

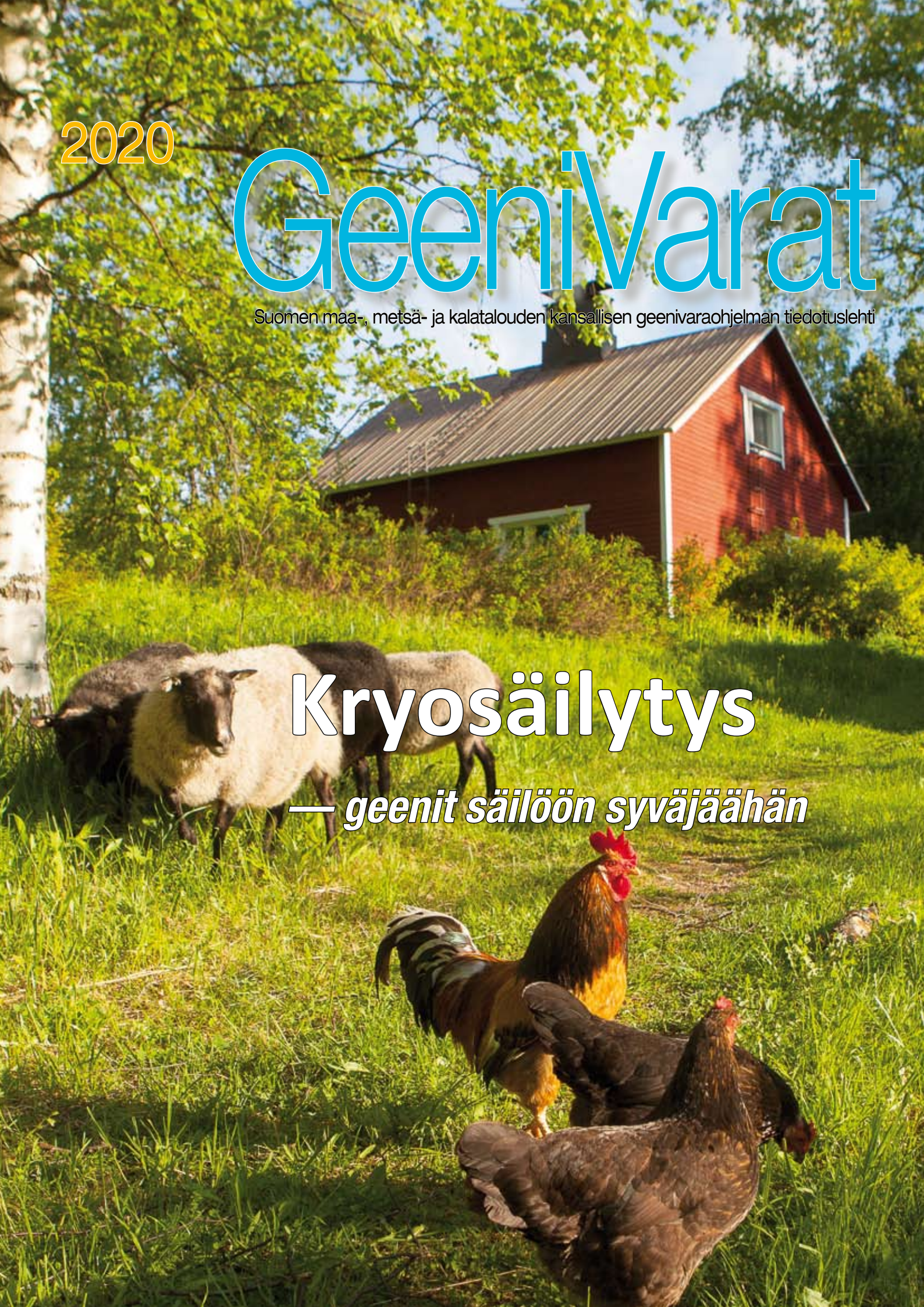
2020

# GeeniVarat

Suomen maa-, metsä- ja kalatalouden kansallisen geenivaraohjelman tiedotuslehti

## Kryosäilytys

— *geenit säilöön syväjäähän*





# Kryosäilytys

## *vahvistaa maa-, metsä- ja kalatalouden geenivarojen säilytystä*

**S**uomen kansallisen geenivaraohjelman keskeisenä tavoitteena on maa-, metsä- ja kalatalouden geenivarojen käytön lisääminen erityisesti jalostukseen. Ympäristönmuutos, erityisesti ilmastonmuutos, edellyttää viljelykasvien, kotieläinten, metsäpuiden ja kalojen sopeutumiskykyyn liittyvien ominaisuuksien vahvistamista. Tuotantoympäristön nopeassa ja osin ennustamattomassa muutoksessa monimuotoisten geenivarojen saatavuuden turvaaminen on ensisijaisen tärkeää. Tämä voidaan turvata vain ylläpitämällä laaja-alaista geneettistä monimuotoisuutta *ex situ* -säilytyksellä (eliöiden luontaisten elinympäristöjen ulkopuolella) ja/tai *in situ* -säilytyksellä (eliöiden luontaisessa elinympäristössä) kaikilla tuotantosektoreilla. Geenivarojen suojeleminen ja säilytys ovat geenivarojen kestävä käytön edellytykset.

Toimintaympäristön muutokset edellyttävät myös geenivarojen säilytysstrategian suuntaamista Kansallisen geenivaraohjelman tavoitteiden mukaisesti. Ilmastonmuutos lisää erityisesti erilaisia ympäristön stressitekijöitä, kuten kasvi- ja eläintauteja. Geenivarat, joita säilytetään *in situ* -olosuhteissa, kuten kasvigeenivarojen kenttäkokeet, ovat erityisen alttiita ympäristönmuutoksille. Ympäristönmuutokset asettavat haasteita myös kotieläinten, metsäpuiden ja kalojen geenivarojen suojelelulle. Nykytilanteessa geenivarojen *in situ* -säilytystä tulee entistä enemmän tukea *ex situ* -säilytyksellä.

Biotekniikan kehitys on tuottanut uusia menetelmiä, joita voidaan hyödyntää myös geenivarojen säilytyksessä ja hallinnassa. Kryosäilytys eli syväjääditys on viime vuosina osoittanut käyttökelpoisuutensa geenivarojen varmuussäilytyksessä. Kryosäilytys tarkoittaa biologisen materiaalin säilytystä erittäin alhaisissa lämpötiloissa, usein nestetyyppä. Sen etuna on soveltuvuus monenlaisen biologisen materiaalin, kuten kasvisolukkojen ja kotieläinten alkioiden ja sukusolujen, säilytykseen.

Kryosäilytyksessä geenivaroja voidaan säi-

lyttää kustannustehokkaasti pienessä tilassa taudeilta ja tuholaisilta suojattuina pitkiä aikoja vähällä hoitotarpeella ja alhaisin riskein. Kryosäilytystä pidetään geneettisen muuttumattomuuden kannalta turvallisena varmuussäilytysmenetelmänä. Kryosäilytyksen käytöllä voidaan myös laajentaa geenivarakokoelmien kattavuutta.

Kryosäilytys on jo vakiintunut käytäntö kasvi-, eläin- ja kalageenivarojen säilytyksessä useilla viljelykasvi-, kotieläin- ja kalalajeilla. Metsägeenivarojen ollaan vielä kehityksen alkuvaiheessa. Kaikilla sektoreilla on edelleen runsaasti kehitystarpeita lajikirjon laajentamisessa ja säilytysmenetelmien kehittämisessä.

Kryosäilytys varmuussäilytysmuotona on merkittävä ja yhä kasvava osa maa-, metsä- ja kalatalouden geenivarojen säilytyksen kokonaisuutta. Siksi on tärkeää huolehtia kehittämisen jatkuvuudesta kryosäilytyksen käytön edistämiseen tähtäävillä kehityshankkeilla.

Tuula Pehu

Geenivaraneuvottelukunnan puheenjohtaja  
maa- ja metsätalousministeriö





2020

# GeeniVarat

Kansallisen geenivaraohjelman tiedotuslehti

## Sisältö:

Pääkirjoitus  
sivu 2

Puutarhakasvien silmut säilyvät  
kryopankissa  
sivu 4

Historialliset lampaan koeputkiaikiot  
sivu 6

Emokalastoilla turvataan kalakantojen  
monimuotoisuutta  
sivu 8

Jalavien geenivarat varmuuskopioidaan  
kryotankkeihin  
sivu 10

Ryvässipulit viljelyyn, käyttöön ja  
kryosäilytykseen  
sivu 12

Siipikarjan geneettisen materiaalin  
pakastus  
sivu 14

Perunan pitkäaikaissäilytysmenetelmät  
sivu 16

Humalat koeviljelyyn  
sivu 17

Kalojen geenimateriaalista talteen vaikka  
pakastamalla  
sivu 18

## GeeniVarat 2020

Ilmestymispäivä: Kansainvälinen  
biodiversiteettipäivä 22.5.2020

Vastaava toimittaja: Juha Kantanen  
029 532 6210, juha.kantanen@luke.fi

Ulkoasu ja taitto: [www.digijiipee.net](http://www.digijiipee.net)

Paino: Kirjapaino Bookcover Oy, Seinäjoki

Tilaukset, osoitteenmuutokset ja  
peruutukset:

T:mi Digijiipee

Rullakuja 6 D, 01450 VANTAA

044 296 1108, [digijiipee@digijiipee.net](mailto:digijiipee@digijiipee.net)

Etukannen kuva: Kirsti Hassinen

GeeniVarat 2020 -lehden teemana on, miten geenivaroja säilytetään ja turvataan pakastamalla geneettistä materiaalia. Asiaa valotetaan muun muassa suomenlampaan ja maatiaiskanarodun osalta (kuvassa).

