

Jussi Tammisola:

Tulevaisuus tarvitsee biotekniikkaa

(Käytännön Maamies 8/2008, tekstit: Annaleena Ylhäinen, kuvat: Piia Arnould)

Muuntogeeniset elintarvikkeet eivät ole ilmestyneet eurooppalaiseen ruokapöytään, vaikka syömmekin päivittäin geenitekniikan avulla tuotettuja lisäaineita, aromeja ja vitamiineja. Euroopan ulkopuolella muuntogeenisten kasvien viljely yleistyy. Biotekniikka harppoo eteenpäin myös lääke-, prosessi- ja energiateollisuudessa. EU on vaarassa jäädä jalkoihin, kun muu maailma kerää geenitekniikan hyödyt.

Kuvateksti: Tammisola uskoo, että viljelykasvimme ovat tulevaisuudessa entistä terveellisempiä, satoisampia, maukkaampia ja niiden viljely rasittaa ympäristöä vähemmän kuin nyt. Ne kasvavat vähemmällä vedellä, lannoituksella ja hoidolla, sillä niihin on tuotu villikasvien ekologisia taitoja.

Kuvateksti: Geenitekniikkaa hyödynnetään ennen kaikkea tutkimuksen välineenä. Kuvan PCR-laitteella voidaan monistaa yksittäinen geeni tai dna-pätkä eksponentiaalisesti. Suurin osa markkinoille tulevista geenitekniikan sovelluksista on jotain muuta kuin geenimuunneltuja organismeja tai niiden avulla tuotettuja tuotteita. Esimerkiksi uudet diagnostiset menetelmät, kuten monet bakteerien tai virusten tunnistusmenetelmät ja geenitestit, ovat geenitekniikan kehityksen tuloksia.

Kuvateksti: Bioenergiassa on menossa biopolttoaineisiin perustuva ensimmäinen vaihe. Tammisolan mielestä emme voi hypätä sen yli. Öljypalmuun ja sokeriruokoon perustuvat biopolttoaineet ovat tällä hetkellä ainoita taloudellisesti kilpailukykyisiä vaihtoehtoja fossiilisille polttoaineille. Tämä vaihe on käytävä läpi, jotta pääsemme bioenergian käytössä liikkeelle ja tutkimuksessa eteenpäin. Tulevaisuudessa käyttöenergiamme tuotetaan sellusta ja joskus ehkä suoraan vedestä irrottamalla siitä vetyä muunnettujen levien avulla.

Kun Euroopan unioni vielä empii kantaansa muuntogeenisiin kasveihin, kasvinjalostuksen dosentti **Jussi Tammisola** tuskailee EU:n jäykkää byrokratiaa ja kysyy, onko meillä varaa hidastella pidempään.

”Tuntuu turhautavalta, että EU-alueelle saa tuoda rehuksi ja ruuaksi monia muuntogeenisiä kasveja, mutta niitä ei saa viljellä täällä. Muiden maiden viljelijät saavat kilpailuetua.”

Keski-Euroopan maissinviljelijöitä närästää se, etteivät he saa viljellä muuntogeenistä juurikuoriaisen kestäväää maissia, vaan joutuvat häätämään kuoriaisen toukkia kalliilla torjunta-aineella. EU:hun saa kyllä tuoda kyseistä maissia, mutta viljelyyn sitä ei ole hyväksytty.

Esimerkkejä on muitakin. Romaniassa viljeltiin ennen EU:hun liittymistä glyfosaatin kestävää soijaa. Unioniin liittymisen jälkeen täytyi siirtyä perinteisiin, tuotantokustannuksiltaan kalliimpiin lajikkeisiin. Suurin osa EU:hun tuotavasta soijasta on kuitenkin muuntogeenistä.

EU:hun saa tuoda yhteensä 26 erilaista geenimuunneltua ravintokasvilajiketta: maissia, soijaa, sokeri-juurikasta, rapsia ja puuvillaa. EU:n alueella saa viljellä ainoastaan yhtä muuntogeenistä ravintokasvia, maissia.

Ruokahuolto turvattava

Tammisola on huolissaan, riittääkö ruoka ja energia nopeasti muuttuvassa maailmassa. Säästykö luontoa tulevaisuudelle, jos väestö yhä kasvaa ja viljelyolot alkavat heiketä monissa osissa maailmaa? Ihmiskunnan ja ympäristön ongelmiin on vastattava, eikä se onnistu ilman luonnontieteiden parasta osaamista.

Saman huolen jakaa tiedeyhteisö. Yli 3 400 tiedemiestä on allekirjoittanut vetoituksen kasvigeenitekniikan puolesta, signeeraajien joukossa on 25 nobelistia. Vetoituksen mukaan geenitekniikka luo uusia mahdollisuuksia, sen avulla on jo kehitetty entistä ympäristöystävällisempiä viljelykasveja, se lisää maatalouden tuottavuutta ja osaltaan turvaa ravinnon riittävyttä.

