# Perunan kuorirokosta
## - ja vähän maltokaariviruksestakin

**Lea Hiltunen**

**Luonnonvarakeskus, Oulu**

Luke

Perunan talvipäivät 14.2.2025

# Esityksen sisältö

Kuorirokko

- Oireet, elinkierto, esiintyminen

Kuorirokkohankkeiden tuloksia

- Rikkakasvit kuorirokon väli-isäntinä
- Koisorikkakasvit
- Viljelykiertokasvit kuorirokon väli-isäntinä

Yhteenveto

© Luke

# Kuorirokko

**Aiheuttaja** *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea* –mikrobi

**Mukulaoireet**

- Rakkula-/kraaterimaisia laikkuja
- Siemenperunassa kuorirokko-oireiden esiintymiselle raja
- Ruoka- ja teollisuusperunassa oireet alentavat sadon käyttöarvoa

**Juurioireet**

- Juuritartunnat
- Äkämäkasvaimet

**Levittää maltokaarivirusta**

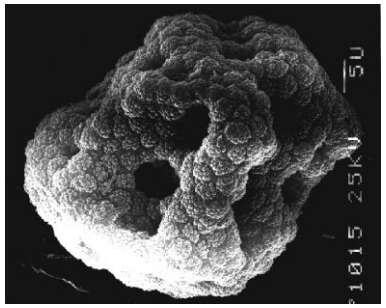
**Maltokaariviroosin oireet**

- Kaaret/laikut perunan mallossa ja pinnalla
- Oireita ei saa esiintyä esiperus- ja perussiemenessä
- Alentavat sadon käyttölaatua

# Kuorirokon mukulaoireet

- Kuorirokkolaikut sisältävät kestoitiöitä
- Kestoitiöiden avulla kuorirokkomikrobi säilyy maassa ja leviää paikasta toiseen
  - Kestoitiöt leviävät mukuloiden ja maan mukana
  - Kestoitiöt itävät suotuisissa oloissa ja niistä vapautuu parveiluitiöitä, jotka tartuttavat perunan juuria ja mukuloita
  - Maltokaarivirus säilyy ja leviää kestoitiöissä
- Mukulatartunnalle otollisin aika on mukulamuodostuksen alkuvaiheessa
- Suotuisat olot mukulatartunnalle (Strydom ym 2024)
  - Kostea maa = ‘vapaa’ vesi
  - Viileä maa 9-17°C, optimi 12-13°C