ISSN 2341-9733 (painettu)

ISSN 2341-9741 (verkkojulkaisu)

GeeniVarat on Suomen maa-, metsä- ja kalatalouden kansallisen geenivaraohjelman tiedotuslehti. Lehteä julkaisee Luonnonvarakeskus (Luke).

Lue lisää netistä:

[www.luke.fi](http://www.luke.fi)

Yhteydenotot:

[elaingenivarat@luke.fi](mailto:elaingenivarat@luke.fi)

[kasvigeenivarat@luke.fi](mailto:kasvigeenivarat@luke.fi)

[mari.rusanen@luke.fi](mailto:mari.rusanen@luke.fi)

[petri.heinimaa@luke.fi](mailto:petri.heinimaa@luke.fi)

# Puutarhakasvien silmut säilyvät kryopankissa



Tutkija Saija Rantala kryotankilla. Kuva: Anna Nukari

Luonnonvarakeskus (Luke) vastaa kansallisesti tärkeiden puutarhakasvien geenivarasäilytyksestä Suomessa. Kasvullisesti lisättävien kasvukantojen geenivaroja voidaan säilyttää kasveina kenttäkokeissa tai kasvihuoneissa, ylläpitämällä kasveja solukkolisäyksessä tai tallettamalla uuteen kasvuun kykeneviä kasvinosia kuten silmuja ja versonkärkiä kryosäilytykseen alle  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämpötilaan.

Teksti: Saija Rantala, Anna Nukari, Jaana Laamanen, Saara Tuohimetsä

**K**ryosäilytettyjen aineistojen elpymistä arvioidaan sulattamalla pieni osa säilytetystä erästä pian pakastuksen jälkeen. Sulatettujen kontrollisilmujen elpymisen perusteella arvioidaan, riittääkö tankkiin jäävä silmumäärä turvaamaan aineiston myöhemmän hyödyntämisen. Kryopankin toiminnan ja hallinnoinnin tueksi työstetään menettelyohjeita sekä kehitetään tietojärjestelmiä MMM:n ja Luken rahoittamissa hankkeissa.

Mustaherukan (*Ribes nigrum* L.) geenivarojen säilytystä Lu-

ken kenttäkokeilussa Kaarinassa Tuorlassa varmennetaan kryosäilytyksellä. Marjanviljelyn kannalta merkittävimpiä mustaherukkalajikkeita ylläpidetään myös kasvintuhooilta eristetyssä kasvihuoneessa terveinä emokasveina varmennettua taimituotantoa varten. Mustaherukkaa, kuten muitakin kasvullisesti lisättäviä kasvilajeja voivat vaivata useat eri virustaudit, merkittävimpänä mustaherukan suonenkattovirus (*Blackcurrant reversion virus*, BRV), joka heikentää kasvien elinvoimaa ja sadon-

tuottokykyä. Kryosäilytykseen pyritään laittamaan mahdollisimman tervettä kasviainestoa, jotta sen myöhempi luovutus ja käyttö olisi mutkatonta ja turvallista.

Mustaherukan kryosäilytyksessä lähtömateriaalina käytetään sekä lepotilaisia että *in vitro* - silmuja. Lepotilaisten silmujen kryosäilytyksessä hyödynnetään kasvien luontaista lepotilaa ja kylmänkestävyyttä, usein silmuja myös kuivataan kasvisolujen vesipitoisuuden alentamiseksi. Lukessa tutkittiin ulkoa ja kasvihuoneel-



Luken puutarhakasvien kryptotutkimusta esiteltiin Yleisradion Puoli Seitsemän -ohjelmassa syyskuussa 2017. Tutkija Anna Nukari demonstroi yleisesti käytössä olevaa pisaravitrifikaatiomenetelmää, jolla on talletettu mm. mansikan, vadelman ja mustaherukan geenivara-aineistoja kryopankkiin. Kädentaitoja vaativaa menetelmää sovelletaan parhaillaan ryvässipulin ja humalan säilytykseen.

Kuva: Saara Tuohimetsä

ta terveistä emokasveista kerättyjen Mortti-mustaherukkalajikkeen lepotilaisten silmujen elpymistä kryosäilytyksestä.

Tutkimuksessa silmut esipakastettiin ilman kuivatusta vaiheittain nolasta -38 °C lämpötilaan, upotettiin nestetyypeen ja siirrettiin kryptotankkiin alle -150 °C lämpötilaan. Suurin osa silmuista sulatettiin 1-6 vuorokauden kuluttua ja silmuista tehtiin aloitukset laboratoriossa tapahtuvaa mikrolisäystä varten. *In vitro* -kasvatuksesta elpyneet mikrotaimet siirrettiin kasvihuonekasvatukseen ja pieni määrä taimia istutettiin myös pellolle. Ulkoa kerätyistä silmuista osa sulatettiin neljän vuoden säilytysajan jälkeen ja niiden elpymistä havainnointiin mikrolisäyksessä, mutta elpyneitä mikrotaimia ei siirretty kasvihuonekasvatukseen.

Tutkimuksessa 1-6 vuorokauden kuluttua sulatettujen silmujen elpymistodennäköisyys oli kasvihuoneelta kerätyillä silmuilla 66 % ja ulkoa kerätyillä silmuilla 86 %. Ero kasvihuoneelta ja ulkoa kryosäilytettyjen silmujen elpymisessä voi johtua paitsi silmujen

erilaisesta kylmäkaraistumisesta myös silmujen koosta ja laadusta. Ulkoa kerätyt silmut olivat pääasiassa kukkasilmuja ja kooltaan isompia kuin kasvihuoneelta kerätyt. Kasvihuoneelle siirrettyjen mikrotaimien eloonjääntiin vaikuttivat odotetusti eniten mikrotaimien koko ja kunto. Molemmista silmuryhmistä saatiin kasvatettua mikrotaimia kasvihuonekasvatukseen ja ulos pellolle asti. Neljä vuotta kryosäilytettyjen ulkosilmujen elpymistodennäköisyys oli 58 %. Kryosäilytysmenetelmiä arvioitaessa tavoitteena pidetään yleensä vähintään 40 % elpymistä. Neljä vuotta kryosäilytettyjen ulkosilmujen elpymistulos on siis sinänsä riittävä, mutta elpymistuloksen aleneminen antaa myös aiheutta jatkotutkimuksiin. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää mustaherukan ja myös muiden puuvartisten kasvien geenivarasäilytyksessä. Lepotilaisina silmuina on kryosäilytetty Lukessa myös mm. omenien, kirsikoiden, tyrnien ja useiden puuvartisten koristekasvien silmuja.



KANSAINVÄLINEN  
KASVINTERVEYSVUOSI

2020

**Vuosi 2020 on YK:n julistama kansainvälinen kasvinterveysvuosi (International Year of Plant Health)**

Aloitteen teemavuodesta teki Suomen maa- ja metsätalousministeriö. Teemavuoden tavoitteena on tuoda maailmanlaajuisesti esille kasvinterveyden merkitystä ruokaturvan parantamisessa, ympäristön ja luonnon monimuotoisuuden suojelussa ja talouskehityksen edistämiseksi. Kasvitaudit ja -tuholaiset vahingoittavat viljelykasveja ja vähentävät näin ruuan saatavuutta ja kasvattavat sen kustannuksia. Kestävä kasvinsuojelu suojelee ympäristöä, metsiä ja luonnon monimuotoisuutta kasvin-tuhoojilta, vastaa ilmastonmuutoksen vaikutuksiin ja tukee pyrkimyksiä nälän, aliravitsemuksen ja köyhyyden poistamiseksi. Lisätietoja kasvinterveysvuodesta on saatavilla Maa- ja metsätalousministeriön ja Ruokaviraston sivuilta.

Kasvigeenivarojen säilytyksessä kasvinterveydestä huolehtiminen on tärkeä osa laadukasta kasvigeenivarojen turvaamista. Kasvillisesti ylläpidettävät ja lisättävät puutarhakasvit pyritään ottamaan kokoelmiin aina mahdollisimman terveinä. Kasvien terveydestä huolehditaan valitsemalla sopivat säilytysmenetelmät ja tarkkailemalla terveyttä säilytyksen aikana. Terveiden kasvien luovutus geenivarakokoelmista edistää kasviantojen hyödyntämistä mm. ruuantuotannon tarpeisiin.



# Suomen ensimmäiset lampaan koeputkialkiot kehittyivät Luonnonvarakeskuksen laboratoriossa



Kuva: Mervi Honkatukia

Luonnonvarakeskuksen kotieläinten hedelmällisyystekniikoiden ja alkiotutkimuksen asiantuntijat ovat onnistuneet tuottamaan Suomen ensimmäiset laboratorio-olosuhteissa kasvatetut lampaan alkiot (englanniksi *in vitro* produced embryos, käytetään lyhennettä IVP-alkiot). Alkiot ovat suomenlampaan alkioita.

