

# Toimintasuositukset

**Tutkimuskysymys 1**  
**Mitkä mikrobit aiheuttavat perunan mukuloihin kuoppia?**

**Tutkimuskysymys 2**  
**Mitkä tekijät vaikuttavat kuoppaoiden yleisyyteen?**

**Tutkimuskysymys 3**  
**Onko kuoppatautisen siemenen käyttäminen riski, joka johtaa alentuneeseen satoon tai sen laatuun?**

**Hankkeen nimi:**  
**Perunan kuoppaoiden syyt ja seuraukset**



HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI



## Perunan kuoppaoiden syyt ja seuraukset

### Hankkeen tiivistelmä

Suomessa on perunan mukuloissa esiintynyt viime aikoina oireita, jotka viljelijät ja siementalot ovat ristineet kuoppataudiksi. Erityisen hankalaksi kuoppataudin tekee se, että oireet ilmenevät saastuneissa mukuloissa myöhään keväällä, usein vasta sen jälkeen, kun siemen on jo myyty viljelijälle, sillä se aiheuttaa mainehaittaa.

Tässä hankkeessa saatiin viljelijöiltä kuoppaoiden mukuloita ja eristettiin oireisista solukoista sieniä ja bakteereita sekä tehtiin niillä ja oireisilla perunaerillä tartutus- ja kenttäkokeita laboratoriossa, kasvihuoneessa ja kentällä. Näytteeksi saatujen mukuloiden oireet voitiin jakaa isompiin ja pienempiin kuoppaoiden syyihin, joista suuret kuopat muistuttivat *Fusarium*- ja *Boeremia*-sukuisten sienten aiheuttamaa kurttu- ja kuoppalahoa. Pienet kuopat, eli muutamia millimetrejä tai pari senttimetriä halkaisijaltaan olevat mustat kuopat varsinkin korkkihuokosten ympärillä, muistuttivat oireita, joita Skotlannissa on kutsuttu nimellä pit rot. Suurikokoisista kuopista löytyi kurttu- ja kuoppalaholle tyypilliset sienet, kun taas pienistä kuopista tunnistettiin syväseksenoinnilla tuntematon Pleosporales-lahkon sieni, ja eristä voitiin eristää useita taudinaiheuttajia, useimmiten suvuista *Ilyonectria* (aiemmin tunnettu nimellä *Cylindrocarpon*), *Plectosphaerella* ja *Fusarium* ja *Paenibacillus*. Kaikkia edellä mainittuja mikrobeja löytyi yleisinä myös oireettomien mukuloiden kuoresta tai mallost. Tartutuskokeissa vain *Boeremia* ja *Paenibacillus* levisivät tartutuskohdasta perunan maltoon, kun taas pienistä kuopista eristetyt mikrobit aiheuttivat vain paikallisia oireita. Viljelijäkyselyn perusteella voitiin päätellä, että erilaisten kuoppaoiden yleisyys perunan mukuloissa lisääntyi siemenen kenttäkokeiden määrän noustessa, mikä viittaa maasta mukuloihin siirtyvään tartuntaan. Kenttä- ja kasvihuonekokeiden avulla tutkittiin kuoppaoiden, lajittelun ja polysulfaatti- ja boorilannoituksen vaikutusta perunan kasvuun ja sadossa esiintyviin kuoppaoiden syyihin. Tulokset osoittivat, että kuoppaoidet viivästyttivät itämistä ja pienet kuopat nopeuttivat tuleentumista, ja varsinkin *Boeremia*-tartunta laski satoa. Polysulfaattikäsittelyllä oli myönteinen vaikutus sadon määrään kenttäkokeessa, mahdollisesti kalsiumin tai muiden ravinteiden lisäyksen takia. Oireisten mukuloiden poisto lajittelulla ennen istutusta hidasti kasvuston tuleentumista syksyllä ja saattaa vähentää korkkihuokosten ympärillä esiintyviä oireita sadossa.

