

# Mansikan mykorritsa- eli sienijuurisymbioosi

Kati Hoppula

Kaamosmarjapäivät Tampere 20.11.2018

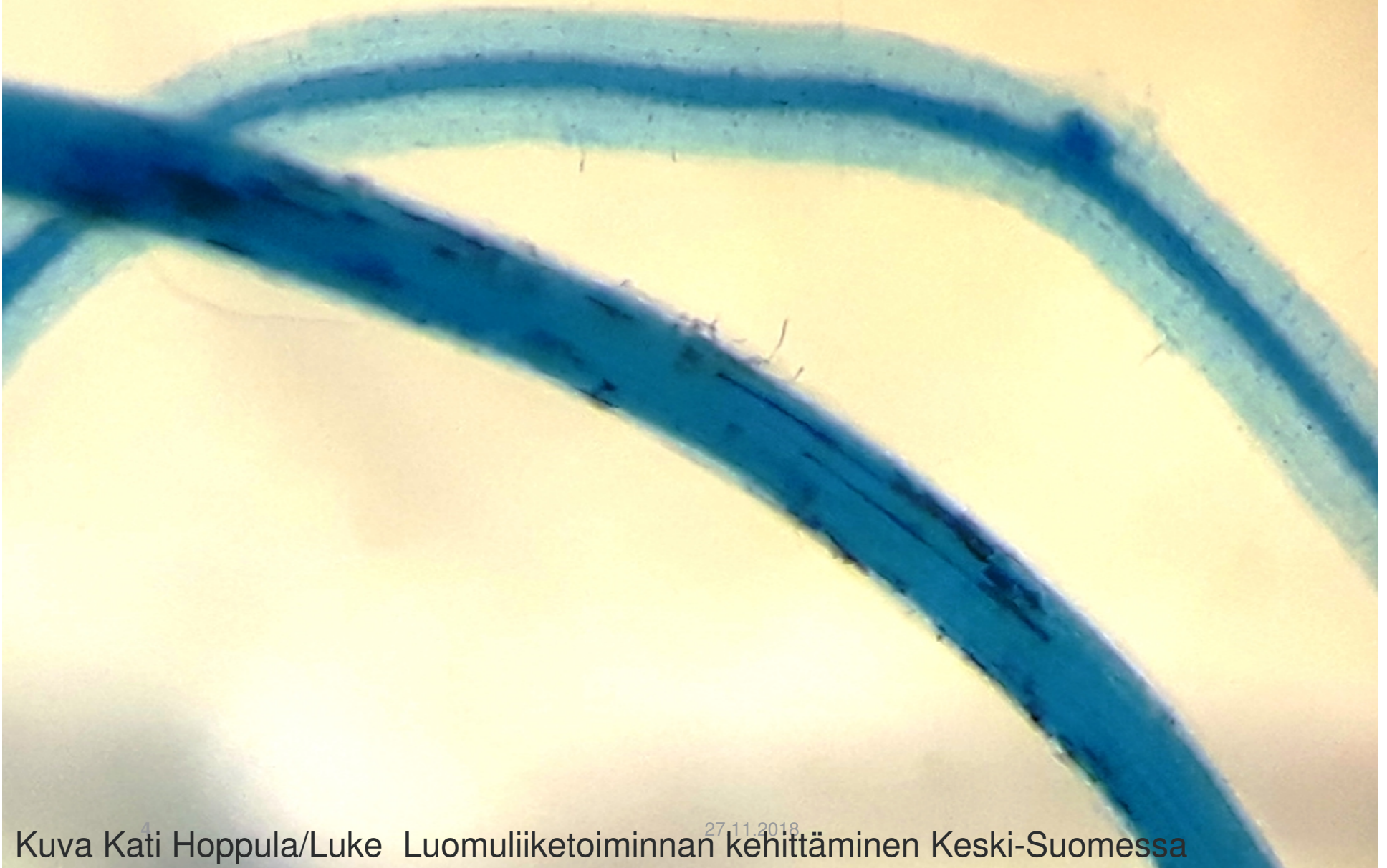
# Mykorrhitsa eli sienijuuri

- **Sienijuuri** on **sienen ja kasvin** muodostama kokonaisuus, jossa sieni elää kasvin juuristossa symbioosissa kasvin kanssa
- Sienijuuren muodostavia sieniä on useita erilaisia ja symbioosin syntytaapa riippuu sienilajista!
- **Viljelykasveille niistä tärkeimpiä ovat keräsienet**
- Keräsienillä sienijuuri muodostuu, kun sienirihmasto **tunkeutuu sisälle kasvin juuriin** ja muodostaa kasvin juurisoluihin keräsiä sekä kasvattaa rihmastoja soluväleihin (muoto riippuu sienilajista)
- Kerästen välityksellä **kasvi ja sieni vaihtavat sokereita, ravinteita ja vettä**
- Voimakkaasti symbioottiset kasvit voivat hyödyntää useita keräsienikantoja (tehokkuudessa voi olla eroja)
- Heikommin symbioottiset kasvit ovat valikoivampia ja muodostavat symbioosin vain tiettyjen lajien kanssa



Keräsieniä heinän juuressa

# Keräsieniä heinän juuressa



# Selvitystyö sienijuurisymbioosin ja lannoitustavan vaikutuksesta rehunurmilla (JAMK)

- **Luomuliiketoiminnan kehittäminen Keski-Suomessa 1.8.2016-31.12.2019, Maaseuturahasto, Keski-Suomen ELY**
- Koulutushanke, jonka tavoitteena lisätä luomutuottajia, kehittää luomuliiketoiminnan syntymistä, edistää yhteistyötä sekä monipuolistaa luomutuotteiden tarjontaa Keski-Suomen alueella
- Luken rooli kehittää mansikan luomutuotantoa luomumansikan demopellon kautta (Multia, Niemijärven tila)
- **Alexi Härkin (JAMK)** tehnyt selvitystyön rehunurmen lannoitustavan vaikutuksista sienijuurisymbioosiin kesällä 2018
- Kuivalanta, lietelanta, NPK ja kontrolli (ei lannoitusta)
- Selvitystyö valmistuu 2018-2019

