

Pelastuuko viljelykasviemme monimuotoisuus?

Arne Rousi

Rion ympäristökokouksessa 1992 allekirjoitettiin kansainvälinen biodiversiteettisopimus eli biologista monimuotoisuutta turvaava sopimus. Siihen sisältyy mielenkiintoinen uusi periaate, joka koskee eliölajien geenivarojen hyötykäyttöä. Lajit ja niiden geenit ovat sopimuksen mukaan sen valtion suvereenia omaisuutta, jonka luontoon ne kuuluvat. Geenivarojen käytöstä esimerkiksi kasvinjalostuksessa on sovittava alkuperä- ja käyttäjämaiden välillä, ja sopimuksessa on myös otettava huomioon syntyvästä tuotosta tuleva korvaus alkuperämaalle. Taustalla on se ajatus, että valtiot kiinnostuvat enemmän omilla alueillaan olevan biologisen monimuotoisuuden säilyttämisestä, jos tällä on nähtävissä myös välitöntä taloudellista arvoa.

Perinteisessä maanviljelyssä käytettiin pääasiassa maatiaskantoja, jotka olivat vuosituhsien kuluessa sopeutuneet paikallisiin ilmastojen ja maaperäoloihin ja paikallisiin viljelymenetelmiin. Kutakin maatiaskantaa on useinkin viljelty vain suppealla alueella, ja esimerkiksi vuoristoalueen eri laaksoissa on saattanut olla käytössä omia kantojaan. Maatiaskannoissa on usein ollut myös yksilöiden välistä muuntelua koossa, ulkonäössä, taudinkestävyydessä, satoisuudessa ym. Sisäinen muuntelu on voinut toimia puskurina ja tasoittanut vuosittaisten sääerojen tai tauti- ja tuholaisesiintymien vaikutuksia. Maatalouden modernisoituminen 1900-luvulla ja erityisesti sen jälkipuoliskolla on suuresti köyhdyttänyt viljelykasvien muuntelua. Niiden aikaisemmin rikkaasta lajinsisäisestä muuntelusta on nykyisissä lajikkeissa jäljellä enää pieni osa. Monia kasvilajejakin on jäänyt pois yleisestä viljelystä.

Tällä vuosisadalla tapahtunut kasvinjalostus on yleensä alkanut maatiaskantojen pohjalta, mutta johtanut sisäisesti huomattavasti yhtenäisempiin, korkeampaa satoa tuottaviin lajikkeisiin. Näitä lajikkeita on alettu viljellä laajalti, ja maatiaskantoja on sitä mukaa jäänyt pois käytöstä. Tämä on merkinnyt muuntelun köyhtymistä. Melkein kaikissa viljelykasveissa on tapahtunut samantapaista kehitystä.

Muuntelu on yleensä ollut suurimmillaan 1800-luvun lopulla, minkä jälkeen on vähitellen tapahtunut yhä suurempaa yhtenäistymistä. Tuhansien vuosien kuluessa kertynyt muuntelu on siis sadassa vuodessa vähentynyt ratkaisevasti. Myös viljelykasvien viljelejä sukulaislajeja on harvinaistunut tai kadonnut niiden luontaisen ympäristön muututtua.

Tämän prosessin ajankohta on vaihdellut maapallon eri alueilla. Kehitysmaissa uusien viljalajikkeiden varsinainen voittokulku alkoi vihreän vallankumouksen myötä 1960-luvun puolivälin paikkeilla. Esimerkiksi Intiassa arvioitiin niihin aikoihin asti olleen käytössä 30 000 erilaista riisikantaa, kun nyt alle kymmenen modernia lajiketta tuottaa yli 75 % riisiasadosta. Sri Lankassa vastaavasti 2000 perinteisen riisikannan tilalle on tullut viisi modernia päälajiketta.

