

Onko meillä varaa olla hyödyntämättä geenitekniikkaa?

Jussi Tuomisto. MTT, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
jussi.tuomisto@mtt.fi

Muuntogeeninen vai perinteinen jalostus?

Ihminen on tietämättään harjoittanut geenimuuntelua jo 11 000 vuotta. Kaikki kasvinjalostus on geenien siirtämistä – ihmisen ohjaamaa evoluutiota. Nykyiset viljelykasvit ovat kaukana luonnonkasveista. On virheellinen käsitys, että luonto olisi tarkoittanut kasvit ihmisten tai eläinten syötäväksi. Kasveja on satojatuhansia lajeja, ja niistä käy ihmiselle ruuaksi vain pieni vähemmistö. Luonto ei ole ystävämme, vaan pyrkii torjumaan meitä kykyjensä mukaan. Kasvit tekevät sen muun muassa torjunta-aineillaan. Tällaisia luonnon torjunta-aineita ovat muun muassa perunan glykoalkaloidit, solaniinit ja kakoniinit, öljykasvien erukahappo ja glukosinolaatit, metsämarjojen tanniinit... Luonnonkasvit tuottavat yli 200 000 tunnettua aineenvaihdunnan tuotetta, joista tutkimusten mukaan puolet aiheuttaa syöpää, perimävaurioita, allergioita ja haittaa ruoansulatusta. Ainoat tuotteet, jotka luonto on tarkoittanut nisäkkäiden syötäväksi, ovat eräät hedelmät ja marjat, nekin usein vain kypsinä. Monien hedelmien ja marjojen siemenet ovat kypsänäkin myrkyllisiä.

Kasvinjalostuksella olemme pystyneet ajan mittaan muuttamaan kasveja paremmin meille ravinnoksi sopiviksi parantamalla niiden ravintoarvoja ja vähentämällä niiden myrkyllisyyttä. Viimeiset viisikymmentä vuotta kasvinjalostuksessa on ollut mukana erittäin kova kemia. Kasveja on jalostettu muun muassa mutaatiojalostuksella, polyploidijalostuksella ja heteroosijalostuksella. Kasvinjalostuksessa on käytetty säteilytystä, sinappikaasua ja LSD:tä mutaatioiden aikaansaamiseksi ja myrkkyliljasta erotettua kolkisiina kasvien kromosomimäärän moninkertaistamiseen. Tällaisin menetelmin jalostettuja kasveja käytetään nykypäivänä esimerkiksi luomutuotannossa ilman mitään rajoitteita. Geenitekniikkaan perustuva jalostus on paljon tarkempaa, yksityiskohtaisempaa ja puhtaampaa kuin edellä mainitut ”perinteiset” jalostuskeinot.

Perinteisellä kasvinjalostuksella uuden lajikkeen, jossa pääsääntöisesti on vain yksi uusi ominaisuus isäntäkasviin verrattuna, jalostaminen vie 10–13 vuotta. Useamman ominaisuuden jalostaminen vie huomattavasti kauemman. Geenitekniikalla voimme merkittävästi nopeuttaa kasvinjalostusta. Lisäksi geenitekniikan avulla voimme siirtää ominaisuuksia toisesta kasvilajista, joka ei ole mahdollista ”perinteisin” jalostusmenetelmin. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi suolankestävyys, kylmänkestävyys, taudinkestävyys, tuholaistenkestävyys, terveysvaikutusten lisääminen. Geenitekniikan avulla voimme myös hienosäätää geenin toimintaa kasvin tietyssä solukossa tai ”sammuttaa” kokonaan jonkun haitallisen geenin toiminnan ja siten esim. poistaa myrkyjä vain syötäväksi aikomastamme kasvinosasta. Mahdollisuudet ovat lukemattomat.

Siirretyn geenin alkuperä ei merkitse mitään vaan sen tehtävä. Ei ole olemassa erikseen kasvin geenejä, eläinten geenejä tai ihmisten geenejä, samoin kuin ei ole olemassa ohran atomia, sammakon molekyyliä tai lampaan kemiallista kaavaa. Geenejä ja niiden pätkiä on kaikkialla luonnossa, juomassamme vedessä ja hengittämässämme ilmassa. Yksi salaattiannos sisältää 100 000 miljardia ihmiselle vierasta geeniä, eikä ihminen silti muutu vihannekseksi syödessään salaattia.

Geenitekniikka Suomessa

Suomessa ei toistaiseksi juurikaan käytetä geenitekniikkaa hyväksi maa- ja elintarviketuotannossa, eikä gm-lajikkeita viljellä kaupalliseen myyntiin. Muuntogeenisiä kasveja on viljelty ainoastaan tutkimustarkoituksiin. Peruna on todennäköisesti ensimmäinen muuntogeeninen kasvi, joka Suomessa otetaan kaupalliseen viljelykäyttöön. Tähän on useita syitä: 1) ulkomailla jalostettu peruna on helppo ottaa viljelykäyttöön Suomessa ilman jatkojalostusta, 2) Suomessa

geenitekniikalla saavutettavat hyödyt ovat suurimmat perunalla, 3) peruna on suvuttomasti mukuloista lisättävä kasvi ja lajikesekeittumiset on helppo estää, 4) perunalajikkeet pidetään jo nykyisellään erillään toisistaan ja 5) Suomessa tärkkelysperunaa – jossa gm:n hyödyt ovat suurimmat – jatkojalostaa kolme tehdasta, josta yksi tuottaa tärkkelystä pelkästään non-food-tarkoitukseen, pääasiassa paperi- ja kemianteollisuuteen. Siksi erilläänpito on helppoa.

