D & marden E. 2004: The Star Link controversy: The competing frames of risk disputes. *International Journal of Biotechnology* 6(1):20-42.

Muita tapauksia: Bt-maissin sekoittuminen Meksikon maatiaismaisseihin ja LLRice601 kenttäkokeista ihmisten ruokiin viime talvena. Weiss 2006.

Weiss, R. 2006: Gene altered profit-killer. A slight taint of biotech rice puts farmers overseas sales in peril. *Washington Post* 21 Sept 2006.

Ja uusin raportti japanilaisten vermisellien kontaminaatiosta hyväksymättömillä bt-riiseillä. Akiyama et al. 2007.

[Akiyama H](#), [Sasaki N](#), [Sakata K](#), [Ohmori K](#), [Toyota A](#), [Kikuchi Y](#), [Watanabe T](#), [Furui S](#), [Kitta K](#), [Maitani T](#). 2007: Indicated detection of two unapproved transgenic rice lines contaminating vermicelli products. *J Agric Food Chem*. 2007 Jul 25;55(15):5942-7. Epub 2007 Jul 4.

Muuntogeenisen maissin viljelyalueilla virtaava joen simpukoista löydettiin siirtogeenisen maissin täysin tunnistettavia siirtogeenejä. Näitä löytyi simpukoiden kiduksista, ruuasulatuselimistä ja lisääntymisrauhasista. Douville et al. 2009

Douville, M; Gagne, F; Andre, C; Blaise, C 2009: Occurrence of the transgenic corn cry1Ab gene in freshwater mussels (*Elliptio complanata*) near corn fields: Evidence of exposure by bacterial ingestion. *Ecotoxicology and Environmental Safety [Ecotoxicol. Environ. Saf.]*. Vol. 72, no. 1, pp. 17-25. Jan 2009.

Gm-maissin DNA:ta huuhtoutuu pellolta ja säilyy joen pohjasedimentissä. Siirtogeeni löytyi 82 km alavirtaan Lawrence-joessa. Oli todennäköisesti säilynyt yli talven. Douville et al. 2007.

Douville, M., Gagne, F., Blaise, C. Andre, C. 2006: Occurrence and persistence of *Bacillus thuringiensis* (Bt) and transgenic Bt corn cry1Ab gene from an aquatic environment. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 66(2):195-203.

Gm-lohi kasvaa altaissa kolme kertaa pidemmäksi ja on kovempi peto. Luonnon joen malliympäristössä vain 20% suurempi, eikä niin kova peto. Todellisen riskin arvioiminen karanneista gm-eliöistä on vaikeaa. Sundström et al. 2007.

Sundstrom, L.F., Lohmus, M., Tymchuk, W.E., Devlin, R.H. 2007: Gene-environment interactions influence ecological consequences of transgenic animals. *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* 104:3889-3894.

Gm-kasvin bt-toksiini säilyy maassa ainakin 7 kk. Myrkkyyä on enemmän juurissa ja lehdissä, jotka jäävät pellolle korjuutähteksi. Vaikutuksia maan bakteerikantoihin, oletettavasti myös muihin eikohde-eläimiin. Baumgarte & Tebbe 2005.

Baumgarte, S. & Tebbe, C.C. 2005: Field studies on the environmental fate of the Cry1Ab Bt-toxin produced by transgenic maize (MON810) and its effect on bacterial communities in the maize rhizosphere. *Mol.Ecol.* 14(8):2539-51.

Bt-toksiinia erittyy gm-kasvissa kaikkiin kasvinosiin koko kasvukauden. Myrkkypitoisuus vaihtelee jopa 50-kertaisesti vierekkäisten kasvien välillä. Raps et al. 2001.

[Raps A](#), [Kehr J](#), [Gugerli P](#), [Moar WJ](#), [Bigler F](#), [Hilbeck A](#). 2001: Immunological analysis of phloem sap of *Bacillus thuringiensis* corn and of the nontarget herbivore *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) for the presence of Cry1Ab. [Mol Ecol](#). 2001 Feb;10(2):525-33.

Geenimuunneltuja viljelykasveja syövät toukat eivät enää kelpaa sen luontaiselle pedolle. Hilbeck 2004

Hilbeck, A. 2004: Implications of transgenic, insecticidal plants for insect and plant biodiversity. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 4(1):43-61.

Bt-toksiini säilyy hyönteissyöjissä, ja sitä löytyi petopistiäisistä. Burgio et al. 2007.

[Burgio G](#), [Lanzoni A](#), [Accinelli G](#), [Dinelli G](#), [Bonetti A](#), [Marotti I](#), [Ramilli F](#). 2007: Evaluation of Bt-toxin uptake by the non-target herbivore, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), feeding on transgenic oilseed rape. [Bull Entomol Res](#). 2007 Apr;97(2):211-5.

