



JOHANNES ENROTH

KASVIEN VIESTINTÄ

Kasvit eivät suunnittele, mutta ovat varautuneet kaikkeen. Pakko varautua, kun ei pysty lähtemään vaikka syytä olisi. Kasvit ovat omalla, hiljaisella tavallaan tietoisia ympäristöstään, pystyvät oppimaan ja ratkaisemaan ongelmia. Ne tunnistavat lajitoverinsa, ystävällismieliset tai harmittomat muukalaiset ja ennen kaikkea viholliset - ja lähettävät ympäristöönsä tilanteen mukaisia viestejä. Ilmassa ja maassa liikkuu huomautuksia liian lähelle tunkemisesta, varoituksia vaaroista, pyyntöjä yhteistyöstä ja varmaankin monenlaisia ilmoitusluontoisia asioita: nyt ovat asiat tällä tavalla. On tärkeää pitää lajitoverit ja muut kasvit ajan tasalla, ja aivan yhtä tärkeitä ovat viestit maaperän sienille ja bakteereille.

Miten voi olla tietoinen ympäristöstään tai lähettää viestejä ja ymmärtää niitä, kun ei ole aisteja, hermoja eikä sähköimpulsseja käsitteleviä aivoja? Sana "viesti" on kasveista puhuttaessa hiukan vaarallinen, koska se helposti yhdistetään aktiiviseen tiedon lähettämiseen ja vastaanottamiseen.

Kasveilla ja niille elintärkeillä sienillä ja mikrobeilla on oma kemiallinen kielensä. Ne erittävät aineita, joista on hyötyä niille itselleen suoraan tai välillisesti, muiden eliöiden reaktioiden ja toiminnan kautta. Toisin sanoen nämä eliöt oppivat reagoimaan aineiden läsnäoloon tarkoituksenmukaisesti, itsensä ja koko yhteisön hyödyksi. "Oppiminenkin" on hiukan hankala sana, koska oppiminen edellyttää muistia, jonka pitäisi edellyttää hermostoa.

Kasveista, sienistä ja mikrobeista puhutta-

essa oppiminen tapahtuu ikään kuin perustasolla: se tarkoittaa pysyvästi samanlaista reagointia kemialliseen ärsykkeeseen. Kaikki perustuu solujen geeneihin; erilaiset viestit voivat väliaikaisesti sammuttaa geenejä tai herättää niitä toimimaan, aina tarpeen mukaan.

Sitä tarkoitan, kun sanon kasvien varautuneen kaikkeen. Niiden geeneissä on paljon uinuvia mahdollisuuksia, jotka aineellistuvat nopeasti, kun tarvitaan. Kasvien soluissa on keskimäärin paljon enemmän geenejä kuin eläinten, ja kasvien sopeutumiskyky perustuu juuri siihen. Jos ihmisen solun tuman sisältämä DNA avattaisiin suoraksi langaksi, sen pituus olisi noin 2 metriä. Monilla jalostetuilla viljelykasveilla on vähemmän DNA:ta, koska ne on "tyhmennetty" jatkuvasti mukavilla kasvuoloilla. Luonnonvaraiset kasvit ovat toista maata. Metsämännyn (*Pinus sylvestris*) tumassa on DNA:ta 15 metriä. Ennätyksen on tutun sudenmarjan (*Paris quadrifolia*) japanin-sukulaisella *P. japonica*: 100 metriä DNA:ta joka tumassa.

Varoitusviestejä ilmassa

Kasvit varoittavat toisiaan vihollisista: kasvinsyöjistä ja tauteja aiheuttavista sienistä tai mikrobeista. Hyökkäyksen kohteena oleva kasvi erittää ilmaan haihtuvia aineita, useimmiten terpeenjä, jotka lehtien ilmarakojen kautta pääsevät terveiden naapurikasvien solukoihin. Soluissa alkaa muodostua aineita, jotka torjuvat liian lähelle päässyttä tuholaista - estävät sienisolujen kasvua tai maistuvat lehtiä rouskuttavan toukan suussa pahalta.

Naapurit siis hyötyvät, mutta entä viestin lähettäjä, sienien tartuttama tai toukkien rusikoima kasvi? Tässä piilee yksi kasvien viestinnän hienous. Terveet naapurit tukevat sairastuneita tai heikentyneitä kasveja, koska ne voivat pitää yllä vahvoja symbionttisia sienirihmastoja ja yhteiseloon liittyviä bakteereita. Monien symbionttisten sienilajien rihmastot yhdistävät eri kasvilajien juuristoja, joten hyöty välittyy koko kasviyhteisöön.