# Sienijuurisymbioosin esiintyminen

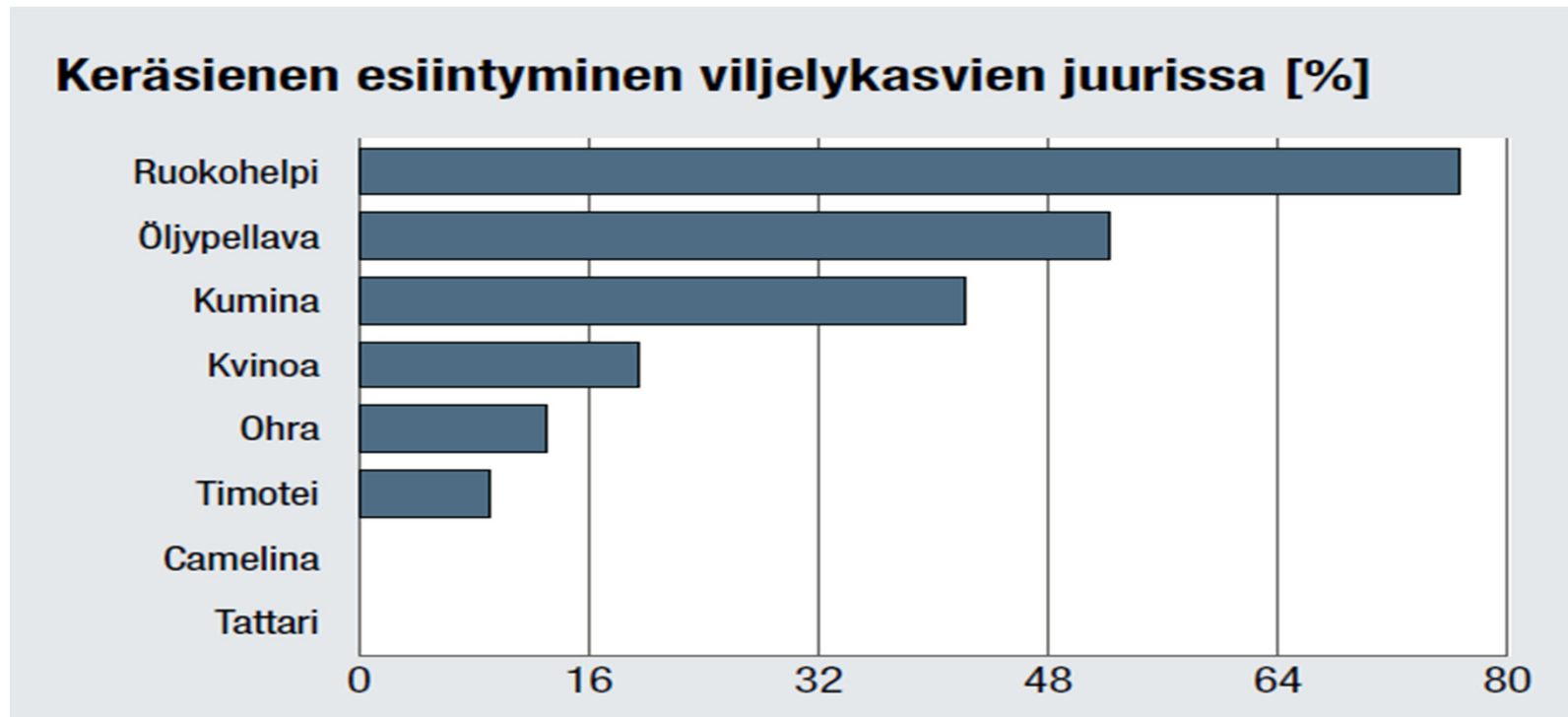
”Sienijuuri on luonnossa enemmän sääntö kuin poikkeus”  
(Mauritz Vestberg)

- **80-90 %** kuivan maan kasveilla on sienijuurisymbioosi
- **Sienijuuria on kaikkialla suomalaisessakin kivennäismaassa** sekä metsissä että pelloilla (esim. männynherkkutatti ja mänty)
- Sienijuuret **toimivat kunnolla vain kivennäismaassa**
- **Turpeessa niitä ei ole**, joko olosuhteiden (happamuus, turpeen antimikrobiaalinen vaikutus) tai turpeessa viihtyvien bakteerien vuoksi.
- Turvelisäys kivennäismaahan voi heikentää sienijuuren toimintaa pariaksi vuodeksi (MTT Laukaan kokeet).