YK:n Elintarvike- ja maatalousjärjestö FAO:n toukokuussa julkaiseman raportin mukaan ruuan kysyntä kaksinkertaistuu vuoteen 2050 mennessä. Elintarvikehuollon turvaamiseksi tarvitaan lisää viljelymaata, vettä ja nykyistä parempia satoja. Kehitysmaiden satojen on noustava 40 prosenttia nykyistä suuremmiksi. Kasteluvettä tarvitaan jopa 50 prosenttia ja viljelysmaata 100–200 miljoonaa hehtaaria nykyistä enemmän.

Samaan aikaan ilmastonmuutos vaatii nopeita sopeutumistoimia. Viljelykasvit on jalostettava kuumuutta, kuivuutta, tulvia, suolaa ja uusia tuholaisia ja tauteja kestäviksi, ja niiden ravinteiden käyttöä on tehostettava. Selvitääkö tästä haasteesta ilman biotekniikan apua?

”Perinteinen kasvinjalostus on hidasta. Uuden lajikkeen kehitys vie 10–20 vuotta. Geenitekniikan avulla jalostus on jopa kaksi kertaa nopeampaa. Monia ominaisuuksia ei myöskään pystytä jalostamaan perinteisillä menetelmillä.”

Tuntemattoman pelko

Biologia ja erityisesti genetiikka ovat varsin nuoria tieteenaloja. Keski-ikäiset kieltäytyvät syömästä mitään, missä on geenejä, kun taas nuorten tietämys geeneistä ja bioteknologian mahdollisuuksista on valovuoden päässä heidän vanhempiensa tietämyksestä. Vilkaiskaapa vaikka lukion biologian oppikirjoja!

Alan tutkijat ottavat tieteellisiä edistysaskeleita harva se päivä. Geenien toimintaa tutkitaan, niitä leikataan ja liimataan, siirretään, voimistetaan, hiljennetään. Muuntogeeniset kasvit ovat vain yksi perustutkimuksen mukanaan tuomista sovelluksista.

Biotekniikan sanastoa

Geenejä eli perintötekijöitä on jokaisessa solussa. Geenit määräävät eliön perinnölliset ominaisuudet.

Geenitekniikalla tarkoitetaan joukkoa menetelmiä, joiden avulla tutkitaan, muokataan tai siirretään geenejä. Synonyymi sanalle on yhdistelmä-dna-tekniikka. Geenejä siirretään esimerkiksi agrobakteerin tai geenipyssyn avulla.

Geenimuunneltu eli muuntogeeninen eliö (gmo = genetically modified organism) on esimerkiksi kasvi tai mikrobi, johon on geenitekniikan avulla siirretty geenejä samasta tai toisesta lajista, tai jonka omien geenien toimintaa on geenitekniikan avulla muutettu, esimerkiksi tehostettu tai sammutettu.

Biotekniikalla tarkoitetaan eliöiden, solujen tai solujen molekyylien hyödyntämistä eli jonkin asian tuottamista biologisesti. Kansantajuisin esimerkki on oluen tuotanto hiivan avulla tai viilin valmistus maitohappobakteereilla. Alkoholista voi toki tuottaa tehtaassa kemiallisen synteetinkin kautta, mutta hiivan avulla se on halvempaa.

On inhimillistä pelätä ja vastustaa uutta ja tuntematonta. Tästä Tammissolalla on itselläänkin kokemusta. Hän tituleeraa itseään Suomen ensimmäiseksi julkiseksi kasvigeenitekniikan vastustajaksi.

”Siirtogeenitekniikka oli aluksi hyvin kallista ja toimi heikosti, joten en nähnyt sille käyttöä jalostuksessa. Siihen olisi varaa vain suurfirmoilla, joita siihen aikaan eli 1980-luvulla osasimme yliopistolla vastustaa”.

Tiede kuitenkin kehittyi, tekniikka halpeni, ja mieli muuttui. Nyt geenimuuntelu tuo jalostukseen tarkkuutta, nopeutta ja uusia mahdollisuuksia jo köyhienkin maiden laboratorioissa.

”Ja tarvitaan firmojakin. Mietitään esimerkiksi lääkkeitä. Nehän valmistaa lääketekniikka. Yliopistoilla ei ole teolliseen tuotantoon varoja, intoa tai osaamistaan. Tutkijoiden löydöt on saatava yritysten käyttöön, jotta niistä syntyy sovelluksia. Olisi katastrofi, jos lääkefirmojen toiminta kielletäisiin.”

