

Mikrobien merkitys maan multavuuden lisäämisessä

FT Jussi Heinonsalo, Mikrobiologian dosentti,
Ilmatieteen laitos &
Ilmakehätieteiden keskus INAR/ Metsätieteet

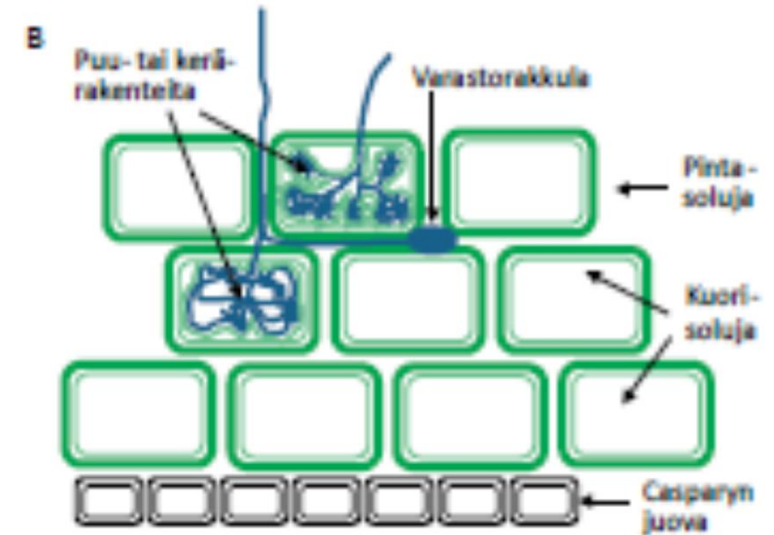
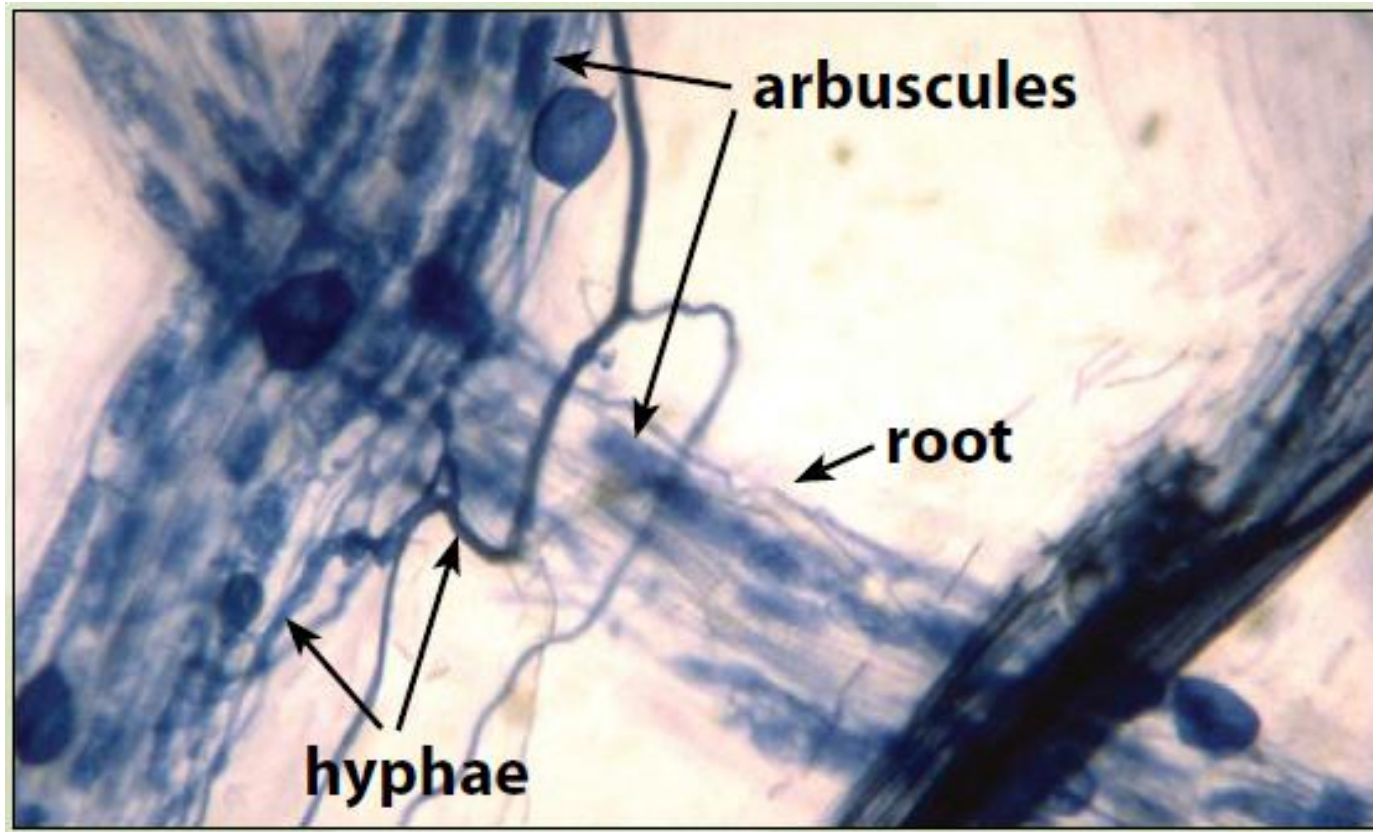
MMT Kristiina Karhu, Apulaisprofessori, Maaperän hiili ja ilmastonmuutos,
Maatalous- ja metsätieteellinen tiedekunta/HiLIFE (Helsinki Institute of Life Science)