Ensimmäiset viitteet kasvien ilmassa kulkeutuvista varoitusviesteistä saatiin 1980-luvun alkupuolella. Terveet ja vahingoittumattomat

samettipajut (*Salix sitchensis*) terästivät puolustustaan, kun niiden lähelle tuotiin kasvinsyöjien vahingoittamia pajuja. Mekaanisesti vahingoitettuihin lehdistä oli sama vaikutus sokerivaahteriin (*Acer saccharum*).

Kymmenisen vuotta myöhemmin todettiin kasvinsyöjäpunkkien hyökkäyksen kohteeksi joutuneen teksasinpuuvillapensaaseen (*Gossypium hirsutum*) havahduttavan terveet naapurinsa puolustautumaan kahdella tavalla. Ne alkoivat tuottaa syöjäpunkkeja torjuvia, katkeranmakuisia yhdisteitä ja haihtuvia aineita, jotka houkutelivat paikalle syöjäpunkkeja saalistavia petopunkkeja.

Lajienvälisestä viestinnästä saatiin ensimmäiset todisteet, kun murskatusta salviamarunan (*Artemisia tridentata*) solukosta haihtuneiden aineiden todettiin herättävän tomaatin (*Solanum lycopersicon*) ja virginiantupakan (*Nicotiana tabacum*) puolustusmekanismit.

Kasvitutkimuksen banaanikärpäseksi sanottu lituruoho (*Arabidopsis thaliana*) on molekyyli-tasoin tutkimuksissa paljastanut viestinnästä lukuisia salaisuuksia. Kasvinsyöjien riepottelemat yksilöt vapauttivat haihtuvia ja usein voimakkaan tuoksuisia monoterpeenejä, joita on muun muassa kasveista valmistetuissa eteerisissä öljyissä. Monoterpeenit saivat lähellä olevissa kasveissa aikaan eräänlaisen geneettisen myrskyn: satojen geenien toiminta muuttui nopeasti.

Ilmavälitteisessä viestinnässä on heikkouksia. Viestien leviämisen tehokkuus riippuu lämpötilasta sekä ilmavirtojen suunnista ja nopeuksista eli tuulesta. Sateella viestit luultavasti saavuttavat vastaanottajat huomattavasti hitaammin kuin puhtaan ilmassa. Viestejä liikkuu myös maaperässä, paljon vakaammassa oloissa.

Maanalaiset viestit

Pois silmistä, pois mielestä. Kasvi on paljon enemmän kuin sen maan päällä näkyvä osa. Keskimäärin 25-30 prosenttia kasvien biomassasta on maan alla, kuivissa ympäristöissä enemmän, kosteissa vähemmän. Kasvin elämän alkuvaiheessa maan alla kulkevat viestit ovat avainasemassa, koska terveen ja tehokkaan juuriston kasvattaminen on elinehto. Verson kasvuun voi

panostaa myöhemmin.

Paprikoilla (*Capsicum* sp.) on tehty valaivia kasvatuskokeita. Niitä istutettiin ruukkuihin sekä yksittäin että useita samaan ruukkuun, noin 10 sentin päähän toisistaan. Yksinäiset paprikat kasvattivat pitkiä juuria sekä pysty- että sivusuunnassa. Ryhmissä kasvavat tekivät toisin. Niiden juuret haarautuivat nopeasti sivusuuntaan, ja juuret muodostivat tiheän verkoston lähelle kasvin tyveä. Paprikat siis tiesivät, olivatko yksin vai oliko ympärillä kilpailijoita. Ryhmissä kasvavat varmistivat itselleen nopeasti oman "juurikehän". Kaikki tekivät niin, joten se oli tyyppillinen "yksi kaikkien ja kaikki yhden puolesta" -tilanne. Kaikki saivat tarpeeksi vettä ja ravinteita kilpailematta toisiaan henkivieveriin.

Ainakin jotkut heinät varoittavat sekä lajitovereitaan että hieman vieraampia mahdollisesti uhkaavasta kuivuudesta. Tutkijat istuttivat juovaruohoa (*Stenotaphrum secundatum*) ja varvasheinää (*Cynodon dactylon*) neljän ruukun riveihin erilaisina yhdistelminä. Jokaisessa rivissä oli kolme tainta siten, että ensimmäisen juuret olivat ruukuissa 1 ja 2, toisen ruukuissa 2 ja 3 ja kolmannen ruukuissa 3 ja 4. Multa ruukussa 1 oli kuivaa, muissa ruukuissa kosteaa. Ruukun 1 heinä kärsi siten osittaisesta kuivuusstressistä.