Venäläinen Nikolai Vavilov (1887-1943) löysi maapallon eri osista kahdeksan aluetta, joissa viljelykasvien sisäinen monimuotoisuus oli erityisen suurta. Hän nimitti niitä viljelykasvien geenikeskuksiksi. Vavilov organisoi 1920- ja 30-luvuilla suuria keräysmatkoja eri geenikeskuksiin, mm. Kiinaan ja muualle Itä-Aasiaan, Amerikan mantereeseen eri osiin, Etiopiaan ja muuallekin Afrikkaan, Lähi-Itään ja Välimeren maihin. Laajan siemenkeräystoiminnan ansiosta hänen johtamansa, edelleen Pietarissa toimiva laitos (VIR, Vsesojuznyj Institut Rastenievodstva) on todella ollut ensimmäinen suuri geenipankki. Laitoksen ainutlaatuisen arvokas aineisto oli Vavilovin aikana myös intensiivisessä tutkimuskäytössä.

Vavilov itse joutui 1930-luvun lopulla Stalinin ja kommunistipuolueen epäsuosioon hänen vastustajansa, historian kuuluisimman tieteellisen huijarin Trofim Lysenkon onnistuttua saamaan opeilleen puolueen jakamattoman hyväksynnän. Vavilov vangittiin 1940 ja tuomittiin lähimpien tutkijakollegojensa kanssa ensin kuolemaan "isänmaanpetturuudesta, vakoilusta ja tuholais-toiminnasta". Hän kuoli 1943 Saratovissa vankilassa, jossa hän oli sovittamassa 20 vuoden vankeudeksi muutettua rangaistustaan. Suuri osa ainutlaatuisen arvokkaasta kasviaineistosta on valitettavasti joutunut hukkaan.

Vavilovin 1920- ja 30-luvuilla kuvaamat, runsainta muuntelua sisältäneet viljelykasvien geenikeskukset sijoittuvat pääasiassa kehitysmaiden alueille, missä muutokset ovat vuosisadan loppupuolella olleet erityisen suuria. Siellä myös muuntelun köyhtyminen tuntuu voimakkaimmin.

Yhdenmukaistumisen vaaroja

Perimältään liian yhtenäisen kasvin viljeleminen sisältää riskejä, joihin kuuluu muun muassa suuri alttius kasvitaudeille ja tuhoeläimille. On monia esimerkkejä yleismaailmallisesti tärkeistä viljelykasveista, joiden sisäinen monimuotoisuus on jäänyt aivan liian kapeaksi. Kahvinviljely on historiallisesti perustunut geenitaustaltaan suppeaan arabiankahvin aineistoon, joka kulkeutui Jemenistä 1600-luvulla Intiaan, Ceyloniin ja Jaavaan. Jaavasta yksi taimi vietiin 1700-luvulla Amsterdamin kasvitieteelliseen puutarhaan ja tämän jälkeläinen Pariisin kasvitieteelliseen puutarhaan. Näiden kahden Euroopan sydämessä kasvaneen kasvihuonepuun jälkeläisistä perustettiin pääosa Latinalaisen Amerikan jättiläismäisestä kahvinviljelystä. Kahvinviljelyn historia sisältääkin paljon epätoivoista kamppailua tuhoisia kasvitautiepidemioita vastaan.

Maissan viljelyssä yhtenäisyyden vaaroista saatiin ankara opetus vuonna 1970, jolloin nimellä "corn blight" tunnetun taudin aiheuttajan, *Helminthosporium maydis* -sienen uusi aggressiivinen rotu levisi räjähdysmäisesti Yhdysvaltain maissivyöhykkeelle uhaten tuhota koko sadon. Syynä oli kostea kesä ja varsinkin se, että koko laajalla vyöhykkeellä viljelty maissilajikkeet oli valmistettu samaa äidinpuoleista Texas male sterile -nimistä hedesteriiliä apuna käytettävällä hybridimenetelmällä. Kaikissa lajikkeissa oli silloin sama alttiutta aiheuttanut sytoplasma eli solulima, vaikka niiden kromosomaaliset geenit olivatkin erilaisia. Risteytymäsiemenen valmistuksessa jouduttiinkin nopeasti siirtymään toisiin menetelmiin.