Hermansen ym. 2011



Merz 2019

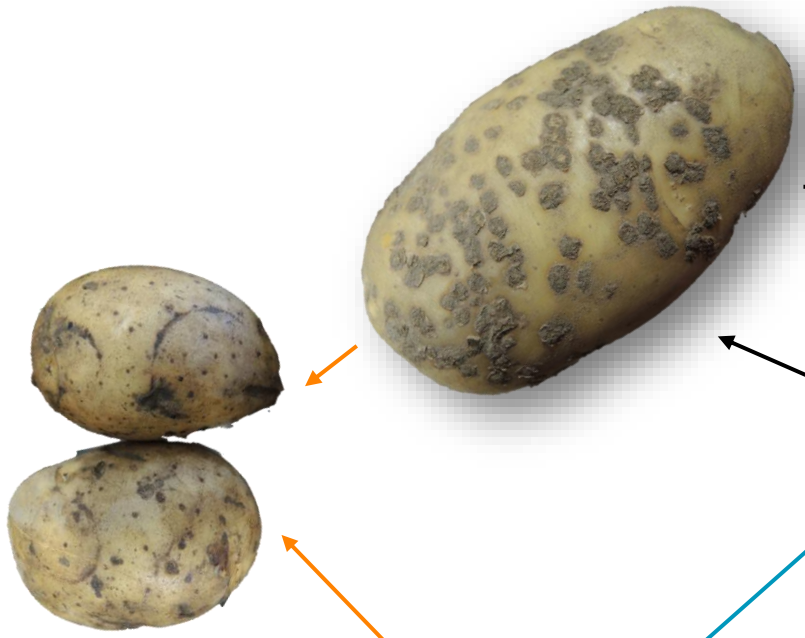
© Luke

# Kuorirokon juurioireet

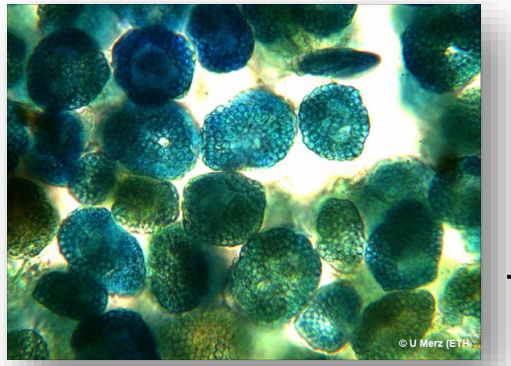
- Juuritartunnat
  - Ei silmävaraisesti havaittavissa
  - Juuren sisään muodostuu mikrobin rakenteita, jotka heikentävät kasvua ja alentavat satoa
  - Sadonalennus on kokeissa ollut jopa 40 % (Falloon ym 2016)
- Juurikasvaimet eli -äkämät
  - Infektiokohtiin voi muodostua äkämiä
  - Äkämissä muodostuu kestoitiöitä, jotka jäävät maahan ja toimivat tartunnan lähteinä
- Juuritartuntoja tapahtuu suotuisissa oloissa koko kasvukauden ajan
- Suotuisat olot juuritartunnoille (Strydom ym 2024)
  - Kostea maa = ’vapaa’ vesi
  - Maan lämpötila  11-18°C, optimi äkämämuodostukselle 17°C

© Luke

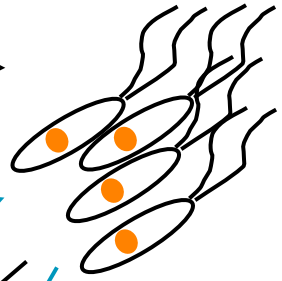
# Elinkierto



Kestoitiöt vapautuvat laikuista maahan




Sopivissa oloissa kestoitiöt itävät
-> Muodostuu parveiluitiöitä
-> Maltokaarivirus siirtyy mukana



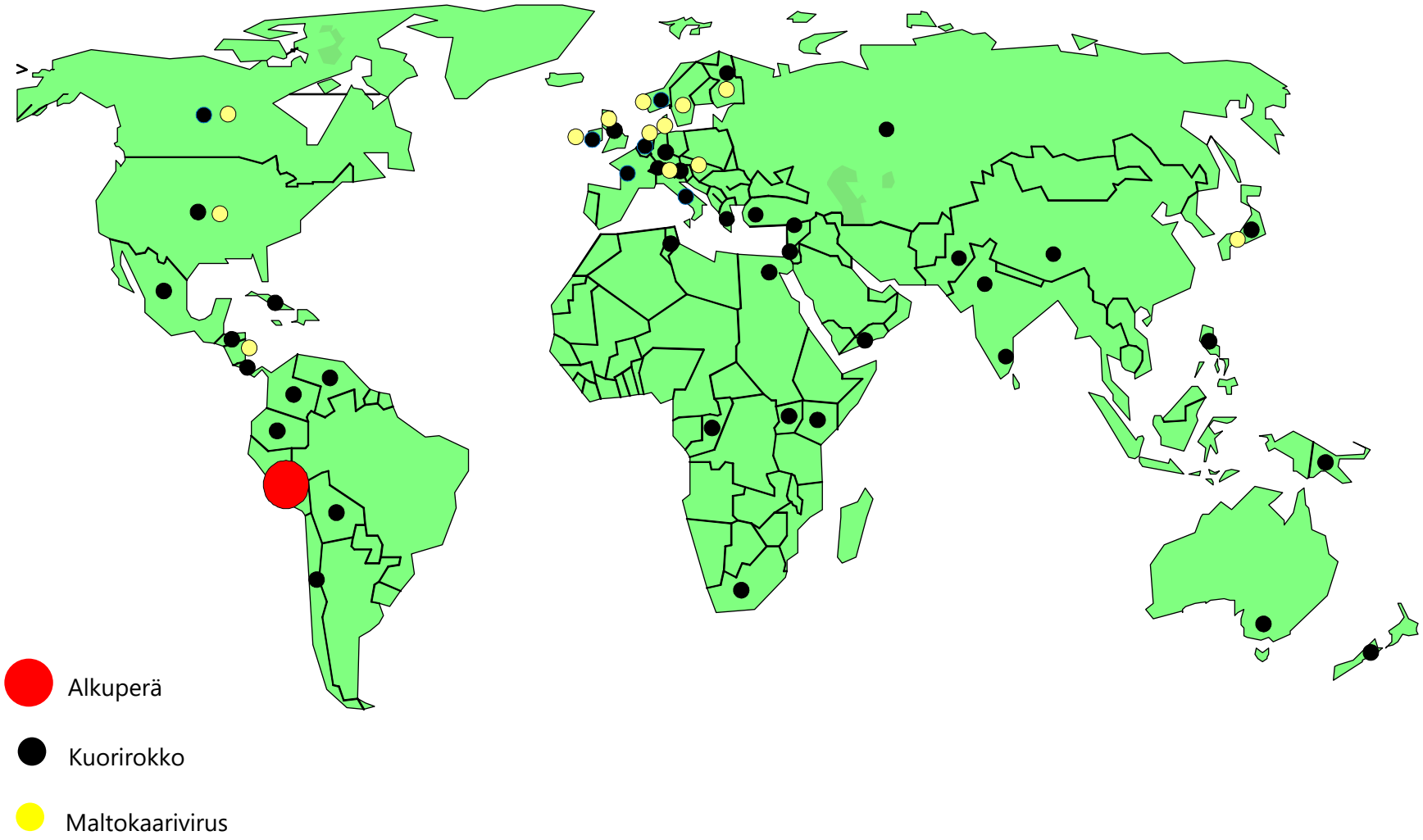
Suotuisissa oloissa voi tapahtua useampia tautisyklejä