# Sienijuurisymbioosi syntyy luontaisesti

- **Symbioosi muodostuu itsestään**, jos olosuhteet ovat otolliset, sillä **sienet hakeutuvat luontaisesti kasvien juuristoon**
- Kasvien juurieritteet toimivat houkuttimina sopiville sienikannoille
- Suomessa symbioosi on suurimmalla osalla viljelykasveista
- **Voimakkaasti sienijuurisymbioottisia** ovat kasvit, joilla on **kaljut juuret** eli vähän juurikarvoja mm. [mansikka](#), [sipulit](#), [palkokasvit](#), [porkkana](#), [auringonkukka](#)
- **Heikosti sienijuuresta riippuvaisia** ovat [heinäkasvit](#) ja [viljat](#), joiden juuristossa on **runsaasti juurikarvoja ja juuren haaroja**
- **Sienijuurisymbioosia ei ole** mm. [kaalikasveilla](#), [rypsillä](#), [hunajakukalla](#), [sokerijuurikkaalla](#), [tattarilla](#) ja [pinaatilla](#)
- **Mansikka on yksi tehokkaimmista sienijuurisymbioosin hyödyntäjistä**
- Mansikka **muodostaa kivennäismailla, aina symbioosin paikallisten keräsienten kanssa**

## Keräsienen esiintyminen eri viljelykasvien juuristossa suomalaisessa kenttäkokeessa



Useimmat kasvit pystyvät muodostamaan sienijuuren keräsienen kanssa, mutta lajien välillä on eroja tehokkuudessa. Sarjakukkais- ja tatarkasveilta sienijuuri puuttuu. **Mansikalla keräsienen esiintyminen juuristossa on samaa luokkaa ruokohelven kanssa.**

Tulosten lähde: Vestberg ym. 2012. Kuva: Palojärvi, A. Koneviesti 11/2018.

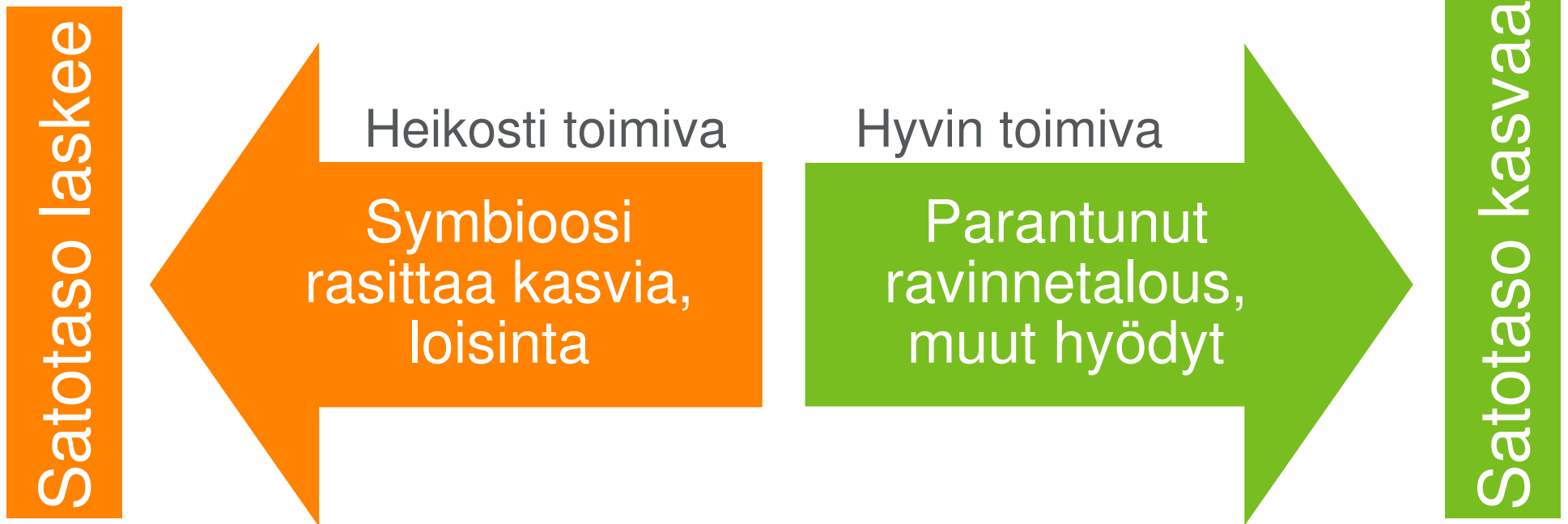


## Mitä hyötyä symbioosista on kasville?

- Symbioosi **parantaa vaikealiukoisen fosforin ottoa**, mutta lisää myös typen ja muiden ravinteiden saantia (mm. K, Ca, Cu, Zn, S)
- Symbioottisilla kasveilla **fosforinotto sienijuuren kautta on ensisijainen** ja suora otto **omien juurten kautta toissijainen** tapa
- Keräsienen sienirihmasto laajentaa moninkertaiseksi maatilavuuden, josta kasvi saa fosforia ja muita ravinteita
- **Ilman sienijuurta n. 2 mm ja sienijuuren kanssa 10-15 cm**
- Mikroskooppiset sienirihmat hyödyntävät pienetkin huokokset
- Sienijuuri parantaa kasvien **vedensaantia ja stressinsietokykyä** erilaisissa olosuhteissa (mm. kuivuus, maan suolapitoisuus, matala tai korkea pH, istutuksen aiheuttama stressi)
- Sienijuuri **parantaa kasvin kestävyyttä** ja saattaa torjua myös maalevintäisiä tauteja ja tuholaisia
- Lisäksi rihmasto **ylläpitää maan mururakennetta** (glomaliini) muun maaperämikrobiston kanssa ja ylläpitää maan monimuotoisuutta

# Symbioosin hinta kasville

Kasvi luovuttaa sienelle yhteyttämistuotteistaan jopa 10-15 %. Symbioosia ei voi kytkeä pois päältä!