Monissa tapauksissa kasvinjalostajat ovat löytäneet arvokkaita geenejä vanhoista, jo käytöstä pois jääneistä maatiaskannoista. Usein niistä on löytynyt resistenssi jotakin tuhoisaa kasvitautia vastaan, ja resistenssin aikaansaava geeni on saatu risteytysten avulla siirrettyä moderneihin viljelylajikkeisiin. Näin on voitu vähentää torjunta-aineiden käyttöä ja saatu myös huomattavia taloudellisia säästöjä. Modernin geeniteknologian avulla voidaan tietty hyödyllinen geeni siirtää huomattavasti nopeammin kuin perinteistä risteyttämistä käyttäen, jolloin aina tarvitaan monivuotinen, useita perättäisiä sukupolvia käsittävä jalostusohjelma.

On mahdotonta tietää, millaisia tarpeita tulevaisuuden kasvinjalostukselle asetetaan. Siksi on tärkeää säilyttää viljelykasvien ja myös niiden lähisukulaisten geenivarat mahdollisimman monipuolisina. Viljely-ympäristöt eivät aina pysy nykyisen kaltaisina. Jo nyt uskotaan, että ilmaston vähittäinen lämpeneminen kasvihuoneilmion vaikutuksesta on tosiasia, ja se johtaa monenlaisiin seurannaisvaikutuksiin. On mahdollista, että ilmasto kuivuu merkittävästi esimerkiksi Pohjois-Amerikan tärkeällä viljanviljelyalueella, mikä voi merkitä maailmanlaajuisia katastrofia. Tulevat ilmastomuutokset asettavat valtavia haasteita kasvinjalostukselle koko maailman elintarviketuotantoa ajatellen.

Geenipankkeja

Vavilovin työn keskeydyttyä herätettiin kansainvälisessä yhteisössä vasta 1960-luvulla tajuamaan ne vaarat, joita viljelykasvien muuntelun maailmanlaajuinen köyhtyminen tuo tullessaan. Viljelykasvien geenivarojen merkittävän osan hupeneminen lopullisesti ihmiskunnan ulottumattomiin avasi pelottavia näköaloja.

YK:n maatalous- ja elintarvikejärjestö FAO perusti 1965 ensin sisäisen yksikön edistämään viljelykasvien geenivarojen talteenottoa. Asia nähtiin kansainvälisessä yhteisössä tärkeäksi, ja 1974 perustettiin FAO:n yhteyteen Roomaan oma organisaatio, IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) edistämään viljelykasvien geenivarojen keräämistä, säilyttämistä, dokumentaatiota ja käyttöä. Tähän tarkoitukseen luotiin geenipankkien kansainvälinen verkosto, ja järjestelmällinen keräystyö sekä siemenaineiston säilytysmenetelmien kehittäminen alkoi monella taholla. Vuodesta 1991 lähtien geenivarojen keräyksen ja geenipankkitoiminnan koordinoitua hoitaa IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) Roomassa.

Suurimman geenipankin muodostavat 18 eri puolilla maailmaa toimivaa kansainvälistä tutkimuslaitosta yhdessä, katto-organisaationaan CGIAR (The Consultative Group on Agricultural Research). Näiden laitosten tarkoituksena on toimia erityisesti kehitysmaiden maatalouden kehittämiseksi. Niissä säilytetään yhteensä runsas puoli miljoonaa keräysalkuperää maailman tärkeimmistä ravintokasveista, ja ne toimivat sovitun työnjaon mukaan.

Kansallisia tai alueellisia geenipankkeja on lisäksi noin sadassa maassa. Viisi pohjoismaata perustivat 1979 yhteisen Pohjoismaisen geenipankin (Nordiska Genbanken), mikä on osoittautunut viisaaksi ratkaisuksi. Sen toimialana ovat kaikki Pohjoismaissa viljelty pelto- ja puutarhakasvit, ja sen pääpaikka on Alnarpissa Skånessa. Eri Pohjoismaissa tehtiin sitä varten varsinkin 1980-luvulla keräyksiä, ja jo hankittuja kokoelmia siirrettiin sinne eri laitoksista. Tällä hetkellä Pohjoismaisessa geenipankissa on lähes 30 000 siemenalkuperää ja noin 3 000 kloonisäilytystä. Viime mainituista suurin osa on hedelmäpuita ja marjakasveja, ja käytännön syistä niitä hoidetaan alan laitoksissa eri Pohjoismaissa.