Uusia mahdollisuuksia

Ensimmäisen sukupolven geenimuunnellut kasvit tarjoavat vastauksia viljelijöiden ongelmiin. Niiden viljely on taloudellisesti kannattavampaa kuin perinteisten lajikkeiden.

Yleisin siirtogeeninen ominaisuus on glyfosaatin kestävyys. Viljelykasvi voidaan ruiskuttaa glyfosaatilla kasvukauden aikana, jolloin kalliita valikoivia rikkakasvien torjunta-aineita ei tarvita, ja torjunta-aineiden määrää voidaan vähentää. Tällä hetkellä kehitetään myös kuivuuden, kylmyyden-, tautien- ja suolankestävyyden parantamista kasveissa geenitekniikan avulla.

Tulevaisuudessa geenimuunnellut kasvit eivät vastaa pelkästään maatalouden tarpeisiin, vaan niiden avulla voidaan tuottaa raaka-aineita melkein mihin tahansa teollisuuteen. Niitä voidaan käyttää saastu-neiden alueiden puhdistukseen, tai vaikkapa sitomaan entistä tehokkaammin hiilidioksidia. Kasveissa voidaan tuottaa biomateriaaleja, lääkkeitä, rokotteita tai entsyymejä.

Uuden sukupolven muuntogeeniset kasvit ovat myös entistä terveellisempiä. Niissä on runsaammin vitamiineja, parempi rasvahappokoostumus tai enemmän tärkkelystä.

”Monsanto on tuomassa markkinoille pitkäketjuista omega-3-rasvahappoa tuottavan soijan. Se on tällä hetkellä kenttäkokeissa, ja siitä on saatu hyviä tuloksia.”

Ainoastaan levät ja sammalet tuottavat pitkäketjuista omega-3-rasvahappoa, jota ihmisen elimistö tarvitsee hermosolujen rakentumiseen. Se on parempaa kuin öljykasvien sisältämä lyhytketjuinen omega-3-rasvahappo, josta ainoastaan prosentti muuttuu ihmisen elimistössä pitkäketjuiseksi ja hermosoluille sopivaksi.

Ihminen saa pitkäketjuista rasvahappoa merikaloista, jotka ovat syöneet levää. Siksi kalaa tulisi syödä pari kertaa viikossa. Kalaa ei riitä kuitenkaan koko maailmaan.

”Tämä soijalajike tuottaa hehtaarilla omega-3-rasvahappoa saman määrän, mitä saa syömällä 25 000 lohta.”

Toinen esimerkki on a-vitamiinin esiastetta tuottava ”kultainen riisi”, jonka jalostuksessa avain- asemassa oli sveitsiläinen professori **Ingo Potrykus**.

A-vitamiinin puute on yleistä monissa kehitysmaissa, ja kultainen riisi on halpa ja tehokas tapa ehkäistä puutosta. Riisiin siirrettiin kaksi narsissin geeniä, jonka jälkeen riisi tuottaa runsaasti beetakaroteenia, josta a-vitamiini muodostuu. Jalostetut riisit lahjoitettiin Maailman riisintutkimuskeskukselle IRRI:lle jatkojalostusta varten, mutta ne eivät ole vielä viljelyssä.

Kuvateksti: *Aspergillus niger* -sieni tuottaa liemiviljelmässä fytaasi-entsyymiä, jota lisätään sian ja siipikarjan rehuihin. Sika ja kana eivät pysty käyttämään hyväkseen esimerkiksi viljoissa olevaa fytiinihappoon sitoutunutta fosforia. Fytaasi pilkkoo fytiinihapon eläimille käyttökelpoiseen muotoon. Näin rehujen fosforipitoisuutta on voitu alentaa, jolloin myös lannassa on vähemmän fosforia. *Aspergillus*-sienen geenit on muunneltu tuottamaan fytaasia mahdollisimman paljon.

Bioenergiaa biotekniikalla

Kun keskustelu siirtyy bioenergian tuottamiseen, fuusioenergiaan uskova tiedemies syttyy. ”Joskus tulevaisuudessa muuntogeeniset levät valjastetaan tuottamaan vetyä!”

Aurinko on ainoa kestävä keino tuottaa energiaa ihmiskunnalle, ja yhteyttäminen on tehokkain tapa ottaa talteen auringon energiaa. Yhteyttämisprosessin alussa viherhiukkanen pilkkoo vesimolekyylin hapeksi ja vedyksi auringon energian avulla. Prosessia olisi geeniteknisesti mahdollista tehostaa, ja napata vety talteen.

Brasiliainen viljelijä laskee hyötyvänsä

Joulukuussa Brasiliassa tapaamani viljelijät olivat tyytyväisiä glyfosaatin kestävään Roundup Ready -soijaan. Viljelykustannukset olivat laskeneet perinteisiin lajikkeisiin verrattuna. Nyt selvittiin harvemmillä rikkakasviruiskutuksilla, ja glyfosaatti on edullisempaa kuin valikoivat herbisidit.