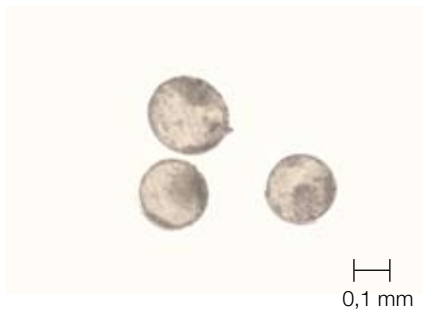
Teksti: Jaana Peippo, Tuula-Marjatta Hamama, Mervi Mutikainen ja Juha Kantanen

## Historialliset lampaan koeputkialkiot

Alkioiden tuotantoa ja siirtoja vastaanottajaeläimiin hyödynnetään aktiivisesti nautakarjan jalostuksessa, mutta nyt onnistuttiin tuottamaan ensimmäisen kerran myös lampaan alkioita Luonnonvarakeskuksen (Luken) alkiolaboratoriossa Jokioilla. Teurastetun kolmen suomenlammasuuhun munasarjat tuotiin Luken alkiolaboratorioon. Munasarjoista poimittiin munasoluja ja niitä kypsytettiin viljelykaapissa yhden vuorokauden ajan. Tämän jälkeen ne hedelmöitettiin suomenlammaspäs-sin pakastetulla siemennesteellä, kasvatettiin siirtokelpoiseen kehitysvaiheeseen ja pakastettiin. Näin syntyneet alkiot on nyt säilötty nestetyyppeen ja ne muodostivat alkupääoman suomenlampaan alkio geenipankin kokoamisessa.

## Alkiotuotanto tukee Kansallisen geenivaraohjelman tavoitteita

Suomen maa-, metsä- ja kalatalouden kansallisessa geenivaraohjelman tavoitteissa mainitaan, että paikallisista alkuperäisroduista kootaan geneettistä materiaalia kotieläinlajien geenivarojen ja perinnöllisen monimuotoisuuden ylläpitämiseksi. Alkuperäisten lammasarotujen – suomenlampaan, kainuuharmaksen ja ahvenanmaanlampaan – osalta pakastettuun geenipankkiin on koottu ja kootaan erityisesti päsien siemennestettä (tätä asiaa on edistetty maa- ja metsätalousministeriön eläinlääkintäviranomaisten kanssa). Vuonna 2018 uudistettussa Kansallisessa geenivaraohjelmassa suositellaan lampaiden osalta myös selvittämään, onko mahdollista pakastaa alkioita pitkäaikaissäilytykseen.



Mikroskooppikuva Suomen eläinjalostushistorian ensimmäisistä lampaan IVP-alkioista. Kuva: Mervi Mutikainen

Kansallisen geenivaraohjelman tavoitteena on koota laadukas pakastettu geenipankki (*in vitro* alkio- ja siemennestegeenipankki) Suomen alkupeiräisille lammascaroduille tulevaisuuden käyttöä varten. Pakastevaraston avulla ylläpidetään rotujen geneettistä monimuotoisuutta ja elinvoimaisuutta sekä voidaan kontrolloida esimerkiksi rotujen sukusiitosasteen ja sukulaisuuksien kehittymistä. Erityisesti halutaan turvata harvinaisten sukujen jatko ja tulevaisuuden saatavuus. Keinosiemennyksen ja alkionsiirtojen kehittäminen edistää alkupeiräislammascarotujen jalostusta, kuten muiden eläinlajien osalta on osoitettu, ja siten tuotannon kannattavuutta. Pakastetun geneettisen materiaalin avulla voidaan saada hyvät jalostuspässit ja harvinaiset sukulinjat nykyistä laajempaan käyttöön. Eläinten jalostusarvostelun luotettavuus paranee, kun pässeillä on useita tuotantoarvosteltuja jälkeläisiä. Geenipankkia tarvitaan myös turvaamaan rodun tulevaisuus tautiepidemioiden varalta ja sitä voidaan hyödyntää myös tutkimuskäytössä tulevaisuudessa.

### Uusi hanke alkanut

Lampaiden alkioiden laboratoriotuotantoa, pakastusta ja elävyyden säilymistä pakastuksen aikana kehitetään nyt Luon-

nonvarakeskuksen uudessa hankkeessa *Kryosäilytysmenetelmien kehittäminen maatalouden geenivarojen säilyttämiselle (CryoGeVa)*, jota rahoittaa maa- ja metsätalousministeriö. Samalla kootaan alkiogeenipankkia suomenlampaalle, kainuunharmakselle ja ahvenmaanlampaalle.

IVP-tuotannon lisäksi tavoitteena on kerätä alkioita tiineytetyistä, teurastetuista uuhista. Kokeessa käytetään vain poistoon valittuja uuhia. Kiimojen synkronoinnin jälkeen uuhet astutetaan geenivaraohjelman kannalta tärkeillä pässeillä, esimerkiksi harvinaista pässilinjaa edustavalla pässillä. Uuhet teurastetaan 6-7 päivää kiiman jälkeen. Kohduista huuhdotut alkiot pakastetaan nestetyyppeen Luken alkiolaboratoriossa.

Hankkeen kannalta on oleellista yhteistyö lammartilojen kanssa, jotta saadaan koottua geenipankkia erityisesti eläimistä, jotka katsotaan rotujen geenivarojen ylläpidon kannalta tärkeiksi.

### Tulevaisuuden jatkotoimenpiteet

Tulevaisuuden tehtävänä on kehittää pakastealkioiden siirtoon ei-kirurginen menetelmä. Tämä edistäisi alkiogeenipankin hyödyntämisen lisäksi lammascarotujen jalostusta. Nykyisin maailmalla käytettyjen kirurgisten siirtomenetelmien (laparotomia, laparaskopia) haittoja ovat korkeat kustannukset, osajien puute ja erityisesti eläinten hyvinvointi- sekä terveysriskit. Lampaan kohdunkaulan anato-



Inkubaattoria eli kasvatuskaappia Luken alkiolaboratoriossa tarvitaan munasolujen kypsyttämiseen ennen koeputkihedelmöitystä ja hedelmöitettyjen munasolujen eli alkioiden kasvatukseen pakastustai siirtokelpoiseksi. Inkubaattorin lämpötila pidetään 38.5°C:ssa. Kuva: Mervi Mutikainen

mia on ollut esteenä ei-kirurgisten alkionhuuhtelujen ja -siirtojen käyttöönotolle.

Kohdunkaulan pehmentämiseen on kuitenkin kehitetty toimivia lääkkeellisiä menetelmiä. Brasilialaiset tutkijat (Fonseca J.F. ym. 2016) julkaisivat hiljattain lampaan ja vuohen alkionhuuhteluun ja -siirtoon sopivan ei-kirurgisen menetelmän, joka voidaan tehdä rauhoitetulle, seisovalle eläimelle epiduraalipuudutuksessa. Menetelmä vaikuttaa lupaavalta, joten sen soveltuvuus Suomen alkupeiräisrotuisille lampaille olisi syytä jatkossa tutkia.

Viite: Fonseca J.F. ym. 2016. Nonsurgical embryo recovery and transfer in sheep and goats. *Theriogenology*. 86 (1): 144-151.





Kemijoen vaellussiikaemo valmiina syksyistä lypsyä varten Taivalkosken laitoksen emokalahallissa. Kuva: Petri Heinimaa

## Kalojen elävällä geenipankilla – emokalastoilla – turvataan kalakantojen monimuotoisuutta

Maa- ja metsätalousministeriön vastuulla on Suomen 31 taloudellisesti hyödynnettävän kalalajin suojeleminen ja hoito. Näiden lajien suojeleminen toteutetaan sekä kalastuksensääntelyllä, kalakantojen hoidon, että Luken hoitaman valtion vesiviljelytoiminnan avulla, mutta kalalajien ja -kantojen säilymiseen vaikuttavat merkittävästi myös niiden elinympäristön tila ja siinä tapahtuvat muutokset.

Teksti: Petri Heinimaa

### Emokalaparvet perustetaan luonnonkaloista

Emokalaparvien ja niiden tuotannon perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttäminen pitkällä aikavälillä, yli sukupolvien, edellyttää että ne perustetaan riittävästä määrästä luonnosta hankittuja emokaloja (tavoite yli 50 kutuparia). Emoparvia ei saa myöskään hallitsemattomasti karsia viljelyn aikana. Lisäksi tavoitteena on, että emoparvia täydennetään ja uusitaan vähintään kerran kalasukupolven aikana ja uusia parvia perustetaan kalalajista riippuen yleensä 3-5 vuoden välein.

Emokalojen hankinta luonnosta toteutetaan tapauskohtaisesti parhaaksi koettulla/arvioidulla tavalla. Yleensä pyritään hankkimaan luonnosta sukukypsiä kaloja, mutta joskus luonnonkantojen tila on niin heikko että emokalojen sijaan pyydytetään vaellus- tai jokipoikasasia, jotka laitoksessa kasvatetaan sukukypsiksi. Pyyntöissä tehdään yhteistyötä vesialueen omistajien, kalatalousviranomaisien sekä muiden paikallisten sidosryhmien kanssa tavoitellun lopputuloksen saavuttamiseksi.

Mädintuotannossa tulisi olla jatkuvasti samasta kalalajista ja -kannasta vähintään kaksi geneettisesti eritaustaista emoparvea monimuotoisuuden turvaamiseksi ja kohonneen sukulaisuuden välttämiseksi. Osassa emokalaparvia on otettu käyttöön emokalojen yksilöllinen merkintä ja molekyylogeneettiset menetelmät sisäsiitosriskien hallitsemiseksi. Tällöin voidaan laatia mädin ja maidin hedelmöityssuunnitelmat siten, että sukulaisparitukset vältetään ja myös monimuotoisuuden säilyttämisen tavoitteet maksimoitetaan.