Peruna ei ole maailmalla ollut kovin suosittu gm-jalostuksen kohde, verrattuna esimerkiksi puuvillaan, maissiin ja soijaan, mutta Suomessa on tutkittu enemmän geenitekniikan sovelluksia perunantuotantoon, joista mainittakoon muutama esimerkki: Helsingin Yliopiston Soveltavan biologian laitoksella jalostettiin jo vuonna 1993 muuntogeeninen viruksenkestävä peruna, johon oli tavalliseen suomalaiseen pito-perunaan siirretty viruksenkestävyysgeeni Perun Andeilla kasvavasta villiperunasta (Tuomisto 2008b). Boreal-kasvinjalostus on koetoiminnassaan jalostanut muuntogeenisen tärkkelysperunan, jossa tärkkelyspitoisuus on 44 % korkeampi (16 → 23 %) kuin keskimäärin nykyisin käytössä olevissa tärkkelysperunalajikkeissa. Suomessa on kehitetty myös muuntogeeninen entsyymi, jota voi käyttää biomassan hajottamiseen esimerkiksi bioenergian-tuotantoa varten.

Ulkomailla on olemassa joitakin sovelluksia muuntogeenisestä perunasta, joista mainittakoon muutamia: BASF:in jalostama tärkkelysperunantuotantoon tarkoitettu amylopektiiniperuna. Tavallisessa perunassa puolet tärkkelyksestä on teollisuudessa haitallista amyloosia, puolet toivottua amylopektiiniä. BASF:in muuntogeenisessä amylopektiiniperunassa on sammutettu yksi kasvin oma geeni, jolloin mukuloihin ei kerry lainkaan amyloosia vaan vain amylopektiiniä. Rutonkestävä peruna on myös jalostettu villiperunasta siirretyllä rutonkestävyysgeenillä. Glyfosaatti-torjunta-aineen kestävä peruna on jalostettu jo 15 vuotta sitten, mutta ei ole saavuttanut kovin laajoja markkinoita perunan runsaan lajikekirjon takia.

Hyödyt perunantuotannossa

Tutkimusten perusteella suurimmat hyödyt muuntogeenisen perunan tuotannossa saadaan tärkkelysperunantuotannossa. Suomalainen kasvinjalostaja, Boreal-Kasvinjalostus, on kyennyt muuntogeenisin menetelmin nostamaan perunan tärkkelyspitoisuutta 16:sta 23 prosenttiin. Tutkimusten mukaan se parantaa kannattavuuskertoimilla mitattuna tärkkelysperunantuotannon kannattavuutta 239 %. Koska viljelijän palkka on vain murto-osa tilan liikevaihdosta, merkitsisi se palkkatason kahdeksankertaistumista - olettaen että viljelijä voisi saada koko hyödyn itselleen. Toisaalta tarjontaketjut ovat pitkiä ja siinä toimii useita toimijoita. Luonnollisesti geenimuuntelusta saatavat hyödyt jakautuvat tarjontaketjussa usean eri osapuolen kesken. Taulukossa 1 on mallinnettu eri osapuolten keräämien hyötyjen määrä, mitä ne maksimissaan voisivat olla toisten osapuolten jäämällä ilman lisähyötyä.

Taulukko 1. Muuntogeenisen tärkkelysperunan maksimaaliset hyödyt tarjontaketjun eri osapuolille

	Hyödyn saaja							
	Tärkkelysperunan-tuottaja		Siemenperunan-tuottaja ¹		Siemenen jalostaja		Tärkkelysteollisuus	
	Netto-voitto	ero	Siemen-kustannus	ero	Siemen-rojalti	ero	Tärkkelys-perunan hinta	ero
Perinteinen lajike	-4962		430,34		0,03		0,20	
Gm-peruna	11247	16209	1194,3	763,96	0,38	0,35	0,11	-0,09

¹ Siemenperunantuottaja tarkoittaa tässä tapauksessa ns. tärkkelysperunan lisäyssiementuottajaa.

Vuosina 2004 ja 2007 Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa tutkittiin muunto-geenisen perunan taloudellisia hyötyjä, kun jalostettavana ominaisuuksina olisivat kasvitauti-kestävyys (Tuomisto 2008b; Tuomisto 2004). Taulukossa 2 on esitetty perunan kasvitautien eliminoimisesta saatavat taloudelliset hyödyt. Myös tuholaisen kestävyyttä ja rikkakasvien torjunta-ainekestävyyttä on taloudellisesti mallinnettu, mutta niiden taloudelliset vaikutukset olisivat Suomessa toistaiseksi vähäisiä. Gm-jalostuksen vaikutuksia perunan satotasoon tai laatuun ei ole Suomessa tarkkelysperunaa lukuun ottamatta tutkittu, joten niitäkään taulukossa 2 ei ole esitetty.