Sisältö

1. Peltomaan mikrobiologiasta:
AM-mykorritsat eli
keräsienijuuret
2. Paradigman muutos maaperän
hiilen tutkimuksessa
(’mikrobien hiilipumppu’)
 - Teoria
 - esimerkkituloksia
3. Tulevia ’omia’ kokeita



1. AM-mykorrhitsat eli keräsienijuuret



KUVA 8. A. Keräsiä ja vesikkeleitä tomaatin juuressa. (SARI TIMONEN.)

B. Keräsienijuuri. Sienirihmat (sininen) tunkeutuvat kasvin pinta- ja kuorisolujen soluseinien (tummanvihreä) läpi ja solujen väleihin mutta eivät läpäise johtosolukkoa ympäröivää Casparyn juovaa (musta). Vaikka mikroskooppisessa tarkastelussa näyttää siltä, että sienirihmat ovat kasvin solujen sisällä, niitä ympäröi joka puolelta kasvin solukalvo (vaaleanvihreä) ja ohut soluseinäkerros. (JUSSI HEINONEN.)

Keräsienijuuret ja niiden merkitys

Yleistä

- Keräsienijuurten arvellaan olevan olleen keskeisessä roolissa kun ensimmäiset kasvit valtasivat mantereita 400 miljoonaa vuotta sitten
- Yli 80% ruoho- ja heinäkasvilajeista keräsienijuurellisia
 - Useimmat yksivuotiset viljelykasvit PAITSI sienijuureton ristikukkaiskasvien heimo
- Muodostavat rihmastoa juuren ulkopuoliseen maahan
- Eivät pysty kasvamaan ilman isäntäkasvia (tällöin maassa itiöinä)
- Luonnossa välttämätön, vain poikkeustapauksissa kasvi ei muodosta symbioosia keräsienten kanssa

Keräsienijuuret ja niiden merkitys

Vaikutuksia

- Auttaa kasvia ravinteiden, mm. fosforin otossa
 - Runsas fosfori vähentää keräsienijuurten määrää ja 'tarvetta'
- Suojaa kasveja taudinaiheuttajilta, raskasmetalleilta tms.
- Kasvi luovuttaa sienelle hiiliyhdisteitä (kulu!)
- Joskus tai joissakin olosuhteissa ero symbioottisen sienijuuren ja loisen tai taudinaiheuttajan välillä voi olla hämärtynyt

Keräsienijuuret maatalousmailla

- Lannoitus ja torjunta-aineet vähentävät keräsienijuurten määrää ja niistä syntyviä hyötyjä
- Muokkaaminen rikkoo rihmastoja maassa
- Ei aina positiivista yhteyttä keräsienijuurten määrän ja sadon välillä
- Kasvilajikkeiden jalostustyössä kyky muodostaa sienijuuria ei ole ollut päähuomion kohteena → enemmän huomiota jatkossa?
- Sienten lisääminen peltoon? Myös sienten kasvulle olosuhteet kohdalleen!



Maan biologia ja aggregaatit à helppo ratkaisu?

nature
ecology & evolution

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0344-y>

Soil biota contributions to soil aggregation

Anika Lehmann^{1,2*}, Weishuang Zheng³ and Matthias C. Rillig^{1,2}

- Meta-analyysi: bakteerit ja sienet tärkeämpiä maan mururakenteen muodostumiselle kuin maaperäeläimet
- ‘This will require a shift from the current management and physicochemical perspective to an approach that fully embraces the significance of soil biota, their diversity and interactions’
- à maaperän biologia huomioon enemmän käytännöissä?

Ecology Letters, (2009) 12: 452–461

doi: 10.1111/j.1461-0248.2009.01303.x

Soil aggregation and carbon sequestration are tightly correlated with the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi: results from long-term field experiments



Keräsienijuuret ja Priming, hyvästä vai pahasta?