Parveiluitiöt tartuttavat
- mukuloita
- juuria
- maavarsia

Falloon ym. 2016

© Luke

# Kuorirokon esiintyminen maailmanlaajuisesti




Mukailtu Merz 2023 esityksestä

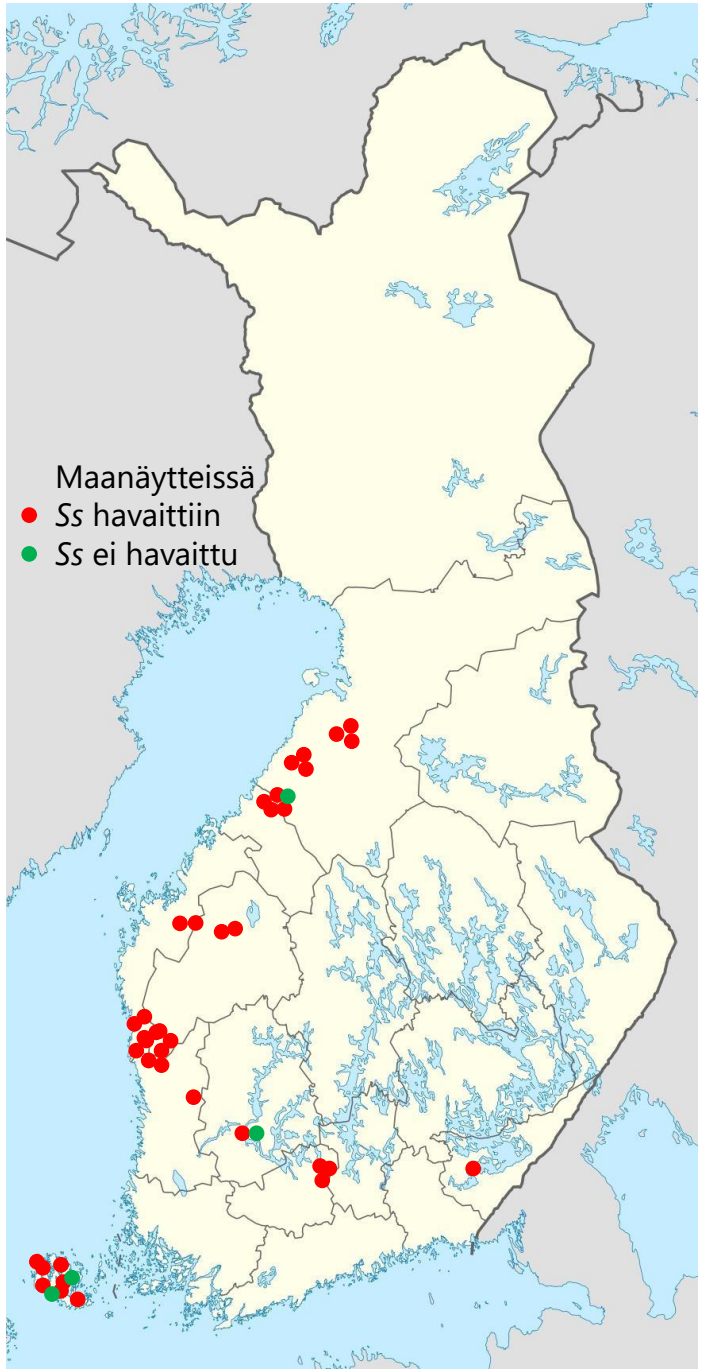
© Luke

# Kuorirokon ja maltokaariviruksen esiintyminen Suomessa

● PMTV havaittiin
○ PMTV ei havaittu

Santala 2010

PMTV, Maltokaarivirus
Ss, Kuorirokkomikrobi
(*Spongospora subterranea*)




