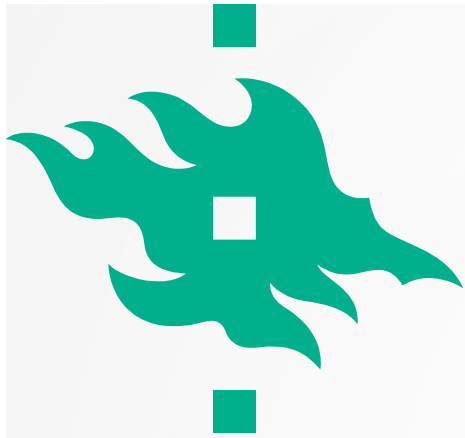




Biohiilen vaikutus metsämaan hiilen ja typen virtoihin

Marjo Palviainen¹ & Jukka Pumpanen²

¹ Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos

² Itä-Suomen yliopisto, Ympäristö- ja biotieteiden laitos, Kuopio

Biohiilen käyttö ja tulevaisuus-seminaari, Evo 9.3.2018



Biohiili



- ☐ Biohiiltä syntyy energiantuotannossa, kun eloperäistä ainetta kuumennetaan pyrolyysiprosessilla vähän happea sisältävissä olosuhteissa.
- ☐ Tuotantoprosessissa saadaan kaasua/bioöljyä. Sivutuotteena syntyvä hiiltojäännös = biohiili
- ☐ Raaka-aineeksi soveltuu maa-, metsä- ja elintarviketalouden sivuvirrat tai yhdyskuntajäte (puu, oljet, lanta, liete).



Biohiilen mahdolliset hyödyt

- ☐ Ilmastonmuutoksen hillintä ja hiilen sidonta maahan
 - ☐ Materiaalien ja ravinteiden kierrätys takaisin alkutuotantoon, jätteiden syntymisen väheneminen, lannoitustarpeen väheneminen, metsäbioenergian korjuun kestävyysparantaminen
 - ☐ Maanparannusaine, viljelykasvien ja puuston kasvun paraneminen
 - ☐ Huuhtoumien (ravinteet, kemikaalit) väheneminen
- Biohiilen vaikutuksista boreaalisissa metsissä on vain vähän tietoa.



Biohiili metsässä

- ❑ Biohiili voi lisätä maan pH:ta, kationinvaihtokapasiteettia, vedenpidätyskykyä ja mikrobiaktiivisuutta. Biohiilen hiilestä osa liukoista (priming efekti)
- Kiihtyykö maaperässä olevan vanhan orgaanisen aineen hajotus?
- ❑ Biohiili voi toimia maanparannusaineena ja lisätä puuston kasvua ja hiilen sidontaa.
- ❑ Typen niukkuus rajoittaa kangasmetsissä puuston kasvua. Vaikuttaako biohiili typen saatavuuteen?





"Biohiilen käyttö maaperän laadun parantamisessa; voidaanko biohiilellä lisätä puuston kasvua ja maaperän hiilivarastoja" (2015-2017)

- ❑ Itä-Suomen yliopisto, Kuopio: *Prof. Jukka Pumpanen*
- ❑ Helsingin yliopisto: *Frank Berninger, Kajar Köster, Marjo Palviainen*
- ❑ Commission for Interdisciplinary Ecological Studies (KIÖS), Austrian Academy of Sciences (ÖAW), Vienna, Austria: *Viktor Bruckman*

Rahoitus: Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö



Tavoitteet

- 1) Selvittää, miten biohiilen lisäys vaikuttaa maan orgaanisen aineen hajoamiseen, puuston kasvuun ja boreaalisen metsän hiilitaseeseen
- 2) Tutkia, miten hiili- ja typpivarastot ja –virrat muuttuvat maaperässä ja kasvillisuudessa biohiilen lisäyksen jälkeen





Tutkimusalue

- ❑ Kenttäkoe perustettiin toukokuussa 2015 Juupajoelle Hyytiälän metsäaseman lähelle
- ❑ Nuoria (~20 v.) kuivan kankaan CT- ja VT tyypin männiköitä
- ❑ Puuston keskipituus 5,0 m, rinnankorkeusläpimitta 4,9 cm ja puiden lukumäärä 4025 ha⁻¹
- ❑ Maa hyvin vettä läpäisevää, lajittunutta karkeaa hiekkaa