Arbuscular Mycorrhizal Fungi Increase Organic Carbon Decomposition Under Elevated CO₂

Lei Cheng,^{1*} Fitzgerald L. Booker,^{2,3} Cong Tu,¹ Kent O. Burkey,^{2,3} Lishi Zhou,^{1,4} H. David Shew,¹ Thomas W. Rufty,³ Shuijin Hu^{1†}

31 AUGUST 2012 VOL 337 SCIENCE www.sciencemag.org

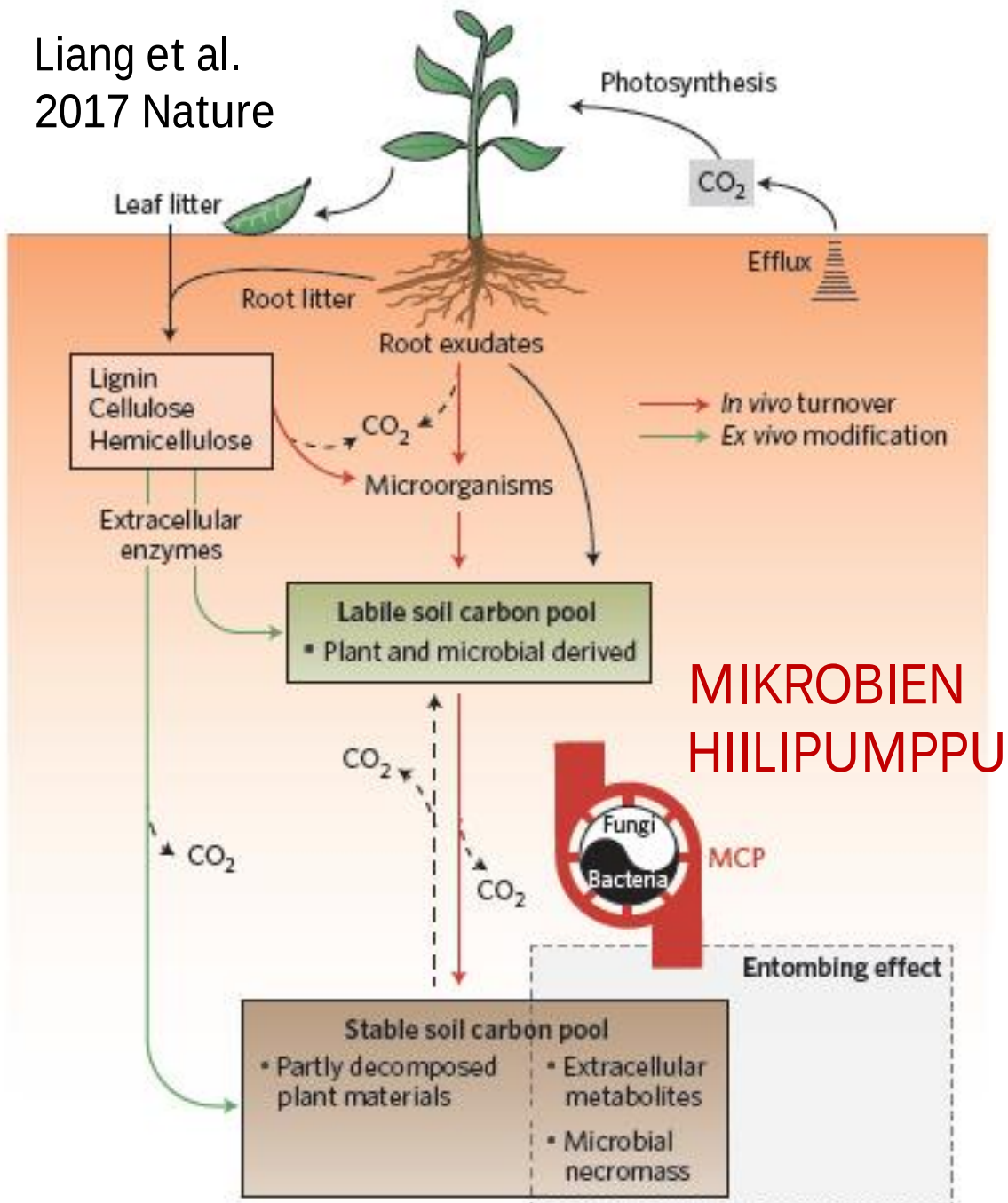
- Sienijuuri lisää hajotusta mutta myös parantaa mururakennetta ja hiilensidontaa??