pH, vesitalous, liukoinen P, maanmuokkaus

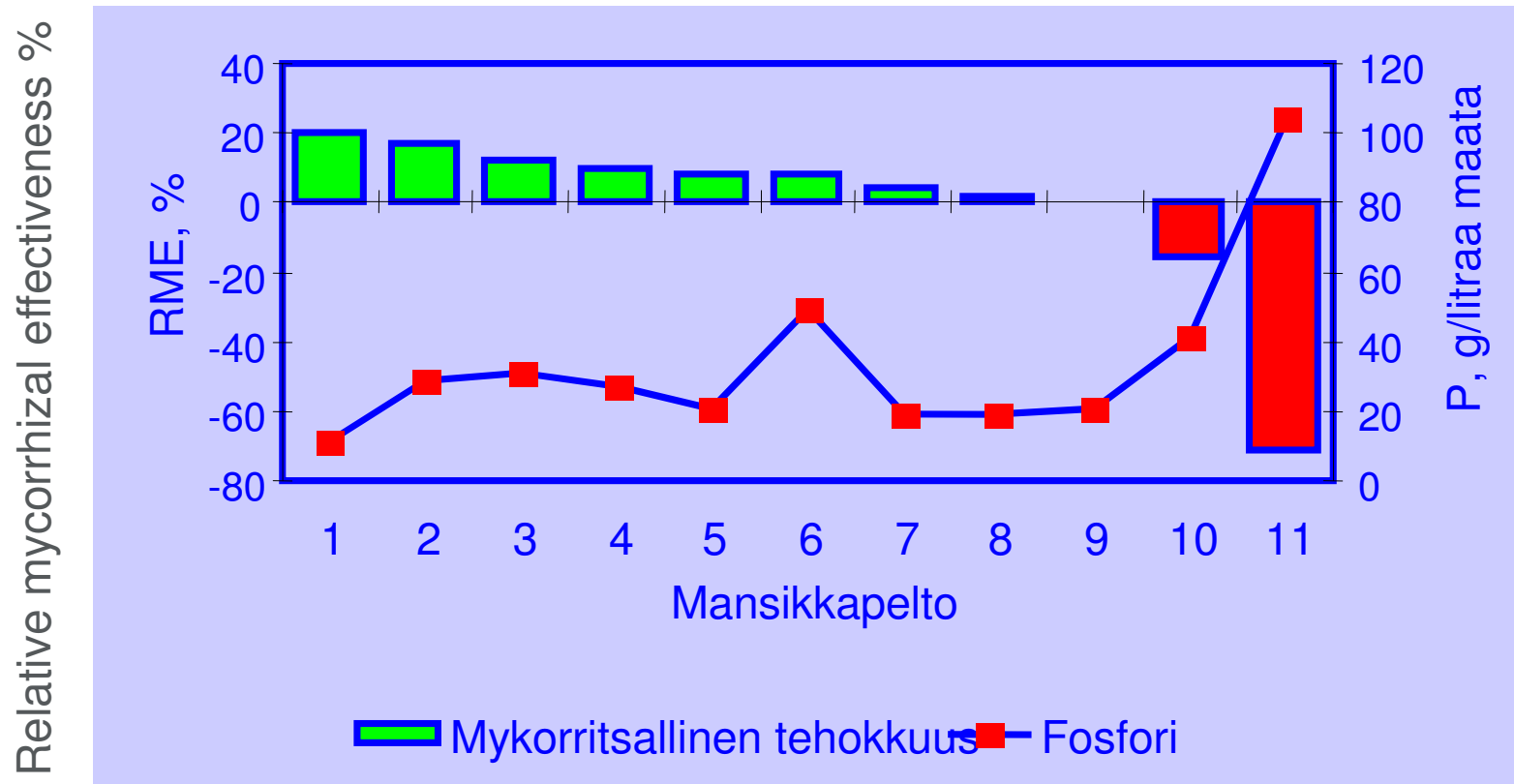
## Symbioosin hinta kasville

- Symbioosi ei ole ilmaista hyötyä kasville, vaan sillä on aina myös hintansa. **Kasvi luovuttaa sienelle yhteyttämistuotteistaan jopa 10-15 %**, kasvista ja sienilajista riippuen
- Symbioosin toimiessa hyvin kasvi hyötyy sienijuuresta parantuneen ravinnetalouden ja muiden etujen kautta
- Symbioosin toimiessa huonosti, kasvi luovuttaa edelleen saman verran yhteyttämistuotteitaan, vaikka ei hyötyisi itse mitään
- **Pahimmassa tapauksessa sienijuuri voi muuttua jopa loiseksi ja näkyä kasvin satotasojen laskuna**
- Kasvi ei voi yksipuolisesti kytkeä symbioosia pois päältä vaan se on sisään rakennettu ominaisuus kasvissa
- Symbioosin tehokkuus riippuu olosuhteista (pH, vesitalous, liukoinen P, maanmuokkaus, välikasvit)

## Milloin symbioosi toimii ja ei toimi

- Mykorritsa **toimii sitä paremmin, mitä alhaisempi maan liukoinen P on**
- Suurimmillaan symbioosista saatava hyöty on silloin kun **maan fosforiluku on kasville suositeltavaa tasoa alhaisempi**
- Sienijuuren toiminnan kannalta kriittinen maan liukoisen fosforin pitoisuus vaihtelee kasvilajeittain
- **Liian korkeilla P-tasoilla symbioosi voi kääntyä loisinnaksi!**
- Heinillä sienijuurisymbioosi kääntyy positiiviseksi vasta hyvin alhaisilla fosforiluvuilla (5 mg/l), kun sipulilla nettohyötyä kasville saavutetaan jo 20 mg/l pitoisuuksilla
- **Mansikalla sienijuuri hyötyy alle 10 mg/l P-pitoisuuksista**
- Lannoitustavalla on osoitettu olevan myös merkitystä
- **Nestemäinen fosforilannoitus häiritsee symbioosin toimintaa**
- **Hitaasti liukeneva orgaaninen/epäorgaaninen fosfori on parempi**

