

Hesariin tarjottu vastine tammikuussa 2005. Lyhyempi ja napakampi julkaistiin eilisen (30.1.2005) Hesarin mielipide osastolla, eikä se ole tässä mukana. Mutta tässä nyt tämä:

Kasvinjalostus on maapallon tulevaisuudelle tärkeää ja arvokasta työtä. Perinteinen, kaikkia ominaisuuksia seuraava jalostus on hidasta ja vaivalloista, mutta oikotietä onneen ei ole. Geenin siirto bioteknisin keinoin ei tuo simsalabim-ratkaisua, sillä kasvibiotekniikka perustuu menneen ajan tieteeseen.

Vanha oppi on, että yhtä geeniä vastaa yksi tuote, yleensä proteiini. Tämä käsitys on vanhentunut, eikä pidä paikkaansa. Kun ihmisen geenit luettiin, niitä löytyi 25.000, vaikka erilaisia proteiineja on ihmisessä 100.000. Kasveilla ja eläimillä yksi geeni tuottaa eri tavoin säätelemällä useita eri tuotteita.

Itse geenin käsitekin on muuttunut. Se ei ole yksi suora pätkä DNA:ta, vaan eri pätkien yhdistelmä. Yhden geenin pätkät voivat samaan aikaan olla osina muissa geneeissä. Kun tämän tietää on helppo ymmärtää, miksi kasvibiotekniikka ei toimi.

Uutta geeniä ei voi siirtää kasviin häiritsemättä entisten toimintaa. Kokemukset geenimuunnelluista kasveista kertovat arvaamattomista vaikutuksista: kasvien kääpiöitymisestä, steriliateetistä, ennakoimattomien ominaisuuksien ilmenemisestä ja jopa myrkyllisten aineiden syntymisestä. Esimerkiksi hemoglobiinigeenin siirtäminen tupakkaan aiheuttikin nikotiinin tuotannon voimakkaan lisääntymisen. Yleistä on, että siirretty geeni hiljennetään. Kaupallisiin soijalajikkeisiin siirretyt geenijaksot ovat muuttuneet, vaikka niiden piti olla pysyviä, ja aiheuttaa uusi haluttu ominaisuus.

Geenikarttoja voi käyttää jalostuksen apuna, mutta vain yhteen geeniin tuijottaminen ei riitä. Sekin on hieman kyseenalaista, kertooko geenitesti todella kaikki olennaiset asiat eliöstä. Geenin ilmeneminen ominaisuutena riippuu sen säätelystä ja muista geneeistä, ja niiden säätelystä. Esimerkiksi kahden linjan risteytyksenä syntyvä hybridi on usein molempia kantalajikkeita elinvoimaisempi, vaikkei sitä geneeistä voisi ennustaa.

Olosuhteet pellolla ovat vaihtelevat, ja tarvitaan monia ominaisuuksia, jotta kasvi käyttäisi ympäristön resurssit mahdollisimman hyvin. Siksi kasvatuskokeita ja valintaa ei voi korvata millään.

Geeninsiirto on tieteenä vielä kapaloissaan, siitä olen Unto Tulisalon kanssa yhtä mieltä. Tämän tietäen on edesvastuutonta sallia gm-kasvien kasvattamista ulkoilmassa. Geenimuuntelun avoin levittäminen luontoon aiheuttaa arvaamattomia riskejä, sillä muuntogeenirakenne on virusmainen voidakseen kiinnittyä kohteeseensa. Tällöin sillä on vaara jatkaa kulkuaan uuteen organismiin ja sotkea sen toimintaa. Uudet tutkimukset ovat paljastaneet, että luonnossa tapahtuu horisontaalista geenien siirtymistä: geenien hyppimistä lajista ja eliöryhmästä toiseen. Huoli ei siis ole mitenkään irrationaalinen tai mystifioitu. Ikävintä tällaisessa tapauksessa olisi se, ettei tehtyä vahinkoa voisi mitenkään ottaa takaisin.

Huolimatta siitä, että ihminen on käyttänyt kasveja ravinnokseen jo kauan, ne eivät ole olemassa vain meitä varten. Unelma siitä, että kaikki hyvät geenit voitaisiin paketoita yhteen lajikkeeseen, tulee pysymään unelmana.