Ecology Letters, (2009) 12: 452–461

doi: 10.1111/j.1461-0248.2009.01303.x

Soil aggregation and carbon sequestration are tightly correlated with the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi: results from long-term field experiments

Liang et al.
2017 Nature

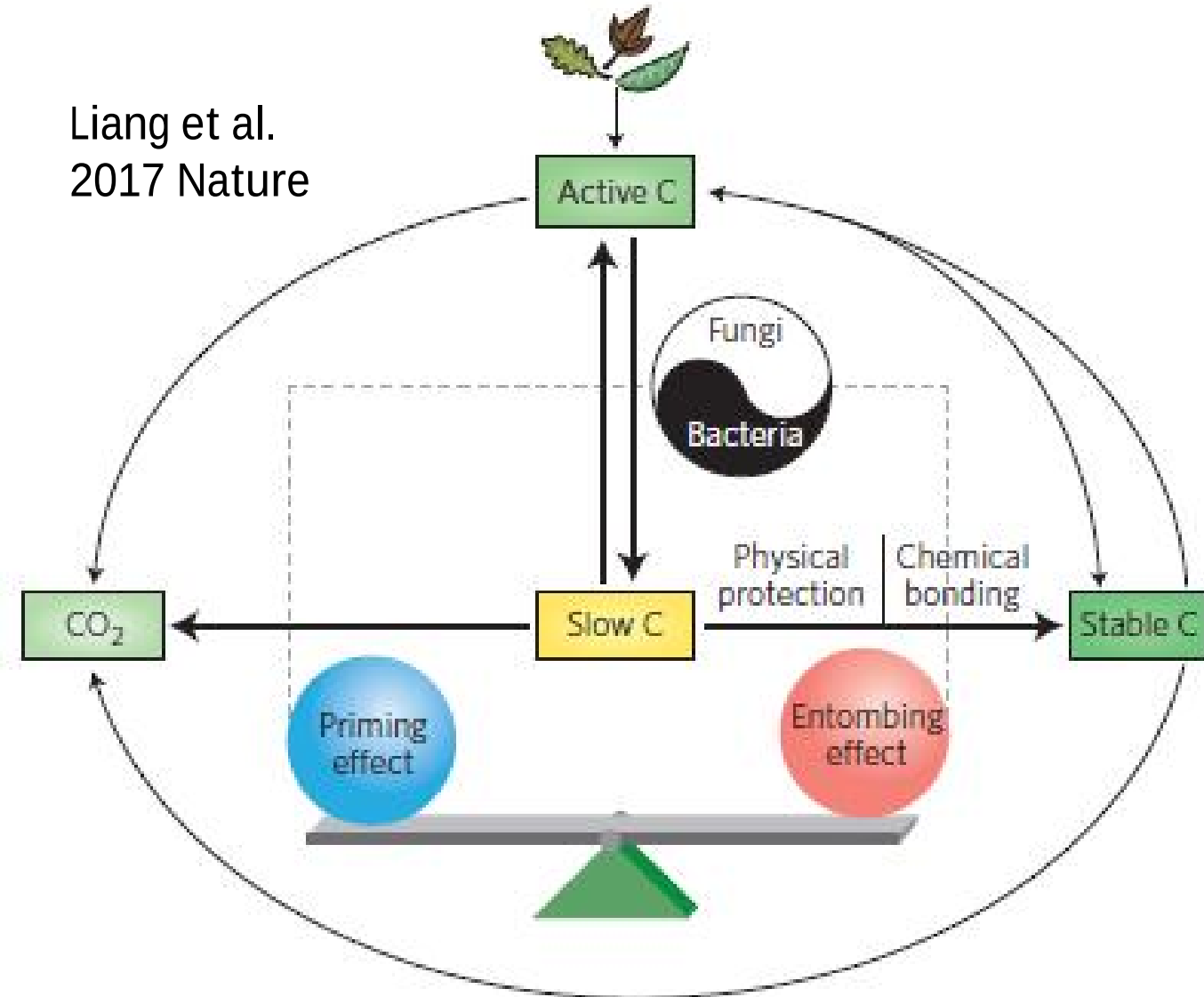


2. Paradigman muutos maaperän hiilen tutkimuksessa

- Vanha näkemys: Maaperän hiili muodostuu lähinnä hajoamattomista kasvinjäänteistä
- Uusi näkemys: Suuri osa maaperän hiilestä on peräisin mikrobien jätteistä
- Mikrobit muuttavat hiiltä vaikeammin hajoavaan muotoon

Mikrobien hiilipumppu säätelee hiilivaraston kokoa

Liang et al.
2017 Nature



- Priming effect = kun maahan lisätään helposti hajotettavaa orgaanista ainesta tämä lisää myös maaperässä jo olevan orgaanisen aineksen hajotusta, mikä voi johtaa hiilen häviöön maasta
- Entombing effect = mikrobibiomassan jäänteiden stabiloituminen maassa voi kuitenkin tasapainottaa tätä häviötä, tai jopa lisätä maaperän hiilimäärää

Mikrobien hiilipumppu ja uudet viljely- ja maanparannusmenetelmät

- 1) Sienten dominanssin lisääminen maaperän minimimuokkauksella ja/tai orgaanisen aineen lisäyksillä maahan (kuidut ja biohiili)
- 2) Ympärivuotinen kasvipeite/nurmi
- 3) Syväjuuriset kasvit



Entä mitä jos teemme tätä kaikkea yhtä aikaa?