Kansainvälisissä, kansallisissa ja alueellisissa viljelykasvien geenipankeissa säilytettiin vuonna 1990 yhteensä yli 3 miljoonaa keräysalkuperää, joista noin puolet viljoja. Yksittäisistä kasveista eniten keräyksiä oli tehty vehnäst (n. 500 000), riisistä (n. 340 000), ohraista (n. 250 000), pavusta (n. 160 000), maissista (n. 150 000) ja durraasta (n. 140 000). Valtaosa geenipankkien aineistosta on siemennäytteitä. Menetelmiä on koko ajan kehitetty siemennäytteiden säilyttämiseksi niin, että itävyys pysyy mahdollisimman pitkään hyvänä. Siementen vesipitoisuuden vähittäinen alentaminen noin 5 %:iin, alhainen lämpötila ja mahdollisimman ilmatiiviit, hapettomat säilytysastiat edistävät ratkaisevasti itävyyden säilymistä.

Kasvullisesti lisättävillä kasveilla kuten hedelmäpuilla siementen säilyttäminen ei ole yleensä tarkoituksenmukainen menetelmä, koska kiinnostuksen kohteena ovat tarkoin valitut kloonit. Perinteisesti tällaisia kasveja on säilytetty kloonikokoelmina koekentillä. Se on kuitenkin paljon työtä vaativa, kallis ja ennen kaikkea tilaa vievä säilytysmenetelmä. Sen korvaukseksi pyritään mahdollisuuksien mukaan siirtämään solukoviljelyyn, erityisesti kasvupisteviljelyyn. Ongelmana ovat kuitenkin geneettiset muutokset, joita tapahtuu sitä enemmän, mitä pitempään solukoviljelyä jatketaan. Asiaa voidaan auttaa käyttämällä hyvin alhaisia lämpötiloja, joissa solukoviljelmät kasvavat hitaasti. Jopa nestetyössä on pystytty säilyttämään elävinä mm. perunan versonkärkiä kasvupistelisäystä varten.

In situ -säilytys

Edellä on kuvattu *ex situ* -menetelmiä, joissa kasviaineisto viedään alkuperäiseltä paikaltaan muualle säilytettäväksi. Viime vuosina on viljelykasveillakin alettu yhä enemmän kiinnittää huomiota *in situ* -menetelmään, jossa kasveja ei siirretä alkuperäiseltä paikaltaan mihinkään. Kansainvälinen biodiversiteettisopimus velvoittaaakin allekirjoittajamaita säilyttämään alueellaan olevaa viljelykasvien monimuotoisuutta ensisijaisesti sillä paikalla ja siinä ympäristössä, missä näiden kasvien luonteenomaiset piirteet ovat kehittyneet. *Ex situ* -säilytys nähdään sopimuksessa vain täydentävänä menetelmänä.

In situ -säilytyksen täytyy tietenkin tapahtua hyvässä yhteistyössä viljelijöiden kanssa, koska viljelykasvit eivät menesty omaan onneensa jätettyinä. Alkuperäisessä ympäristössä normaalein menetelmin viljeltyinä ne sen sijaan menestyvät yleensä parhaiten ja säilyttävät ominaisuuksensa paremmin kuin geenipankeissa, joissa siemeniä joudutaan aika ajoin uusimaan viljelemällä niitä vieraassa ympäristössä ja alkuperäisestä ehkä hyvinkin poikkeavassa valintapaineessa.