Ostosiemen oli hieman perinteistä siementä kalliimpaa, mutta soijan kohdalla muuntogeenistä siementä saattoi lisätä itse monta vuotta. Tuulesta temmattua oli myös puhe siitä, että Roundup Ready -soijaa voi ruiskuttaa vain Roundupilla. Viljelijät kertoivat käyttävänsä edullisinta glyfosaattia merkistä riippumatta.

Brasilialainen maatalouden tutkimuslaitos Embrapa jalostaa geenitekniikkaa hyödyntäen paikallisiin oloihin soveltuvia lajikkeita yhteistyössä yritysten kanssa, aivan niin kuin länsimaissakin tehdään.

Muuntogeenisen soijan viljely ei ollut mitenkään holtitonta tai kaoottista. Kun tiedustelin, eikö muuntogeeninen soija ja perinteinen soija sotkeennu toisiinsa sadonkorjuun aikana, sain osakseni pitkän mulkaisun. Varmaan samalla lailla reagoisi suomalainen viljelijä, jonka taitoa pitää vehnä ja ohra omissa siiloissaan kyseenalaistettaisiin. Jokaisesta loppuvarastoon vietävästä soijakuormasta otetaan näyte, joka tutkitaan dna-testillä. **AY**

Kuvateksti: Brasiliassa viljellään soijaa 22 miljoonalla hehtaarilla. Muuntogeenisten lajikkeiden viljely hyväksyttiin vuonna 2004, ja on sen jälkeen yleistynyt nopeasti. Yli kolmannes Brasilian soijasta on muuntogeenistä.

Yhteyttäviä viher- ja sinileväliemiä voisi kasvattaa bioreaktoreissa. Tällaiset solutehtaat voisivat tutkijoiden arvioiden mukaan tallettaa auringon energiaa jopa kymmenen prosentin hyötysuhteella. Se on huikea määrä. Maapallolle tulee auringon energiaa tunnissa yhtä paljon kuin ihmiskunta käyttää vuodessa.

Vedyn tuottaminen tai keinotekoinen fotosynteesi nanotekniikan avulla ovat kuitenkin kaukana tulevaisuudessa. Ne ovat niin sanottua kolmannen sukupolven bioenergiaa. Nyt olemme vielä biopolttoaineisiin perustuvassa ensimmäisessä vaiheessa, ja Tammisolän mielestä emme voi hypätä sen yli.

”Öljypalmuun ja sokeriruokoon perustuvat biopolttoaineet ovat tällä hetkellä ainoita taloudellisesti kilpailukykyisiä vaihtoehtoja fossiilisille polttoaineille. Tämä vaihe on käytävä läpi, jotta pääsemme bioenergian käytössä liikkeelle ja tutkimuksessa eteenpäin.”

Tammisolän mielestä niillä ei kuitenkaan pidä korvata liian suuria määriä fossiilisesta energiasta, vaan biopolttoaineita on tuotettava pienellä pinta-alalla, taloudellisesti, ekologisesti ja hyvällä hyötysuhteella. Siksi öljypalmu ja sokeriruoko ovat toistaiseksi ainoat järkevät kasvit. Maissin hyötysuhde on aivan liian huono.

Syöttötariffeja Tammissola vertaa Neuvostoliiton aikaiseen ”köyhdytysautomaattiin”. Valtio määräsi leivälle kiinteän hinnan. Kun viljan hinta nousi, oli lopulta halvempaa ostaa leipää ja syöttää sitä eläimille, kuin ostaa rehua.

Toisen sukupolven bioenergia perustuu selluloosan hyödyntämiseen, ja tässä geenitekniikka on suuressa osassa.

”Australiassa sokeriruo’on sokeripitoisuus kaksinkertaistettiin siirtämällä siihen isomaltuloosigeeni. Perinteisen jalostuksen keinoin tämä ei olisi ollut mahdollista”.

Seuraava askel on siirtää sokeriruokoon sellulaasigeenejä, jotka aktivoituvat vasta hieman ennen sadonkorjuuta. Sokeri puristetaan pois, ja jäljelle jäävä selluloosa pilkkoutuu sellulaasientsyymien avulla sokeriksi, josta tuotetaan etanolia.

Tähän asti selluloosan pilkkominen on tehty erikseen lisättävien sellulaasientsyymien avulla. Se on vielä hyvin kallista. Kasvi tuottaisi entsyymin ilmaiseksi, ja kun entsyymi on valmiina solun sisällä, se pilkkoo selluloosaa ilman esipuhdistusta [p.o. kalliita esikäsitteilyjä].

Tammissola uskoo, että energiaa tuotetaan jatkossa tehokkaasti pelloilla, josta se on helpompi korjata kuin metsistä.