Yhteisvaikutus isomman juurten hiilisyötteen ja
esim. biohiilen maahan lisäyksen välillä?

nature
climate change

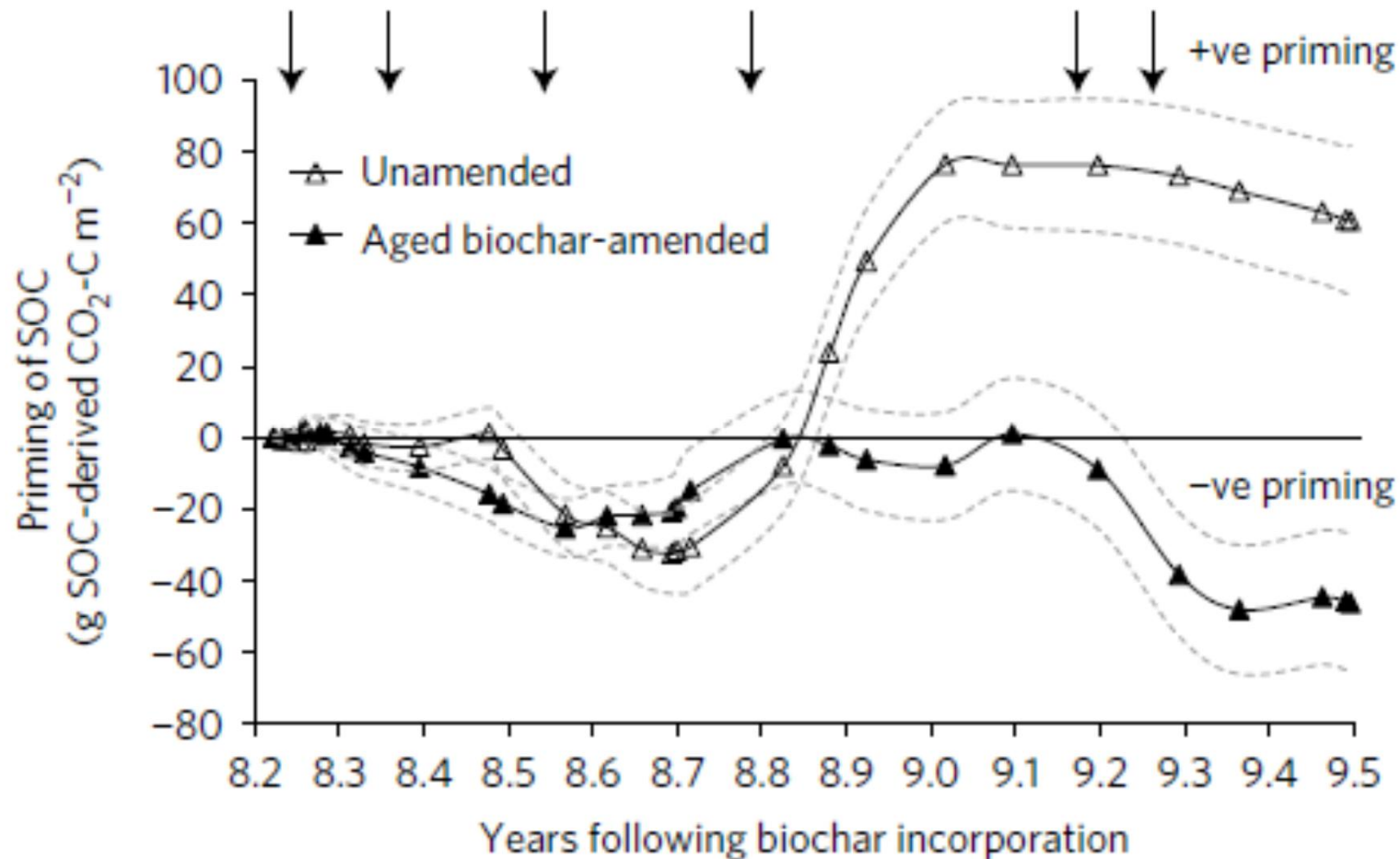
ARTICLES

PUBLISHED ONLINE: 24 APRIL 2017 | DOI: 10.1038/NCLIMATE3276

Biochar built soil carbon over a decade by stabilizing rhizodeposits

Zhe (Han) Weng^{1,2}, Lukas Van Zwieten^{1,3,4*}, Bhupinder Pal Singh^{1,5}, Ehsan Tavakkoli^{2,6},
Stephen Joseph^{7,8,9†}, Lynne M. Macdonald¹⁰, Terry J. Rose⁴, Michael T. Rose³, Stephen W. L. Kimber³,
Stephen Morris³, Daniel Cozzolino¹¹, Joyce R. Araujo¹², Braulio S. Archanjo¹² and Annette Cowie^{1,13}

