

Biologia avuksi kehitysmaille? Köyhätkin tarvitsevat kasvinjalostusta

[Jussi Tammissola](#), MMT FL kasvinjalostuksen dosentti (HY)

Käsikirjoitus tiedeartikkeliin, joka julkaistiin kokoelmassa ”Nicaraguan köyhät tuottajat ja rikas ruokaperinne”, Suomi–Nicaragua-Seura r.y. 2008

Geenitietoon ja -taitoon perustuva uusi biologia syntyi 35 vuotta sitten – se on siis nicaragualaisittain keski-ikässä [1]. Voisiko elämän tiede parantaa köyhän kehityksensä elämänlaatua?

Kasvilajikkeiden hyödyt ja haitat ihmiselle tai ympäristölle eivät riipu sen jalostuksessa käytetyistä menetelmistä vaan kasviin jalostetuista **ominaisuuksista** [2]. Uusi osaaminen on silti merkittävästi parantanut biologien taitoa jalostaa kasvien ominaisuuksia ihmisen tarpeiden suuntaan.

Aromivehnä

Tuoksuvasta riisistä (basmati, jasmiini) maksetaan Thaimaassa viljelijälle kaksi kertaa enemmän kuin tavallisesta. Thaitutkijat onnistuivat äskettäin selvittämään aromin salaisuuden – ja patentoivat keksintönsä, jotta oikeudet sen hyödyntämiseen säilyisivät kehitysmaassa [3, 4: s.8-9].

Viljakasveissa toimii luonnostaan ”haitallinen” geeni, joka estää aromin muodostumisen jyviin. Meitä kutsuvasta aromista olisi kasville itselleen vain vahinkoa – se ei suinkaan ”halua” joutua ruokaksemme [5, 6].

Aromiriisissä tuoksuttomuuden haittageeni on sammunut luontaisen geenivaurion seurauksena. Parempia uusia aromiriisilajikkeita voidaan jalostaa sammuttamalla tuoksuttomuuden haittageeni parhaista tavallisista riisilajikkeista. Geenitekniikan avulla se onnistuu tarkemmin ja turvallisemmin kuin entisillä keinoilla [6].

Luonto ja perinteinen mutaatiojalostus rikkovat kasvin kromosomeja muun muassa säteilyllä ja mutaatioita aiheuttavilla aineilla. Vaikutukset vain ovat täysin satunnaisia, joten yhtä toivottua muutosta kohden syntyy näin aina satojatuhansia ei-toivottuja muutoksia kasvin perimässä [6].

Geeniteknisellä jalostuksella voidaan tunnettu haittageeni sitä vastoin sammuttaa kohdennetusti, eikä tarvitse seuloa läpi satojatuhansia koekasveja ”lottovoiton” toivossa.

Vehnällä tuoksuttomuuden haittageenejä on kaikkiaan kuusi (sillä vehnä on kromosomistoltaan kuusinkertainen, kolmen eri heinälajin risteytymä). Vanhoilla ”yrityksen ja erehdyksen” keinoilla ei niitä kaikkia voida sammuttaa – urakka olisi ”tähtitieteellinen”. Sitä vastoin geenitekniikalla ne kaikki voidaan sammuttaa kohdennetusti yhtäaikaan, yhdellä jalostusaskelilla, esimerkiksi nobelpalkitun rna-häirinnän avulla.

Patenttisuoja kestää vain 20 vuotta, joten Thaimaa saa pitää kiirettä tuoksuvan vehnän jalostamisessa. Biologia ei ole esteenä, sillä nykyjalostus on nopeampaa ja halvempaa – kehitysmaissakin – kuin vanha.

Suurin uhka kehitysmaalle onkin EU, jonka raskas geenisäädäntö on perustaltaan poliittinen eikä nojaudu asianmukaisesti biotieteisiin [6]. Tämä tekee aromivehnan hyväksymisen markkinoille

hitaaksi ja kalliiksi. Päätös tuotehyväksynnästä myös EU:ssa tarvitaan, sillä Euroopan unioni pysyttää kehitysmaan vehnälle oitis tuontikiellon, jos sen joukosta löytyisi rippunen ”luvatonta” aromivehnnää.