Vaikka muiden ruukkujen heinillä oli vettä ihan tarpeeksi, ne alkoivat kuivuudesta kärsivän kasvin lähettämien varoitusten vuoksi varautua kuivuuteen. Ne sulkiivat lehtiensä ilmarakoja, jotta niiden kautta ei olisi haihtunut vettä - aivan kuin olisivat jo kärsineet kuivuudesta, vaikka se toistaiseksi oli vain mahdollinen uhka. Ilmaraot reagoivat voimakkaimmin, kun kuivuudesta kärsivän kasvin vieressä oli lajitoveri, joten saman lajin heinät "ymmärsivät toisiaan paremmin" kuin eri lajien. Viestit kuitenkin ylittivät lajirajat, tosin hieman heikentyneinä.

Tutkijat ovat käyttäneet lajirajat ylittäviin viesteihin reagoimisesta ilmaisu "salakuuntelu". Viestejä osaavat lukea myös kasvit, joille niitä ei välttämättä ole tarkoitettu. Jo aikaisemmin samat tutkijat osoittivat herneiden (*Pisum sativum*) kasvatuskokeilla, että kuivuudesta varoittavat viestit kulkivat maan alla, eivät ilmassa. Viestinnästä siis vastasivat juuret, eivät versot.

Ääniviestintä

Kasveja on usein sanottu mykiksi ja kuuroiksi. Siitä huolimatta ne pystyvät reagoimaan ääniin ja ilmeisesti viestimään itse tuottamallaan äänillä. Ääniaallot ovat ilmanpaineen vaihtelua, eli ääni on mekaaninen ärsyke kuten tuuli tai kosketus. On vielä hämärän peitossa, miten kasvit ääniä aistivat, mutta jotenkin ne sen tekevät.

Kun lituruoho tai virginiantupakka altistetaan kasvinsyöjien rouskutukselle, ne alkavat puolustautua kasvinsyöjiä vastaan, vaikka tuholaisia ei olisi lähimaillakaan. Juurien kasvu on osin "äänihakuista" eli fonotrooppista. Kuivassa maassa kasvavat herneen juuret aistivat virtaavan veden äänen ja kasvavat sitä kohti.

Kuivuudesta kärsivät tai vahingoittuneet kasvit tuottavat hyvin korkeaa ääntä. Ihminen ei sitä kuule, mutta lähellä olevat kasvit reagoivat siihen puolustautumalla kuivuutta tai kasvinsyöjiä vastaan sen mukaan, minkälainen ääni on kyseessä.

Jäitä hattuun

Kasvien viestintää tutkitaan vilkkaasti ja uutta tietoa tulee ovista ja ikkunoista. Tietoa on popularisoitu vetämällä mutkia suoriksi oikein olan takaa. Kasvien tapoja saada tietoa ympäristöstään ja välittää sitä muille eliöille on surutta verrattu

eläimiin: on puhuttu kasvien näkö-, haju-, kuulo-, maku- ja tuntoaistista, ja tietenkin älykkyydestä. Itse vetelisin yhtäläisyysmerkkejä huomattavasti varovaisemmin ja korostaisin enemmän kasvien ja eläinten eroja kuin yhtäläisyyksiä.

Kasvit kyllä osaavat reagoida ja sopeutua ympäristöön ja sen muutoksiin monin eri tavoin, mutta ne eivät pelkää tai vauhkoonnu, ne eivät ole rauhallisia, tyytyväisiä tai onnellisia. Keulimisen sijasta tutkijoiden olisi syytä suhtautua asioihin tieteellisen viileästi ja pidätellä sensaatiohakuista kansantajuistamista. Muuten tuloksena saattaa olla kansantajuttomuus näistä asioista.

Mitä enemmän olen perehtynyt kasvien viestintään, sitä selvemmäksi sen perusteet ovat käyneet. Taas pitää palata kasvien ja eläinten perustavimpaan biologiseen eroon: eläin voi lähteä, kasvi ei. Kasvien on vain siedettävä toisiaan ja ympäristöään ja onohdettava rajat yksilöiden ja usein lajienkin välillä.

Metsässä lähekkäin kasvavat kuusi, koivu ja raita eivät oikeastaan ole yksilöitä samassa mielessä kuin metsässä pomppiva rusakko ja sitä vaaniva kettu. Kasvit ovat täysin verkottuneita, tekevät yhteistyötä ja tukevat toisiaan paljon enemmän kuin eläimet, koska niiden on pakko tulla toimeen toistensa kanssa. ■

KIRJOITTAJA:

JOHANNES ENROTH, DOSENTTI

JOHN ERNEST WEAVER, THE ECOLOGICAL RELATIONS OF ROOTS, 1919. CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON, THE LIBRARY OF CONGRESS.