**Perunoissa esiintyvät kuopat aiheuttavat taloudellisia menetyksiä ja mainehaittaa sekä vaikuttavat perunan vientiin.**

## Johdanto

Viime vuosina perunan kuoressa on havaittu yhä enemmän ruskeita, nekroottisia kuoppia, jotka näyttävät olevan mikrobin aiheuttamia. Vastaavanlaisia kuoppia on havaittu aiemminkin, mutta nyt sekä oirehtivien erien määrä että niissä esiintyvien kuoppien ankaruus on lisääntynyt. Oireesta kärsii varsinkin siemenperuna, mutta viime aikoina ongelma on havaittu myös ruokaperunatuotannossa, minkä seurauksena kuoppaisia perunoita joudutaan poistamaan myös ruokaperunan kauppakunnostuksessa suuria määriä. Kaikki tämä on tehnyt kuoppaongelmasta tärkeän perunan laatuongelman, joka on aiheuttanut vakavia taloudellisia tappioita ja mainehaittaa alan toimijoille. Koska kuoppataudin aiheuttajaa ei ole tunnettu, ei ole tiedetty, siirtyykö kuoppien aiheuttaja siemenperunan mukana seuraavaan satoon tai maaperään, tai miten se vaikuttaa satoon, sen määrään tai laatuun.

Suomen siemenperunateollisuudella on etunaan High Grade -status, mikä tarkoittaa sitä, että Suomessa tuotettu siemenperuna on korkealaatuista ja vapaata vaarallisista taudinaiheuttajista. Perunoiden kuoppaongelma on uhannut suomalaisen siemenperunan hyvää mainetta ja vahingoittanut perunan vientimarkkinoita.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää

- 1) mitkä mikrobit aiheuttavat perunan mukuloihin kuoppia
- 2) mitkä syyt vaikuttavat perunaerissä esiintyvien kuoppaoireiden yleisyyteen
- 3) onko kuoppatautisen siemenperunan käyttäminen riski, joka johtaa alentuneeseen satoon tai sen laatuun ja miten ongelmia voisi torjua

## Aineisto

**Eri perunanäytteissä oli nähtävissä hyvin erilaisia oireita, osassa näytteistä oli pieniä, pinnallisia kuoppia, osassa isoja ja syviä onkaloita.**

Aineistona hankkeessa käytettiin erilaisia kuoppaoreisia perunan mukuloita, osassa isoja kuoppaoreita ja osassa pieniä (Kuva 1). Niistä eristettiin ja tunnistettiin mikrobit, ja puhtasviljelmillä tehtiin tartutuskokeita varsinaisen taudinaiheuttajan tunnistamiseksi. Syväseksenoinnilla tunnistettiin taudinaiheuttajia, joita ei pystytty eristämään kasvualustalle, ja PCR-testauksella tutkittiin havaittujen mikrobien esiintymistä oireisissa erissä ja perunan kuoressa. Viljelijäkyselyn perusteella pääteltiin, miten viljelytoimenpiteet vaikuttivat kuoppaoreiden yleisyyteen, ja kenttä- ja kasvihuonekokeiden avulla pääteltiin oireisen siemenperunan vaikutuksesta perunan kasvuun, sadon määrään ja oireisiin.



Kuva 1. Perunan kuoppaoreisia mukuloita, osassa kuopat ovat pieniä ja pinnallisia, osassa ne muodostavat syviä onkaloita.

## Tulokset, niiden vaikuttavuus ja johtopäätökset

**Osa perunan kuoppaoireista on kurttu- ja kuoppalahoa, osassa syynä ovat muut, todennäköisesti maasta peräisin olevat, huonosti tunnetut mikrobit.**

Näytteeksi saatujen mukuloiden oireet voitiin jakaa isompiin ja pienempiin kuoppaoireisiin, joista suuret kuopat muistuttivat *Fusarium*- ja *Boeremia*-sukuisten sienten aiheuttamaa kurttu- ja kuoppalahoa. Pienet kuopat, eli muutamia millimetrejä tai pari senttimetriä halkaisijaltaan olevat mustat kuopat varsinkin korkkihuokosten ympärillä, muistuttivat oireita, joita Skotlannissa on kutsuttu nimellä pit rot. Suurikokoisista kuopista löytyi kurttu- ja kuoppalaholle tyypilliset sienet, kun taas pienistä kuopista voitiin eristää useita taudinaiheuttajia, useimmiten suvuista *Ilyonectria* (aiemmin tunnettu nimellä *Cylindrocarpon*), *Plectosphaerella* ja *Fusarium*, ja pienistä kuoppaoireista eristettiin myös *Paenibacillus*-sukuinen mädättävä bakteeri. Kaikki edellä mainitut mikrobit on aiemmin todettu perunan taudinaiheuttajiksi, mutta tässä hankkeessa niitä löytyi yleisinä myös oireettomien mukuloiden kuoresta tai mallost. Syväsekvensoinnilla pienistä kuopissa voitiin havaita myös tuntematon Pleosporales-lahkoon kuuluva sieni sekä muita mikrobeita, joita ei ole onnistuttu eristämään puhtasviljelmiksi. Useilla eri tavoilla toteutetuissa tartutuskokeissa vain *Boeremia* ja *Paenibacillus* levisivät tartutuskohdasta perunan maltoon, kun taas pienistä kuopista eristetyt mikrobit aiheuttivat vain paikallisia oireita, joten vielä on epäselvää, mikä tai mitkä mikrobit aiheuttavat pienet kuopat.