Uuden emokalaparven kasvattaminen sukukypsäksi vai-

**U**seiden lajien suojeleminen tavoitteena on riittävien geneettisten resurssien säilyminen luonnossa, mikäli se vain on mahdollista. Valtion vesiviljelytoiminnan toteuttaman geenivarojen suojeleminen onkin siten suorassa yhteydessä sekä kansallisista että kansainvälisistä uhanalaisuuden arvioinneista syntyneisiin velvoitteisiin.

Kalojen elävää geenipankkia käytetään luonnosta hävinneiden, eriasteisesti uhanalaisten ja taantuneiden kalalajien ja -kantojen olemassaolon turvaamiseen, ja myös lisäämistarkoituksessa tehtävään mädintuotantoon. Mädintuotanto tekee mahdolliseksi kalalajien ja -kantojen poikastuotannon luontoon tehtäviä istutuksia varten, kalakantojen elvyttämiseksi luonnonvaraisessa ympäristössä olosuhteiden niin sallien, ja lisäksi myös kalanpoikasistutukset saaliiden tuottamiseksi kalastusta varten.



## Luken kalanviljelylaitoksissa viljelyssä olevat kalalajit:

### 1) Suomen alkuperäiset lajit:

lohi, järvilohi, meritaimen, järvitaimen, purotaimen, planktonsiika, pohjasiika, vaellussiika, harjus, meriharjus, nieriä, muikku sekä nahkiainen.

### 2) Tuontilajit ja -kannat:

hornavannieriä, kirjolohi, nelma ja peledsiika.

teele 2-7 vuoteen kalalajista ja viljelylaitosten tuotanto-olosuhteista riippuen. Emokalajien säilyvyys vaihtelee lajeittain ja kokonaisikä vaihtelee 10–25 vuotta. Mädituotannossa yksittäinen emokalaparvi voi olla 3–20 vuotta. Emokalastojen tilan tiedon hallinta ja siihen liittyvien tietojen ylläpito hoidetaan sähköisesti Luken KATISKA -kalastonhallinta tietokannan avulla.

Emokalastot on sijoitettu Luken kuudelle kalanviljelylaitokselle (Enonkoski, Laukaa, Paltamo, Keminmaa, Taivalkoski ja Inari). Emoparvet perustetaan käytännössä tietyille viljelylaitokselle, mutta riskien hallinta ja tuotantotarve edellyttävät, että tärkeimmistä parvista on varparvia samassa tai toisissa viljelylaitoksissa. Joistakin alkuperäisistä kotimaisista kalalajeista ja -kannoista on emokalanviljelyä myös yksityisissä kalanviljelylaitoksissa, mitkä osaltaan täydentävät kalageenivarojen ex-situ säilytystä ja turvaavat mädituotantoa istutuspoikasten kasvatusta varten.

Vuoden 2020 alussa Luken kalanviljelylaitoksilla oli Suomelle alkuperäisistä kalakannoista kaikkiaan 13 kalalajia/-muotoa ja 52 kalakantaa, joista oli noin 47 800 yksilöä emokalakasvatuksessa. Viljelyn laajuus ja

laji- sekä kantavalikoima ovat vakiintuneet nykytasolle jo pari vuosikymmentä sitten. Tähän ovat vaikuttaneet alueellisesti eriytyneiden kalakantojen tila, kysyntä ja toimitilat. Viimeisin uusi kanta Suomen alkuperäisistä kalalajeista, Mustionjoen järvitaimen, on otettu viljelyyn vuonna 2017. Uuden kalakannan otto viljelyyn on pitkä prosessi, johon vaikuttavat ratkaisevasti

kalakannan tila ja sen talteenottomenetelmät. Uusi kalakanta saadaan mädituotantoikään 3 - 10 vuoden kuluttua talteenoton aloittamisesta.

### Kalaterveyden turvaaminen tärkeää

Luken vesiviljelytoiminnan yksi tärkeä tehtävä on kalaterveydestä huolehtiminen myös eri kalalajien ja -kantojen mädituotantoon ja emokalaparvien uusimiseen liittyen. Luken ja muiden toimijoiden eristys- ja karanteenitoiminta ja niihin liittyvät Ruokavirastossa tehdyt kalaterveystutkimukset, erityisesti merellisen luonnonmädinhankinnan ja viljelyn lähtömateriaalin siirtojen yhteydessä sisävesialueelle tai viljelylaitoksiin, on keskeinen tapa turvata viljelylaitosten ja sisävesialueen kalaterveysturvallisuutta. Myös kudelulle palaavien luonnonkalajien ylisiirroissa on mahdollista viedä nousuesteen yläpuolelle sellaisia kalataudinaiheuttajia, joita siellä ei entuudestaan ole.



Siianmätää haudonnassa Taivalkosken laitoksen hautomon suppiloissa.

Kuva: Petri Heinimaa

# Pohjoisten jalavien geenivarat var



Kryosäilytyksestä sulatettu vuorijalava kasvamassa monistuslustalla.

Kuva: Sakari Välimäki

**M**etsäpuiden geenivarojen suojelussa lähtökohtana on, että suojeltavat populaatiot ovat riittävän monimuotoisia kehittymään luonnonvalinnan ohjaamana. Harvinaisilla metsäpuilla on vaarana geneettisen monimuotoisuuden vähentyminen ajan myötä sisäsiittoisuuden seurauksena, koska populaatiot ovat pieniä ja hajallaan. Tästä syystä Suomen pohjoisiin oloihin sopeutuneita jalavia suojellaan luonnonpopulaatioiden lisäksi kokoelmisissa, joihin on kerätty puita eri puolilta Suomea. Kokoelmissa puiden risteytyessä saadaan perimältään monimuotoisempaa siementä kuin erillään ole-

vista pienistä luonnonpopulaatioista.

## **Uhkana hollanninjalavatauti**

Vaikka kokoelmia voidaan monin keinoin suojata tuhoja vastaan, arvokkaat puut voidaan menettää taudin seurauksena. Hollanninjalavataudin ensimmäinen pandemia *Ophiostoma ulmi* levisi puutavaran mukana noin sata vuotta sitten. Epidemian toisen aallon aiheuttajaksi tunnistettu aggressiivisempi laji *Ophiostoma novo-ulmi* on pitkälti syrjäyttänyt taudin vähemmän aggressiivisen muodon Euroopassa, eikä näytä samanlaisia lieventymisen merkkejä kuin

Suomessa luontaisesti esiintyviä jalavia, kynä- ja vuorijalavaa, uhkaa hollanninjalavatauti. Hollanninjalavatauti on kaarnakuoriaisten levittämä sienitauti, joka lopulta tukahduttaa puun nesteenkierroksen. Se on levinnyt ympäri maailman ja aiheuttanut suuria tuhoja jalavapopulaatioille.

Teksti: Sakari Välimäki

ensimmäinen aalto.

Suomen jalavia ovat toistaiseksi suojanneet sekä mainittu populaatioiden hajanaisuus että kaarnakuoriaiselle huonosti sopiva viileä ilmasto. Ilmastomuutoksen myötä taudin leviäminen Suomeen lienee kuitenkin vain ajan kysymys. Hollanninjalavatautiä tavataan jo kaikissa muissa EU-maissa sekä rajan pinnassa Venäjällä.

## **Geenivarat turvaan nestetyppeen**

Tautiuhan takia on päätetty luoda nestetyppeen geenipankki varmuuskopioksi kokoelmista ja luonnonpopulaatioista. Kryosäilytys täydentää



# muuskopioidaan kryotankkeihin

suojelua, jonka tarkoitus on pitää yllä sopeutumiskykyä muuttuvassa ympäristössä. Kryosäilytyksestä puita voitaisiin tarvittaessa palauttaa, mikäli niitä menetetään taudille kokoelmista. Puut säilytetään nestetyypessä lepovaiheessa olevina silmuina, jotka on kerättävä kylmäkaraistuneina. Silmut leikataan pieniin kryoputkiin ja pakastetaan ohjelmoitavan pakastimen kautta nestetyypitankkiin. Kryosäilytys nestetyypessä on erittäin tilatehokas tapa säilyttää suuria määriä eri genotyyppisiä, eikä vaadi ylläpitoa tankkien säännöllisen täyttämisen lisäksi. Nestetyypen -196 °C:ssa biologinen aktiivisuus on pysähtynyt, eli näytteitä voidaan säilyttää periaatteessa ikuisesti, mikäli pakastusprosessi on onnistunut.

## **Puut palautetaan kasvamaan solukkoviljelyn keinoin**

Pakastusta haastavampi osuus on menetelmän kehitys pakastettujen silmujen elvyttämiseksi. Laboratoriotiloissa kasvullisesti solukkolisäyksen menetelmin voidaan kasvat-  
taa suuri määrä geneettisesti identtisiä kasveja pienestä määrästä materiaalia. Geenivarojen suojelun kannalta on tärkeintä kehittää menetelmä, jolla mahdollisimman suuri osa genotyypeistä saataisiin regeneroitua, vaikka se joidenkin puiden kohdalla vaatisikin melko suuren määrän sulatettuja silmuja. Siinä miten kasvat-  
tusmenetelmät soveltuvat eri genotyypeille on eroja, ja joillakin kasvullinen lisäys on huomattavasti helpompaa kuin toisilla.