”Kasveja ei ole koskaan aiemmin jalostettu bioenergian tarpeisiin, vaan ravinnoksi kelpaavaksi. Kukaan ei tiedä, miten paljon ja hyvää biomassaa kasvit pystyvätään tuottamaan, kun se asetetaan jalostustavoitteeksi.”

Kuvateksti: Riisi on yksi maailman tärkeimmistä ravintokasveista. Siitä pyritään jalostamaan geenitekniikan avulla satoisampia, tehokkaammin ravinteita hyödyntäviä ja kuivuuden ja suolan kestäviä lajikkeita.

Kuvateksti: Mikroleivistä peräisin oleva omega-3-rasvahappogeeni on siirretty rapsiin. Rapsi tuottaa pitkäketjuista omega-3-rasvahappoa, jota on saatu aiemmin vain syömällä kalaa.

Geenit karkaavat luontoon?

Tavallisen ihmisen mielikuva siirrettävistä geeneistä vastannee Liekki-sonnia, joka heti luontoon päästyään ampaisee karkuun.

”Jalostetut kasvit ovat hienohelmoja, jotka eivät pärjää luonnossa ilman ihmisen apua. Kasveja on aina jalostettu, mutta jalostetut ominaisuudet eivät ole levinneet luontoon, koska niistä on siellä yleensä pelkkää haittaa.”

Suuri sato tai maukas maku ei lisää kasvin kilpailukykyä, päinvastoin. Torjunta-aineen kestävyyttä on muillakin kuin siirtogeenisillä kasveilla. Silti geeni ei yleisty luonnossa, koska siitä ei ole siellä mitään hyötyä.

Tutkijalle arkipäivää

Tutkija **Anssi Vuorinen** tekee väitöskirjaa perunan A-viruskestävyydestä Helsingin yliopistossa soveltavan biologian laitoksella.

Vuorinen ei ole kehittämässä siirtogeenistä perunaa, ainakaan toistaiseksi, mutta geenin siirtoja tarvitaan perustutkimuksessakin.

”Perunan A-virukseen on siirretty UV-valossa fluoresenssia aiheuttava geeni. Näin voimme tutkia, miten virus liikkuu perunassa ja muissa kasveissa”.

Viruksessa olevan geenin tuottama proteiini näyttää UV-valossa hehkuvan vihreää valoa, jonka avulla virus voidaan paikallistaa. Ilman geenitekniikkaa tämä ei olisi mahdollista.

Etelä-Amerikasta on löytynyt vilttejä perunalajeja, jotka ovat kestäviä useita viruksia vastaan. Näistä perunoista on tehty risteyttämällä perunapopulaatio, josta löytyy suuri joukko viruskestävyyteen liittyviä genejä.

Vuorinen kertoo seuraavansa jonkin verran geenitekniikasta käytävää julkista keskustelua. Hän ei kuitenkaan usko, että tavallista ihmistä kiinnostaa koko aihe kovinkaan paljon.

Tutkijoille geenitekniikka on arkipäivän työväline siinä missä konttorirotille puhelin ja sähköposti. Geenipyssyt tai muut geenien siirtovälineet eivät herätä sen kummempia intohimoja. Ilman geenitekniikkaa nykyisenlainen tutkimus ei olisi mahdollista. **AY**

Kuvateksti: Anssi Vuorinen käyttää geenitekniikkaa tutkimustyössään. Agrobakteeri kasvaa viljelmänä maljalla. Se on tärkeä kasvigeenitekniikan apulainen. Sen avulla voidaan siirtää kasvisoluihin genejä tai kokonainen virusgenomi, kuten perunan A-virus.

Muita geenitekniikkaan liitettyjä uhkia on monokulttuurin yleistyminen tai maatiaislajikkeiden häviäminen. Yhtälailta geenitekniikka mahdollistaa lajikekirjon huiman nousun tai maatiaislajikkeiden käytön elpymisen, jos niiden ominaisuuksia parannetaan. Tekniikkaa voi käyttää hyvään tai pahaan, mutta itse tekniikka on vain väline.

Kuvateksti: BASF:in bioteknikko Franz Gwiazdowski valvoo 500-litraisen bakteeriviljelmän kasvua. Viidennes lääkkeitä ja suuri osa vitamiineista, lisäaineista ja entsyymeistä tuotetaan biotekniikan avulla soluviljelmissä. Aiemmin ne valmistettiin pääsääntöisesti kemiallisen synteesin kautta. Biotekniikan avulla tuotantokustannuksia on saatu merkittävästi leikattua.