**Perunan kuoppaoireita voidaan hallita siemenen lajittelulla, jossa poistetaan oireiset mukulat.**

Viljelijäkyselyn perusteella voitiin päätellä, että erilaisten kuoppaoireiden yleisyys perunan mukuloissa lisääntyi siemenen kenttäsiemenmäärän noustessa, mikä viittaa maasta mukuloihin siirtyvään tartuntaan. Kyselyn tulosten mukaan myös ravinteita sisältäviä maanparannusaineita oli käytetty terveenä pysyville erille useammin kuin oireisille. Kenttä- ja kasvihuonekokeiden avulla tutkittiin kuoppaoireiden, lajittelun ja polysulfaatti- ja boorilannoituksen vaikutusta perunan kasvuun ja sadossa esiintyviin kuoppaoireisiin. Tulokset osoittivat, että kuoppaoireet viivästyttivät itämistä ja pienet kuopat nopeuttivat tuleentumista, ja varsinkin *Boeremia*-tartunta laski satoa. Polysulfaattikäsittelyllä oli myönteinen vaikutus sadon määrään kenttäkokeessa, mahdollisesti ravinteiden lisäyksen takia. Oireisten mukuloiden poisto lajittelulla ennen istutusta hidasti kasvuston tuleentumista syksyllä, mutta ei vaikuttanut sadon määrään. Alustavien tulosten mukaan lajittelu saattaa vähentää korkkihuokosten ympärillä esiintyviä oireita sadossa.

## Tulevaisuuden haasteet

**Suurin haaste jatkossa on saada selville, mikä tai mitkä mikrobit aiheuttavat pienet kuoppaoireet ja miten varastointiolosuhteet vaikuttavat kuoppien syntymiseen.**

Hankkeen tulokset herättivät joukon jatkokysymyksiä, joita voidaan kutsua tulevaisuuden haasteiksi. Mm. tulisi selvittää

- Mikä eristetyistä mikrobeista aiheuttaa pienet kuopat
- Onko tuntemattomalla Pleosporales-lahkon mikrobilla osuutta oireiden syntymiseen
- Aiheutuvatko pienet kuoppaoireet useiden mikrobien yhteisvaikutuksesta
- Miten varastointiolosuhteet vaikuttavat kuoppaoireiden ilmenemiseen
- Miten erilaiset perunan viljelytoimenpiteet vaikuttavat kuoppien syntymiseen

**Kuoppaisen perunan  
käyttäminen siemenenä  
on riski, jota voidaan  
pienentää poistamalla  
oireiset mukulat ja  
käyttämällä  
ravinnetilannetta  
parantavia lannoitteita  
tai maanparannus-  
aineita.**

## **Toimintasuositukset**

Kuoppaoireita aiheuttavat useat eri taudinaiheuttajat, joten on tärkeää, että viljelijä pystyy erottamaan entiset kurttu- ja kuoppalahot uudesta, pienikuoppaisesta oireesta. Seuraavat toimenpidesuositukset koskevat pienikuoppaisia oireita, mutta eivät ole riittäviä *Boeremia (Phoma)* -oireisten erien toimenpiteiksi.

Hankkeen tulosten perusteella ehdotamme seuraavia toimenpiteitä pienten kuoppien aiheuttamien ongelmien hallintaan:

- Voimakkaasti kuoppaoireisia eriä ei pitäisi käyttää siemenperunana.
- Poistamalla erästä oireiset mukulat, erän kasvuun lähtöä voidaan nopeuttaa ja sadon määrää nostaa.
- Kuoppaisen erän sadon määrää voidaan nostaa käyttämällä ravinnetilannetta parantavia lannoitteita tai maanparannusaineita.

## **Tarkempi lukeminen**

Tutkimuksen loppuraportti: Perunan kuoppaoireiden syyt ja seuraukset