Bt-maissin kasvinosien sisältämää toksiniä siirtyy myös seitsemään maakovakuoriaiseen, jotka eivät ole kohdelajeja. Zwahlen & Andow 2005.

[Zwahlen C](#), [Andow DA](#). 2005: Field evidence for the exposure of ground beetles to Cry1Ab from transgenic corn. [Environ Biosafety Res](#). 2005 Apr-Jun;4(2):113-7.

Bt toksiniä löytyy paljon myös kasvinsyöjälajeista, joiden ei pitäisi olla kohteena, sekä petohyönteisistä. Nämä eläimet siis ovat pitkäaikaisen altistuksen kohteena, ja bt-toksiini kulkeutuu ravintoketjussa.

[Harwood JD](#), [Wallin WG](#), [Obrycki JJ](#). 2005: Uptake of Bt endotoxins by nontarget herbivores and higher order arthropod predators: molecular evidence from a transgenic corn agroecosystem. [Mol Ecol](#). 2005 Aug;14(9):2815-23.

Pelloilta veteen huuhtoutuvat gm-maissin korjuutähteet heikentävät vesien pikkueläinten kasvua ja lisäävät niiden kuolleisuutta. Tämä vaikuttaa myös näitä eläimiä syöviin petoihin, eli laajemmin myös koko ekosysteemiin. Rosi-Marshall et al. 2007.

[Rosi-Marshall EJ](#), [Tank JL](#), [Royer TV](#), [Whiles MR](#), [Evans-White M](#), [Chambers C](#), [Griffiths NA](#), [Pokelsek J](#), [Stephen ML](#). Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. [Proc Natl Acad Sci U S A](#). 2007 Oct 9;104(41):16204-8. Epub 2007 Oct 8.

42 tutkimuksen meta-analyysissä jotkut lajit olivat runsaampia bt-pelloilla kuin tavallisilla hyönteismyrkyin käsitellyillä pelloilla, ja toisinpäin. Luomupelloilla eläimistö oli selkeästi rikkain. Marvier et al. 2007.

[Marvier M](#), [McCreedy C](#), [Regetz J](#), [Kareiva P](#). 2007: A meta-analysis of effects of Bt cotton and maize on nontarget invertebrates. [Science](#). 2007 Jun 8;316(5830):1475-7.

Muutoksia gm-kasvien juuriston sienilajistossa, maahengityksessä ja maabakteerien kannoissa, verrattuna tavalliseen peltoon. Castaldini et al. 2005.

Castaldini, M., Turrini, A., Sbrana, C., Benedetti, A., Marchionni, M., Mocali, S., Fabiani, A., Landi, S., Santomassimo, F., Pietrangeli, B., Nuti, M.P., Miclaus, N., Giovannetti, M. 2005: Impact of Bt corn on rhizospheric and soil eubacterial communities and on beneficial mycorrhizal symbiosis in experimental microcosms. *Appl. Environ. Microbiol* 71(11):6719-29.

Maissi voi levittää gm-ainesta satojen metrien päähän. Ma et al. 2004.

Ma, B.L., Subedi, K.D., Reid, L.M. 2004: Extent of cross-fertilization in corn by pollen from neighboring transgenic hybrids. *Crop Sci*. 44:1273-1282.

Ohralla leviäminen on metreistä kymmeneen metriin. Ritala et al. 2002.

Ritala, A., Nuutila, A.M., Aikasalo, R., Kauppinen, V. and Tammissola, J. 2002: Measuring gene flow in the cultivation of transgenic barley. *Crop Sci* 442:278-285.

Maatalouden myrkkysten käyttö on vain lisääntynyt gm-kasvien käyttöönoton jälkeen USA:ssa. Benbrook, C.M. 2004: Genetically engineered crops and pesticide use in the United States: the first nine years. Technical paper 7. Bio Tech Info Net. Northwest Science and Environmental Policy center, Sandpoint Idaho, October 25, 2004.

### Horisontaalinen geeninsiirto

Laboratoriokokeessa gm-kasvin DNA kykenee plasmidilla tartuttamaan maaperäbakteerin, ja toimimaan siinä. Plasmidin mukana siirtyy myös kasvin dna:ta. Gebhard & Smalla 1998. [Gebhard F](#), [Smalla K](#). 1998: Transformation of *Acinetobacter* sp. strain BD413 by transgenic sugar beet DNA. [Appl Environ Microbiol.](#) 1998 Apr;64(4):1550-4.

Kasvin DNA ja bakteerin DNA liitettynä kasvitautien teho-promoottoriin ylittää lajirajat luonnossa Bertolla & Simonet 1999. [Bertolla F](#), [Simonet P](#). 1999: Horizontal gene transfers in the environment: natural transformation as a putative process for gene transfers between transgenic plants and microorganisms. [Res Microbiol.](#) 1999 Jul-Aug;150(6):375-84.