Käytännössä silmu sulatetaan ja pintasteriloidaan kemiallisesti home- ja bakteeri-

kasvustojen ehkäisemiseksi. Viljelmän saastumisen estäminen on yksi kriittisimmistä ja haastavimmista vaiheista, jonka onnistuminen on edellytys jatkokasvatukselle. Mikäli silmussa olleet homeet ja bakteerit saadaan poistettua alus-  
sa, myöhempiä kontaminaatioita voidaan ehkäistä erittäin tehokkaasti tarkalla aseptisellä työskentelyllä vaakavirtauslaminaarissa, johon tuleva ilma on suodatettua.

Kasvatuksen alussa silmun uloimmat silmusuomut kuori-  
taan stereomikroskoopin alla ja silmu asetetaan agarilla jäähmetetylle kasvatusalustalle, johon on lisätty kasville välttämättömät suolat sekä sokeria kasvun edistämiseen. Erilaisia solukkoviljelyalustoja on kehitetty lukuisia, ja lähtökohtana jalaville on jo olemassa olevien reseptien testaus ja sittemmin muokkaaminen ja optimointi. Ravinteiden lisäksi geelissä on silmun puhkeamista edistävää kasvihormonia. Verson kasvet-  
tua se siirretään monistusalustalle, joka stimuloi versonkasvua sytokiiniin avulla. Juurien kasvun eristämiseen käytetään vähäravinteisempaa kasvatus-

alustaa ja auksiinia. Puhtaassa laboratorioympäristössä kasvunsa aloittaneelle kasville on shokki siirtyä ulkomaailmaan, jossa yhteyttäminen pitää hoitaa itse, eikä ravinteita ole niin helposti saatavilla. Lisäksi pitää taistella mikrobeja vastaan. Tästä syystä kouluminen on tehtävä vaiheittain.

## **Jalavia muuttuvaan ilmastoon**

Toimiva kryosäilytysmenetelmä tarjoaisi pitkäaikaisen varmuuskopion kokoelmissa oleville puille, jotka voidaan taudin iskiessä menettää. Tällä saadaan aikaa pandemiaa vastaan. Jalavat ovat kauniita puita viherrakennukseen ja menestyvät erittäin hyvin kaupunkiolosuhteissa. Lisäksi jalava on puutavarana arvostettua. Tulevaisuudessa ilmaston muuttuessa sille soveltuva kasvualue ulottuisi pohjoisemmaksi, ja olisi sääli mikäli tauti estäisi sen hyödyntämisen. Talletetut geenivarat tarjoavat myös edellytyksiä resistenssin jalostukseen tai risteytyksiin kestävämpien lajien kanssa.



Kynäjalavia 11 päivää silmujen aloitusalustalle asettamisen jälkeen.  
Kuva: Sakari Välimäki

# Ryvässipulit viljelyyn ja käyttöön

Ryvässipuli oli 1950-luvulle asti Suomen laajimmin viljelty sipuli. Nykyisin sille olisi kysyntää erikoisvihanneksena, jonka lisäarvotekijöitä ovat sipulin voimakas aromi, terveysvaikutukset ja kasvin kulttuuriarvo.

Teksti: Terhi Suojala-Ahlfors, Maarit Heinonen ja Jaana Laamanen

Takalan luomutilalla on viljelty samaa ryvässipulikantaa ainakin 1960-luvulta asti. Kuva: Saija Vieremö

**R**yvässipuli on Suomen arvokasta kulttuuriperintöä, jota kerättiin laajasti talteen Helsingin yliopiston ja Maatalouden tutkimuskeskuksen yhteishankkeessa 1980-luvulla. Osa tutkimuksen 120 kannasta tuli säilytettäväksi Maatalouden tutkimuskeskuksen kokoelmaan, joka on täydentynyt myöhemmin uusilla näytteillä. 2010-luvulla kokoelman geneettistä vaihtelua tutkittiin DNA-tasolla. Luken nykyisessä kokoelmassa on tallella vajaa 30 eri genotyyppeä.

Ryvässipuli jakautuu kasvunsa aikana 3-15 tytärsipuliksi. Sipuleiden ulkonäkö ja kasvurytmi vaihtelee kantojen välillä. Osa kannoista on alttiita kukkimaan, mutta siemeniä sipulit tuottavat heikosti.

## Viljelyä Virolahdella

Ryvässipulia on viljelty kotipuutarhoissa läpi vuosikymmenten, mutta sipulia päätyy harvoin myyntiin. Virolahdella sijaitsevalla Takalan luomutilalla on viljelty ainakin 1950-60-luvulta asti kellanvaalean kuorista, soikeanpyöreää ryvässipulia. Yksi sipuli jakautuu 3-6 sipuliin, joiden koko vaihtelee noin 5 cm:stä sormenpään kokoiseen.

Tilan isäntä **Lauri Takala** osallistui ryvässipulilla paikallisen 4H-kerhon sipulinkasvatuskilpailuun vuosina 1968-1971. Tosin satomäärään perustuvasta kilpailusta irtosi vain pistesijoja.

Takalan luomutila on yksi harvoja maatiloja, jossa viljellään ryvässipulia myyntiin. Sato myydään suoraan pääkaupunkiseudun ravintoloihin.

Viljelijän mukaan ryvässipuli on sangen helppo viljeltävä muutaman aarin alalla, kunhan sipulikärpänen eivätkä naatti- ja harmaahomeet tule riesaksi. Sipuleiden talvisäilytyk-



sessä saa olla tarkkana, jotta kevääksi selviää hyväkuntoisia istukkaita. Tilalla eteinen toimii talvisäilytyspaikkana.

### Sipulia saataville

Ryvässipulin pienimuotoiseen kaupalliseen viljelyyn olisi mahdollisuuksia, mutta pullonkaulana on lisäysmateriaalin puute. Ryvässipulien tiedetään kärsivän virustaudeista, mikä rajoittaa materiaalin luovuttamista mm. geenivarakokoelmasta.

Tänä vuonna Maiju ja Yrjö

Rikalan puutarhasäätiön rahoituksella käynnistyneessä hankkeessa on tavoitteena saada ryvässipuli jälleen markkinoille suomalaisena erikoisvihanneksena. Hankkeessa valitaan muutamia mielenkiintoisimpia kantoja, joista mm. tutkitaan terveysvaikutteisia yhdisteitä (mm. kversetiini) ja pyritään tuottamaan tervettä lisäysmateriaalia.

Sipulikannoissa esiintyy useita eri viruksia, ja eri virusten sekainfektiot ovat tavallisia. Virukset pienentävät sipulien kokoa, sato jää pienemmäksi

ja sipulien elinvoima heikenee. Hankkeessa keskitytään neljän yleisimmän viruksen tutkimukseen PCR-menetelmillä. Tavoitteena on valikoida viljelyyn vain viruspuhtaat lisäyslinjat.

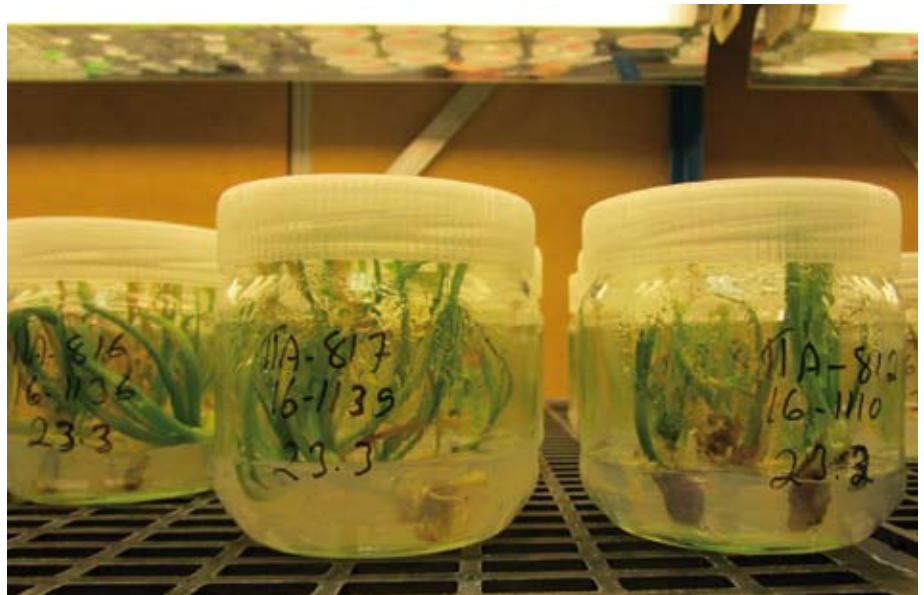
Tutkimuksen ohessa elvytetään ryvässipulin viljelyä keuhkämällä viljelijöiden kokemuksista ryvässipulista ja tekemällä kasvia tutuksi mm. puutarhalaan oppilaitosten ja tapahtumien kautta. Kasvin kulttuuriarvoa tuodaan esiin yhteistyössä museopuutarhojen kanssa.

## Suomalaisia ryvässipuleita kryosäilytykseen

Teksti: Saara Tuohimetsä, Anna Nukari ja Jaana Laamanen

Pohjoismainen geenivarakeskus (NordGen), puutarhayhdistykset ja kansalliset geenivaraohjelmat Pohjoismaissa ovat keränneet paikallisesti viljeltyjä vihanneskantoja. Ryvässipulien säilyttäminen avomaan kokoelmissa on kuitenkin työlästä ja kallista. DNA- ja muilla menetelmillä luokitellut ainutkertaiset kannat ja ryvässipulin monimuotoisuus voitaisiin säilyttää teoriassa ikuisesti nestetyössä kryopankeissa.