Monet kansalaisjärjestöt vastustavat geenimuuntelua sillä perusteella, että uusi tai muutettu geeni aiheuttaisi tuntemattomia uhkia. Geenimuuntelua koskee kuitenkin tiukka lainsäädäntö, ja muuntogeeninen lajike saa markkinointiluvan vain, kun se on osoitettu turvalliseksi ihmiselle ja ympäristölle.

”Sitä vastoin vieraslajeja, kuten koristekasveja, joissa on tuhansittain alueelle uusia, ehkäpä ekologisesti haitallisia geenejä, saa tuoda maahan satamäärin ilman protesteja.”

Geenitekniikan kannattaminen tai vastustaminen on alaa ymmärtävän tiedemiehen mielestä kummallinen kysymys. Tutkija arvioi itse lopputulosta, ei tekniikkaa minkä avulla tulokseen on päästy.

”Esimerkiksi herbisidinkestäviä kasvilajikkeita on jalostettu sekä perinteisellä menetelmällä että geenitekniikalla.”

”Geenitekniikan avulla jalostusprosessi nopeutuu ja täsmentyy. Hakuammunnasta päästään eroon. Haluttu geeni voidaan siirtää jo valmiiksi hyvään lajikkeeseen.”

Lisäaineet ja lääkkeet tuotetaan bioteknisesti

Jokainen suomalainen syö päivittäin muuntogeenisillä organismeilla tuotettuja lisäaineita, vitamiineja ja lääkkeitä.

Pelkästään elintarviketeollisuudessa käytettävä lista on pitkä: B2-vitamiini (E 101), C-vitamiini (E 300), sakeutusaine (E 415), happamuudensäätöaine (E 330), säilöntäaineet (E 235, E 234 ja E 1105), monet aminohapot kuten natriumglutamaatti (E 621), aspartaami (E 951) ja kysteiini (E 921), sekä monet entsyymit, joita käytetään muun muassa juustojen valmistuksessa, leivonnassa, alkoholi-juomissa, tuoremehuissa ja glukoosin valmistuksessa.

Markkinoilla olevista lääkkeistä viidesosa on tuotettu bioteknisesti eli muuntogeenisten organismien avulla. Insuliinia on tuotettu jo toistakymmentä vuotta muuntogeenisten mikrobien avulla, kun se aiemmin eristettiin eläinhaimoista. Insuliinigeeni siirrettiin bakteeriin, joka tuottaa insuliinia viljelmässä. Lopuksi insuliini puhdistetaan viljelmästä ja jalostetaan lääkkeeksi.

”Vieläkin edullisempaa olisi tuottaa insuliini kasveissa. Insuliinigeenin voi siirtää kasviin, jolloin kasvi tuottaa insuliinin esiastetta, josta valmistetaan itse lääkettä”. Pellolla tuottaminen vähentää pääoma- ja tuotantokustannuksia jopa puoleen.

Lääkkeet tuotettiin aiemmin pääsääntöisesti kemiallisen synteessin kautta. Biotekniikan avulla tuotantokustannuksia on saatu merkittävästi leikattua. Insuliinin lisäksi biotekniikan keinoin valmistetaan lääkkeitä muun muassa leukemiaan, anemiaan, sydämen vajaatoimintaan, lapsettomuuteen, nivelreumaan, rintasyöpään ja psoriasikseen.

Puolet kehitteillä olevista lääkkeistä on bioteknisiä. Lääkkeet ja rokotteet valmistetaan tulevaisuudessa bakteerien tai hiivojen avulla, geenimuunnelluissa kasveissa tai soluviljelmissä. Bioteknologia mahdollistaa myös monien sellaisten sairauksien hoidon, johon aiemmin ei ole ollut lääkkeitä.

Kuvateksti: Jos tuote sisältää muuntogeenistä organismia, se on merkittävä tuotteeseen. Esimerkiksi muuntogeenisistä kasveista valmistettuja jauhoja, sokeria tai valkuaista sisältävä tuote on merkittävä. Jos tuotteen valmistuksessa on käytetty muuntogeenistä organismia, mutta se ei sisällä itsessään jäämiä muuntogeenisestä organismista, sitä ei tarvitse merkitä. Esimerkiksi

muuntogeenisillä mikrobeilla tuotetut lääkkeet, lisäaineet, entsyymit, vitamiinit, säilöntäaineet tai muuntogeenisellä rehulla ruokitun eläimen liha ei tarvitse merkintää.

NELJÄ SUURTA:

soija, maissi, puuvilla ja rapsi

Viime vuonna muuntogeenisiä kasveja viljeltiin 114 miljoonan hehtaarin alalla. Viljelijöitä on arvioiden mukaan 12 miljoonaa. Kasvu oli odotettua runsaampaa erityisesti maissilla, jonka viljelyala lisääntyi 10 miljoonalla hehtaarilla vuodessa. Glyfosaattia kestävien maissi- ja soijalajikkeiden viljelyn runsastuminen on myös nostanut glyfosaatin hintaa ja aiheuttanut jopa niukkuutta maailmanmarkkinoilla.