Tupala 2014

© Luke

Luke

# Siemenperunan laatuvaatimukset mukulanäytteen tarkastuksessa

© Luke

| Vioitus | Esiperussiemen | Esiperussiemen | Perussiemen | Sertifioitu siemen |
|---|---|---|---|---|
| | Unionin PBTC % | Unionin PB % | Unionin S, unionin SE ja unionin E % | Unionin A ja unionin B % |
| Multaa ja roskia | - | 1,0 | 1,0 | 2,0 |
| Kuiva- ja märkämätä (josta märkämätää) | 0,00 | 0,2 | 0,5 (0,2) | 0,5 (0,2) |
| Ulkoisia vikoja | 0,00 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Perunarupi | 0,00 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Kuorirokko | 0,00 | 1,0 | 3,0 | 3,0 |
| Seittirupi | 0,00 | 1,0 | 5,0 | 5,0 |
| Nahistuneita | 0,00 | 0,5 | 1,0 | 1,0 |
| Yhteensä vioituksia | 0,00 | 6,0 | 6,0 | 8,0 |
| Maltokaariviruksen oireita | 0,00 | 0,0 | 0,0 | - |
| Unionikaranteenituhoojia | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ali- tai ylisuuria | - | - | 3 | 3 |
| *Candidatus* Liberibacter *solanacearum* | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Ditylenchus destructor* Juurilahoankeroinen | 0 | 0 | 0 | 0 |

**>10 %** **<10 %**

Kuorirokon peittämä ala mukulan pinnasta

Kuorirokkoa saa olla enintään 3,0 painoprosenttia (kuorirokon peittämä alue 1/10 mukulan pinnasta).

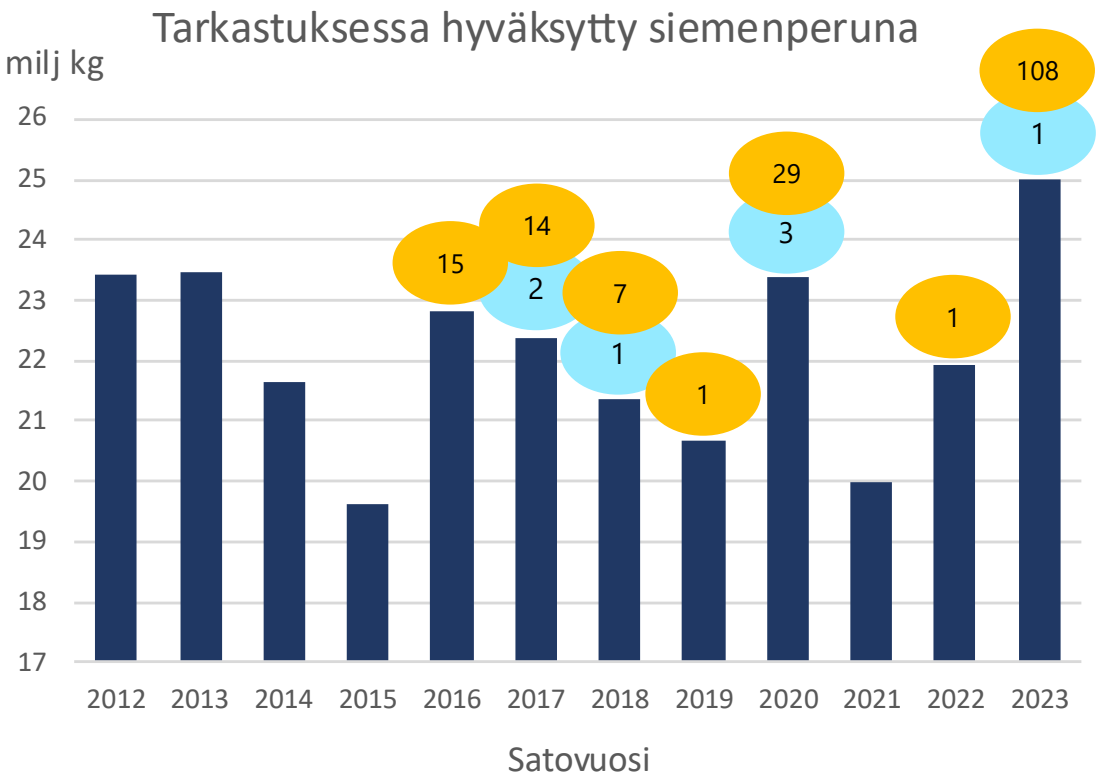
Esiperussiemenessä ja perussiemenessä ei saa esiintyä maltokaariviroosin silmämääräisesti näkyviä oireita.