Taulukko 2. Siemenperunan kasvintuhoojien eliminoimisesta saatavat maksimaaliset hyödyt ruokaperunantuotannossa tarjontaketjun eri osapuolille (Tuomisto 2008b; Tuomisto 2004)

Tekijä, johon geeniteknikalla pyritään vaikuttamaan (Tutkimusaineisto 1998-2006)	Hyödyn saaja							
	Siemenperunan- tuottaja		Ruokaperunan- tuottaja		Jalostaja		Lajike-edustaja	
	Netto- voitto	Erotus	Siemen- kustannus	Erotus	Siemen- rojalti	Erotus	Perus- siemen	Erotus
Normaali tilanne	-2004	0	1180	0	0,042	0	2492	0
Virus (PVY, PVA, PMTV)	-1360	644	1082	98	0,073	0	3136	644
Rutto (Phytophthora infestans)	-1820	184	1156	24	0,070	0	2676	184
Seitti (Rhizoctonia solani)	-1482	522	1134	46	0,121	0	3014	522
Rengasmätä (Clavibact. michig.)	-1941	63	1173	7	0,052	0	2554	63
Tyvimätä (Erwinia carotovora)	-1368	636	1123	57	0,139	0	3128	636
Hyötyjen summa	45	2049	1411	231,31	0,287	0,245	4540	2049

Myös ympäristö hyötyy gm-perunan viljelystä torjunta-aineiden käytön vähenemisen myötä. Suomessa käytetään perunantuotannossa vuosittain noin 300 tonnia torjunta-ainetta, eli runsas 11 kg/ha. Torjunta-aineisiin käytetään vuosittain 8,2 miljoonaa euroa (Tuomisto 2004). Lähes kaikki perunalla käytettävät torjunta-aineet ovat vesieliölle myrkyllisiä, eikä niitä saa käyttää pohjavesialueilla.

Leviävätkö muuntogeenit?

Erityyppisten tuotantomuotojen rinnakkaiselo ei ole uusi asia. Esimerkiksi perunan- ja kylvösiementen tuotannossa on paljon kokemusta puhtaus- ja aitousvaatimusten noudattamisesta ja niiden viljelykäytänteistä. Yksi keskeisimmistä kysymyksistä on lajikkeiden tai lajien risteytyminen keskenään. Toinen keskeinen tekijä on siementen sekoittumisesta tai jääntikasveista aiheutuva lajikepuhtauden väheneminen viljelyn yhteydessä. EU:n ohjeiden mukaan kynnsarvot eivät saa ylittyä niillä viljelijemillä, joiden tuote ei muutoin edellyttäisi gm-merkintää. EU:n asettama kynnsarvo on enintään 0,9 % muuntogeenistä ainesta. Siemenperunantuotannossa alimmalla siemenluokalla saa löytyä enintään 0,2 % vieraita lajikkeita. Silti vieraita lajikkeita ei ole löytynyt kuin aniharvalla siemenperunaviljelmällä.

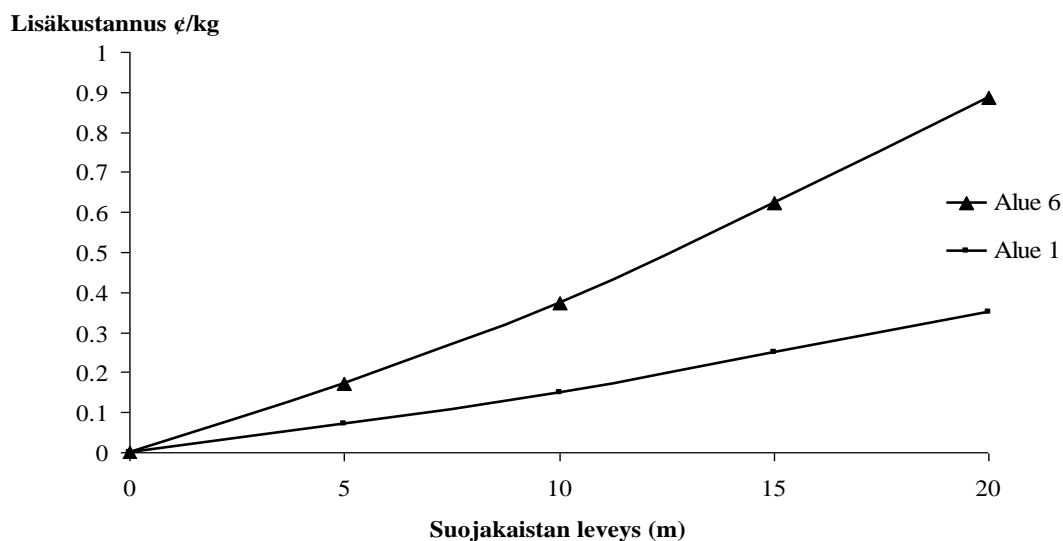
Geenivirta perunasta sen sukulaislajeihin on Suomessa hyvin epätodennäköistä. Suomessa esiintyviä lähisukulaisia ovat mustakoiso (*Solanum nigrum*) ja punakoiso (*S. dulcamara*). Perunan ja musta- tai punakoison risteytymisen mahdollisuutta on tutkittu suorittamalla lajien välisiä pölytyksiä käsin. Yrityksistä huolimatta risteyttäminen ei ole onnistunut eikä siemeniä ole muodostunut (Eijlander & Stiekema 1994; Mustonen ym. 2008). Siten rikkakasvien kautta tapahtuva muuntogeenien leviäminen perunalla Suomessa vaikuttaa tulosten perusteella lähes mahdottomalta.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa tutkittiin vuosina 1998–2008 perunalajikkeiden risteytymistä ja sekoittumista (Tuomisto & Huitu 2008a, Tuomisto & Huitu 2008b, Tuomisto & Huitu 2006, Tuomisto 2006, Tuomisto 2005, Mustonen ym. 2008). Tutkimuksessa tarkasteltiin