Eniten viljellään soijaa (59 milj. ha) ja maissia (35 milj. ha). Myös muuntogeenisellä puuvillalla on pitkät perinteet. Sitä viljellään 15 miljoonalla hehtaarilla. Neljäs laajalti viljelty kasvi on rapsi, jota viljellään noin viiden ja puolen miljoonan hehtaarin verran. Muita muuntogeenisiä kasveja viljellään vasta pienemmässä määrin.

Noin 70 prosenttia viljelyssä olevista muuntogeenisistä kasveista on glyfosaatin kestäviä. Ominaisuus on jalostettu soijaan, maissiin, rapsiin ja puuvillaan. Vuonna 2005 hyväksyttiin ensimmäinen glyfosaatin kestävä sokerijuurikas Yhdysvalloissa, Australiassa, Kanadassa ja Filippiineillä. Myös glyfosaatin kestävä riisi ja vehnä on kehitetty, mutta ne eivät ole kaupallisessa käytössä. Yhdysvalloissa viljellään myös glyfosaatin kestävää sinimailasta.

Seuraavaksi eniten viljellään tuholaisen kestäviä muuntogeenisiä kasveja. Monissa muuntogeenisissä lajikkeissa on sekä glyfosaatin että tuholaisen kestävyys. Myös tautienkestävyyttä on jalostettu geenitekniikan avulla, esimerkiksi viruskestävyys papaijaan ja kesäkurpitsaan.

Soijaa tuotu rehuksi pitkään

Vaikkei EU-alueella saakaan viljellä muuntogeenistä soijaa, sitä on tuotu Eurooppaan eläinten rehuksi jo yli kymmenen vuotta. Jopa kaikkein kiihkeimmin muuntogeenisiä kasveja vastustavat ja geenimuuntelusta vapaiksi julistautuneet maat, kuten Itävalta, käyttävät sitä. Vain muutama EU-maa ei käytä sitä laajassa mittakaavassa.

Suomessa on keskusteltu vapaaehtoisesta merkinnästä, jos lihan tuotannossa ei ole käytetty muuntogeenistä soijaa. Merkintä on biologian näkökulmasta perusteeton. Myös perinteinen rehu sisältää geenitekniikan avulla tuotettuja lisäaineita, entsyymejä ja vitamiineja. Jos vastustaa geenimuunnellun soijan käyttöä rehussa, pitäisi samalla logiikalla kieltää myös geenitekniikan avulla tuotetut rehujen lisäaineet. Lisäksi käytetyn rehun alkuperää on mahdotonta valvoa lihasta, sillä ruoan sisältämä dna pilkkoutuu ruoansulatuksessa.

Nyt huolenaiheena on perinteisen soijan riittävyys ja kalleus. Soijan hintaa EU:ssa nostaa se, ettei tänne saa tuoda kuin tiettyjä lajikkeita, jotka hyväksytään aina tapauskohtaisesti ja prosessi vie pitkään. Uudet viljelyyn tulevat lajikkeet ovat useimmiten siirtogeenisiä.

Geeniruokaa kaupan hyllyllä?

EU-alueella varsinaisia siirtogeenisiä kasveja ei löydy kaupan hyllyiltä, mutta soijaa tai maissia voi olla joissain elintarvikkeissa muun muassa lisäaineena. Silloin se on merkitty erikseen. Muuntogeenisiä vihanneksia tai hedelmiä EU:ssa ei ole myynnissä.

EU:n ulkopuolella matkatessa useimmat ovat luultavasti nauttineet muuntogeenisiä elintarvikkeita soijan, maissin tai rapsiöljyn muodossa.

Suurin osa maailman soijasta on muuntogeenistä. Elintarvikekäyttöön siitä valmistetaan esimerkiksi soijaproteiinia, soijaöljyä, soijakastiketta, lesitiiniä ja tofua. Muuntogeenisiä elintarvikkeita ei tarvitse kaikissa maissa merkitä erikseen. Esimerkiksi Yhdysvalloissa muuntogeenisen ja perinteisen soijan välillä ei ole lainsäädännöllisesti mitään eroa. **AY**