# Kuorirokon esiintyminen siemenperunassa

© Luke

| Siemenluokka | | Sallittu kuorirokon määrä * paino-% |
|---|---|---|
| Esiperus | PBTC | 0,00 |
| | PB | 1,0 |
| Perus | S, SE, E | 3,0 |
| Sertifioitu | A , B | 3,0 |

*Kuorirokon peittämä alue 1/10 mukulan pinnasta




Luokan laskuja ei tilastoida

Kuorirokon vuoksi hylätyt siemenerät (kpl) (Ruokavirasto)

Kuorirokkoiset erät (kpl) tarkastelujaksolla tammi-huhtikuu (Luke/Ruokavirasto)

Luke

RUOKAVIRASTO
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

# Kuorirokon väli-isännät

© Luke

Luke

# Rikka- ja viljelykiertokasvien rooli kuorirokon väli-isäntänä

- Kuorirokkomikrobi on moni-isäntäinen ts. se tartuttaa monia eri kasvilajeja
- Ns. **aitoihin isäntäkasveihin** kehittyy tartunnan seurauksena juuri-infektioita ja kestoitiöitä
  - Kestoitiöt jäävät maahan
  - Lisäävät maan tautipainetta
  - Pääasiassa perunan sukuisia kasvilajeja
- Ns. **vaillinaiset isäntäkasveihin** kehittyy juuri-infektioita, mutta ei kestoitiöitä
  - Eivät suoraan lisää maan tautipainetta
  - Infektoituneista juurista vapautuu parveiluitiöitä suotuisissa oloissa
  - Voivat lisätä tartuntoja perunalla ja välillisesti vaikuttaa maan tautipaineeseen
- Tärkeää tietää, ovatko meillä perunapellolla yleisesti esiintyvät rikkakasvit tai viljelykierron välikasvit kuorirokon isäntäkasveja

→ **Pitävätkö yllä/lisäävätkö maan kuorirokkopainetta?**

Luke

# Rikkakasvit

© Luke

Luke

# Rikkakasvien rooli väli-isäntänä

Näytteen keruu
- Heinä-elokuu 2019 ja 2020

Kasvilajin tunnistus

Näytteen käsittely
- Pesu
- Juuriäkämien havainnointi
- Ilmakuivaus + pakastus

Näytteen jauhaminen nestetypessä

DNAn eristys

PCR-analyysi kuorirokkomikrobi-spesifisillä alukkeilla (mukaillen Bell ym 1999)

| | Näytteen keruu |
|---|---|
| Rikkakasvilajeja | 31 |
| Kasviheimoja | 15 |
| Näytteitä | 191 |
| Tiloja | 11 |
| Peltolohkoja | 20 |

Luke

| Kasviheimo | Kasvilaji | Testatut (PCR) näytteet, kpl | Positiiviset näytteet, kpl | |
|---|---|---|---|---|
| *Amaranthaceae* | jauhosavikka | 37 | 33 | → 89 % |
| *Asteraceae* | siankärsämö | 2 | 0 | |
| | pujo | 2 | 0 | |
| | pelto-ohdake | 3 | 0 | |
| | savijäkkärä | 1 | 0 | |
| | pihasaunio | 12 | 3 | |
| | peltovalvatti | 7 | 4 | |
| | peltosaunio, saunakukka | 3 | 1 | |
| *Boraginaceae* | peltolemmikki | 1 | 0 | |
| *Brassicaceae* | peltokanankaali | 1 | 1 | → 100 % |
| | lutukka | 7 | 7 | |
| | peltoukonnauris | 5 | 5 | |
| *Caryophyllaceae* | peltohatikka | 6 | 4 | |
| | pihatähtimö, vesiheinä | 1 | 0 | |
| *Fabaceae* | hiirenvirna | 3 | 2 | |
| *Lamiaceae* | peltopillike | 3 | 1 | |
| *Papaveraceae* | peltoemäkki | 3 | 1 | |
| *Plantaginaceae* | piharatamo | 3 | 0 | |
| *Poaceae* | polvipuntarpää | 1 | 0 | |
| | nurmipuntarpää | 3 | 0 | |
| | juolavehnä | 4 | 1 | |
| | raiheinä | 1 | 0 | |
| | timotei | 3 | 1 | |
| | kylänurmikka | 10 | 7 | |
| *Polyconaceae* | kiertotatar | 21 | 18 | → 85 % |
| | ukontatar | 4 | 4 | |
| | pihatatar | 15 | 12 | |
| *Rosaceae* | ketohanhikki | 1 | 0 | |
| *Rubiaceae* | peltomatara | 10 | 6 | |
| *Solanaceae* | ylivuotinen peruna | 1 | 0 | |
| *Violaceae* | pelto-orvokki | 17 | 12 | |

- Juuriäkämiä ei havaittu
- Kuorirokkomikrobin aiheuttamia tartuntoja esiintyi yli puolella kaikista testatuista rikkakasvilajeista
- Yleisimpiä tartunnat olivat ristikukkaisilla, jauhosavikalla ja tatarkasveilla
- Monet rikkakasvilajit näyttäisivät olevan kuorirokkomikrobin ‘vaillinaisia’ isäntäkasveja
  - Voivat välillisesti vaikuttaa maan tautipaineeseen lisäämällä tartuntoja perunalla
- Koisorikkakasvien rooli?