Geenit siirtyivät gm-kasvista bakteereihin, ja siirsivät bakteereihin antibioottiresistenssigeenejään. Geneettisen rajan rikkoutumista auttoivat samankaltaiset DNA-jaksot molemmissa eliöissä. Kay et al. 2002. [Kay E](#), [Vogel TM](#), [Bertolla F](#), [Nalin R](#), [Simonet P](#). 2002: In situ transfer of antibiotic resistance genes from transgenic (transplastomic) tobacco plants to bacteria. [Appl Environ Microbiol.](#) 2002 Jul;68(7):3345-51

Gm-tupakan lehti- ja juurikudos pystyi tartuttamaan siirtogeenejä plasmidejaan (pieniä DNA-renkaita) *Acinetobacter* bakteeriin. Siirrossa liittyi bakteeriin myös tupakan omia geenijaksoja. de Vries 2004. [de Vries J](#), [Herzfeld T](#), [Wackernagel W](#). 2004: Transfer of plastid DNA from tobacco to the soil bacterium *Acinetobacter* sp. by natural transformation. [Mol Microbiol.](#) 2004 Jul;53(1):323-34.

### Luomuviljely on vaihtoehto

Luomuviljelijöiden sperma on parempaa. Juhler et al. 1999. [Juhler RK](#), [Larsen SB](#), [Meyer O](#), [Jensen ND](#), [Spanò M](#), [Giwerzman A](#), [Bonde JP](#). 1999: Human semen quality in relation to dietary pesticide exposure and organic diet. [Arch Environ Contam Toxicol.](#) 1999 Oct;37(3):415-23.

Luomuviljelijöillä on parempi sperma ja enemmän testosteronia. Larsen et al. 1999. [Larsen SB](#), [Spanò M](#), [Giwerzman A](#), [Bonde JP](#). 1999: Semen quality and sex hormones among organic and traditional Danish farmers. ASCLEPIOS Study Group. [Occup Environ Med.](#) 1999 Feb;56(2):139-44.

Luomuviljelyllä tuotettujen perunoiden proteiinit ovat erilaisia. Lehesranta et al. 2007. [Lehesranta SJ](#), [Koistinen KM](#), [Massat N](#), [Davies HV](#), [Shepherd LV](#), [McNicol JW](#), [Cakmak I](#), [Cooper J](#), [Lück L](#), [Kärenlampi SO](#), [Leifert C](#). Effects of agricultural production systems and their components on protein profiles of potato tubers. [Proteomics.](#) 2007 Feb;7(4):597-604.

Luomuviljeltyt luomut sisältävät huomattavasti enemmän antioksidanttisia vitamiineja E ja A, sekä makuaineita (polyfenoli-yhdisteitä, mm. myricetin and kaempferol). Lombardi-Boccia 2004.

[Lombardi-Boccia G](#), [Lucarini M](#), [Lanzi S](#), [Aguzzi A](#), [Cappelloni M](#). 2004: Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: a comparative study. [J Agric Food Chem](#). 2004 Jan 14;52(1):90-4.

Luomuviljellyt persikat ja päärynät sisältävät enemmän antioksidantteja kuten C- ja E-vitamiineja ja sitruunahappoa. Carbonaro et al. 2002.

[Carbonaro M](#), [Mattera M](#), [Nicoli S](#), [Bergamo P](#), [Cappelloni M](#). 2002: Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (peach, *Prunus persica* L., and pear, *Pyrus communis* L.). [J Agric Food Chem](#). 2002 Sep 11;50(19):5458-62.

Ison-Britannian luomumaidossa on enemmän monityydyttymättömiä rasvahappoja. Ellis et al. 2006.

[Ellis KA](#), [Innocent G](#), [Grove-White D](#), [Cripps P](#), [McLean WG](#), [Howard CV](#), [Mihm M](#). 2006: Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. [J Dairy Sci](#). 2006 Jun;89(6):1938-50.

Tuore EU-rahoitteinen tutkimus Englannista kertoo, että luomumaidossa on 90 % enemmän A-vitamiinin esimuotoja, E-vitamiinia ja monityydyttymättömiä rasvahappoja.

[http://www.ec.europa.eu/research/press/2006/pdf/12-12\\_presentation\\_low\\_input\\_food\\_en.pdf](http://www.ec.europa.eu/research/press/2006/pdf/12-12_presentation_low_input_food_en.pdf)

Luomuhedelmissä ja vihanneksissa on 40 % enemmän antioksidantteja sekä enemmän hivenaineita kuten rautaa ja sinkkiä, sanoo sama Quality Low Input Food (QLIF) projekti.