Yhdeksän vanhaa suomalaista ryvässipulikantaa on otettu solukkoviljelyyn kenttäkokoelmista ja NordGenin aiemmasta *in vitro*-kokoelmasta. Solukkoviljelmät ovat käyneet läpi viruksia vähentävän lämpökäsittelyn eli termoterapi-an. Suomalaisissa ryvässipulikannoissa esiintyy useita eri viruksia, joista yleisimpiä ovat sipulin keltakääpiökasvuvirus (*Onion yellow dwarf virus*, OYDV), salotin piilovirus (*Shallot latent virus*, SLV), salotin keltajuovavirus (*Shallot yellow stripe virus*, SYSV) ja purjon keltajuovavirus (*Leek yellow stripe virus*, LYSV).



Ryvässipuleita talletetaan kryopankkiin solukkoviljelmistä sipulien sisältä eristettyinä kasvusolukkoina. Syväpakastuksen jälkeen mikrosipulit kasvavat nopeasti.

Kuva: Saara Tuohimetsä

### Ryvässipulit syväpakastukseen solukkoviljelmänä

Ryvässipulien kryosäilytykseen tähtäävissä kokeissa on verratttu solukkoaineistojen syväpakastusta pisaravitrifikaatiomenetelmällä käyttäen yleisesti tunnettuja kasvitrifikaatioliuoksia 2 ja 3 (plant vitrification

solution, PVS). Pakastuksen jälkeisessä versoontumisessa on kantojen välillä vaihtelua, mutta yleisesti PVS3-esikäsittely ennen syväpakastusta tuottaa parempaa elpymistulosta ja ryvässipulit näyttäisivät selviävän syväpakastuksesta. Ryvässipuliaarteiden talletus pitkäaikaissäilytykseen kryoon onkin aloitettu.

# Maatiaiskukkojen pakastegeenipankki on tulevaisuuden tavoite

Suomalaisen maatiaiskan säilytysohjelman tavoitteena on turvata alkuperäisen maatiaiskan säilyminen, taata rotupuhtaus ja ylläpitää rodun perinnöllistä monimuotoisuutta. Siipikarjan säilytysohjelma perustuu maatiaiskan kasvattajien säilytysverkostoon.

Teksti ja kuva:  
Tiina Reilas

**M**aa-, metsä- ja kalatalouden geenivaraohjelmaan kuuluu myös geenivarojen pitkäaikais säilytys pakastegeenipankissa. Tavoitteena on ollut pakastaa eri maatiaiskanakantoihin kuuluvien kukkojen siemennestettä: 10 kantaa, 5 – 10 kukkoa per kanta ja 25 – 50 annosta per kukko. Kukkojen siemennesteen pakastuksessa riittää kuitenkin menetelmällisiä ja taloudellisia haasteita. Siipikarjan siementä onkin pakastettu geenipankkeihin vain muutamissa maissa, kuten USA:ssa, Hollannissa, Ranskassa ja eräissä Aasian maissa. Suomessa on tehty muutamia koepakastuksia, mutta geenipankkipakastusten esteenä on ollut sopivan pakastusmenetelmän ja pakastusaseman puute.

## **Ei kukko käskien siemennä, vaan silittämällä**

Optimaalisessa pakastusohjelmassa kukkojen siemen kerätäisiin pakastusasemalla, jossa asemanhoitaja valmentaisi kukot keruuseen. Kukko saadaan siementämään, kun sen selkää sivellään reippaasti siipien takaa. Keruujakson aikana sukukypsistä yli 6 kk ikäisistä kukoista kerättäisiin siementä kolmesti viikossa. Poikkeuksellisen hyvästä spermantuottajasta saataisiin haluttu määrä siemenannoksia ehkä kolmessa viikossa, huonoimmassa tapauksessa keruuseen kuluisi melkein kaksi kuukautta.

Kukon sperma kestää melko huonosti pakastusta ja pakastesiemennykseen tarvitaan pal-





jon enemmän siittiöitä kuin tuoresiemennykseen. Rotu, kanta, yksilö, ruokinta ja tietenkin tietotaito vaikuttavat hedelmöitymisprosentteihin, minkä vuoksi pakastusmenetelmän ja käytettyjen kylmänsuoja-aineiden soveltuvuus olisi hyvä testata siemennyskokein ennen geenipankin perustamista.

### **Suojaus pakastusvaurioilta**

Kylmänsuoja-aine suojelee siittiöitä estämällä jääkiteiden muodostumista ja kalvorakenteiden vaurioita. Glyseroli sopii hyvin kylmänsuoja-aineeksi kukon siittiöille, mutta siittiöt ovat hedelmöittämiskykyisiä vasta glyserolin poiston jälkeen. Glyserolin poisto on työläs prosessi, joten viimeisten 15 vuoden aikana

maailmalla on etsitty paremmin käytäntöön sopivaa kylmänsuoja-ainetta. Standardoitua toimivaa menetelmää ei ole vielä kuitenkaan kehitetty. Saksalaisten tutkijoiden mukaan dimetyyliforamidein ja N-metyyliasetamidein seos sopii uhanalaisten kanarotujen kryosäilytykseen. Menetelmän soveltuvuutta suomalaisille maatiaiskukoille olisi hyvä päästä testaamaan.

Jotta testauksia ja itse pakastusta voidaan tehdä tuloksellisesti, tarvittaisiin jatkossa erillinen ”kukkola”, jonne olisi koottu eri maatiaiskanakantojen kukkoja. Tämä voisi sijaita Luonnonvarakeskuksen tai jonkun luonnonvara-alan oppilaitoksen tiloissa. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla hyödyntää Norjan elävän siipikarjageenipankin tiloja.



Siperialaisen poron näytteitä on kerätty Jakutiassa.

## **Poron perimää tutkitaan Luonnonvarakeskuksessa**

Poro (*Rangifer tarandus*) kuuluu kotieläinlajeihin, jotka on huomioitu Suomen maa-, metsä- ja kalatalouden kansallisessa geenivaraohjelmassa. Osana tätä ohjelmaa Luonnonvarakeskuksessa on aloitettu poron perimän kartoitus. Luonnonvarakeskuksessa on analysoitu porojen ja villipeurojen (myös pohjoisamerikkalaisen karibun) näytteitä Suomesta, Norjasta, Huippuvuorilta, Alaskasta ja Venäjältä. Yhteensä 58 eläimen genomi eli perimä eli eliön koko perintöaine, DNA, on avattu käyttäen nykyaikaista, uuden sukupolven sekvensointilaitetta. Poron genomien koko on lähes 3 miljardia DNA:n emäsparia.

Poron genomitutkimus osoitti, että poroa ei ole turhaan pidetty legendaarisena ja uniikkina eläimenä. Tutkimuksessa on löydetty luonnonvalinnan vaikutuksia geeneissä, jotka ovat auttaneet poroa sopeutumaan poikkeukselliseen vuotuisen valorytmiin, muokanneet poron silmän erikoista rakennetta (vaikutusta näkökykyyn poikkeuksellisissa valo-olosuhteissa), kehittäneet tehokasta hajuaistia, edistäneet kasvattamaan uudestaan ja uudestaan sarvet ja sietämään kylmän aiheuttamaa kipua.

Teksti ja kuva: Juha Kantanen

# Perunan geenivara-aineistojen pitkäaikaissäilytysmenetelmät

Peruna on yksi merkittävimmistä viljelykasveista koko maailmassa. Lajin merkitys tuotantokasvina kasvaa jatkuvasti, koska peruna pystyy varastoimaan runsaasti energiaa ja mukuloita voidaan varastoida pitkään.

Teksti: Veli-Matti Rokka ja Anna Nukari

**P**eruna on ihmisravinnoksi terveellistä, sillä mukulat sisältävät runsaasti C-vitamiinia, B-ryhmän vitamiineja, sekä terveydelle välttämättömiä aminohappoja ja proteiineja. Perunalla on myös arvoa kalsiumin, raudan, fosforin ja kaliumin lähteenä. Perunan merkitys viljelykasvina lisääntyy jatkuvasti erityisesti kehittyvissä maissa ja siitä onkin monissa maissa muodostunut ruokaturvan kannalta uusi, tärkeä viljelykasvi. Suomella on merkittävä asema perunan geenivarojen säilytyksen ja tutkimuksen kannalta, sillä ECPGR:n perunatyöryhmän toimintaa johdetaan tällä hetkellä Suomesta.

Perunan geenivaroja, mukaan lukien vanhoja lajikkeita ja tutkimukseen tarvittavia ja-

lostuslinjoja, voidaan säilyttää solukkoviljelminä steriileissä kasvuoloissa. Tällöin aineistot pysyvät taudeista vapaina ja geneettisesti yhtenäisinä. Perunat on uusittava mikrolisäyksen kautta 3-6 kk:n välein, joten isojen aineistojen ylläpito on kallista. Luotettavampi säilytystekniikka on ylläpitää perunat mikromukuloina vähintään kahtena kappaleena (duplikaatteina) kahdessa eri 4 °C:n kasvatuskäpissä säilytyksen varmistamiseksi. Perunoiden säilytys mikromukuloina vaatii aineistojen uusinnan vain 1-2 vuoden välein, sillä mikromukulat voivat säilyä elävinä ja itämiskykyisinä pitkään.

