

## ***Parempaa satoa luvassa? Myös data kerätään jatkossa talteen***



*Kasvien kasvua ja fysiologiaa analysoidaan kuvantamismenetelmillä, mikä tuottaa valtavasti dataa kasvien genomi- ja ympäristövasteista. Tällä pyritään kasvien satoisuuden parantamiseen, jolloin voidaan tuottaa ekologisesti kestäväällä tavalla ruokaa ja raaka-aineita kasvavalle ihmiskunnalle.*

Helsingin ja Itä-Suomen yliopistojen yhteisessä NaPPI- infrastruktuurissa kasvit mitataan ja analysoidaan automaattisesti. Infrastruktuurin toiminta ja sen tuottama data voidaan järjestää alusta lähtien niin, että se on yhteensopivaa myös muiden eurooppalaisten tutkimusorganisaatioiden käyttöön. Tavoite on hyvä, sillä näihin päiviin asti jokainen laboratorio ympäri maailmaa on kerännyt kasvien perimästä, ilmasuista eli fenotyypeistä ja ympäristötekijöistä saatua dataa omalla tavallaan.

Helsingin yliopiston Viikki Plant Science Center (ViPS) on tutkimuskeskittymä, jossa 36 ryhmää tutkii kasveja. Tutkimusaiheet vaihtelevat tiettyyn elinympäristöön ja ilmastomuutokseen sopeutumiseen, kasvien stressinsietoon ja kasvinjalostukseen.

NaPPI-infrastruktuurin (*National Plant Phenotyping Infrastructure*) toiminta keskittyy kasvitutkimukseen ja -jalostukseen. Tavoitteena on kattavan fenotyypitiedon tuottaminen suuresta määrästä kasveja. NaPPI antaa tekniset mahdollisuudet yhdistää kasvien perimästä saatu tieto fenotyypidataan.

Kasvin fenotyyppi on geenien ja ympäristön yhteisesti tuottama ilmasu. Fenotyyppi voi muokkautua hyvinkin erilaiseksi ympäristön vaikutuksesta. Kasveilla onkin paljon laajempi kyky periyttömään muunteluun kuin eläimillä. Esimerkiksi kasvin kasvuun voidaan vaikuttaa tehokkaasti eri tavoin, kuten ravinteilla ja valolla.

Ihmiset ovat jalostaneet kasveja tuhansia vuosia, koska on haluttu parempaa

ruokaa. Tätä on tehty paikallisesti eikä kasveista kerättyä tietoa ole systemaattisesti tallennettu. Hyvänä esimerkkinä on viinirypäleen lukuisat lajikkeet, joita pelkästään Euroopassa on yli tuhat. Kaikkien lajikkeiden alkuperää ei enää tiedetä ja siksi alkuperää selvitetään geenitekniikan avulla.

”Kasvien fenotyypeistä saatua dataa ei ole vielä standardisoitu. Eri tutkimusryhmät ovat tuottaneet ja luokitelleet sitä omissa laboratorioissaan”, sanoo NaPPI-infrastruktuurin tutkimuskoordinaattori **Kristiina Himanen** Helsingin yliopistosta.

### **Kasvin arkkitehtuurin tutkiminen tärkeää**

NaPPI-infrastruktuurin tavoitteena on tehostaa ja tarkentaa kasveista saadun

*“Yksittäisen geenin käyttöön-  
otto kasvijalostuksessa  
helpottuu, koska yksittäisen  
kasvin analyysiin liittyvän  
työn määrä kohtuullistuu.”*

tiedon keruuta ja analysointia uusien kuvantamistekniikoiden avulla. Infrastruktuurilla on käytössä kuvantamislaitteita, jotka analysoivat kasvien kasvua ja fysiologiaa. Kasvit mitataan ja kuvataan automaattisesti, jonka jälkeen tietokone laskee kuvien perusteella kasvien korkeuden, leveyden ja esimerkiksi lehtiruusukkeen pinta-alan ja muodon.