Eviran siementarkastusaineiston perusteella lähimmän perunapellon yhteyttä vieraiden lajikkeiden esiintymiseen niillä lohkoilla, joilla etäisyys on alle 20 metriä. Tälle yhteydelle laskettiin epäparametrinen Spearmanin korrelaatiokerroin. Korrelaatiokerroin on hyvin pieni (-0,03), eikä tilastollisesti merkitsevä ($p=0,15$). Tämä siis kertoo, että alle 20 metrin etäisyyksillä ei havaita tilastollisesti merkitsevää yhteyttä etäisyyden ja vieraiden lajikkeiden esiintymisen välillä. Myöskään edellisten vuosien viljelyhistorialla (0,05) ja peltolohkojen koolla (-0,06) ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta siihen, löytyikö perunapelloilta vieraita lajikkeita. (Tuomisto & Huitu 2008). Toisin sanoen tutkimus osoittaa, että eristys-etäisyydellä ei ole mitään vaikutusta lajikesekeantumisen estämiseksi. Samanlaisiin tuloksiin pääsivät kenttäkokeillaan myös Mustonen ym. (2008), jotka tutkivat jääntikasvien (siemen ja mukula) leviämistä kolmivuotisella kenttäkokeella.

Eristys-etäisyysvaatimukset ja viljelykiertovaatimukset aiheuttavat kuitenkin merkittäviä kustannuksia ja kilpailukykyhaittaa tuontiperunaa vastaan. Kannattavuuskirjanpitoon perustuvien tilamallilaskelmien mukaan ruokaperunantuotannon tuotantokustannus vuonna 2006 oli keksikokoisella päätoimisella 37 hehtaarin tilalla 25,93 senttiä/kg (vaihteluväli 25,21–30,31). 10 metrin suojakaista silloin, kun se on perustettu perunalohkon ympärille, nostaa tuotantokustannusta keskimäärin 2,34 senttiä/kg (9 %).

Suojakaistojen tarve vaihtelee alueellisesti. Sellaisilla alueilla jossa perunantuotannon osuus on vähäisempi, peltolohkot ovat säännöllisen muotoisia ja ympärillä on luonnollisia suojakaistoja, suojakaistojen tarve on vähäisempi. Suupohjan alueella, jossa perunantuotanto on keskittyneempää, suojakaistojen tarve on suurempi ja samalla se aiheuttaa enemmän kustannuksia viljelijöille. Kuvio 1 esittää suojakaistavaatimusten aiheuttamat kustannukset ruokaperunantuotannossa. Kuviossa on esitettyä todellisesta suojakaistojen perustamistarpeesta perunakiloa kohti aiheutuvat lisäkustannukset Suupohjan (alue 6) ja High Grade-alueen (alue 1) perunantuotannossa.



Kuvio 1. Suojakaistan leveyden vaikutus lisäkustannuksiin (Tuomisto & Huitu 2008b)

Yhden kasvukauden viljelykiertovaatimus siten, että kasvulohkolla viljellään viljaa välikasvina nostaa ruokaperunan tuotantokustannusta keskimäärin 8,58 senttiä/kg (24,9 %) (vaihteluväli 4,53–11,37 snt/kg). Kun perunantuotanto on usein keskittynyt lähemmäksi talouskeskuksia, uusien talouskeskuksista etäämmällä olevien peltolohkojen käyttöönotto lisää kuljetuskustannuksia. Jos perunaa viljeltäisiin samalla etäisyydellä kuin keskimäärin muita kasveja nostaisi se perunantuotannon kustannusta 0,15 senttiä/kg (0,6 %) (Vaihteluväli 0,1 – 0,48 senttiä/kg).

Ovatko rinnakkaiselovaatimukset tasapuolisia?

Pensasmustikka, joka on perinteisin menetelmin jalostettu, ei vaatinut minkäänlaista riskianalyysyä, vaikka:

- a) Pensasmustikan jalostuksessa on risteytetty lajeja, jotka eivät luonnossa ole normaalisti tekemisissä keskenään.
- b) Kasvin ja marjojen metaboliiteissa on odotettavissa uusia, ehkä ennestään tuntemattomia muotoja, mutta niitä ei ole tutkittu.
- c) Kasvi on lähisukuinen metsiemme tärkeille varpukasveille ja on mahdollista, että vieraat geenit siirtyvät luonnonkasveihin.
- d) Lajike voidaan nähdä tulokaslajina, mutta sen vaikutuksia luonnonvaraisiin kasveihin ei ole tutkittu.
- e) Pensasmustikka jalostettiin ilman tietoa kummankaan kasvin geenien vaikutuksista – puhumattakaan pensasmustikan ja juolukan geenien tuntemattomista, miljoonista yhdysvaikutuksista. Niitäkään ei ole tutkittu.
- f) pensasmustikan voi kuka tahansa ottaa viljelykseen – jopa luomutuottaja – ja istuttaa keskelle juolukkametsää, jossa se voi täysin vapaasti risteytyä suomalaisen juolukan kanssa. Silti se ei vaadi minkäänlaisia eristytetäisyysvaatimuksia, ei ilmoitusvaatimuksia, ei seuraamuksia geenien levittäjälle...