Liisa Kuusipalo, fil.tri

## **MIKSI AINA VÄITTÄÄ VASTAAN JA VASTUSTAA KEHITYSTÄ?**

### **MIKSI EI GEENIKASVEJA?** (Luonnonsuojelija-lehdessä julkaistu juttu vuodelta 2003)

Yksilön geenit sisältävät eliön rakennuspiirustukset ja lajin menneisyyden arkiston. Geeneissä näkyy yksilöiden sukulaisuus, lajien kehittyminen, vaellukset ja sosiaalinen rakenne. Geeniteknologian eli yksittäisten geenien siirtelyn kehittäminen on lisännyt huimasti tietämystämme solun sisäistä tapahtumista. Ja kun tekniikka kerran on keksitty, sitä halutaan myös käyttää.

Siirtogeenisiin kasveihin ja eläimiin on liitetty huimia tulevaisuuden visioita, ja niistä on povattu Suomelle seuraavaa Nokiaa. Kuluttajat eivät kuitenkaan ole innostuneet. Ikävät vastustajat ovat tuhonnet ruusuiset tulevaisuuden kuvat. Miksi näin, vaikka geenitekniikkaa puolustetaan voimakkain lausumin?

### **Geenitekniikalla voimme parantaa kasveja ja eläimiä!**

Tavoitteena on muokata koko eliökuntaa ihmisten mieltymysten mukaisesti. Luonnon ja eliökunnan kannalta katsottuna ihmisellä ei ole mitään näyttöä riittävästä viisaudesta tähän tehtävään. Eläinten muuntelu tuottaa eläimille turhaa tuskaa ja lisää koe-eläinten käyttöä.

### **Geenitekniikka on tehokasta!**

Erikoistuotannon kannalta siirtogeeniset kasvit ja eläimet ovat tarpeettomia: muunnelluilla bakteereilla ja hiivalla voidaan suljetuissa sammioissa tuottaa samat aineet varmemmin, helpommin, halvemmin ja turvallisemmin. Tätä menetelmää on käytetty jo kymmeniä vuosia lääkkeiden ja entsyymien tuotantoon. Näin on saatu esimerkiksi entsyymipesuaineet, ja vähennetty vesistöjen saastuttamista fosfaateilla.

### **Geenikasvien käyttö lisää tuottavuutta ja rahaa jää luonnonsuojeluun!**

Koska siirtogeenisten eliöiden kehittäminen on kallista, niiden kehittäminen pyritään tekemään kannattavaksi laajalla käytöllä. Peltoviljelyssä sisäsiittoiset kloonilinjat ovat hyvin alttiita luonnon arvaamattomille häiriöille. Pelloilla siirtogeeniset kasvit ja eläimet ovat osa ekosysteemiä, ja niiden käyttö voi itse asiassa lisätä luonnonsuojelun tarvetta.

### **Geenimaissi tuhoaa itse sitä syövät hyönteiset!**

Jos siirtogeenin kasvinsuojelu perustuu hyönteisten lisääntymisen estävään vaikutukseen, on sen laajalla käytöllä dramaattisia vaikutuksia. Valtaosa eläimistä on hyönteisiä, ja ne ovat erittäin tärkeitä koko ekosysteemin toiminnalle. Jos tuhohyönteiset puuttuvat, puuttuvat myös niitä syövät petohyönteiset, linnut ja näitä syövät pedot. Hyönteisten puuttuminen häiritsee myös kasvinosien normaalia hajotusta ja ravinteiden kiertoa. Jos lahoamisen häiriintyminen yleistää haisevaa mätänemistä ja kasvihuonekaasujen tuottoa, ei vaikutusta voi olla huomaamatta.

### **Geenimaissi kestää rikkaruohomyrkkijä, joten myrkkijä tarvitaan vähemmän!**

Viljelykasvien myrkyneistyvyyden lisääminen vähentää myrkyneistyvyyden kokonaismäärää, mutta nostaa kerralla käytettävää myrkyneistymäärää. Käytetyn myrkyneistyvyyden väkkyvyys kärjistää myös haitallisia vaikutuksia pellon muihin eliöihin. Väkkyvyyden vaikutusta voi itse kokeilla vertaamalla oluen ja koskenkorvan nauttimista.