“Kasvin koko, kasvu, ja muoto eli kasvin arkkitehtuuri ovat tärkeitä maataloustuotannossa”, Himanen korostaa.

“Kasvin arkkitehtuuri voi vaikuttaa sadon määrään tai viljelyominaisuuksiin. Kun riisistä on tehty kääpiölajikkeita ne eivät lakoonnu enää helposti, ja tämä vaikuttaa satoon. Geenit voivat vaikuttaa kasvin arkkitehtuuriin ja sitä kautta sadon määrään ja laatuun.”

Viikissä tutkitaan, mitä tapahtuu kun rypsin perimään eli genomiin syötetään kääpiögeeni. MMT **Tarja Niemelä** ja yhteistyökumppanit selvittävät, voiko kääpiögeeni lisätä rypsin satoisuutta vähentämällä varren biomassaa suhteessa kasvin tuottamaan siemensatoon.

“Genomidataa on hurjasti saatavilla, mutta se pitää pystyä yhdistämään muuhun dataan. Haluamme liittää kuvantamislaitteilla tuottamaamme fenotyyppidatan genomidataan. Lopulta, meitä tietenkin



*“Kasvin koko, kasvu, ja muoto eli kasvin arkkitehtuuri ovat tärkeitä maataloustuotannossa. Kasvien fenotyypeistä saatua dataa ei kuitenkaan ole vielä standardisoitu”, sanoo Kristiina Himanen.*

kiinnostaa, miten genomeista ja fenotyypeistä saatu tieto saadaan siirrettyä kasvinjalostukseen.”

Himasan mukaan uusien kuvantamismenetelmien ansiosta kasvitutkimuksen volyymi kasvaa.

### Spektri- ja fluoresenssikuvantaminen tuottaa paljon dataa

Kasveista otetut digikuvat analysoidaan reaaliaikaisesti verkko-ohjelmistolla ja analyysistä saadaan taulukko-tiedostoja. Kaikki on standardoitua, järjestelmällistä ja automaattisoitua.

NaPPI-infrastruktuurin laitteilla analysoidaan kasvin muotojen lisäksi kasvien

fysiologista tilaa. Itä-Suomen yliopiston Joensuun kampuksella oleva spektromiikkalaboratorio on Suomen ensimmäinen kasvien ja muiden biologisten näytteiden spektrikuvantamiseen keskittynyt tutkimusympäristö. Spektrikuvantaminen koostuu useista valon eri aallonpituuksilla otetuista kuvista, joilla on oma värikanaansa. Spektromiikkalaboratoriossa kehitetään optisia menetelmiä erityisesti kasvien stressivasteiden tutkimukseen.

Ihmissilmä tai tavanomainen kamera näkee värit kolmen aallonpituuskaistan (punainen, vihreä ja sininen) yhdistelminä. Spektrikameralla voidaan kuitenkin havaita jopa satoja eri aallonpituuskaistoja. Se ei ole myöskään rajoittunut vain näkyvään valoon, vaan kykenee kuvaamaan ultraviolett- ja infrapunasäteilyn alueilla. Kustakin kaistasta voidaan muodostaa erillinen kuva ja kukin pikseli sisältää täydellisen spektrin.

“Spektrikuvaus mahdollistaa värien erittäin tarkan erottelun, mutta samalla moninkertaistaa tuotetun datan määrän”, toteaa professori **Markku Keinänen** Itä-Suomen yliopistosta.

“Tämä taas edellyttää monimutkaisia laskennallisia lähestymistapoja kuva-analyysissä. Spektrikuvaus onkin suurelta osalta laskentaa ja tuloksia havainnollistavat kuvat tuotetaan vasta analyysin loppuvaiheissa.”