Suupohjassa (Kristiinankaupaunki–Isojoki–Karijoki), Suomen suurimmalla perunantuotantoalueella on tuhansia hehtaareja perunaa samalla peltoaukealla. Seassa on muutamia luomuviljelijöiden peltolohkoja, joilta kahtena vuotena kolmesta on perunarutto jo heinäkuun puolivälissä tuhonnut koko kasvuston. Tällaiset viljelmät aiheuttavat vakavia perunaruttopaineita ympärillä oleville ammattiviljelijöiden perunapelloille. Keskikokoisella perunatilalla (20 ha perunaa) yksi ruttoruiskutuskerta maksaa noin 1200 euroa. Normaalisti riittää neljä ruiskutuskertaa kasvukaudessa, mutta luomu-pellon lähellä pitää ruiskuttaa 8-12 kertaa. Silti viljelijä ei täysin kykene estämään ruton leviämistä perunapelloon, ja rutto aiheuttaa torjunta-ainekustannusten lisäksi huomattavasti satotappiota: varsisto pitää tuhota kemiallisesti ennen nostoa, sato jää pieneksi ja laatutappiot ovat suuret. Luomuviljelijällä ei ole mitään korvausvelvollisuutta aiheuttamastaan vahingosta. Sen sijaan, kun lopulta markkinoille tulevat muuntogeeniset rutonkestävät lajikkeet, ja vaikka kysymyksessä olisi mukuloista lisättävä koirassteriili lajike, sen viljelijä joutuu jättämään merkittäviä lisäkustannuksia aiheuttavat suojakaistat ruttoisen luomupellon viereen äärimmäisen epätodennäköisten lajikesekaantumisten estämiseksi.

Rinnakkaiselovaatimuksilla vaikeutetaan muuntogeenisten kasvien viljelyä Suomessa. On kuitenkin kuluttajia, jotka haluaisivat ostaa Suomessa tuotettuja, tutkittuja ja terveellisiä muuntogeenisiä elintarvikkeita. Tätä tukee myös EU:n asettamat suositukset, jotka edellyttävät, että kuluttajien pitää saada valita, millaisia tuotteita haluavat ostaa, muuntogeenisiä, tavanomaisia tai luomu-tuotteita. Muuntogeenisten elintarvikkeiden saatavuuttakaan ei saisi estää.

Loppukommentit

Geenitekniikan käyttöönotto tulee olemaan Suomen maatalouden tulevaisuudelle merkittävä kysymys. Tärkkelysperunantuotannolle muuntogeenisten kasvien käyttöönotto on kohtalon kysymys. Tärkkelysperunantuotanto on nyt jo heikosti kannattavaa, ja EU:n tavoitteena on rajoittaa jäsenmaakohtaista tärkkelysperunan taloudellista tukemista. Tällä hetkellä tärkkelysperunan omavaraisuus on alle 50 %. Puolet Suomeen tuotavasta, paperiteollisuuteen käytettävästä, tärkkelyksestä on viljatärkkelystä. Jos suomalainen tärkkelysperunateollisuus ei kykene kilpailemaan tuontitärkkelyksen kanssa, muuntogeeninen tuontitärkkelys tulee korvaamaan suomalaisen tärkkelyksen. Pääosa tästä muuntogeenisestä tärkkelyksestä tulee olemaan helpommin perinteisiin lajikkeisiin ja elintarvikkeisiin sekoitettavaa viljatärkkelystä.

Luomu- ja tavanomainen tuotanto täytyy turvata. Siitä lienee kaikki yhtä mieltä. Tutkimus kuitenkin osoittaa, että eristyneisyydellä ja viljelykiertovaatimuksilla ei ole mitään vaikutusta lajikesekaantumisen estämiseksi. Jos lajikesekaantumista ylipäättään tapahtuu, se johtuu muista syistä kuin eristyneisyyksistä. Kannattaisi siis kiinnittää huomiota joihinkin sellaisiin tekijöihin, jotka todella estävät lajikesekaantumista ja jotka ovat yhteiskunnan kannalta taloudellisesti mielekkäitä. Suojaetäisyys- ja viljelykiertovaatimukset aiheuttavat vain kustannuksia, mutta niillä ei ole tutkimusten mukaan mitään hyötyä. Talousteorioiden mukaan rinnakkaiselokustannuksia aiheutuu myös luomu- ja tavanomaisten kasvien viljelijöille. Mitä korkeammat ovat erilläänpitovaatimukset, sitä korkeammat kustannukset ovat kaikille osapuolille.

Maapallon väkiluku kasvaa 200 000 ihmisellä päivässä. Lihan kulutus Kiinassa on 15 vuodessa noussut 20 kilosta henkeä kohti runsaaseen 50 kiloon. FAO-OECD:n tilastojen mukaan varsinkin naudanlihan kulutus kasvaa Kiinassa jyrkästi tulotason kasvaessa. Rehunkulutus kasvaa samassa suhteessa. Samaan aikaan viljelysmaata käytetään yhä enemmän bioenergian tuotantoon. Elintarvikkeiden maailmanmarkkinahinta nousee voimakkaasti viljan suhteellisen pienen ylijäämävarannon huvettua. Tästä oli viitteitä vuonna 2008. Energian hinnan nousu, maailman käyttökelpoisten fosforivarojen hupeneminen, ympäristöongelmat ja ilmastonmuutos aiheuttavat lisähaasteita nopeasti mukautuvalle kasvinjalostukselle. Onko meillä varaa tässä vaiheessa jättäytyä sivuraiteelle kasvinjalostuksen uusissa innovaatioissa?

