

Maailman tila ja geenitekniikan kehitys

J. Tammisola 17.12.2008

Tällä vuosituhannella maailman tilanteessa ja geenitekniikassa on tapahtunut suuria muutoksia.

Ravinnoksi käytettävistä kasvituotteista alkaa olla ajoittain niukkuutta maailmanmarkkinoilla, mikä on nostanut ruoan hintaa merkittävästi. Kun valtiot ovat asettaneet tavoitteita uusiutuviin liikennepolttoaineisiin siirtymiseksi, niiden tuotantoon käytettävät energiakasvit kilpailevat peltoalasta ravinnon tuotannon kanssa. Elintason noustessa lihan kysyntä kasvaa edelleen kehittyvissä maissa, mikä lisää rehujen tuotannon tarvetta.

Väestönkasvun jatkuessa viljaa tulisi tuottaa 50 prosenttia ja lihaa 85 prosenttia enemmän vuoteen 2030 mennessä (WB 2008). Köyhien ihmisten lukumäärä on kääntynyt nousuun, vaikka YK:n kehitystavoitteiden (Millennium Development Goal) mukaan sen tulisi puolittua vuoteen 2015 mennessä. Mikäli ilmasto muuttuu ennusteiden mukaisesti, maataloustuotanto kuitenkin heikkenee maailman tärkeimmillä viljelyalueilla.

Parantamalla tärkeiden ruokakasvien ravintoarvoa Maailman terveysjärjestön suositusten mukaisesti voitaisiin parhaiten kohentaa terveydelle välttämättömien ravinteiden saantia kolmannessa maailmassa, jossa puutostaudit yhä heikentävät terveyttä. Esimerkiksi kehitysmailla tärkeän kassavan huonoja ravinto-ominaisuuksia parannetaan geenimuuntelulla laajassa Bio Cassava Plus -jalostusohjelmassa. Tavoitteena on, että yksi ateria riittäisi tyydyttämään päivän vitamiini-, mineraali- ja proteiinitarpeen (OSU 2008).

Haasteisiin vastaamiseksi tarvitaan suurta panostusta kasvilajikkeiden tehokkuuden ja ekologisen sietokyvyn parantamiseen. Keskeisiin viljelykasveihin on jalostettava varsinkin kuivan-, kuumen-, suolan-, ja tulvansietoa sekä taudin- ja tuholaiskestävyyttä (WB 2008). Kasvien tuottavuutta ja ekotehokkuutta täytyy parantaa erityisesti biopolttonesteiden tuotannossa (EPSO 2007).

Jalostukseen tarvittavaa geneettistä vaihtelua ei kuitenkaan ole yleensä riittävästi löydettävissä viljelykasvien jalostusaineistoista. Perinteiset jalostusmenetelmät eivät siksi riitä, vaan tärkeiden uusien ominaisuuksien jalostamisessa tarvitaan avuksi uutta geenitietoa ja -taitoa.

Geenitekniikan kehityssuuntia

Tuhansia kasvigeenejä on jo löydetty, joten niitä voidaan yhä useammin hyödyntää geenimuuntelussa. On ryhdytty muun muassa hienosäätämään kasvin omien geenien toimintaa.

Rna-häirinnällä voidaan vaimentaa tai sammuttaa valitun geenin toiminta. Menetelmä palkittiin lääketieteen nobelilla vuonna 2006. Sen avulla voidaan esimerkiksi sammuttaa kasvien myrkkugeenejä tai jalostaa aromivehnä vaientamalla vehnän tuoksuttomuusgeenit. Kasvinsuojelussa kasvi voidaan geneettisesti ”rokottaa” rna-jaksoilla, jotka tehoavat vain kyseiseen kasvintuhoojaan (tiettyyn virus-, sieni-, bakteeri- tai tuhohyönteislajiin). Tällöin juuri tämä tuhooja ei pysty kasvia vahingoittamaan, mutta suuren tarkkuuden ansiosta torjunta ei haittaa muita eliöitä (GTN 2008).

Kasvin hyötygeenin toimintaa voidaan usein tehostaa jalostamalla siitä kasviin lisäkopio. Esimerkiksi satoisampi riisi kehitettiin tehostamalla jyvän täyttymisgeenin toimintaa (Wang ym. 2008).

Varustamalla geeni sopivalla säätelyosalla se saadaan toimimaan vain halutussa kasvinosassa tai toivottuna aikana. Syötävät puuvillansiemenet jalostettiin sammuttamalla puuvillan myrkkytuotanto valikoivasti vain siemenissä (Sunilkumar ym. 2006). Jyvän täyttymisgeenin toimintaa tehostettiin vain riisin kukassa – muualla kasvissa se olisi haitaksi. Suolankestävä riisi kerää maasta suolaa ja siirtää sen lehtisolujensa jätesäiliöihin (vakuolit), missä se ei kasvia haittaa (Zhao ja Zhang 2006, 2007). Sokeriruokoa jalostetaan sopivaksi selluloosaetanolin tuotantoon viemällä siihen selluloosaa hajottavan entsyymin geeni. Entsyymien tuotanto kasvissa käynnistetään vasta muutama päivä ennen sadonkorjuuta, jolloin se ei hidasta kasvin kasvua (Dale 2007).