© Luke

# Koisorikkakasvit

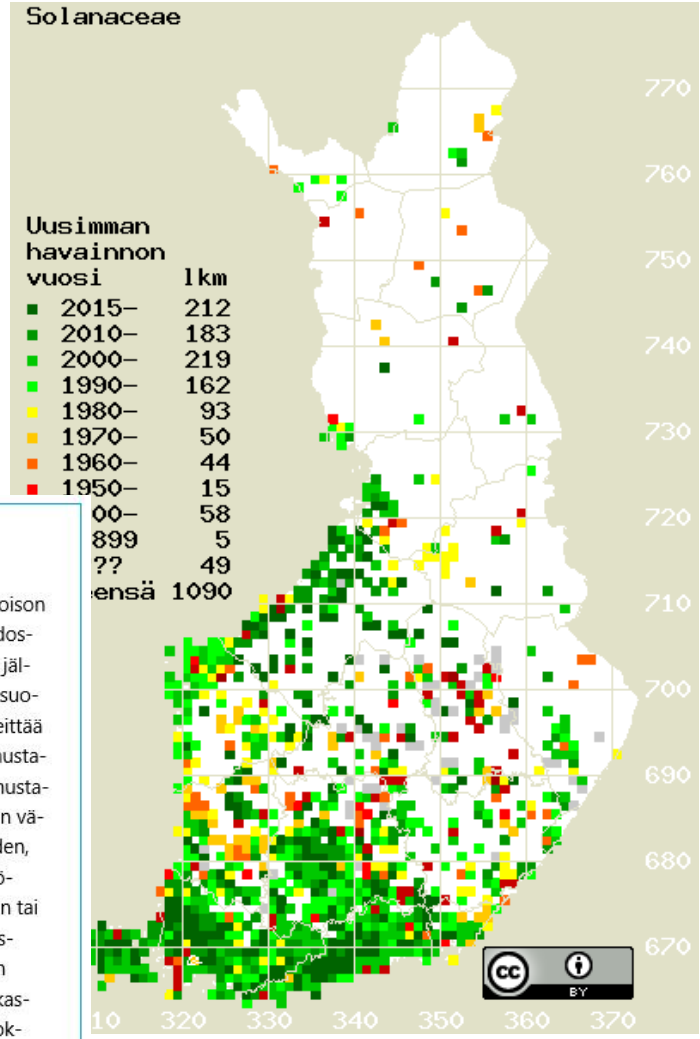
© Luke

Luke

Kuva: Terho Hyvönen, Luke

# Koisorikkakasvit

- Suomessa tavataan useampia koisokasvien heimoon kuuluvia rikkakasvilajeja: puna-, musta- ja kehtokoiso
- Ne ovat levinneet yhä laajemmalle todennäköisesti sekä ilmaston lämpenemisen että ihmistoiminnan seurauksena
- Perunan sukulaisina koisorikkakasvit ovat potentiaalisia isäntäkasveja perunan taudinaiheuttajille, myös kuorirokkomikrobille
- Koisorikkakasvien rooli kuorirokon väli-isäntänä on ollut selvitettävänä vuodesta 2023 lähtien




Lampinen & Lahti 2019

**Kuinka tunnistat musta- ja kehtokoison?**

Nimensä mukaisesti, kehtokoison marja jää verholehtien muodostamaan "kehtoon" kukinnan jälkeen, jolloin paperimaiseksi suojukseksi suureneva verhiö peittää marjan osittain toisin kuin mustakoisolla. Kehtokoiso eroaa mustakoisosta vaaleamman vihreän värinsä, tiheämmän karvaisuuden, pidempien verholehtien, pyöreämmän varren sekä vihreän tai ruskeanvioletin marjan perusteella. Mustakoison marja on yleensä musta. Mustakoiso kasvaa kehtokoisoa hieman kookkaammaksi ja on pystykasvuisempi.

Mustakoiso (vasemmalla) ja kehtokoiso (oikealla). Kehtokoisolla kukat ovat hieman pienemmät, verholehdet muodostavat "kehdon" marjan ympärille ja varsi on karvainen toisin kuin mustakoisolla. (Kuvat Lars Andersson).