”Gmo-vapaudesta tulee Suomen valttikortti. Kun ei voi kilpailla määrällä, on kilpailtava laadulla”, sanoo Maa- ja metsätalousministeri Sirkka-Liisa Anttila (Kaleva 1.2.2010). Kansanterveyslaitos (Tuomisto & Vartiainen) raportoi jo vuonna 1994, että suomalaisen elintarviketuotannon valttikortti voisi olla laatu. KTL:n (nyk. THL) tutkimusten mukaan Suomalainen ruoka on terveellisempää kuin Keski-Euroopassa tuotettu. Se on tieteellisin tutkimuksin osoitettu ja siten se voisi olla merkittävä kilpailuvaltti. Emme kuitenkaan ole tätäkään, tutkittuun tietoon perustuvaa laatua, pystyneet käyttämään markkinoilla hyväksemme. Millaisen kilpailuedun saisimme sitten näennäisellä laadulla, joka saataisiin Gmo-vapaudesta?

Vaikka kuluttajat olisivatkin kaupan hyllyltä haluttomia ostamaan muuntogeenisiä tuotteita, suomalainen syö yhä enemmän kodin ulkopuolella. Suomalainen syö keskimäärin 140 suurkeittiöateriaa vuodessa. Yhdysvalloissakaan ei muuntogeeninen peruna saanut merkittävää jalansijaa, koska kuluttajat vierastivat muuntogeenisiä vihertuotteita. Sen sijaan amerikkalaiset syövät lähes päivittäin pikaruokaloissa muuntogeenisistä raaka-ainesta valmistettuja eineksiä ja kaatavat lapsilleen lautaselle muuntogeenisestä maissista valmistettuja maissihiutaleita. Kiinnostus gmo-vapaasta tuotteesta vähenee, kun tuote on pidemmälle jalostettu (Thill 2004)

Kuinka moni tämä tilaisuuden osallistujista selvitti syömämme lounaan ja kahvitarjoilujen raaka-ainetaustaa?

Tämän raportin teossa käytettyjä lähteitä

- Bullock, D. and Nitsi, E. 2001. Roundup Ready Soybean Technology and Farm Production Costs: Measuring the Incentive to Adopt. *American Behavioral Scientist* 44: 1283-1301.
- Desquilbet, M., Lemarie, S. and Levert, F. 2001. Potential Adoption of GM Crops in France, Effects on Revenues of Farmers and Upstream Companies: An Ex-ante Evaluating. A paper presented at the 5th ICABR Conference in Ravello, Italy, June 15-18, 2001.
- ERKKILÄ, M., PAHKALA, K., KALENDAR, R., MUSTONEN, L., PELTONEN-SAINIO, P., SCHULMAN, A. 2007. Go with the flow, or volunteer later : is there room for GM oilseed and potato in Finland?. In: Research programme on environmental, societal and health effects of genetically modified organisms : Final symposium of the ESGEMO projects, Tvärminne Zoological Station, Hanko November 5-6, 2007. [p. 13-14]. (Abstrakti ja esitelmä).
- ERKKILÄ, M., KALENDAR, R., MUSTONEN, L., PAHKALA, K., PELTONEN-SAINIO, P., SCHULMAN, A.H. 2006. Strategies for detection and control of gene flow and volunteers. In: NJF seminar 379 : Aspects of growing transgenic crops, 7-8 March 2006, Denmark. 15-17. (Esitelmä ja abstrakti).
- ERKKILÄ, M., KALENDAR, R., PAHKALA, K., MUSTONEN, L., PELTONEN-SAINIO, P., SCHULMAN, A. 2006. GMOs and genetic contamination: tools and practices for Brassica and Solanum under Finnish condition. In: 5.Plant genomics European meetings, Venice, 11-14th October 2006. p. 347. (Abstrakti ja poster).
- ERKKILÄ, E., KALENDAR, R., PAHKALA, K., MUSTONEN, L., PELTONEN-SAINIO, P., SCHULMAN, A. 2005. GMOs and genetic contamination : tools and practices for Brassica and Solanum under Finnish conditions. In: ed. Antoine Messéan. Proceedings, Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains, 14-15 November 2005, Montpellier, France. Montpellier: p. 253. (Abstract and poster).
- ERKKILÄ, M., PAHKALA, K., KALENDAR, R., MUSTONEN, L., PELTONEN-SAINIO, P., SCHULMAN, A. 2007. Go with the flow, or volunteer later : is there room for GM oilseed and potato in Finland?. In: Research programme on environmental, societal and health effects of genetically modified organisms : Final symposium of the ESGEMO projects, Tvärminne Zoological Station, Hanko November 5-6, 2007. [p. 13-14]. (Abstrakti ja esitelmä).
- EU 2003. Komission suositus, annettu 23 päivänä heinäkuuta 2003, ohjeista kansallisten strategioiden ja parhaiden käytänteiden laatimiseksi muuntogeenisten viljelykasvien sekä tavanomaisen ja luonnonmukaisen maataloustuotannon rinnakkaiseloon (2003/556/EY http://wwwb.mmm.fi/el/laki/kara/2003_556_EY.pdf)
- FAO-OECD. Elintarvikkeiden ja rehujen maailmanmarkkinatilastot. www.stat.fi
- Galbraith, J.K. 1952. *American Capitalism. The Concept of Countervailing Power.* Boston: Houghton Mifflin.
- Heikkilä, J. ja Peltola J. 2003. Conceptualising the economics of plant health protection against invasive pests. *Agricultural Food and Science in Finland.* Vol 12 (2003): 67–81. Helsinki
- Hofvander, P. 2003. Potato biotechnology - achievements and opportunities. Proceedins from a Nordic seminar: Potato as Food,. Editors: Vorne, V and Hallikainen, A. Helsinki 26–27.November. 2001. p. 80-85.
- Korttemaa, H. 2006 Virukset siemenperunassa. Tuottava Peruna, Perunantutkimuslaitoksen (PETLA) julkaisu 1/2006 s. 10-11 (Viruses in seed potato, *Journal of Potato Research Institute (PETLA)* 1/2006 p. 10-11)
- Lorito, M., Woo, S.L., Fernandez, I.G., Colucci, G., Harman, G.E., Pintor-Toro, J.A., Filippone, E., Muccifora, S., Lawrence, C.B., Zoina, A., Tuzun, S., and Scala, F. 1998. Genes from mycoparasitic fungi as a source for improving plant recistance to fungal pathogens. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95: 7860–7865.
- McBride, W. and Books, N. 2000. Survey of Evidence on Producer Use and Costs of Genetically Modified Seed. In: Lesser (*ed.*). *Transition in Agbiotech: Economics of Strategy and Policy.* Proceedings of the NE-165 Conference, Washington D.C. June 24-25, 1999, p. 22-40.
- MMM 2005. Muuntogeenisten viljelykasvien sekä tavanomaisen ja luonnonmukaisen maataloustuotannon rinnakkaiselon mahdollistaminen Suomessa. Loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö. Rinnakkaiselon ohjaustyöryhmä. Työryhmämuistio MMM 2005:16. 44 s.