Jos tuoksuvan vehnän jalostaminen onnistuu – byrokratian puristuksessaakin – voi arvokas uusi vientikasvi parantaa työllisyyttä ja vahvistaa pysyvästi kehitysmaan kansantaloutta.

Syötävät puuvillansiemenet

Maaailman puuvillasadosta suurempi osa on siemeniä kuin hahtuvia. Siemenissä olisi runsaasti (22 %) arvokasta proteiinia, mutta tämä proteiini joutuu hukkaan, sillä puuvillan siemenet ovat myrkyllisiä.

Puuvillakasvin kaikissa osissa on gossypol-myrkkyä, jolla kasvi suojelee itseään kasvintuhoojilta – niin ihmiseltä kuin hyönteisiltä. Vanhalla kasvinjalostuksella myrkyä valmistava geeni saatiin kyllä sammumaan, mutta hyönteiset kiittivät ja söivät suojaattomat puuvillakasvit suihinsa.

Uudella geeniteknisellä täsmäjalostuksella myrkygeenin toiminta voitiin sammuttaa kohdistetusti pelkästään siemenistä [7, 6]. Näin siemenistä tuli syötäviä, kun taas muut kasvinosat säilyttivät tarpeellisen suojauksensa.

Jos maailman puuvillapelloilla siirryttäisiin syötäviin lajikkeisiin, ne tuottaisivat vuosittain 10 miljardia kiloa arvokasta ravintoproteiinia, mikä riittäisi turvaamaan 500 miljoonan ihmisen proteiiniensaannin kehitysmaissa. ’Nälkä’ on siellä usein juuri proteiinin puutetta.

Vähemmän myrkytyksiä puuvillapelloilla

Kasvin oma myrky ei käytännön viljelyssä kuitenkaan riitä suojaksi hyönteistuhoilta, vaan puuvilla on ollut maailman myrkytetyin viljelykasvi. Tämä on johtanut ongelmiin työsuojelussa – tuhannet pienviljelijät ja maatyöläiset kärsivät vuosittain myrkytysoireista ruiskutettuaan hyönteismyrkkyjä puuvillapelloille. Suojavarusteisiin ei kaikilla ole varaa, ja kuumassa ilmastossa niitä on raskas käyttää.

Ongelmaa ovat helpottaneet uudet yökköskestävät puuvillalajikkeet, joita viljellään jo laajasti johtavissa puuvillan tuottajamaissa. Puuvillayökköset ovat monilla alueilla puuvillan pahimpia tuholaisia, ja kestävätkin lajikkeet ovat jo parantaneet puuvillan satoisuutta 80 prosentilla kuudessa vuodessa Intiassa [8].

Nämä uudet lajikkeet pystyvät torjumaan yökköset itse, mutta muita tuhojia on seurattava ja ruiskutettava niitä vastaan tarvittaessa [9, 10].

Kun tiuhaan toistuvista ruiskutuksista on siirrytty tarpeen mukaiseen (ns. integroituun) torjuntaan, ovat hyönteismyrkyruiskutukset vähentyneet alle puoleen ja usein jopa viidesosaan. Tämä on vähentänyt merkittävästi työntekijöiden terveystaittoja puuvillaviljelmillä [11: s.80].

Parempien banaanien ylösousemus?

Viljelty banaani on ”luonnoton”, kuten hyvin monet ”perinteiset” ihmisen ravintokasvit. Se ei enää ollenkaan lisäännä siemenistä, vaan taimia on lisättävä kasvullisesti. Uusien banaanilajikkeiden jalostaminen onkin kimuranttia puuhaa, oma ”taiteen” lajinsa.

Villibanaaneja kutsutaan "eläimen kikkareiksi", eikä niitä syödä kuin nälänhädässä, sillä ne ovat täynnä suuria, kovia siemeniä [12].

Tauti vei maukkaat ”hymyilevät banaanit” (Gros Michel) jo puoli vuosisataa sitten. Keski-Ameri-kassakin banaaniviljelmää tuhoutui 40 000 hehtaaria. Tilalle saatiin ”melko yhdentekevät” Cavendish-lajikkeet [13].