Muuntogeenisten kasvien viljely maailmassa 2007

MAA	MILJ. HA	KASVIT
Yhdysvallat	57,7	soija, maissi, puuvilla, rapsi, kesäkurpitsa, papaija, sinimailanen
Argentiina	19,1	soija, maissi, puuvilla
Brasilia	15,0	soija, puuvilla
Kanada	7,0	rapsi, maissi, soija
Intia	6,2	puuvilla
Kiina	3,8	puuvilla, tomaatti, poppeli, petunia, papaija, paprika
Paraguay	2,6	soija
Etelä-Afrikka	1,8	maissi, soija, puuvilla
Uruguay	0,5	soija, maissi
Filippiinit	0,3	maissi
Australia	0,1	puuvilla
Meksiko	0,1	puuvilla, soija
Kolumbia	<0,1	puuvilla, neilikka
Chile	<0,1	maissi, soija, rapsi
Honduras	<0,1	maissi
Espanja	0,1	maissi
Ranska	<0,1	maissi
Portugali	<0,1	maissi
Tsekki	<0,1	maissi
Saksa	<0,1	maissi
Slovakia	<0,1	maissi
Romania	<0,1	maissi
Puola	<0,1	maissi

Eniten muuntogeenisiä kasveja viljellään Yhdysvalloissa, joissa USDA:n vuoden 2007 tilastojen mukaan muuntogeenisten kasvien osuus oli 73 % maissilla, 87 % puuvillalla ja 91 % soijalla. Lähde: ISAAA Briefs No. 37-2007

Jussi Tammissola on maatalous- ja metsätieteiden tohtori, filosofian lisensiaatti ja kasvinjalostuksen dosentti. Tammissola työskentelee maa- ja metsätalousministeriössä erikoistutkijana, ja hän on Suomen FAO-toimikunnan jäsen ja geenitekniikan lautakunnan varajäsen. Haastattelun Tammissola antoi yksityishenkilönä ja tiedemiehenä, ei ministeriön virkamiehenä. Haastattelussa esille tulleet mielipiteet eivät ole ministeriön kannanottoja.

Kuvateksti: Kehityksen vastustus kummastuttaa tiedemiestä. Tutkija arvioi itse lopputulosta, ei tekniikkaa minkä avulla tulokseen on päästy. Kasveja on jalostettava tavalla tai toisella. Ihmiset luulevat, että kasvit ovat tehneet itse itsensä ihmisten ruuaksi. Tammissolan mukaan suurin osa luonnon kasveista on myrkyllisiä ja epäterveellisiä, mutta niistä on tehty jalostuksen avulla syömäkelpoisia.

Geenitekniikan tulevaisuus

Geenitekniikka muuttuu entistäkin tarkemmaksi. Jo nyt on mahdollista täsmäjalostaa kasveja yhden emäksen tarkkuudella. ”Tämä mahdollistaa esimerkiksi yksittäisen haittageenin sammuttamisen. Myrkyllinen tai allergiaa aiheuttava kasvi saadaan vaarattomaksi.”

Entä millaisia viljelykasveja on odotettavissa vaikka 50 vuoden päästä? Miltä kasvit näyttävät ja miten niitä viljellään? ”Biologia kehittyy tieteenalana nopeasti, joten ennustaminen vuosikymmenten päähän on vaikeaa.”

Tammissola kuitenkin uskoo, että viljelykasvimme kasvavat jatkossakin pelloilla, ne ovat aivan ”tavallisia”, ihmisen itselleen paremmaksi jalostamia, aivan kuten nykyisinkin. Ne ovat entistäkin terveellisempiä, satoisampia, maukkaampia ja niiden viljely rasittaa ympäristöä vähemmän kuin nyt. ”Ne kasvavat esimerkiksi vähemmällä vedellä, lannoituksella ja hyösyäyksellä, niihin on tuotu villikasvien ekologisia taitoja.”

Viljelykasvien hyöndyntäminen lääkkeiden, rokotteiden, biomateriaalien ja energian tuotantoon yleisyy. Yksi asia on varmaa: luonnon geneettinen rikkaus on valjastettu ihmisten tarpeisiin ja kasvin- tuotantoon paljon monipuolisemmin kuin nykyisin. □

Kirjoittaja [AY] on biotekniikkaan erikoistunut maatalous- ja metsätieteiden maisteri.

Lisätietoa

- Euroopan Unionin sivusto GMO Compass, jolla kerrotaan biotekniikasta EU:ssa, esimerkiksi EU:n hyväksymät tai hyväksymistä odottavat rehuksi tai elintarvikkeeksi tarkoitetut geenimuunnellut kasvit: www.gmo-compass.org
- Euroopan Komission informaationsivusto Biotechnology & GMOs: <http://gmoinfo.jrc.it>
- Geenitekniikan lautakunta Suomessa: www.geenitekniikanlautakunta.fi
- ISAAA, kansainvälinen kasvibiotekniikan sivusto, joka keskittyy erityisesti kasvibiotekniikan kehitykselle tarjoamiin mahdollisuuksiin (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications): www.isaaa.org/Resources/Publications/briefs
- Tiedemiesten vetoamus geenitekniikan puolesta: www.agbioworld.org/declaration/petition/petition.php
- Jussi Tammissolan linkkilista: www.geenit.fi/