MUSTONEN, L., PELTONEN-SAINIO, P., PAHKALA, K. 2008. Perunan GM-lajikkeiden jääntimukulat - riski geeninäinesteen siirtymisestä. In: Toim. Leena Rantamäki-Lahtinen. Maataloustieteen Päivät 2008 10.-11.1.2008, Viikki, Helsinki : esitelmä- ja posteritivistelmät. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 24: p. 21.

MUSTONEN, L., PELTONEN-SAINIO, P., PAHKALA, K. 2007. Risk assessment of volunteer gm-potatoes in the northernmost European conditions. In: Edited by Alexander J. Stein and Emilio Rodriguez-Cerezo. Third International conference on coexistence between genetically modified (GM) and non-GM based agricultural supply chains, Seville (Spain), 20th and 21st November 2007 : book of abstracts. Luxembourg: European Commission. p. 233-234.

Niemi, J. Mäkelä, S. Tuomisto, J 2003. The Distribution of Costs and Benefits from the Commercial Introduction of Genetically Modified Crops: A Case Study on Potato in Finland. A paper presented at the 7th ICABR Conference in Ravello, Italy, June 29 to July 3, 2003.

PAHKALA, K., PELTONEN-SAINIO, P., MUSTONEN, L., MIKKOLA, H. 2008. Öljykasvien GM-lajikkeiden jääntikasvirukset. In: Toim. Leena Rantamäki-Lahtinen. Maataloustieteen Päivät 2008 10.-11.1.2008, Viikki, Helsinki : esitelmä- ja posteritivistelmät. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 24: p. 20.

Salanié, B. 1997. The Economics of Contracts. A Primer. 223 p. Cambridge.

Thill, C.A. 2003. Perunanjalostuksen pohjoisamerikkalaiset kehitysnäkymät. (View to development of Potato breeding in North America) Luento Suomen Perunaseuran Kesäseminaarissa Oulussa 30.7.2003. Christian A. Thill, Minnesotan Yliopisto, USA.

Tiilikkala, K. 1993. Perunan tuholaiset ja niiden torjunta/kirvat. Perunan kasvinsuojelu. (Potato pests and rejection/plant-lice. Potato plant protection) Maaseutukseksuten liiton julkaisuja 859. Helsinki.

Tiilikkala, K & Kurppa, A. 1988. Bekämpning av potatis virus Y (PVY) infektion med oljebespruting. Sveriges lantbruksuniversitet. Växtskyddasrapporter. Jordbruk 53: 93-97.

Tuomisto, J. 2003. Siemenperunan sopimustuotanto Suomessa. Sopimustuotanto siemenperunan markkinaepävarmuudesta aiheutuvan hyvinvointitappion alentajana. (Contracting in the Finnish Seed Potato Market, Contract Production as a Method to Reduce Welfare Loss Caused by Market Uncertainty of Seed Potato) MTT, Maa- ja elintarviketalous 22, 109 p., 17 appendices.

Tuomisto, J. ja Antila E. 2001. Tärkkelysperunan kannattavuusvertailu tilamallien avulla. (Calculation of profitability on starch potato production) Tärkkelysperunantuotannon käsikirja 17.10.2001 Seinäjoki.

TUOMISTO, J., HUITU, H. 2008a. Reducing costs caused by isolation requirements between GM and non-GM potato fields - a method based on GIS. In: Chiru, S., Olteanu G., Aldea, C., & Bádáráu, C.(ed.). Potato for a changing world : 17th Triennial Conference of the European Association for Potato Research (EAPR) Brasov 2008, abstracts of papers and posters. Universitáti "Transilvania". p. 201-205.

TUOMISTO, J. 2008b. GM potato as a challenge for potato virus prevention - Economic analysis. In: Chiru, S., Olteanu G., Aldea, C. & Bádáráu, C. (ed.). Potato for a changing world : 17th Triennial Conference of the European Association for Potato Research (EAPR) Brasov 2008, abstracts of papers and posters . Editura Universitáti "Transilvania". p. 176-180.