Banaanit eivät ole kehittyneet, kun taas tautisienten evoluutio on jo kehittänyt uusia tautirotuja, joita Cavendish-banaanit eivät kestä.

Viljely saattaa siksi nykyisellään vaatia jopa 70 sienitautiruisikutusta vuodessa, mikä käy kukkarolle ja rasittaa väistämättä myös ympäristöä. Nykyaikaisella solukkoviljelyllä voidaan tosin myös lisätä tervetäimisiä miljoonittain istutettaviksi viljelmille, mutta tämä on kallista ja pystyy vain hidastamaan taudin leviämistä.

Taudinkestävyyttä on yritetty 40 vuoden ajan siirtää villibanaaneista Cavendish-lajikkeisiin perinteisesti risteyttämällä – heikoin tuloksin.

Käsi pelillä tehtiin 400 000 risteytystä, survottiin banaanit siivilän läpi, ja löydettiin 15 siementä. Niistä neljä saatiin itämään kasveiksi, jotka risteytettiin vielä uudelleen villibanaaneihin. Tuloksena saatiin ”omenabanaani” – taudinkestävä kasvinlaji, joka kuitenkin on hapan eikä maistu banaanilta. Eikä ihme, päästettiinhan pitkälle jalostettuun kauppabanaanisiin kymmeniätuhansia tuntemattomia, ei-toivottuja genejä villibanaanista (toivotun taudinkestävyysgeenin kylkiäisinä).

Geenitekniikan avulla voidaan kestävyysgeeni sitä vastoin siirtää villibanaanista viljelybanaanisiin puhdistettuna, ilman liftareita. Näin voitaisiin myös maineikas Gros Michel pelastaa geenikokoelmien unohduksesta takaisin tuotantoon ja herkkukauppojen hyllyille.

Jospa sateet vähenevät...?

Monilla kuumilla ja lämpimillä alueilla on ennustettu sademäärien vähenevän ja muuttuvan epä-säännöllisemmiksi, jolloin niiden maataloustuotanto kääntyisi laskuun. Kuivuusjaksoja kestävien ja pienellä sademäärällä selviävien lajikkeiden jalostaminen voi olla yksi ruokaturvan avainkysymyk-sistä lähivuosisikymmeninä [4: s.6].

Kuivakaudet vähentävät biologista tuottavuutta eräillä alueilla Nicaraguassa. Pysyvän kasvipeitteen puute kuivakausina pahentaa myös eroosiota, joka on yksi maailman suurimmista ympäristö-ongelmista. Kestävät lajikkeet soveltuvat hyvin kyntämättömään viljelyyn, joka säästää maaperän kosteutta ja vähentää eroosion murto-osaan. Geenisoija onkin moninkertaistanut suorakylvön muun muassa Argentiinassa ja USA:ssa [14, 15]

Egyptissä tutkijat kehittivät kuivankestävän vehnälinjan siirtämällä siihen kuivankestävyyden geenin ohrasta (joka on lajina sopeutuneempi kuiviin oloihin kuin vehnä). Tämä vehnä tuottaa kohtuullisen sadon vain yhdellä kastelukerralla, kun tavalliset vehnäajikkeet vaativat kahdeksan kastelukertaa [16: s.7].

Alueilla, joilla sataa edes hiukan, uusi vehnälinja selviää täysin ilman kastelua. Sitä kasvattamalla vehnän viljelyalaa voitaisiin merkittävästi lisätä keinokasteluun turvautumatta.

Suolaantumisen lisääntyä, jos kastelua tarvitaan enemmän maailman kuumilla alueilla. Pallon maa-alasta jo neljäsosa on suolaantunutta. Useimmat viljelykasvimme eivät kestä suolaa, vaan niiden satotaso romahtaa. Perinteisellä jalostuksella asiaa on voitu auttaa vain vähän, uudella jo enemmän.

Monet villikasvit sietävät suolaista maaperää tai suolavettä. Kiinassa yliopistobiologit löysivät merikilokki-kasvista (*Suaeda salsa*) suolankestävyydsgeenin, joka sitten puhdistettiin ja siirrettiin riisiin, soijaan ja tomaattiin [16: s.11].