Tuottava Peruna 2/2024

© Luke

# Koisorikkakasvit

Näytteen keruu ja lajitunnistus
- Elokuu 2023 ja 2024

Näytteen käsittely
- Pesu
- Pakastus

Kylmäkuivaus

Homogenisointi

DNAn eristys extraction

qPCR-analyysi kuorirokkomikrobi-spesifisillä alukkeilla (mukaillen Maldonado ym 2013)

| | | Näytteen keruu | |
|---|---|---|---|
| | | 2023 | 2024 |
| Mustakoiso | Näyte | 40 | 55 |
| | Tila | 3 | 4 |
| | Peltolohko | 4 | 6 |
| Kehtokoiso | Näyte | 40 | 90 |
| | Tila | 1 | 4 |
| | Peltolohko | 4 | 9 |

Kuva: Terho Hyvönen, Luke

# Koisorikkakasvit

| | | 2023 | | | 2024 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Testatut (qPCR) näytteet, kpl | Positiiviset näytteet, kpl | | Testatut (qPCR) näytteet, kpl | Positiiviset näytteet, kpl | |
| Mustakoiso | Näyte | 40 | 2 | 5,0 % | 55 | 26 | 47 % |
| | Tila | 3 | 2 | | 4 | 2 | |
| | Peltolohko | 4 | 2 | | 6 | 3 | |
| Kehtokoiso | Näyte | 40 | 3 | 7,5 % | 90 | 30 | 33 % |
| | Tila | 1 | 1 | | 4 | 2 | |
| | Peltolohko | 4 | 3 | | 9 | 3 | |

Suotuisissa oloissa koisorikkakasvit ovat tehokkaita kuorirokon isäntäkasveja

- Niiden esiintymiseen ja torjuntaan tulee kiinnittää erityistä huomiota

Kuva: Terho Hyvönen, Luke

# Viljelykierron välikasvit

© Luke

Luke

Kuva: Anne-Maria Möttönen, Luke

# Viljelykierron välikasvit

- Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että monet viljelykasvit ovat kuorirokon potentiaalisia isäntäkasveja
- Testauksia on tehty sekä laboratorio- että pelto-oloissa
  - Laboratoriotutkimuksissa saadaan selville kasvilajin potentiaali toimia kuorirokkomikrobin isäntänä
  - Kasvilajin todellisen roolin selvittäminen vaatii tutkimuksia pelto-oloissa, koska ympäristötekijöillä on ratkaiseva merkitys tartunnan ja oireiden kehittymisen kannalta
- Viime vuosina Suomessa perunan viljelykiertoa on pyritty monipuolistamaan uusilla viljelykasveilla
  - Niiden vaikutusta kuorirokon esiintymiseen ei tunneta

Kuva: Anne-Maria Möttönen, Luke

# Viljelykierron välikasvit

© Luke

Selvitys perunan viljelykierron välikasveista

Kirjallisuustietojen kokoaminen

Valittujen kasvilajien kasvatuskaappitestaus
- 15 kasvilajia

Peltonäytteiden keruu
- Elokuu 2024
- 23 peltolohkolta Pohjois- ja Keski-Pohjanmaalta sekä Lounais-Suomesta

Näytteiden käsittely ja analysointi
- Pesu, pakastus
- Kylmäkuivaus, homogenisointi
- DNA:n eristys, qPCR (mukaillen Maldonado ym 2013)

# Viljelykierron välikasvit

## Kasvatuskaappi-testaus

| Kasviheimo | Kasvilaji | Kasvatuskaappikoe *Spongospora* (qPCR) |
|---|---|---|
| *Poaceae* | ohra | |
| | kaura | |
| | vehnä | |
| | ruis | - |
| | timoteit | |
| | nadat | |
| | raiheinät | + |
| *Brassicaceae* | öljyretikka | + |
| | muokkausretikka | |
| | valkosinappi | + |
| | rypsi | + |
| | rapsi | |
| | lanttu | |
| | nauris | |
| | kaali | |
| *Fabaceae* | herne | |
| | härkäpapu | - |
| | virnat | + |
| | valkomesikkä | - |
| | rohtomesikkä | |
| | sokerijuurikas | |
| | puna-apila | |
| | valkoapila | |
| | persianapila | |
| *Apiaceae* | kumina | + |
| | porkkana | |
| *Amaranthaceae* | punajuuri | + |
| | pinaatti | + |
| *Cannabaceae* | kuituhamppu | + |
| *Polygonaceae* | tattari | + |
| *Asteraceae* | auringonkukka | + |
| *Boraginaceae* | aitohunajakukka | + |
| *Amaryllidaceae* | sipuli | |

© Luke

# Viljelykierron välikasvit

## Peltonäytteet

| Välikasvi | | Peltonäyte | |
|---|---|---|---|
| **Heimo** | **Laji** | **Testatut (qPCR) näytteet, kpl** | **Positiiviset näytteet, kpl** |
| *Poaceae* | kaura | 10 | 0 |
| | vehnä | 10 | 0 |
| | ruis | 10 | 0 |
| | raiheinät | 40 | 2 |
| *Brassicaceae* | öljyretikka | 20 | 4 |
| | valkosinappi | 10 | 0 |
| | rypsi | 10 | 0 |
| *Fabaceae* | herne/seos | 3 | 0 |
| | virnat | 20 | 7 |
| | puna-apila | 10 | 2 |
| *Apiaceae* | kumina | 20 | 3 |
| *Cannabaceae* | kuituhamppu | 22 | 1 |
| *Polygonaceae* | tattari | 10 | 0 |
| *Boraginaceae* | aitohunajakukka | 20 | 3 |
| | aitohunajakukka/seos | 8 | 1 |