Kun kasveja lisäksi analysoidaan lämpö- ja fluoresenssikameroilla, päästään näkemään asioita, joita ei tavallisessa valossa näe. Fluoresenssi on näkyvää, tietyn väristä valoa, joka syntyy kasvin atomien



*Rypsilajikkeita Viikissä. Tutkijat selvittävät, voiko kääpiögeeni lisätä rypsin satoisuutta vähentämällä varren biomassaa suhteessa kasvin tuottamaan siemensatoon.*



virittyessä esimerkiksi näkymättömän ultraviolettisäteilyn johdosta. Lämpö- ja fluoresenssikameroilla voidaan laskea pikseli kerrallaan kasvissa olevan erivärisen alueen koko ja tutkia esimerkiksi infektiota kasvissa.

## Datan standardointi vähentää päällekkäistä työtä

Suomen ELIXIR-keskus tarjoaa datan käsittelyyn ja tallentamiseen tehokasta kapasiteettia. Koska fenotyypin datankeruu on automatisoitu ja digitalisoitu, nyt on Kristiina Himasen mukaan mahdollista aloittaa myös datan standardointi.

”Datalla pitää olla sama formaatti. Excelerate-hanke kehittää standardit fenotyypidatalle ja metadatalle. Mukana on 22 maata. Vaikka kaikilla on omat infrastruktuurit, niin nyt niiden toimintaa yhdenmukaistetaan.”

Käytännössä tutkijoilla on käytössään tieto kasvin perimästä sekä fenotyyppi-dataa kasvuolosuhteista ja muista ympäristökijöistä. Kun molemmat datalähteet on yhdistetty saadaan luotua kattavia tietokantoja ja laboratoriot eri puolilla Eurooppaa voivat välttää päällekkäisen työn tekemistä ja jakaa datankeruuta järkevästi.

”Yksittäisen geenin käyttöönnotto kasvivalostuksessa helpottuu, koska yksittäisen kasvin analyysiin liittyvän työn määrä kohtuullistuu.”

Jatkossa Viikin tutkimusryhmät siis tuottavat kuvapohjaista dataa, johon liitetään genomidata. Suomen Elixir-keskuk-



*Fytoskooppi on kuvantamislaitte, joka analysoi kasvien kasvua ja fysiologiaa. Kasvit mitataan ja kuvataan automaattisesti, jonka jälkeen tietokone laskee kuvien perusteella kasvien korkeuden, leveyden ja esimerkiksi lehtiruusukkeen pinta-alan ja muodon.*

ssa puolestaan mietitään, miten data analysoidaan ja standardisoidaan ja miten metadatat luovutetaan ELIXIRille pilvitietokantaa varten. NaPPI-infrastruktuurin ja Suomen ELIXIR-keskuksen CSC:n työnja-

ko on hyvä esimerkki siitä, miten kasvien geno- ja fenotyypidataa kannattaa tuottaa tutkimukseen.

**Ari Turunen**

## LISÄTIETOJA:

### CSC – Tieteen tietotekniikan keskus Oy

CSC – Tieteen tietotekniikan keskus Oy on valtion omistama, opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnoima, voittoa tavoittelematon osakeyhtiö. CSC ylläpitää ja kehittää valtion omistamaa keskitettyä tietotekniikkainfrastruktuuria. <http://www.csc.fi>  
<https://research.csc.fi/cloud-computing>

### ELIXIR

ELIXIR rakentaa infrastruktuurin bioalan tutkimuksen tueksi. Se yhdistää 17 Euroopan maan ja Euroopan molekyylibiologian laboratorion EMBL:n johtavat organisaatiot yhteiseksi biologisen informaation infrastruktuuriksi. Sen Suomen keskus on CSC – Tieteen tietotekniikan keskus Oy.  
<http://www.elixir-finland.org>  
<http://www.elixir-europe.org>

### NaPPI

NaPPI on osa yhteistyöverkostoa Itä-Suomen yliopiston Spektromiikan yksikön ([www.spectromics.org](http://www.spectromics.org)) sekä useiden muiden suomalaisten kasvitutkimuslaitosten kanssa. Mukana on yhteistyökumppaneita lisäksi Turun ja Oulun yliopistoista sekä Luonnonvarakeskuksesta.

### Viikki Plant Science Center

<https://www.helsinki.fi/en/researchgroups/viikki-plant-science-centre/about-vips>