## Maan fosforipitoisuuden vaikutus mansikkamaan luontaisen mykorritsan toimivuuteen



Biotestissä: **mykorritsa toimii positiivisesti**, **mykorritsan vaikutus on negatiivinen**, Paras symbioosin tehokkuus fosforipitoisuudella <10 mg/l. Aineisto hankkeesta ”Perusselvitys mansikan satotason alenemisen syistä ja peltojen satotason palauttaminen” vuosina 1996-1998, Aineisto Suonenjoelta. Sanna Kukkonen, Mauritz Vestberg, MTT/Luke

# Sienijuurisymbioosin suosiminen

- Monipuolinen välikasvusto ja viljelykierto
- **Sienijuurisieniä suosivien kasvien käyttö** viljelykierrossa vahvistaa maan luontaista sienijuurikantaa
- Myös **lannoitustavalla, maalajilla ja viljelyhistorialla** on vaikutusta keräsienten esiintymiseen
- **Hidasliukoiset** kivennäislannoitteet ja orgaaniset lannoitteet ovat olleet kokeissa symbioosin toiminnan kannalta edullisempia kuin nopealiukoiset lannoitteet (Kahiluoto ym. 2009)
- **Karjanlanta** aktivoi maan mikrobeja ja lisää symbioottisten sienien määrää
- Maan muokkauksen vähentäminen
- Hyvä pH
- Riittävä vesitalous (salaojat kuntoon)!
- **Vähentynyt torjunta-aineiden käyttö**

# Mansikan fosfori- ja mykorrhitsakokeet Luke Sotkamo ja Laukaa 2014-2016

Peltokoe Sotkamossa, mansikkalajikkeena 'Ria'

- Istutus 2014, kasvualustana mHe/mHsHt, jossa fosforin lähtötaso 3,1 mg/l (huononlainen) ja pH 6,3
- Perustamisvaiheessa muut ravinteet nostettiin rakeisella lannoituksella viljavuusluokkaan hyvä
- Lannoitustasot ympäristökorvauksen perusteella:
  - 1) 0 – ei fosforilannoitusta
  - 2) P 50 % maksimista (1. vuosi 30 kg/ha, 2+ vuodet 15 kg/ha)
  - 3) P 100 % maksimi (1. vuosi 60 kg/ha, 2+ vuodet 30 kg/ha)
  - 4) P 150 % maksimi (1. vuosi 90 kg/ha, 2+ vuodet 45 kg/ha)
- 1. vuosi rakeisilla lannoitteilla, 2+ vuodet kastelulannoitteilla

Vihannesten ja marjakasvien tasapainoinen N ja P lannoitus ja ravinnepäästöjen vähentäminen 2014-2016, Makera

## Ympäristökorvausehdot:

Fosforilannoituksen enimmäismäärät kg/ha/v maan viljavuusluokan perusteella						
Kasvi	Huono/ Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Arveluttavan korkea
Mansikka, vadelma, mustaherukka***						
▪ Perustamisvaihe	60	50	40	20	10	-
▪ Vuotuislannoitus	35	30	25	20	10	-

\*\*\* Tihkukastellulla mansikalla lannoitusta voidaan lisätä siten, että jos sato on yli 10 000 kg/ha, jokaista 1 000 kg/ha sadonlisäystä kohti voidaan nostaa fosforilannoitusta 0,4 kg/ha. Tihkukastellulla vadelmalla lannoitusta voidaan lisätä siten, että jos sato on yli 4 000 kg/ha, jokaista 1 000 kg/ha sadonlisäystä kohti voidaan nostaa fosforilannoitusta 0,7 kg/ha.

### Todellisuus satotasolla 5000 kg/ha:

Vuodessa **sadontuottoon tarvitaan fosforia 2 kg/ha**. 1000 kg/ha lisäys satotasossa lisää P-tarvetta 0,4 kg/ha.

Yleensä **muuhun kasvuun** tarvitaan **fosforia 2-5 kg/ha** taimen koosta riippuen. **Tiheällä istutuksella** voi tarve nousta välille **5-8 kg/ha**.

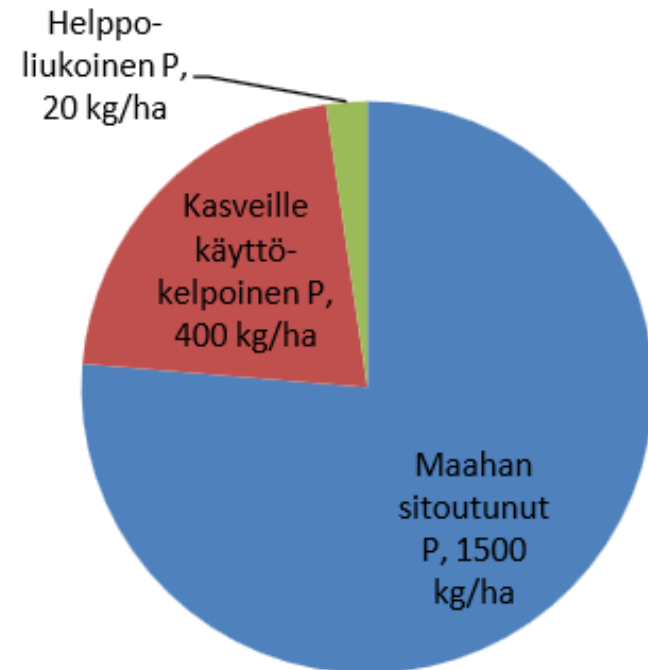
Muuhun kasvuun tarvittava fosfori palaa kuitenkin maahan kasvinosien maatuessa syksyllä tai viimeistään viljelykierron päätteeksi, eikä sitä tarvitse korvata lannoituksella.