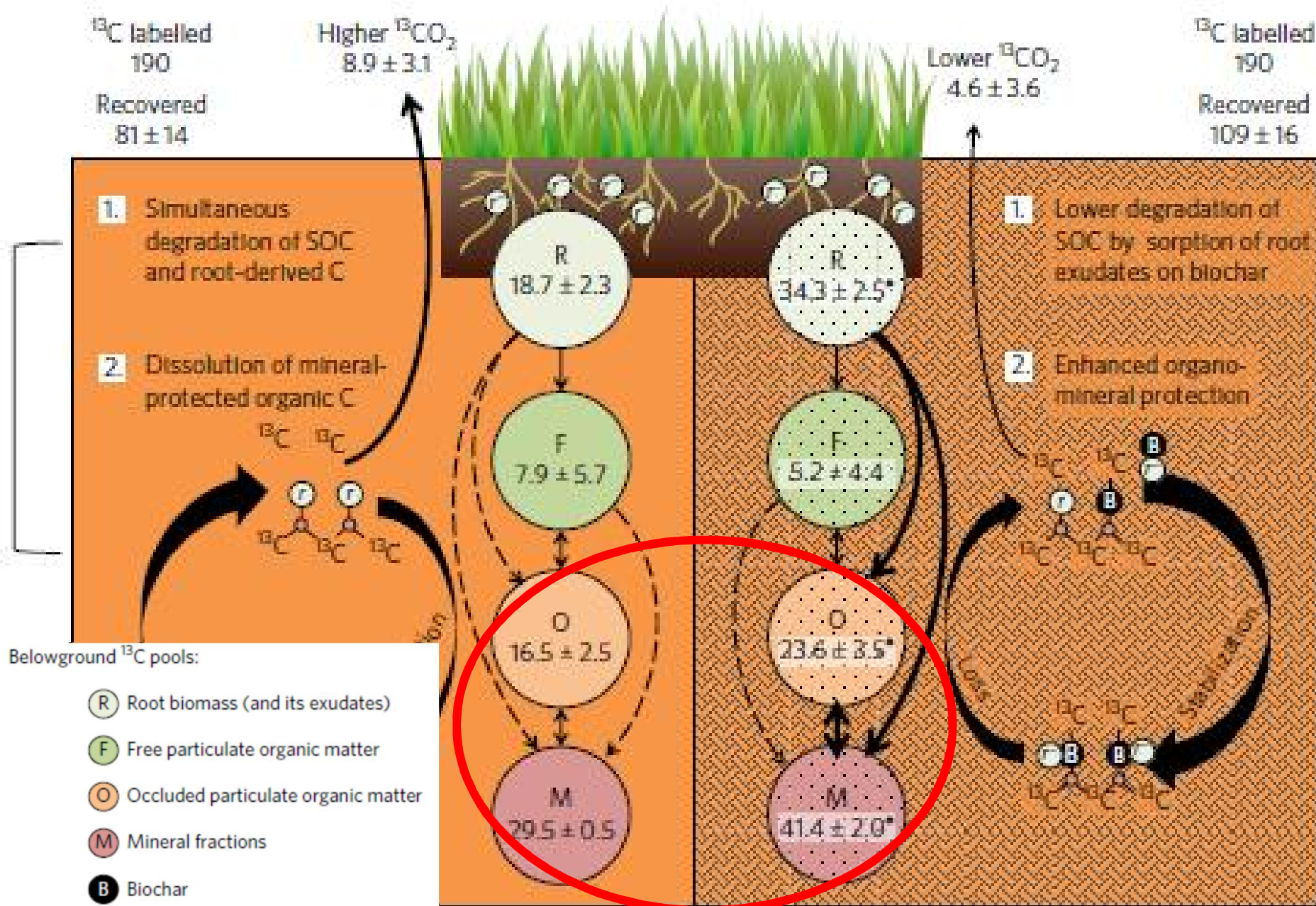
Lisääntynyt orgaanisen aineen hajotus (positiivinen priming)
vähenee biohiilen lisäämisen seurauksena
à juurista tulevien hiiliyhdisteiden stabiloituminen maahan