Geenin kiinnittymispaikka kasviin voidaan eräissä tapauksissa jo valita ennakolta. Muuntogeeni voidaan myös ohjelmoida leikkautumaan pois kasvukromosomista tietyissä soluissa, jolloin sitä ei esiinny lainkaan esimerkiksi syötävissä kasvinosissa tai kasvin jälkeläisissä (Ow 2007).

Keinotekoiset minikromosomit ovat tulossa käyttöön maissilla (Carlson ym. 2007). Erillisessä minikromosomissa kasviin voidaan hallitusti ja ilman paikkavaikutusta jalostaa usean geenin paketti esimerkiksi arvokemikaalien ja lääkeaineiden tuotantoa varten.

Kasvin omassa geenissä on valittu yhden tai muutaman dna-emäksen jakso jo voitu korvata halutulla toisella emäsjaksolla eräillä kohdennetun mutageneesin menetelmillä. EU:ssa selvitetään, voitaisiinko jotkut näistä menetelmistä sulkea pois geenitekniikkasäädösten piiristä.

Viitteet

Carlson SR, Rudgers GW, Zieler H, Mach JM, Luo S, Grunden E, Kroll C, Copenhaver GP, Preuss D (2007). Meiotic transmission of an in vitro-assembled autonomous maize minichromosome. *PLoS Genetics* 3: 1965-1974. doi:10.1371/journal.pgen.0030179.

<http://www.plosgenetics.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pgen.0030179>

Dale J (2007). Cellulosic ethanol: huge potential but challenging. Centre for Tropical Crops and Biocommodities, Queensland Univ. of Technol., Oct. 2007. Presentation 35 p.

<http://www.farmacule.com/news/news10/AusbioBioethanol.ppt>

EPSO (2007). Sustainable Future for Bioenergy and Renewable Products. European Plant Science Organisation Sep. 27, 2007. http://www.epsoweb.org/commun/Bioenergy_Position_Paper_EN.pdf

GTN (2008). Genteknikens utveckling 2007. Gentekniknämnden, Sverige, 2008, 54 s.

http://forskarbloggen.typepad.com/forskarbloggen/files/genteknikens_utveckling2007.pdf

OSU (2008). Fortified Cassava Could Provide A Day's Nutrition In A Single Meal. Ohio State Univ., June 30, 2008, *Science Daily*:

<http://www.sciencedaily.com/releases/2008/06/080630102737.htm#>

Ow DW (2007). GM maize from site-specific recombination technology, what next? *Curr. Opin. Biotechnol.* 18: 115-120. Abstract:

http://www.ars.usda.gov/research/publications/Publications.htm?seq_no_115=210895

Sunilkumar G, Campbell LAM, Puckhaber L, Stipanovic RD, Rathore KS (2006). Engineering cottonseed for use in human nutrition by tissue-specific reduction of toxic gossypol. *PNAS* 103: 18054-18059. <http://www.pnas.org/content/103/48/18054.full.pdf>

Zhao F, Zhang H (2006). Expression of *Suaeda salsa* glutathione S-transferase in transgenic rice resulted in a different level of abiotic stress resistance. *J Agric. Science* 144: 547-554. Abstract: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=555032>

Zhao F, Zhang H (2007). Transgenic Rice Breeding for Abiotic Stress Tolerance – Present and Future. *Chin J Biotech.* 23: 1-6.

Wang E, Wang J, Zhu X, Hao W, Wang L, Li Q, Zhang L, He W, Lu B, Lin H, Ma H, Zhang G, He Z (2008). Control of rice grain-filling and yield by a gene with a potential signature of domestication. *Nature Genetics* online, Sep. 28, 2008, 5 p., doi: 10.1038/ng.220. Abstract: <http://www.nature.com/ng/journal/vaop/ncurrent/abs/ng.220.html>

WB (2008). World Development Report 2008. Agriculture for Development. Overview. The World Bank, Washington, DC, 386 p., <http://go.worldbank.org/IUIGDTF9M0> (Press Release), http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/WDR_00_book.pdf (Report)

Kasvinjalostuksen yleiskatsauksia

Tammisola (2006a). Biotekniikan uusia ja kehittyviä sovelluksia – Haasteet, mahdollisuudet ja taloudelliset vaikutukset Euroopan maataloudessa. Luento Europarlamentissa 10.10.2006, 57 s. www.geenit.fi/EP101006suom.pdf

Tammisola (2006b). Viljelykasvit ja kasvinjalostus – edistyksen eturivissä kivikaudelta vihreälle aikakaudelle. Jalostusmenetelmiä käsittelevä liite luento Europarlamentissa 10.10.2006, 7 s. www.geenit.fi/EP101006LiiteIK.pdf

Tammisola (2008a). Jalostusesimerkkejä, luento, 7.2.2008, 17 s. www.geenit.fi/JalEsim070208.pdf

Tammisola (2008b). Biotaloutta voidaan tehostaa kasvinjalostuksella. Luento 17.12.2008 Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan työryhmässä, 44 s. www.geenit.fi/BioTal171208.pdf

Teeri (2007). Geenitekniikka kasvinjalostuksessa. Kasvinjalostuksen professori Teemu Teeren luento 20.4.2007, 10 s. www.geenit.fi/gm_200407_teeri.pdf