# Maan fosforivarat

- **Fosforia voi olla peltomaassa jopa 2000 kg/ha.** Pellon maalaji ja viljelyhistoria vaikuttavat
- Fosforista suurin osa sitoutuu maahan niin tiukasti, että kasvi ei pysty ottamaan sitä.
- Fosforin liukoisuuteen vaikuttavat mm.
  - maan pH (optimi 7-7,5)
  - kosteus (vesi kiihdyttää liukenemistä)
- Mykorritsa eli sienijuuri toimii symbioosissa kasvin kanssa ja kykenee hyödyntämään tiukasti sitoutunutta fosforia.

**Kaavio 1. Kivennäismaan P-varannot muokkauskerroksessa, kun viljavuustutkimuksen P-luku 10 mg/l**



Risto Uusitalo / Luke Jokioinen, 2015

# Fosforin kertyminen maahan ja varastofosfori

Seurantajaksolla 2014-2016 Sotkamossa maan fosforipitoisuus nousi kaikissa lannoituskäsittelyissä – hieman jopa nolларуuduissa!

P 0	3,0 → 3,4 → 3,2 mg/l
P 50 %	3,4 → 4,2 → 4,0 mg/l
P 100 %	3,1 → 5,0 → 5,4 mg/l
P 150 %	3,0 → 5,6 → 7,8 mg/l

Sateet ovat voineet lisätä tiukasti sitoutuneen fosforin vapautumista käyttökelpoiseksi fosforiksi. Runsaammalla lannoituksella fosfori alkoi kuitenkin selvästi kertyä maahan kolmen vuoden aikana.

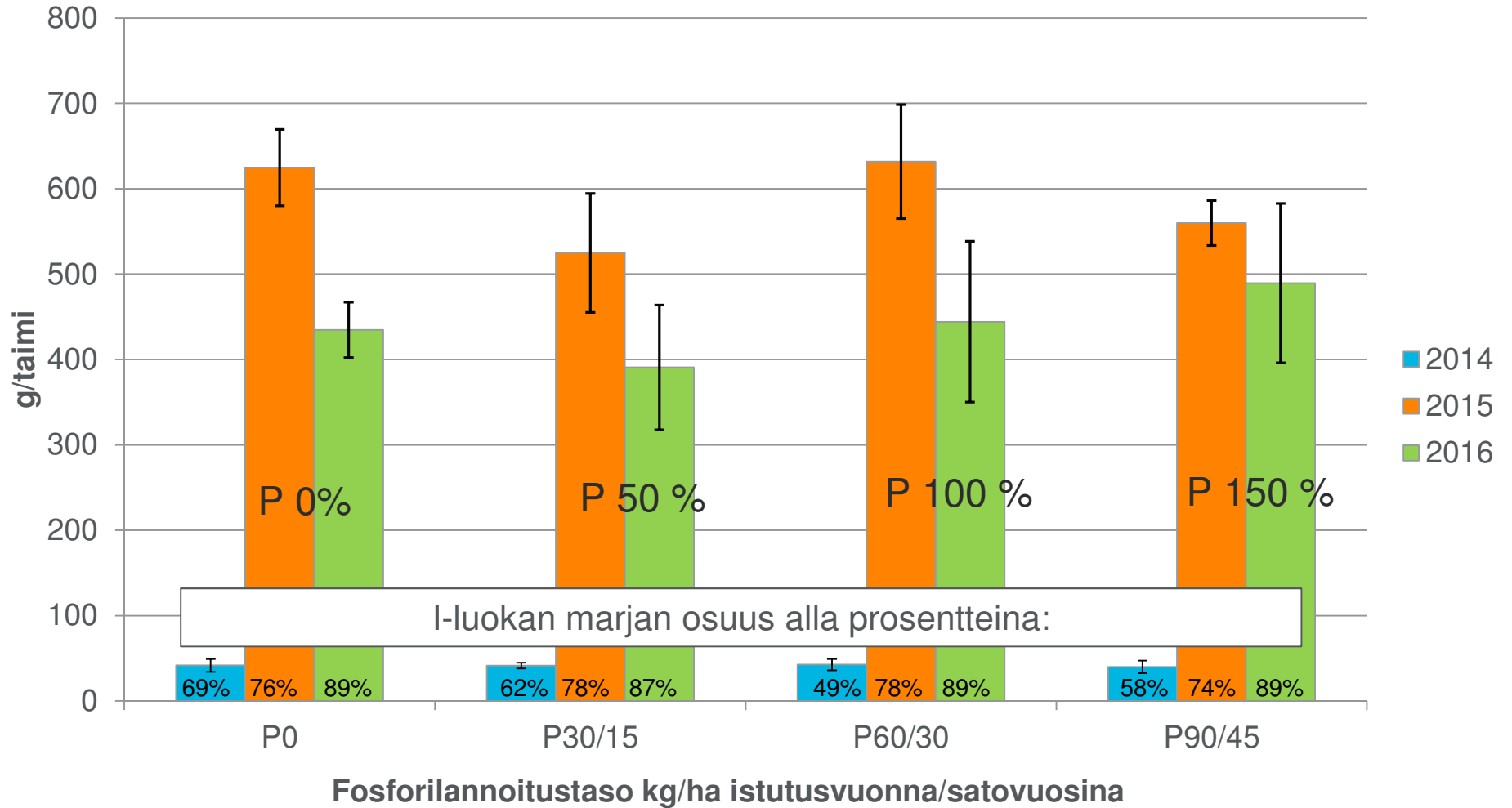
Varastofosforin määrä koalueella vaihteli 296-362 mg/l, mikä vastaa 25 cm pintakerroksessa **740- 905 kg P/ha**

**Tämä vastaisi suurella sadolla( >15 000 kg/ha) n. 70-80 vuoden ja keskisadolla (5000 kg) n.150-200 vuoden mansikan fosforitarvetta**

Kuinka paljon mansikka pystyy hyödyntämään varastofosforia sienijuurisymbioosin avulla?