Merikilokki on suolakkasvi, joka viihtyy jopa suolankeäysaltaiden pohjalla. Sunny Beach, Bulgaria. ©Jussi Tammissola

Jalostetut suolankestävät lajikkeet puhdistavat maaperää keräämällä siitä pois suolaa ja varastomalla sen lehtiensä ”jätepusseihin” (vakuoleihin). Hedelmiin tai siemeniin suola ei kerry.

Intian biotutkijat puolestaan siirsivät suolankestävyyden geenin riisiin murtovesien mangrovepuusta – näin saatu riisilinja pystyi kasvatuskokeissa selviämään jopa kolme kertaa merivettä suolaisemmassa vedessä.

Ravitsevampaa ruokaa ja rehua

Perinteinen maissi ei ole ”sian ruokaa” eikä ihmisen, vaan lehmän. Maissinjyvissä on kyllä tärkkelystä, mutta niiden proteiini on ravitsemuksellisesti heikkoa – siinä on liian niukasti eräitä aminohappoja (mm. lyysiini ja tryptofaani), jotka ovat välttämättömiä meille yksimahaisille nisäkkäille. Lehmään saa aminohappoja bakteereistaan.

Proteiinimaississa lyysiinin ja tryptofaanin pitoisuudet lähes kaksinkertaistettiin, jolloin maissista tuli kaksin verroin ravitsevampaa. Sika kasvaa nyt yhtä nopeasti puolella entisestä rehumäärästä, eli maissipellon (eko)tehokkuus on kaksinkertaistunut. Tällä on merkitystä erityisesti pienviljelijöille, joilla on vain vähän peltoalaa käytettävissään.

Trooppisen maissin proteiinijalostus onnistui sittenkin – 35 vuoden yrityksen ja erehdyksen jälkeen – onnekkaiden sattumien ansiosta. Palkintopuheessaan jalostajat muistuttivat, että tuloksia olisi saatu paljon nopeammin, jos kasvigeenitekniikka ja sen varmemmat menetelmät olisivat jo olleet käytettävissä [17].

Riisin, perunan ja bataatin proteiinia on jo onnistuttu parantamaan geenitekniikan avulla [18: s.5]. Julkisia varoja kuitenkin tarvittaisiin, jotta tuotehyväksynnän kalliit kiemurat voitaisiin rahoittaa – suuryhtiöt eivät ole erityisen kiinnostuneita näistä köyhiin kehitysmaitiin tarkoitetuista kasvilajikkeista.

Kalakannat hupenevat, mutta sydämen terveydelle tarpeellisia, **pitkäketjuisia omega3-rasvahappoja** saamme toistaiseksi ainoastaan kaloista. Kalatkin saavat ne ravinnostaan, nimittäin levistä.

Viljelykasvimme eivät pysty näitä pitkäketjuisia omega3-rasvahappoja valmistamaan (lyhytketjuiset eivät auta, vaikka rasvamainokset niillä ratsastavat). Tarvittava geeni on jo kuitenkin siirretty soijaan merilevästä, ja hehtaarilta soijapeltoa saadaan tätä sydänystävällistä rasvahappoa nyt yhtä paljon kuin 25 000 lohesta [4: s.10-11].

Omega3-soijaöljy tulee markkinoille noin vuonna 2011, mikä kiinnostaa ainakin kasvissyöjiä ja kala-allergikkoja rikkaissa maissa. Mutta tällainen kasviöljy saattaa olla kalaa edullisempi vaihtoehto kansanterveyden parantamiseen myös monissa köyhissä kehitysmaissa.

Saako lajirajan ylittää?

Luonto ylittää säännöllisesti kasvilajien rajoja. Monet viljelykasveistamme ovat alun perin eri lajien välisiä risteytyksiä. Esimerkiksi puutarhamansikka on amerikkalaisen ja eurooppalaisen marjalajin hybridi (jonka kromosomiluku on kahdeksankertainen). Rapsi taas on kahden kaalilajin ja ruisvehnä jopa neljän eri heinälajin (vieläpä kolmen kasvisuvun) välinen risteytymä.

Kasvinjalostuksen vuosituhansina on myös hyvin usein viety genejä, kromosomeja ja niiden osia kasvilajista toiseen. Tämä on usein tarkoittanut tuhansien tuntemattomien geenien siirtämistä viljelykasvin perimään.