Weng et al. 2017,
Nature Climate Change

a Unamended control

b Amended with biochar 9.5 years ago

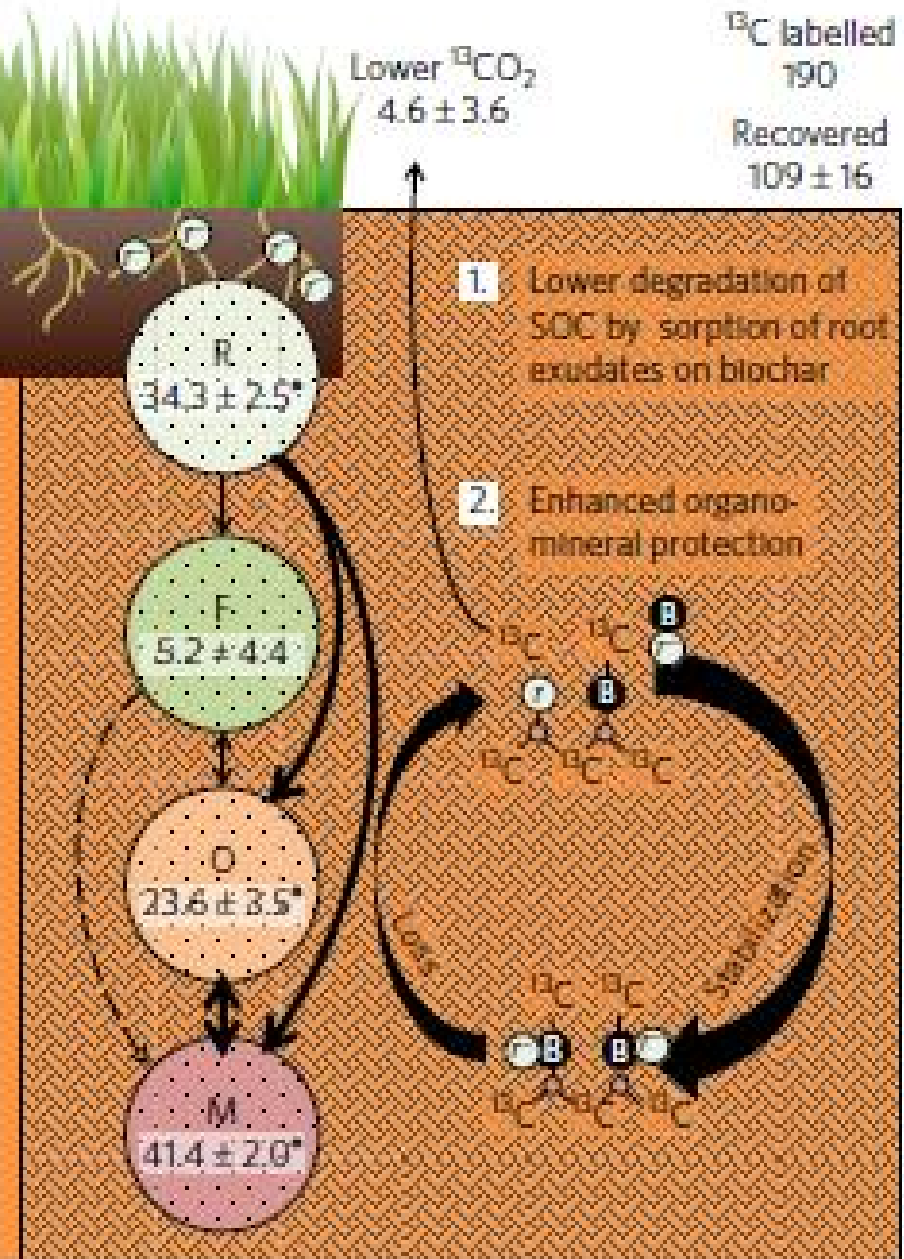


Biohiili lisäsi hiilen stabiloitumista:

-maan murujen sisälle stabiloitunut partikkelimainen orgaaninen aines (O-occluded POM)

-lisääntynyt hiilen stabiloituminen mineraaleihin (M=mineral fractions, $< 53 \mu\text{m}$)