# Mansikka 'Ria' satotulokset Sotkamo 2014-2016

Fosforilannoituksella ei saatu tilastollisesti merkittävää sadonlisää eikä sillä parannettu sadon laatua.





**1P = P-taso 5 mg/l (matalin)**

**4P = P-taso 40 mg/l**

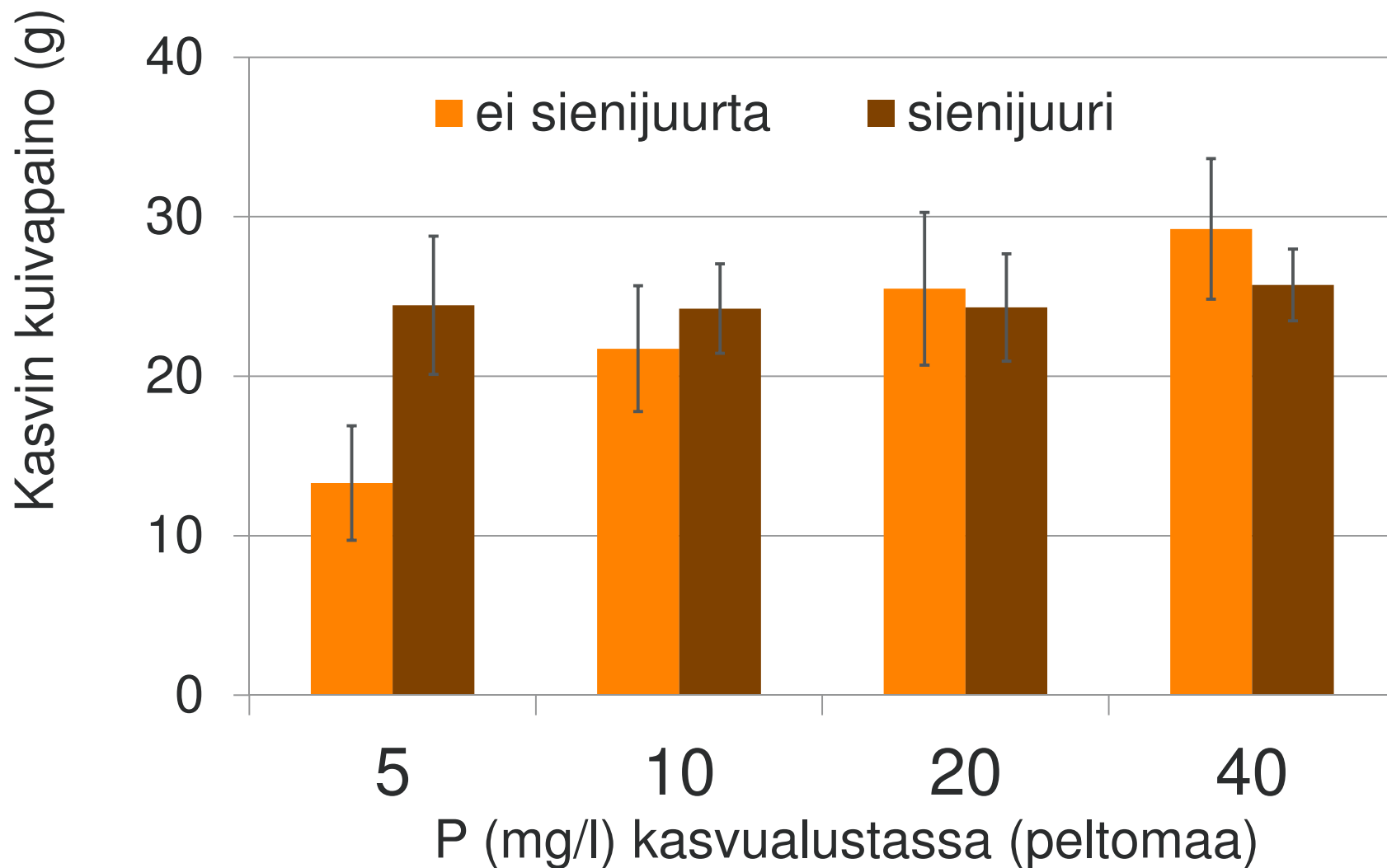
AMF = käsittelemätön peltomaa  
(sisältää luontaisen mykorritsan)

Control = höyrytetty maa  
(ei sisällä mykorritsaa)

Korkeilla P-tasoilla mansikka  
kasvoi enemmän kuin marjoi:  
paras satovaste noin 20 mg P/l  
(satoerot pieniä, mutta sama  
havainto kahdesta  
astiakokeesta eri vuosilta)