### **Siemenetön geenikasvi ei levitä genejään ympäristöön!**

Muunneltujen geenien leviämisen estämiseksi suunniteltu siemenetömyys esimerkiksi koivulla hävittäisi monia sen siemenistä riippuvaisia lajeja: mitä söisivät teeret, tiaiset, myyrät ja urpiaiset? Lukuisat perhoset, pistiäiset ja muut hyönteiset sekä ruokasienet, linnut ja pikkunisäkkäät ovat riippuvaisia metsäpuistamme.

### **Luonnossa vallitseva kilpailu estää geenikasvien leviämisen!**

Valitettavasti tämä kilpailu ei riitä. Ihminen on toiminnallaan aiheuttanut lukuisia sukupuuttoja ja ekokatastrofeja vapauttamalla uusille alueille vieraita lajeja. Kaniinit ja rupikonnat ovat ryöstäytyneet Australiassa, dodot ja drontit kadonneet rottien ja kissojen vuoksi.

### **Geenitekniikan menetelmät ovat samat joita luontokin käyttää!**

On totta että virukset ja bakteerit voivat siirtää genejä, mutta geenitekniikalla ihminen tekee geeniyhdistelmiä, jotka eivät luonnossa tulisi koskaan yhteen. Menetelmä perustuu nimenomaan siihen, että eristetty geeni siirretään eliöön, jossa sitä ei aiemmin ole ollut, esimerkiksi tulikärpäsen valohehku toimimaan rotan hermosoluihin.

### **Menetelmät ovat tarkkoja!**

Nykyisissä geenisiirtomenetelmissä vieraat geenit ruiskutetaan, ammutaan tai kuljetetaan virusten avulla solujen tumiin, ja toivotaan, että ne kiinnittyvät jonnekin perintöainekseen. Yksikään tiedemies ei pysty määräämään, mihin kohtaan perintöainesta uusi geeni kiinnittyy. Uusi geeni voi dramaattisesti häiritä entisiä.

### **Geenimuuntelulla tuotetaan vain haluttuja muutoksia!**

Muunneltuilla bakteereilla tuotetaan mm. tryptofaani-aminohappoa ravinnonlisäksi kehonrakennukseen. Vuonna 1989 tryptofaani-geenin lisäys bakteeriin johti samalla uuden epäpuhtauden syntymiseen. Tryptofaani puhdistettiin aktiivihieillä ja suodattamalla, mutta silti uusi

epäpuhtaus tappoi USA:ssa 37 ihmistä ja 1500 sairastui. Eläinkokeissa myrkky ei paljastunut. Huonolaatuinen tryptofaani oli helppo havaita tämän eosinofilia-myalgia-taudin aiheuttajaksi, koska kaikki sairastuneet olivat syöneet tryptofaania.

### **Geenimuunnellut ravintokasvit ovat turvallisia!**

Ravinnoksi kasvatettuina geenimuunnellut kasvit tulisi tarkistaa kuin lääkeaineet. Jos näin ei tehdä, toimivat tavalliset kuluttajat koe-eläiminä. Kasvit ovat loistavia biokemiallisia tehtaita, joiden toimintaa vieras geeni sotkee. Tämä on ilmennyt kokeissa muuntogeenisellä tupakalla, joka uuden kasvugeenin lisäyksen jälkeen tuotti vahingossa 34% enemmän nikotiinia. Halutun muutoksen lisäksi voi kasvi tuottaa jotakin uutta ainetta.

### **Geenitekniikan opetusta on lisättävä!**

Tekniikan opetusta tulisi antaa vain niille, jotka sitä todella tarvitsevat. Laajaan yksipuoliseen biotekniikka-opetukseen sisältyy riski tiedon väärinkäytöstä. Kuten tietokoneviruksia, on mahdollista muokata huvikseen tai uteliaisuuttaan myös siirtogeenisiä viruksia tai bakteereita. Kuinka houkutteleva onkaan ajatus, että loisi jotain aivan uutta? Entä jos näin saadaan aikaan hallitsemattomasti lisääntyvä eliö joka tuhoaa vaikka jotain niin pientä kuin kasvien hapen tuotannon?