b Amended with biochar 9.5 years ago

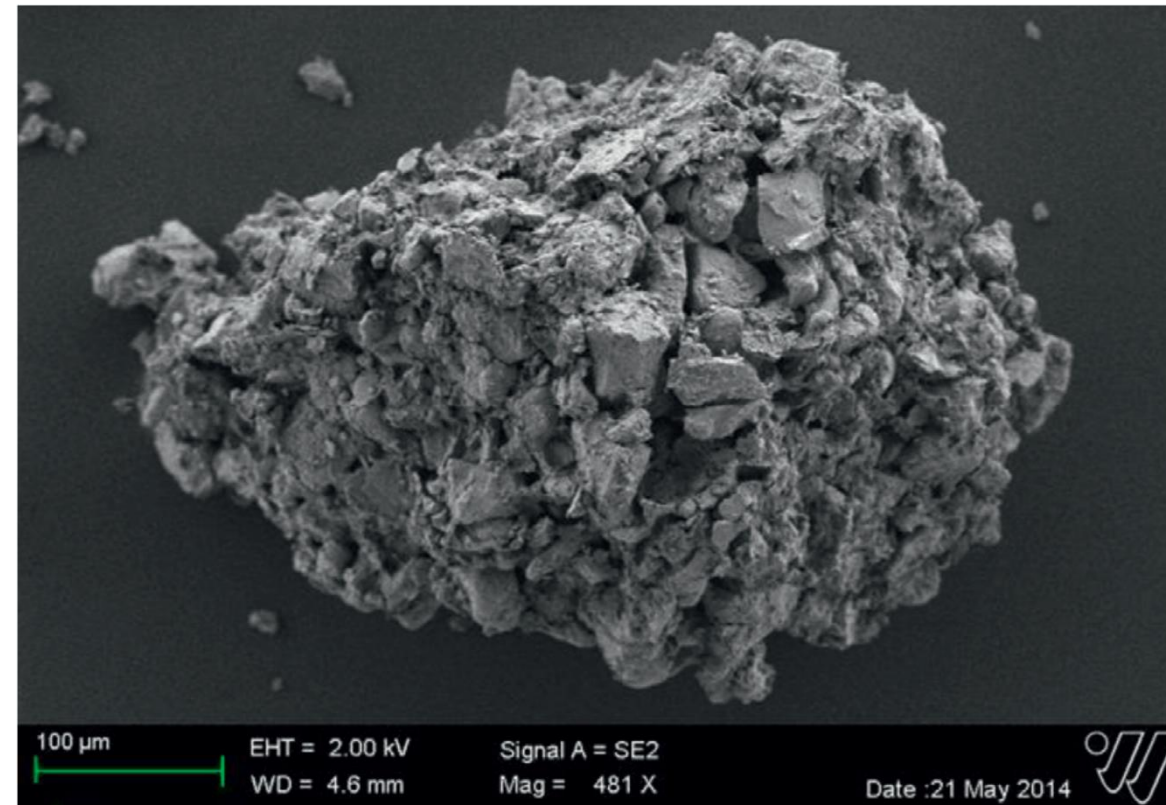


• Mikrobien rooli tässä?

- Biohiilen lisäys kasvattanut mikrobien hiilen käytön tehokkuutta (efficiency of native SOC use)
- Onko mikrobiyhteisön muutoksella tekemistä tämän kanssa? (Ding et al. 2013)
- Mikrobiyhteisön vaikutus maan murujen muodostukseen?

Aggregaattien (murujen) muodostuminen

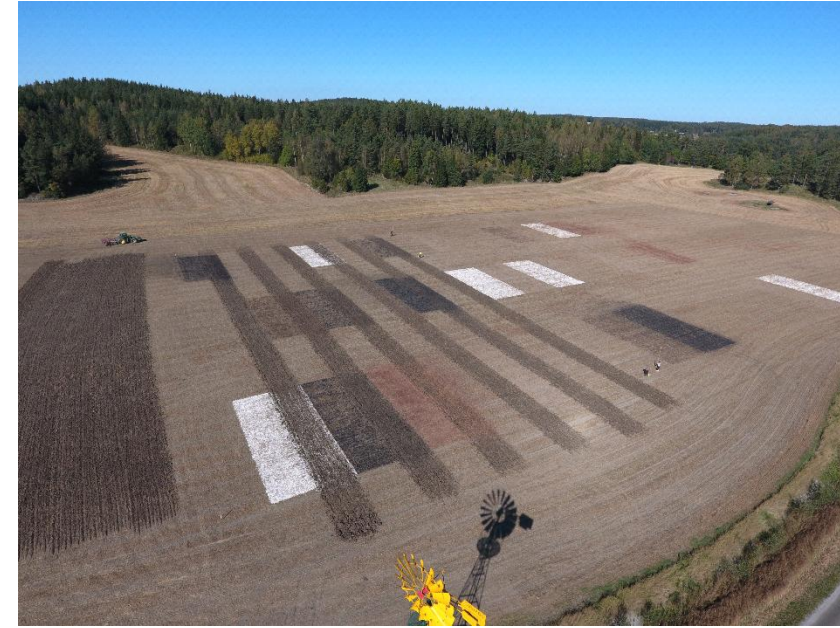
- ‘Mikroaggregaatit’ alle 250 μm
 - ‘Makroaggregaatit’ yli 250 μm
 - Sienet tärkeitä isompien partikkelien muodostumisessa
 - Bakteerit erityisen tärkeitä pienten partikkelien muodostumisessa
 - Mikrobien tuottamia sidosaineita tutkittu paljon mururakenteen muodostajina, mutta näiden aineiden merkitystä pienten mikroaggregaattien synnyssä ei juuri tutkittu
- (Totsche et al. 2018, review)



3. Tulevia 'omia' kokeita

Keväällä 2018 alkaa hanke 'Hiilen sitominen peltomaahan: maanparannusaineiden vaikutus mikrobiologiaan'

- Koeala Paraisilla, PäästöSäästö –hankkeen koekenttä
- 15 erilaista käsittelyä (mm. biohiili, nollakuitu, ravinnekuitu, sikalaliete jne.)
- Maaperän mikrobiologiaa
 - Mikrobien kokonaismäärät
 - Aktiivisuus
 - DNA-menetelmillä tarkka tunnistus, myös juurista



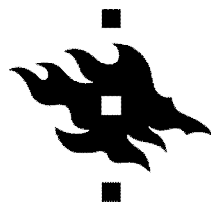


ILMATIETEEN LAITOS

SITRA



Kiitos!



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI



S Y K E



MAJ JA TOR NESSLINGIN SÄÄTIÖ