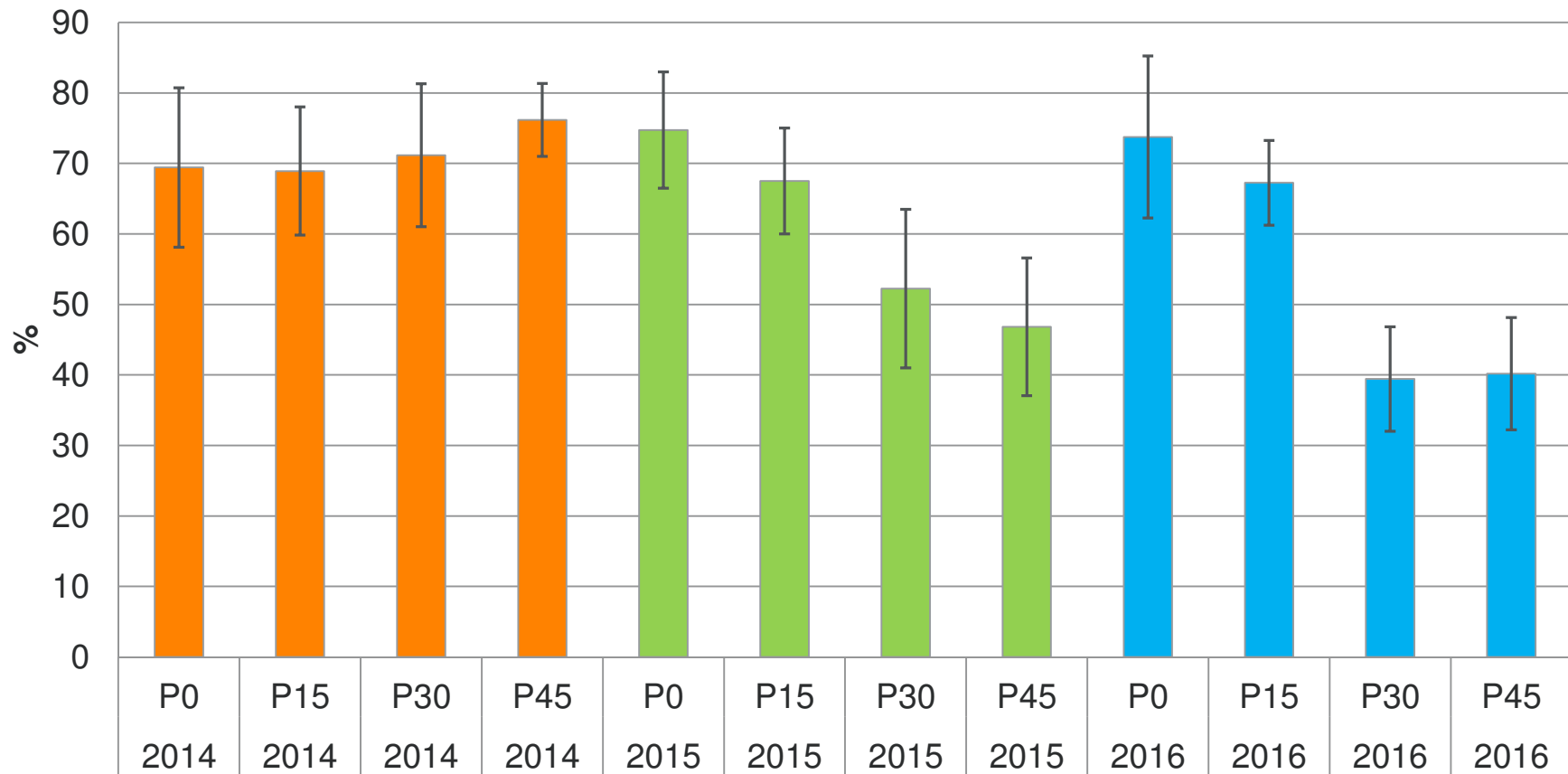
**Mykorritsa edisti  
fosforinsaantia ja kasvua  
etenkin alhaisella  
fosforipitoisuudella.**

# Sienijuuren poistamisen vaikutus mansikan kasvuun (Luke Laukaa / Juho Hautsalo)



# Mansikan sienijuurikolonisaatio 2014-2016 Sotkamo

- 2014 ei suurta eroa kolonisaatiossa lannoitustasojen välillä
- vuosina 2015-2016 kolonisaatio-% laski fosforitason noustessa



Rakeinen lannoitus

Nestemäinen lannoitus

Kolonisaatio- % loppukesän näytteissä

Luke Kainuu/ Anu Rätty

## Johtopäätökset

- **Molemmissa lannoituskokeissa fosforilannoitus oli sienijuurisymbioosin ansiosta mansikalla turhaa !**
- Keskisatoinen mansikka tarvitsee vain muutaman prosentin fosforia nykyisen ympäristökorvauksen maksimitasoista, jos symbioosi toimii
- Sienijuuren toiminta heikkeni korkeammilla lannoitustasoilla (srynä lannoitustaso ja/tai kastelulannoitus?) **Miten symbioosi toimii pitkään viljellyissä mansikkapelloissa, joissa liukoinen P on korkea? Miten se vaikuttaa lannoitustarpeeseen ja satoon?**
- **Kuinka paljon mansikan satovaihtelusta johtuu sienijuurisymbioosin huonosta toiminnasta?**
- **Kokeile jättää fosforinlisäys kokonaan pois tai korvaa se perustamisvaiheessa karjanlannalla**
- **Mittaa myös varastofosforin määrä peltomaastasi!**

Mansikan juuria



27.11.2018

Kati Hoppula Luke



# Suomenkielinen sienijuurikirja ilmestynyt

- ”*RIHMAN KIERTÄMÄT – kasvien ja sienten erottamaton elämä.*”
- Kirjan toimittanut Mauritz Vestberg ja Sari Timonen
- Julkaistu Jyväskylässä perjantaina 16.11.
- Sienijuurisymbioosi; mitä se on, sen esiintyminen ja toiminta eri ekosysteemeissä, vuorovaikutuksia muiden eliöiden kanssa sekä sen hyödyntämistä.
- Saa Viherympäristöliitosta



*Sienijuurisymbioosi on ekosysteemipalvelu ihmiskunnalle (Mauritz Vestberg)*

Kiitos!