### **Geenitekniikalla voidaan poistaa maapallon nälkä!**

Nälkä johtuu epäoikeudenmukaisuudesta ja yksipuolinen ravinto tiedon puutteesta. Riisiin ei tarvitse lisätä geenimuuntelulla keltaista väriä ja A-vitamiinia, jos lapsi saa hedelmiä. Aasiassa ei innostuta keltaisesta riisistä, eikä Suomessa sinisestä perunasta.

### **Rokotteiden kasvattaminen banaaneissa poistaa kehitysmaiden taudit!**

Maailmassa on tarpeeksi rokotteita tautien poistamiseen, jos rikkailla mailla riittää tahtoa hillitä ahneutta ja ohjata kehitystä.

### **Geenitekniikka on hyväksi ihmiskunnalle!**

Lobotomian keksiminen sai Nobelin palkinnon 50 vuotta sitten ja se loi suuria toiveita ihmiskunnan edistyksestä. Lobotomia tarkoittaa aivojen sohimista tylpällä veitsellä, jolloin levottomat mielisairaat rauhoittuvat tylsämielisiksi. Nykyiset geenien siirtomenetelmät muistuttavat tarkkuudeltaan lobotomialeikkauksia.

On paljon helpompaa sekoittaa ja sotkea kuin luoda jotain uutta ja parempaa. Todellisuudessa me täällä maapallolla olemme kipeän riippuvaisia luonnon rikkaudesta, kasvien hapen tuotannosta, muutamasta viljalajista ja aineet kiertoön vapauttavista hajottajabakteereista. Siksi on joskus vastustettava kehitystä ja kysyttävä: Vaikka geeneillä osataan pelata, niin onko siinä järkeä?

**Atte von Wrightille** (maaliskuu 2003)

Atte von Wright esitti joulukuun Luonnonsuojelijassa kommentteja kirjoitukseeni 'Miksi ei geenikasveja?'. Olen pahoillani vastaukseni viivästymisestä.

Esittämäni kriittinen kanta geenimuuntelun avoimeen käyttöön luonnossa on periaatteellinen. Tekniikka on todistettava turvalliseksi, että sitä voisi luonnossa käyttää. Kriittinen suhtautumiseni ei ole peruuttamaton, vaan olen todella iloinen jos historia todistaa kantani vääräksi. Silloinhan luonnolle ei ole aiheutunut mitään vaaraa, eikä maapallon elämä ja monimuotoisuus ole kärsinyt ihmisen yksisilmäisestä teknologiauskosta.

Näen geenimuuntelussa paljon hyvää. Geenitekniikka on tämän ajan valtavimpia voimia! Jo nyt sitä käyttäen tuotetaan suljetuissa käymissämmioissa esimerkiksi pesuaineiden entsyymit, ja vähennetään vesien saastumista. Useita lääkkeitä ja rokotteita tuotetaan muunnetuilla bakteereilla, eikä eläimiä enää tarvitse valjastaa rokotetehtäiksi. Näin voidaan vähentää eläinkokeita eli viattomien eläinten kiusaamista tarkoituksissa, joita ne eivät voi käsittää. Uskoakseni geeni- ja biotekniikalla on valtava potentiaali raaka-aineiden käytön tehostamisessa, saastutuksen vähentämisessä ja eläinperäisten tuotteiden korvaamisessa. Nämä käyttötavat eivät kuitenkaan edellytä geenimuunneltujen eliöiden vapauttamista luontoon.

Geenimuuntelua verrataan usein jo käytettyihin jalostusmenetelmiin, joilla todellakin on aikamoinen potentiaali tuottaa vahingollisia, uusia yhdisteitä. Säteilytys, tumamyrkyt ja muut mutageenit vaikuttavat eliöissä suurimmalta osin tuhoamalla olemassa olevia rakenteita. Satunnaisesti tämä tuhoaminen tuottaa uusia, suotuisia muutoksia, joita voidaan hyödyntää. Tätäkin voidaan sanoa geenitemppuiksi, kuten Atte von Wright itse asian muotoili.