Viljelijää ei voi velvoittaa viljelemään modernien, hyvätuottoisten lajikkeiden sijasta heikkoja maataiskantoja, ellei tätä hänelle jollakin tavoin korvata. Toisaalta on käynyt ilmi, että maataiskantojen käyttö modernien lajikkeiden rinnalla kiinnostaa monia viljelijöitä. Esimerkiksi Turkissa vehnän viljelijöillä on pienillä, kuivilla rinnepelloilla, minne kastelulaitteet eivät sovi, edelleen käytössä kuivuutta kestäviä maataiskantoja, joita arvostetaan myös hyvälaatuisten jauhojen tuottajina. Meksikolaiset maissin viljelijät Chiapasin maakunnassa suosivat modernien matalien lajikkeiden ohella tietyillä mailla korkeakasvuisempia maataiskantoja, jotka pitävät rikkakasvit paremmin kurissa. Perun Andien viljelijät pitävät mielellään pelloissaan erilaisia paikallisia perunaklooneja, joita arvostetaan maun ja hyvän säilyvyyden takia. Sitäpaitsi yksi kloni antaa hyvän sadon yhtenä kesänä, toinen kloni ehkä toisena, mikä turvaa sadon saannin erilaisina kasvukausina huomattavasti paremmin kuin yhden kloonin viljely.

Kiistoja biodiversiteettisopimuksesta

Näihin asti on noudatettu FAO:n virallisesti hyväksymää periaatetta, jonka mukaan viljelykasvien geenivarat ovat ihmiskunnan yhteistä perintöä ja omaisuutta. Biodiversiteettisopimus on tuonut uuden tilanteen: geenivarat ovatkin rahanarvoista omaisuutta, jonka hyödyntäjät joutuvat maksamaan alkuperämaalle korvauksen. Muutos aiheuttaa suuria ongelmia kansainväliselle geenipankkitoiminnalle.

Biodiversiteettisopimus koskee vain voimaantuloavuoden 1993 jälkeen tehtyjä keräyksiä. Aineistojen luovuttaminen kasvinjalostajien käyttöön tulee ongelmalliseksi, koska maalla, josta keräys on tehty, on sopimuksen mukainen oikeus osaan jalostuksen tuloksena mahdollisesti syntyvää lajikkeen myyntituottoa. Tulevaisuudessa on luultavasti vaikea jäljittää, onko jonkin uuden lajikkeen jalostuksessa käytetty lähtöaineistona ainoastaan ennen vuotta 1993 kerättyä vai myös sen jälkeen kerättyä kantoja.

Biodiversiteettisopimuksen soveltamisesta geenipankkitoimintaan on kehittynyt vaikea poliittinen kiistakysymys kehitysmaiden ja teollistuneiden maiden välillä. Tämä johtuu siitä, että viljelykasvien suurin monimuotoisuus ja niiden geenivarojen keräyspaikat ovat enimmäkseen kehitysmaissa, kun taas kasvinjalostustoimintaa harjoitetaan pääasiassa teollisuusmaissa, joskin osaksi kehitysmaita varten. Myös kehitysmaiden välillä tapahtuu varsinkin trooppisten kasvien perimäaineiden vaihtoa, ja tämäkin toiminta uhkaa syntyneiden kiistojen johdosta vaikeutua.

Maailman suurimman geenipankin muodostavat 18 kansainvälistä CGIAR:n tutkimuslaitosta on perustettu nimenomaan kehitysmaiden maatalouden tarpeisiin, ja niissä tehdään paljon kasvinjalostusta. Kehitysmaiden taholta kohdistuu voimakkaita paineita kaiken niissäkin olevan geeniaineiston käytön korvaamiseksi alkuperämaalle. Osalla kehitysmailla on lisäksi pyrkimystä saada alkuperäiseen biodiversiteettisopimukseen lisäpöytäkirja, jonka mukaan myös ennen sopimusta tehdyt keräykset tulisivat korvausmenettelyyn piiriin.