Jalomaarain on mesimarjan ja sen amerikkalaisen sisarlajin välinen risteytymä [19], **karukka** taas karviaisen ja mustaherukan hybridi [6], ja kotimaiset **pensasmustikat** ovat ulkomaisten pensasmustikoiden ja suomalaisen suokasvin, juolukan, risteytyksiä [20: s.9-10].

Tällaisissa perinnejalostuksen rutiinisuurituksissa piilee tuhansia kertoja enemmän epävarmuustekijöitä ja taantumisen mahdollisuuksia kuin yhden tunnetun geenin siirtämisessä kasviin puhtaana geenitekniikan avulla [6].



Karukka on karviaisen ja mustaherukan risteytymä. Perinteisesti kasvinjalostuksessa saadaan vapaasti yhdistää lajikkeeseen kahden eri kasvilajin kaikki tuhannet geenit. ©Jussi Tammissola.

Vieraat geenit ovat ravinnon arkipäivää. Kun syömme suositellun annoksen sekasalaattia (500 g), nautimme 100 000 miljardia vierasta geeniä. Ne eivät tartu perimäämme, eikä edes vegaani muutu vihannekseksi [21]. Vain vauvat syövät ihmistä...

Unohtuvatko kehitysmaiden kasvit?

Julkisen sektorin biotutkijat ovat mielellään mukana kehittämässä parempia viljelykasveja köyhien maiden viljelijöille. Myös kaupallisen biotutkimuksen osaamista on usein houkuteltavissa mukaan sellaisiin tutkimuksiin, jotka eivät suoranaisesti kilpaile yhtiöiden ”rahakasvien” kanssa.

Helsingin yliopistossa akatemiaprofessori Jari Valkosen tutkimusryhmä on tehnyt kansainvälistä yhteistyötä kehitysmaiden kasvien (esimerkiksi bataatin) taudinkestävyysjalostuksessa [22]. Kasvifysiologian professori Jaakko Kangasjärven tutkimusryhmä herätti puolestaan helmikuussa huomiota tiedemaailmassa löydettyään kasvien ilmarakojen toimintaa ohjaavan geenin [23]. Löydöllä voi olla suuri merkitys kuivankestäviä kasvilajikkeita kehitettäessä lähivuosina.

Kasvilajikkeissa viisaus on jalostettu siemeniin. Niitä osaa köyhäkin kasvattaa – kunhan hänen käyttöönsä vain saadaan parempia lajikkeita kohtuullisin ehdoin.

Eräitä tuholaiskestäviä lajikkeita pitäisi kuitenkin kasvattaa uudella tavalla. Riittävä opastus olisi silloin järjestettävä myös lukutaidottomille viljelijöille [9,10], jotta lajikkeen arvokkaat kestävyysominaisuudet säilyttävät mahdollisimman kauan tehokkaina.

Ravintoarvoa, kuivankestävyyttä yms. parannettaessa jalostuksen edistysaskelet ovat periaatteessa pysyviä ja säilyttävät arvonsa pitkälle tulevaisuuteen.

Puolet Suomen kehitysavusta kannattaisi ohjata kansainvälisille julkisen sektorin kasvinjalostusjärjestöille (CGIAR), jotta kolmannen maailman pelloille voidaan saada ravitsevampia, satoisampia ja varmempia kasvilajikkeita [24].

10.3.2008 Jussi Tammissola

Kirjoittaja on filosofian lisensiaatti, maatalous- ja metsätieteiden tohtori sekä kasvinjalostuksen dosentti, joka on opettanut perinnöllisyystiedettä ja kasvinjalostusta Turun ja Helsingin yliopistoissa vuodesta 1969 alkaen.

Epilogi

Biologia ei voi korjata maanomistuksen epäkohtia eikä poistaa uskonnollista ja poliittista syrjintää. Kasvitiede ei rakenna pienlajien järjestelmää köyhien viljelijöiden edistyspyrkimysten tukemiseksi. Ekologia ei vastaa maatalouden neuvontajärjestöjen toimivuudesta. Yliopistot eivät päästä katokorvausten riittävydestä (joskin vähentävät katoriskiä kehittämällä kestäviä kasveja).