Perunoita on mahdollista pitkäaikaissäilyttää myös nestetyppitankeissa. Perunalle on kehitetty erilaisia kryosäilytystekniikoita, mutta yleisimmin käytetty tekniikka on solukkolisätyjen kasvupisteiden kryosäilytys. Tekniikka vaatii erikoisosaamista ja säilytykseen tarvittavat kryotankit, joihin esikäsitellyt kärkimeristeemit siirretään kryosäilytysputkissa. Aineistot voidaan nykyisten kryosäilytysmenetelmien avulla ylläpitää elävinä käytännöllisesti katsoen ikuisesti.

NordGenin perunakokoelmassa, Alnarpissa, on pitkäaikaissäilytyksessä n. 70 perunakantaa, joista 10 % on suomalaisista alkuperää. NordGenin perunakokoelma ylläpidetään ainoastaan tavanomaisina solukkoviljelminä. Perunoiden kryosäilytys pohjoismaisella tasolla on kuitenkin erittäin tärkeää säilytyksen varmistamiseksi ja ainutlaatuisten aineistojen ylläpitämiseksi jälkipolvia



Mikromukulat mahtuvat kasvamaan koeputkissa, pimeässä jääkaappiolosuhteissa, jolloin ne eivät idä.

Kuva: Saara Tuohimetsä

varten. Lisäksi Luken omien tutkimusaineistojen arvo saattaa vuosikymmenien kuluttua osoittautua ennalta arvaamattoman tärkeäksi, koska ilmasto muuttuu ja tuotanto vaatii aivan uusia kasvinjalostusominaisuuksia, esim. taudinkeskeytyksen tai elintarvikkeiden laatuun liittyen. Perunan kryosäilytystä ollaan nyt Luken Jokioisten laboratorioissa kehittämässä Luken strategisesti suunnatun rahoituksen turvin ja saadut tulokset ovat uusilla menetelmillä olleet hyvin lupaavia eri perunalajikkeiden nestetyppikäsitteystä elpymiskyvyn suhteen.



# Humalien matka koeviljelyyn on alkanut!

Humalaa (*Humulus lupulus L.*) esiintyy Suomen luonnossa villinä sekä vanhana viljelykarkulaisena, joka talvehtii syvälle ulottuvan juuristonsa avulla jopa Lapissa. Humalaa on keskiajalta asti viljelty meillä oluen maustamiseksi ja lääkekasviksi, minkä johdosta humalaa kasvaa yhä pihapiireissä melko yleisesti.

Teksti: Anna Nukari, Saara Tuohimetsä, Jaana Laamanen, Satu Latvala, Lidija Bitz, Juha-Matti Pihlava, Marjo Keskitalo, Teija Tenhola-Roininen ja Merja Hartikainen

## Viljelykokeeseen valittiin parikymmentä humalaa

Luonnonvarakeskuksen humalahankkeet (Aromihumala, Finn Hops ja Polar Hops) yhdessä Suomen kansallisen kasvigeenivaraohjelman kanssa kuuluttivat terveitä, taudinkestäviä ja hyvän sadon tuottavia sekä mahdollisesti oluen panoon soveltuvia humalia vuosina 2017–2018. Kansalaiset ilmoittivat noin 1400 humalaa, joista suurimmasta osasta saatiin analysoitaviksi näytteet: Lehdistä eristettiin DNA:ta ja kävyistä oluen panon kannalta tärkeät haihtuvat aromiyhdisteet ja  $\alpha$ - ja  $\beta$ -hapot.

Geneettisessä tutkimuksessa löydettiin noin 260 erilaista humalan genotyyppiä, jotka poikkeavat muualla maailmassa kasvavista humalista. Jatkotutkimuksiin valittiin parikymmentä pitkän viljelyhistorian omaavaa humalaa, jotka kukin ovat aromeiltaan ja geneettisesti erilaisia ja joilla kullakin on oma tarinansa. Esimerkiksi litan Salkohumalan kerrotaan olevan peräisin Mustialan kartanon puutarhurilta, joka on käyttänyt käpyjä oluen panossa.

## Valitut humalat solukkoviljelyyn

Jatkotutkimuksiin valituista humalista kerättiin juurakkonäytteitä eri puolilta Suomea syksyllä 2018. Lisäysmateriaalia saatiin 24 humalasta. Humalien juurakot hyödettiin ja niille tehtiin lämpökäsittely eli niitä kasvatettiin 20–23 päivää +36 C asteessa ja versonkärjistä perustettiin solukkoviljelmät. Työvaiheiden tarkoituksena on puhdistaa materiaali mahdollisista kasvitaudinaiheuttajista, koska humalissa esiintyy kasvu- ja käpyjen laatua alentavia viruksia yleisesti. Solukkoviljelmät virustestattiin kaksivaiheisella RT-PCR-menetelmällä kolmen merkittävän viruksen, omenan mosaiikkiviruksen (ApMV), humalan mosaiikkiviruksen (HpMV), ja arabiksen mosaiikkiviruksen (ArMV) osalta.

## Terve kasvimateriaali pelloille ja syväpakkaseen

Solukkoviljelyä on jatkettu viruspuhdistetuilla aineistoilla. Tarkoituksena on istuttaa humalat pelloille viljelykokeisiin, jotta niiden viljeltävyys ja



Jatkotutkimuksiin valittu sotkamolainen humala. Kuva: Räisäsen kotiarkisto

käyttökelpoisuus erityisesti pienpanimoille saadaan selville. Jatkotutkimuksen tulosten perusteella käyttöarvon kannalta parhaat humalat valitaan pitkäaikaissäilytykseen ja sitä kautta hyödynnettäviksi. Humalien parhaimmisto voidaan tallettaa myös kryopankkiin, kunhan syväpakkastamismenetelmä on hallinnassa. Hankekokemuksen myötä Luonnonvarakeskus voi tehdä jatkossa humalakantojen puhdistusta ja geneettisiä sekä kemiallisia analyyseja maksullisena palveluna, jos tutkittavia näytteitä on riittävästi.

# Kalojen geeniaiainesta talteen vaikka pakastamalla



Enonkosken laitoksessa Juha-Pekka Turkka lypsää nieriäkoiraasta maitia Pasi Arkon pitelemään pikkuastiaan Jorma Piironen keskittyessä jatkotoimenpiteisiin.

Kuva: Luken kuva-arkisto

Kalojen geeniaiaineksen säilyttämiseksi on kalojen elävän geenipankin – emokalastojen – rinnalla Luonnonvarakeskuksessa käytössä kryotekniikkaan perustuva kalakoiraisten maidin pakastaminen nestetyyppeen.

Teksti: Petri Heinimaa

Luken kalojen maitipankkitoiminnan aloitti emeritus erikoistutkija **Jorma Piironen** kokeellisena toimintana 1980-luvulla Joensuun yliopiston ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) yhteistyönä ja vanhimmat maitipankissa olevat maidit ovatkin jo vuodelta 1982. Nykyisin maitipankki sisäl-

tääkin Suomen arvokkaimmat ja uhanalaisimmat kalalajit ja -kannat.

Kalojen maidin talletuksen kiivain vaihe oli 1993–2003

Luken kalojen maitipankki on perustettu koiraskalojen maidin pitkäaikaista säilyttämistä

varten. Alkuvaiheen kokeilujen jälkeen talletustoiminta muuttui aiempaa systemaattisemmaksi, kun RKTL:ssä aloitettiin maidin tallentaminen Tenojoen vesistön lohikoiraista vuonna 1993 *Gyrodactylus salaris* -lohiloisen Jäämeren laskevien vesistöjen lohikannoille aiheuttaman uhan vuoksi. Lohta tallennettiin maitipankkiin varhaiskukypsistä jokipoikasista, titeistä eli 1-merivuoden lohista sekä lohijaloista ja kojamoista eli useamman merivuoden lohikoiraista vuosina 1993–1999 kaikkiaan 10 eriojoen kannasta ja vuosina 1997–1999 lisäksi viidestä Norjan puoleisten jokien kannoista.

Vuosina 1999–2003 maitipankkiin talletettiin emokalapyyntien taimenkoiraiden lisäksi valtion eri kalanviljelylaitoksissa olleiden eritaustaisten emokalaparvien maitia mahdollista tulevaa käyttöä varten. Vuonna 2018 talletettiin valintajalostetun kirjolohen maitia osana jalostustoiminnan jatkamista Enonkosken kalanviljelylaitoksen varaparvista.

Suomen alkuperäisistä luonnonkaloista maitipankkiin on talletettu 7 kalalajista tai -muodosta 16 kalakantaa. Suomen alkuperäisten kalalajien laitosemokalaloista on talletettu 9 kalalajista tai -muodosta 31 kalakantaa. Lisäksi on talletettu 6 vierasperäistä kalakantaa 5 kalalajista. Maitipankista voidaan ottaa maitia käyttöön, mikäli luonnosta ei saada hankittua riittävästi tietyn kannan koiraita uusien emokalaparvien perustamista varten.