Kuva: Anne-Maria Möttönen, Luke

| Kasviheimo | Kasvilaji | Kasvatuskaappikoe | Peltonäyte |
|---|---|---|---|
| | | *Spongospora* (qPCR) | *Spongospora* (qPCR) |
| *Poaceae* | ohra | | |
| | kaura | | - |
| | vehnä | | - |
| | ruis | - | - |
| | timoteit | | |
| | nadat | | |
| | raiheinät | + | + |
| *Brassicaceae* | öljyretikka | + | + |
| | muokkausretikka | | |
| | valkosinappi | + | - |
| | rypsi | + | - |
| | rapsi | | |
| | lanttu | | |
| | nauris | | |
| | kaali | | |
| *Fabaceae* | herne | | - |
| | härkäpapu | - | |
| | virnat | + | + |
| | valkomesikkä | - | |
| | rohtomesikkä | | |
| | sokerijuurikas | | |
| | puna-apila | | + |
| | valkoapila | | |
| | persianapila | | |
| *Apiaceae* | kumina | + | + |
| | porkkana | | |
| *Amaranthaceae* | punajuuri | + | |
| | pinaatti | + | + (testattu 2020) |
| *Cannabaceae* | kuituhamppu | + | + |
| *Polygonaceae* | tattari | + | - |
| *Asteraceae* | auringonkukka | + | |
| *Boraginaceae* | aitohunajakukka | + | + |
| *Amaryllidaceae* | sipuli | | |

- Kasvatuskaappikokeiden perusteella monet viljelykierron välikasvit ovat potentiaalisia kuorirokkomikrobin isäntäkasveja
- Kaikki näistä kasvilajeista eivät kuitenkaan saaneet tartuntaa pellolla
- Koska olosuhteet ovat ratkaiseva tekijä kuorirokon esiintymisessä, tarvitaan tuloksia useammalta vuodelta → näytteen keruuta jatketaan ensi kesänä

**Mielellään otetaan vastaan ehdotuksia sopivista peltolohkoista**

© Luke

# Yhteenveto

© Luke

Luke

# Yhteenveto

- **Kuorirokko on hankala tauti**
  - Kuorirokkomikrobi säilyy maassa kauan kestoitiöidensä avulla
  - Kestoitiöt leviävät mullan ja siemenperunan mukana paikasta toiseen
  - Suotuisissa oloissa taudinaiheuttaja pystyy lisääntymään räjähdysmäisesti
  - Ympäristötekijät, mm. maan kosteus ja lämpötila, säätelevät taudin esiintymistä → huonosti ennakoitava
  - Kaikkia kuorirokon kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä ei tunneta → Niistä tarvitaan lisää tietoa
- **Kuorirokkomikrobilla näyttäisi olevan monia väli-isäntäkasveja myös meidän oloissamme**
  - Voivat välillisesti vaikuttaa maan tautipaineeseen lisäämällä tartuntoja perunalla → Huomioitava rikkakasvien torjunnassa ja viljelykierron kasvivalinnassa
- **Kuorirokon torjuntaan ei ole näköpiirissä yksittäisiä tehokkaita keinoja**
  - Kuorirokon hallinta vaatii jatkossakin monen keinon yhteensovittamista
- **Kuorirokon hallinta edesauttaa myös maltokaarivirooosin hallintaa**

© Luke

# Kiitokset rahoittajille ja kuorirokkotyössä mukana olleille

Maa- ja metsätalousministeriö
Jord- och skogsbruksministeriet
Ministry of Agriculture and Forestry

UNIVERSITY OF HELSINKI

PETLA
Perunantutkimuslaitos

SPK
Suomen siemenperunakeskus Oy

MATINOLLIN PERUNA OY

HZPC Kantaperuna

JEPO
-SINCE 1976-

FinPom

Maatila Kolehmainen Oy

Taavittila Oy

Luke

Näytteenkeruuseen osallistuneet tilat ja yritykset

Luke
- Terho Hyvönen, Tero Tuomivirta, Matti Salmela
- Oulun laboratorio
- Infra Jokioinen

Helsingin yliopisto
Petla
Ruokavirasto

# Kiitos!

# Kuorirokkohanke 2023-2026

Perunan kuorirokon aiheuttamien riskien vähentäminen ja hallinta

Tavoitteena on selvittää kuorirokon esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä Suomen oloissa

Tarvitsemme tietoja kuorirokkoisista ja terveistä perunaeristä sekä niiden kasvuoloista

Haluatko osallistua?

Ota yhteyttä
lea.hiltunen@luke.fi
029 532 6130