Näistä yhteiskuntarakenteen toimivuuden kysymyksistä vastaavat kansakuntien poliittiset päättäjät (jos on kykyä tai halua).

Voidaanko luonnontieteillä parantaa ihmiselämän edellytyksiä? Jotkut torjuvat uuden teknologian ja keskittyvät menneisyyden suojeluun, odottaessaan reilumpaa yhteiskuntaa ja parempia ihmisiä.

Ihmisen jalostumisesta on vähän näyttöä, kun taas kasvinjalostuksen toimivuudesta on 11 000 vuoden ja ihmiskulttuurien mittainen kokemus.

Tärkeimpien, ihmiskuntaa ruokkivien viljelykasvien ravintoarvoa on parannettava, vaatii Maailman terveysjärjestö. Niin voidaan tehokkaimmin vähentää sairautta ja kuolemaa kehitysmaissa.

Paremmalla ravinnolla ja työvälineillä olisi käyttöä köyhillekin – kännyköistä kasvilajikkeisiin.

Viitteet:

[1] Nicaraguassa nyt syntyvän vauvan odotetaan elävän 71-vuotiaaksi.

www.indexmundi.com/nicaragua/life_expectancy_at_birth.html

[2] 25 nobelistin vetoamus. www.geenit.fi/25Nobel.pdf

[3] Tuoksuvaa jasmiinivehnää kehitysmaista? *Pohjolan Sanomat* 13.3.2006

www.geenit.fi/PohSa130306.pdf

- [4] Biotekniikan uusia ja kehittyviä sovelluksia. Luento Europarlamentissa 10.10.2006
www.geenit.fi/EP101006suom.pdf
- [5] Tavalliset viljelykasvit ovat terveellistä ravintoa, *TS* 11.6.2003. www.geenit.fi/TS110603.pdf
- [6] Viljelykasvit ja kasvinjalostus. Liite Europarlamentin luentoon 10.10.2006
www.geenit.fi/EP101006LiiteIK.pdf
- [7] Syötävät puuvillansiemenet – proteiinia miljoonille ihmisille kehitysmaissa
www.geenit.fi/SyotPuuv.pdf
- [8] Yökkösenkestävät Bt-lajikkeet pelastivat Intian puuvillateollisuuden v. 2001-2007
www.geenit.fi/IntPuuv.pdf
- [9] Muuntogeenikasvien käyttö ei lisää kemikaalikuormitusta. Ruuttunen P & Vänninen I, *HS* 11.9.2007. www.geenit.fi/HS110907mtt.pdf
- [10] Natural Romanticism Only Yields Need and Misery, *AgBioView* Nov. 27, 2006
www.geenit.fi/AgBioView271106.pdf
- [11] Muuntogeenisten viljelykasvien sekä tavanomaisen ja luonnonmukaisen maataloustuotannon rinnakkaiselon mahdollistaminen Suomessa. Väliraportti. Työryhmämuistio MMM 2005:9
www.hare.vn.fi/upload/Julkaisut/9300/2762_trm2005_9.pdf
- [12] Villibanaanin kuva: www.dasmirnov.net/media/users/paul/PBF_02_3_image_04_full.jpg
ja toinen: <http://cairnarvon.rotahall.org/pics/wildbanana.jpg>
- [13] Kuka pelastaisi banaanin? AL 9.2.2003. www.geenit.fi/Alba9203.pdf
- Ks. myös: Ploetz RC (2001). Black Sigatoka of Banana. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2001-0126-01. The most important disease of a most important fruit. American Phytopathological Society. www.apsnet.org/education/feature/banana/
- [14] Gm-soija moninkertaisti kyntämättömän viljelyn eli suorakylvön Argentiinassa v. 1996-2004.
www.geenit.fi/GmSoijaArg.pdf
- [15] Kyntämätön viljely vähentää eroosiota maailmassa keskimäärin 488-kertaisesti: Montgomery DR (2007), Soil erosion and agricultural sustainability, *PNAS* 104: 13268-13272
- [16] Jalostusesimerkkejä 7.2.2008. www.geenit.fi/JalEsim070208.pdf
- [17] CIMMYT Researchers Awarded World Food Prize in Quality Protein, Sep 7, 2000
www.cimmyt.cgiar.org/research/maize/world_food_prize_qpm/qpm_wfp.htm
- [18] Parempia kasvilajikkeita kehitysmailla – miksi ja miten? *Futura* 4/2004
www.geenit.fi/Futura4_04.pdf
- [19] Saako mesimarjan pelastaa? 8.4.2005. www.geenit.fi/MesimSTTKasik080405.pdf
- [20] Geenitekniikka kasvinjalostuksessa, kasvinjalostuksen professori Teemu Teeren luento 20.4.2007 www.geenit.fi/gm_200407_teeri.pdf
- [21] Vegaani nauttii 100 000 miljardia vierasta geeniä joka päivä. www.geenit.fi/Salaatti.pdf
- [22] Virustuntemus oli puutteellista. Kasvipatologian professori Jari Valkonen, *HS* 22.1.2005
www.geenit.fi/HS220105JariV.pdf
- [23] Kasvitieteen läpimurto auttaa kuivuutta sietävien viljelykasvien kehittämisessä. Arja Kivipelto, *HS* 29.2.2008 www.geenit.fi/HS290208Kivip.pdf
- [24] CGIAR: Consultative Group on International Agricultural Research
www.cgiar.org/centers/index.html