Kalojen maidin talletus nestetyyppeen maitipankkiin

Talletettaessa maitia pyritään kaloista lypsämään mahdollisimman puhdasta maitia siten, ettei maidin sekaan joudu siitti-





Kalastusmestari Erkki Säkkinen huolehtii maitipankin valvonnasta ja nestetyppitöidenennyksistä Taivalkosken laitoksessa. Kuva: Petri Heinimaa

öitä aktivoivaa vettä tai muita epäpuhtauksia. Emokalojen lypsy ja maidin pakastus pyritään ajoittamaan optimaaliseen kutuaikaan, jolloin maitia on eniten ja se on helposti juoksevaa. Maiti lypsetään lääkelasiin tai muovipussiin, joka täytetään hapella. Maitia säilytetään jäähileen päällä kylmälauluissa pakastamiseen asti, joka tehdään mahdollisimman pian lypsyn jälkeen. Ennen pakastamista maidin laatu voidaan vielä tarkistaa mikroskoopilla aktiivimalla vedellä pieni määrä siittiötä.

Maiti sekoitetaan pakasteliuokseen, jonka koostumuksena käytetään vuosittain kulkekin kalalajille tarkistettua valmistusohjetta. Maidin pakastamisessa käytetään nykyisin pillitekniikkaa, jossa pillin toinen pää jätetään auki, minkä tarkoituksena on estää pillien räjähtäminen aikanaan maitipillillä sulatettaessa käyttöä varten. Kun maitipakasteliuos on imetty pilliin, jäädytetään sitä nestetyppihöyryssä ennen sen siirtoa nestetyppisäiliön lieriöön (-196 °C). Pillit eivät saa lämmitä tai sulaa käsittelyn aikana.

Pakastettu maiti säily käytökelpoisena jopa satoja vuosia. Luken maitipankki on tällä hetkellä jaettu kahteen identtiseen osaan Enonkosken ja Taivalkosken viljelylaitoksille säilytysvarmuuden parantamiseksi. Maitipankissa säilytetyn maidin avulla on laajennettu mm. Vuoksen vesistön järvilohen sekä saimaannieriän uusin emokalaparvien geneettistä monimuotoisuutta.

#### Maitipankin tulevat haasteet

Maitipankkiin talletettujen yksilöiden määrää tulisi laajentaa tallettamalla uusia yksilöitä jo talletetuista kalalajeista ja -kannoista sekä muista uhanalaisista kalakannoista. Maitipankkiin talletetun geeniaineksen säilymisen turvaaminen edellyttää varmistettua nestetyppisäilytystä ja nykyistä säilymisriskiä voitaisiin pienentää siirtämällä pakastinasiat säilytykseen keskitettyyn talletuspaikkaan, jossa on suuremmat nestetyppivarastot käytävissä. Samalla tulisi keskittää erillisissä nestetyppipakastimissa olevat maidit suurempiin, helpommin täytettäviin ja

## Kotimaiset alkuperäislajit

<b>Järvilohi</b>	Vuoksen vesistö
<b>Järvitaimen</b>	Ivalojoiki Juutuanjoiki Kiellajoki Kitkajoki/Jyrävän alap. kanta Kitkajärvi/Jyrävän yläp.kanta Kuusinkijoki Oulujoen vesistö Rautalammin reitti Siuttajoki Vuoksen vesistö
<b>Merilohi</b>	Iijoki Muonionjoiki Näätämojoiki Simojoiki Oulujoki Tenojoki Tornionjoiki
<b>Meritaimen</b>	Iijoki Ingarskilanjoki Isojoiki Lestijoki Tornionjoiki
<b>Nieriä</b>	Inarijärvi Kuolimo
<b>Planktonsiika</b>	Rautalammin reitti Vuoksen vesistö
<b>Purotaimen</b>	Kemijoki Luutajoki Ohtaaja Ounasjoki
<b>Vaellussiika</b>	Kemijoki Kokemäenjoiki Kuusinkijoki Kymijoki Tornionjoiki, syyskutuinen Kokemäenjoen vesistö
<b>Toutain</b>	
<b>Tuontilajit</b>	
<b>Harmaanieriä</b>	Lake Opeongo Lake Superior
<b>Kirjolohi</b>	Valintajalostus
<b>Merilohi</b>	Nevajoki
<b>Peledsiika</b>	Endyrjärvi
<b>Puronieriä</b>	Amerikkalainen

Maitipankkiin on talletettu kaikkiaan 13 kalalajia/-muotoa ja 43 kalakantaa.

myös teknisin anturein valvotaviin säilöihin. Maidin nykyiset pakastusmäärät on mitoitettu omien emokalaparvien geneettisen laajennustarpeen mukaan, eikä sitä nykyisellään voida hyödyntää kaupallisesti. Maidin mahdollinen myynti perustuu siten elävän geenipankin koirasyksilöistä saatavan maidin toimituksiin tuoreena, tai erikoistapauksissa pakastettuna.



### Tule mukaan

**Jokainen viljelystä, luonnonsuojelusta, kasvinjalostuksesta ja tutkimuksesta kiinnostunut on tervetullut mukaan, samoin kuin päätöksentekijät, siemenliikkeet ja yhteisöjen geenipankit.**

Liity Farmer's Pride -projektin eurooppalaiseen edistämään, jos olet kiinnostunut myötävaikuttamaan viljelykasvien luonnonvaraisten sukulaisten ja maatiaiskasvien suojelua pelloilla, puutarhoissa ja luonnossa.

### Projektiryhmä



Lisätietoja projektista ja verkostoon liittymisestä saat nettisivuilta tai projektipäälliköltä: [s.kell@bham.ac.uk](mailto:s.kell@bham.ac.uk)

[www.farmerspride.eu](http://www.farmerspride.eu)

#eufarmerspride @PGRInSitu



Rahoittajana Euroopan Unionin Horizontti 2020 -ohjelma

Kansikuvat: maatisivihanneksia, Unkari © Pelsőczy Csaba; maatisiomaatti, Espanja © Jaime Prohens. Sisäkuvat: Daucus carota ssp. *gummifer* (villiporkkana), Iso-Britannia © Nigel Maxted; maatisiipersikan viljelijä, Italia © Claudio Buscaroli; vehnä tähnä © shutterstock.com. Yläkuva: maatisiemenkokoelma sadonkorjuu, Espanja © Jaime Prohens.

Suunnittelu [rjpdesign.co.uk](http://rjpdesign.co.uk)

© Farmer's Pride 2019



## Euroopan kasvigeenivarojen suojeleminen



pellon, puutarhoissa ja luonnossa



## Kasvien monimuotoisuuden suojeleminen tuleville sukupolville

Tulevaisuuden ruokaturvan mahdollistamaan mahdollisimman laaja kasvigeenivaranto mukaan lukien viljelykasvien luonnonvaraiset sukulaiset ja paikallisesti sopeutuneet viljelykasvit (maatiaiskasvit).

Tätä geneettisesti monimuotoista kasviainesta voidaan hyödyntää sellaisten kasvilajikkeiden kehittämisessä, jotka ovat joustavia jatkuvasti muuttuvissa viljelyolosuhteissa.



### Uusi eurooppalainen *in situ* suojelun verkosto

Maapallon ruuantuotanto on harvalukuisen viljelykasvien varassa. Niiden sato on yhä alttiimpi ilmastonmuutoksen mukana tuomille äärioloille. Maatiaiskasvit ja viljelykasvien luonnonvaraiset sukulaiset tarjoavat mahdollisuuksia vastata tähän haasteeseen. Ne ovat kuitenkin häviämässä erittäin nopeasti viljelystä ja luonnosta. Samalla yhteiskunta on menettämässä niiden tarjoamia ratkaisumahdollisuuksia.

Kasvimateriaalin varastosisäilytyksen (*ex situ*) rinnalla onkin työskenneltävä kasvien geneettisen monimuotoisuuden ylläpitämiseksi myös pelloilla, puutarhoissa ja luonnossa, jotta voimme valjastaa niiden sisältämää luontaista joustavuutta tulevaisuuden viljelyä varten.

Tämän edistämiseksi Farmer's Pride -projekti perustaa eurooppalaisen verkoston kasvigeenivarojen suojelemiseksi niiden alkuperäisillä kasvupaikoilla ja mahdollistamaan niiden kestävää käyttöä.



### Farmer's Pride -projekti toimii koko Euroopassa:

- Perustaan verkoston aktiiviselle viljelykasvien luonnonvaraisten sukulaisten ja maatiaiskasvien suojelulle niiden alkuperäisillä paikoilla (*in situ*).
- Edistään tietämystä kuinka parhaiten huolehtia niistä yhdessä viljelijöiden ja muiden maanomistajien kanssa.
- Varmistaen, että kansallisessa ja eurooppalaisessa päätöksenteossa ja lainsäädännössä niiden suojeleminen ja käyttö paremmin tunnustetaan ja turvataan.
- Helpottaen saatavuutta ja kestävää käyttöä, jotta kasvigeenivaroja voidaan hyödyntää terveellisen ruuan tuotannossa tuleville sukupolville.

### Projektin faktat

- Farmer's Pride -projektilla on 19 kumppania eri aloilta Euroopassa.
- Eurooppalainen ryhmä vapaaehtoisia lähettiläitä on mukana edistämässä projektia.
- Verkosto rakentuu tapahtumissa, työpajoissa ja avoimien ovien päivillä.
- Verkosto julkistetaan ja projektin saavutuksia juhlistetaan syksyllä 2020 järjestettävässä konferenssissa.

### Tarve viljelykasvien geneettiselle monimuotoisuudelle maataloudessa

Riippuvuus harvalukuisista viljelykasveista ja geneettisesti kapeista lajikkeista ovat riskitekijöitä tulevaisuuden ruokaturvalle.