TUOMISTO, J. 2008. Perunaviruksen aiheuttamat kustannukset siemenperunan tarjontaketjulle. In: Toim. Anneli Hopponen. Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008 [: esitelmät ja posterit]. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23: 7 p. Julkaistu 9.1.2008

TUOMISTO, J., HUITU, H. 2008b. Muuntogeenisen ja tavanomaisesti jalostetun perunan rinnakkaisviljelyn kustannukset - analyysi GIS-paikkatietojärjestelmää käyttäen. In: Toim. Anneli Hopponen. Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008 [: esitelmät ja posterit]. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23: 7 p. [Url] Julkaistu 9.1.2008

TUOMISTO, J. 2007. GM potato as a challenge for potato virus prevention - Economic analysis. In: 11th International Conference on Agricultural Biotechnologies : New Frontiers and Products - Economics, Policies and Science,

Organized by the International Consortium on Agricultural Biotechnology Research (ICABR), Ravello (Scala) (Italy) July 26-29, 2007. p. 15.

TUOMISTO, J. 2007. Kestääkö siementuottajan talous viruslevinnän?. In: Kasvitaudit hallintaan : talviseminaari 2007 : seminaarin esityksiä ja alustuksia 2.2.2007, Kuortaneen urheilupuisto, Opistontie 1, Kuortane. Suomen perunaseuran julkaisu 1/2007: p. 2.

Tuomisto, J 2007 Contract production as a method to reduce welfare loss caused by market uncertainty of seed potato, Agricultural and Food Science vol. 16. p. 3-16, 2007.

TUOMISTO, J. 2007. Muuntogeenisen perunan hyödyt ja kustannukset. Tuottava peruna 1/07: 13-14.

TUOMISTO, J. 2007. Tärkkelysperunantuotannon tuet. Tuottava peruna 2/07: 8.

TUOMISTO, J. 2007. Perunavirukset lisäävät tuotantokustannuksia. ProAgria Etelä-Pohjanmaa 2/2007: 2.

TUOMISTO, J. 2007. Viruksista harmia ja kustannuksia. Kuuma Peruna 3/2007: 7.

TAURIAINEN, J., TUOMISTO, J. 2006. Perunan hinta heiluttelee kannattavuutta. Koetoiminta ja käytäntö 63, 1(20.3.2006): 5. [Url] [Tiivistelmä]

TUOMISTO, J. 2006. Co-existence of GM and non-GM potato varieties on Finnish potato farms - potential costs and remedies. In: NJF seminar 379, Aspects of Growing Transgenic Crops. 7-8 March, 2006. Denmark.. 4 p. [Url]

TUOMISTO, J. 2006. Muuntogeenisen ja tavanomaisesti jalostetun perunan rinnakkaisviljely - kustannukset ja niiden kohdentuminen. In: Toim. Anneli Happonen. Maataloustieteen päivät 2006, 11.-12.1.2006 Viikki, Helsinki (:esitelmät ja posterit). Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 21: 7 p. [Url] julkaistu 9.1.2006

TUOMISTO, J., HUITU, H. 2006. Reducing costs caused by isolation requirements between GM and non-GM potato fields - a method based on GIS. In: 10th ICABR International Conference on Agricultural Biotechnology : Facts, Analysis and Policies, June 29 - July 2, 2006. Ravello, Italy. 2 p. (Abstract). [Url]

TUOMISTO, J. 2005. Co-existence of GM and non-GM potato varieties on Finnish potato farms - potential costs and remedies. In: The 9th ICABR International Conference on Agricultural Biotechnology : ten years later, July 6-10, 2005, Ravello, Italy. 21 p. : <http://www.economia.uniroma2.it/conferenze/icabr2005/papers/Tuomisto.pdf>

TUOMISTO, J. 2005. Co-existence of GM and non-GM potato varieties on Finnish potato farms - potential costs and remedies. In: ESGEMO Seminar on geneflow, Viikki Biocenter, 1.11.2005, Helsinki, Finland. (12 p).

Tuomisto, J 2004. Benefits and costs of the first wave of gene technology: A case study on potato in Finland. Paper presented of 8th ICABR conference. Agricultural Biotechnology: International Trade and Domestic Production. Ravello (Italy), July 8 - 11, 2004. paper available: <http://www.economia.uniroma2.it/conferenze/icabr2004/papers/default.asp>

Tuomisto, J & Huitu, H. 2006. Reducing costs caused by isolation requirements between GM and non-GM potato fields – a method based on GIS. Paper presented of 10th ICABR conference: Facts, Analysis and Policies Ravello (Italy) June 29 – July 2, 2006. 37 p. Abstract available: <http://www.economia.uniroma2.it/conferenze/icabr2006/abstract/>

Tuomisto, J.J. & Vartiainen T. 1994. Puhdas luonto on kauppatavaraa. Saatekirje: 6.4.1994. Kansanterveyslaitos, ympäristöterveyden osastoryhmä. Kuopio.

Tuomisto J.J. 2006. Word to Eurotox. 43th Congress of the European Societies of Toxicology, Dubrovnik, Sep. 20, 2006 <http://www.geenit.fi/Eurotox06.pdf>

Valkonen J. 2006. Kirvaleyvännäiset virukset siemenperunassa. Tuottava Peruna, Perunantutkimuslaitoksen (PETLA) julkaisu 2/2006 s. 9-11. (Viruses in Potato spreaded by plant-lice. Journal of Potato Research Institute (PETLA) 2/2006 p. 9-11)