Jatkokeskustelu

Yhtaikaa tämän kirjoituksen kanssa julkaistiin siihen **kommenttipuheenvuoro** (A. Kelles: "Manipuloituja geenejä – manipuloitua tietoa"). Kiinnostuneet voivat tutustua siihen alla olevasta linkistä (julkaisun sivuilta 16–17).

Vastaus A. Kelleksen kommenttipuheenvuoroon

Luonnon- ja lääketieteen nobelistit ja maailman kymmenentuhannet kasvibiologit eivät ole kapitalismin kätyreitä. Eivät myöskään biologian kansainväliset tiedeseurat, akatemiaprofessorit ja sadat biotieteiden julkaisusarjat (www.geenit.fi).

Jos paahde yltyy, ravinnon tuotanto romahtaa tropiikissa. Vanhat konstit eivät auta – ruuan hinta karkaa jo käsistä. Toivoa on silti: viime viikolla kuulimme tiedekongressissa, että sinilevien kuumansietoa osataan jo parantaa geenimuuntelulla. Seuraavaksi se onnistuu ruokakasveilla.

Siirrymme biologian aikakaudelle. Uusista lääkkeistä jo kolmasosa on biologisia täsmälääkkeitä, jotka valmistetaan geenitekniikalla. Ne ovat paljon turvallisempia ja tehokkaampia kuin ”vanhat kemikaalit”. Kasveissa niitä voidaan tuottaa tarpeeksi halvalla myös kehitysmailla.

Entinen pankkiiri Kelles ei osaa biologiaa vaan lataa legenda. Väitteistä olikin: noin 3 harhauttavaa, 32 outoa pöytä, yksi osaksi oikein ("luonnon kirjo").

Juuri tämä likainen kampanja vie elämän tieteen hedelmät köyhien ulottuvilta – ja lahjoittaa ne suurpääoman monopoliksi.

9.4.2008 J.T.

- - - - -

– Artikkelin lyhentämättä ja kaikkine viitteineen on osoitteessa: www.geenit.fi/Nic08Laht.pdf .

– Lyhennettynä kirjoitus on ilmestynyt julkaisun "Más que gallo pinto, Nicaraguan köyhät tuottajat ja rikas ruokaperinne" sivuilla 8–15 ja 18–19. Kyseessä on "Katsaus Nicaraguaan"-julkaisusarjan yhdeksäs osa, joka esittelee elintarviketuotannon haasteita ja mahdollisuuksia sekä maan ruokaperinteitä. "Katsaus Nicaraguaan"-julkaisut tuotetaan ulkoasiainministeriön tiedotustuella. Suomi–Nicaragua-Seura r.y., Helsinki 2008. ISBN 978-952-99159-8-9
<http://www.suominicaraguaseura.fi/images/stories/seura/julkaisut/Nica2008netti.pdf> .