Varsinaisessa modernissa geenimuuntelussa siirretään eliöön kokonaisia, valmiita ja toimivia geenejä tai geeniyhdistelmiä selkeinä paketteina. Tässä on uuden menetelmän kauneus ja vallankumouksellisuus, jota en todellakaan pyri kieltämään. Toivoisin, etteivät sitä kieltäisi geenitekniikan käyttäjätäkään. Valmis, toimiva geenipaketti siirretään soluun omana rakenteenaan, joten on mahdollista, että se myös poistuu solusta, ja alkaa toimia jossain muualla. Geenipakettia ei osata liimata vastaanottajaan, eikä etsiä sille sopivaa kohtaa. Se tungetaan soluun ja toivotaan että se toimii.

Mutta koska olen evoluutiobiologi ja historiani lukenut, tiedostan tämän loistavan tekniikan suuren potentiaalın myös vahinkoihin. Tämän tiedostivat myös tekniikan keksijät, ja he edellyttivät muuntogeenisten eliöiden tekemistä 'puutteellisiksi', niin etteivät ne selviäisi laboratorioden ulkopuolella. Uusien ominaisuuksien yhdistelmällä voi olla yllättävää kilpailuetua luonnossa, kuten yritin esimerkeilläni pelkästä lajien maantieteellisestä siirtelystä osoittaa.

Kasvi- ja eläinjalostus on ollut yksi ihmisen selviytymisstrategian apu olemassaolon kamppailussa, juuri kuten Atte von Wright kirjoittaa, ja se on jo nyt yltänyt lähes mykistäviin suorituksiin. Esimerkiksi yksijyvëvehnästä on kehitetty satoja jyviä kantava kuusitahoinen vehnä, ja

heinämäisestä kantamuodosta useita jämäköitä maissintähkiä tuottava muoto. Ja nämä jalostuksen loistokkaat suoritukset on tehty jo ennen ajanlaskun alkua! Susimaisesta koirasta on muokattu kurttunaamainen bokseri, jättimäinen tanskandoggi ja kiinanpalatsikoira. - Kyllä me todellakin kipeästi tarvitsemme geenimuuntelun tuomaa helpotusta jalostukseen ja eliöiden muokkaamiseen.

On loistavaa, että tutkimus kehittyy, ja turvallisuusnäkökohdat otetaan huomioon. Sanoisinpa, että siitä on paljon kiittäminen luonnonsuojeluliikkeen vahtikoiria ja ikäviä vastarannan kiiskää.

Valitettavasti kokemus on tuonut luonnonsuojelijoille pessimismiä ja epäuskoisuutta.

Myrkkyresistenttien viljelylajien käyttö tarkoittaa sitä, että pellolle voidaan kerralla levittää voimakkaampi myrkköseos kuin ennen. Väkevämpi on vaarallisempaa myös ympäristölle. Geenien siirtelymenetelmä ei sinänsä ole kauhean vaikea, joten utelias ja leikkimielinen voisi huvikseen saada aikaan ikäviä yhdistelmiä. Tieto edellyttää vastuuntuntoa.

Atte von Wright kirjoittaa, että ”geenimuuntelun suurimmat ongelmat eivät liitykään turvallisuuteen tai ympäristökysymyksiin vaan siihen, miten tekniikat saataisiin niiden käyttöön jotka hyötyisivät niistä eniten.” Tämä on jalo ajatus ja on todella ilahduttava jos useammatkin Suomen geenimuuntelun käyttäjistä ajattelevat näin. On kunnioitettavaa jos hekin toimivat kehitysmaiden aseman parantamiseksi ja tämän ongelman poistamiseksi.

Edustan Suomen luonnonsuojeluliittoa vain biotekniikan neuvottelukunnassa, jossa osallistutaan lakien ja säädösten valmisteluun lausuntoja antamalla. Mitään päätöksiä emme tee. Luvat myöntää geenitekniikan lautakunta. Virallista kantaa SLL ei ole tainnut muodostaa, mutta ehkä yleisellä tasolla on pidetty tärkeänä, että kriittinenkin kanta on lautakunnassa edustettuna.

Liisa Kuusipalo  
FT, solubiologi