Kehitysmaiden jyrkän kannan yhtenä syynä on monien teollisuusmaiden uusittu lainsäädäntö, jonka mukaan myös eläviä organismeja ja genejä voidaan patentoida. Uuden geeniteknikan myötä varsinkin mikro-organismien, mutta myös kasvien ja eläinten perimän manipulointi voi helposti johtaa suurta kaupallista arvoa sisältäviin tuloksiin. Yksityiset yritykset ovat yhä kiinnostuneempia sellaisten uusien organismien aikaansaamisesta, joista patentoituna saataisiin runsasta tuottoa. Lääke- ja kemian teollisuuden mahdollisuudet ovat tässä suhteessa ehkä suurimmat, mutta myös ravintokasveja on jo nyt tullut tällaisen patentoinnin piiriin.

Geenipankkien aineisto on pääasiassa kehitysmaista peräisin, mutta modernein kasvinjalostus tapahtuu teollisuusmaissa, joissa myös mahdolliset patentoitavat tuotteet syntyvät. Kehitysmaat pelkäävät, että niistä kerättyjen geenivarojen avulla valmistetaan patentoituja tuotteita, joita teollisuusmaat taas myyvät voitolla kehitysmaalle. Jos kansainvälistä CGIAR:n geenipankkitkin antavat aineistoaan vapaasti

teollisuusmaiden kasvinjalostajille, on mahdollista valvoa, että sitä ei käytettäisi tällaiseen kehitysmaille epäedulliseen toimintaan.

Biodiversiteettisopimuksen soveltamista kasvinjalostukseen koskevat ristiriidat ovat edelleen avoimia, ja kansainvälisiä neuvotteluja käydään jatkuvasti. Biodiversiteettisopimuksen soveltamista hallinnoiva keskus Montrealissa sekä FAO, jota luonnollisesti kiinnostaa viljelykasvien geenivarojen tehokas hyödyntäminen, kantavat neuvottelujen etenemisestä päävastuun. Viime vuonna perustettiin myös erityinen kansainvälinen ohjelma (International Program of Agricultural Biodiversity) näiden ongelmien selvittämiseksi.

On välttämätöntä, että erimielisyydet geenivarojen käyttöoikeudesta ja patentointikysymyksistä saadaan nopeasti ratkaistuksi. Keskeisten ravintokasvien jalostustyö joutuu muuten väistämättä kärsimään. Uudet jalostustarpeet voivat syntyä hyvinkin nopeasti esimerkiksi jonkin uuden taudinaiheuttajan leviämisen myötä.

Nykyisessä järjestelmässä kasvinjalostajat voivat saada tietokantojen avulla geenipankeista tarvitsemaansa aineistoa välittömästi käyttöönsä. On koko ihmiskunnan kannalta välttämätöntä, että tällainen järjestelmä toimii mahdollisimman joustavasti ja häiriöttömästi myös tulevaisuudessa. Ei riitä, että tärkeimpien ravintokasvien monimuotoisuus on tallennettu geenipankkeihin. Se on myös saatava niistä aina tarvittaessa eri maiden kasvinjalostajien aktiiviseen käyttöön.

KIRJALLISUUTTA

Holden, John, James Peacock & Trevor Williams (1993): *Genes, crops and the environment*. Cambridge University Press, 162 s.

Krattiger, A. et al. (toim.) (1994): *Widening perspectives on biodiversity*. IUCN & IAE, Genève, 473 s.

Smartt, J. & N. W. Simmonds (toim.) (1995): *Evolution of crop plants*. 2. uusittu painos. Longman Scientific & Technical, 531 s.

Vavilov, N. I. (1992): *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge University Press, 498 s. (Englanniksi käännetty kokoelma Vavilovin tärkeimpiä julkaisuja 1920- ja 1930-luvuilta).

Ame Rousi on Turun yliopiston kasvitieteen emeritusprofessori. Kirjoitus liittyy hänen kirjaansa "Auringonkukasta viiniköynnökseen", joka käsittelee maapallon ravintokasveja, erityisesti niiden evoluutiota ja historiaa. Kirja sai vuoden 1997 valtion tiedonjulkistamispalkinnon, oli Tieto-Finlandia-palkinnon yhtenä ehdokkaana sekä sai Vuoden Tiedekirja 1997 -kunniamaininnan

TAKAISIN LEHDEN SISÄLLYSLUETTELOON