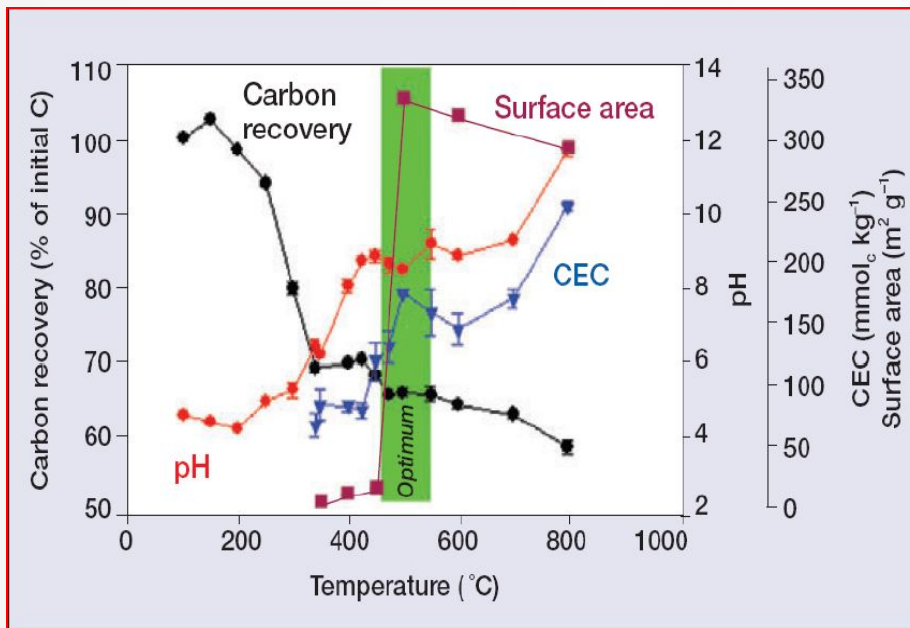
Biohiili

- ❑ Kuusihakkeesta tuotettu biohiili
(Sonnenerde, Itävalta)
- ❑ Partikkelikoko 5-10 mm
- ❑ Kaksi tuotantolämpötilaa:
500°C ja 650°C





Biohiilen ominaisuudet ja pyrolyysilämpötila



(Lehman 2007)

Lämpötilan kasvaessa:

- Biohiilen saanto pienenee
- Sidotun hiilen määrä kasvaa
- Pinnan ala kasvaa
- Kationinvaihtokapasiteetti kasvaa
- pH kasvaa



Koeasetelma

Viisi käsittelyä:

1. Biohiili 500°C, 0.5 kg m⁻² (5 t/ha)
2. Biohiili 500°C, 1.0 kg m⁻² (10 t/ha)
3. Biohiili 650°C, 0.5 kg m⁻² (5 t/ha)
4. Biohiili 650°C, 1.0 kg m⁻² (10 t/ha)
5. Kontrolli= ei biohiiltä

☐ Koealat 15 m x 15 m

☐ 4 replikaattimetsikköä

☐ Biohiili levitettiin maan pinnalle

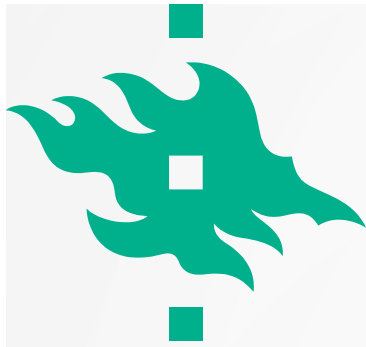




Mittaukset

- ☐ Maan hiili- ja typpivarastot
- ☐ Maahengitys
- ☐ Maan pH, lämpötila
- ☐ Mikrobibiomassa
- ☐ Typen mineralisaatio, biologinen typen sidonta
- ☐ Puuston kasvu, hienojuurten tuotos, neulasten typpipitoisuudet, muutokset pintakasvillisuudessa, kasvillisuuden hiili- ja typpivarastot





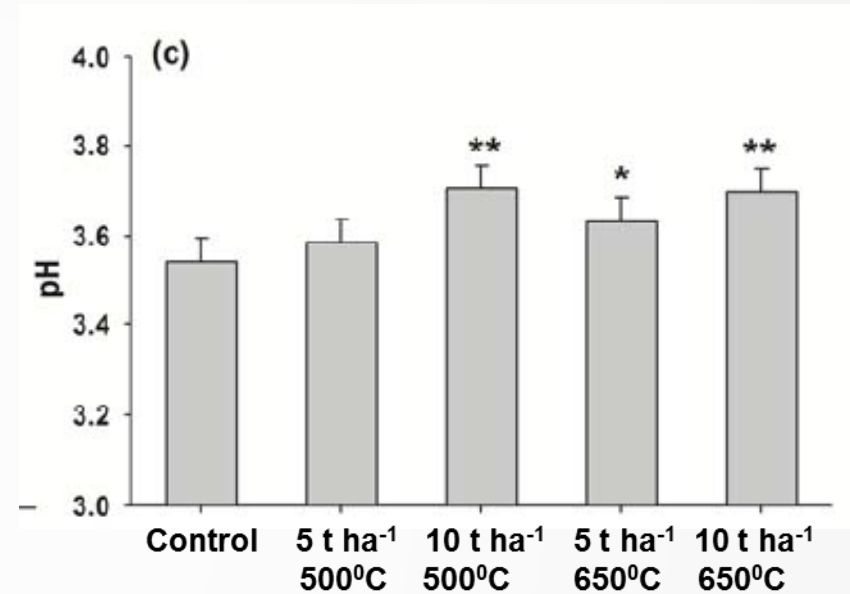
Maaperän ja biohiilen ominaisuudet

	N (%)	C (%)	C:N suhde	pH	LOI
Humuskerros	0.91	29.82	33	3.5	
Mineraalimaa 0-5 cm	0.11	3.23	29	4.3	
Mineraalimaa 5-15 cm	0.05	1.28	26	4.8	
Biohiili 500°C	0.87	60.61	70	8.7	82.0
Biohiili 650°C	0.29	60.61	364	8.9	87.5



Maan pH

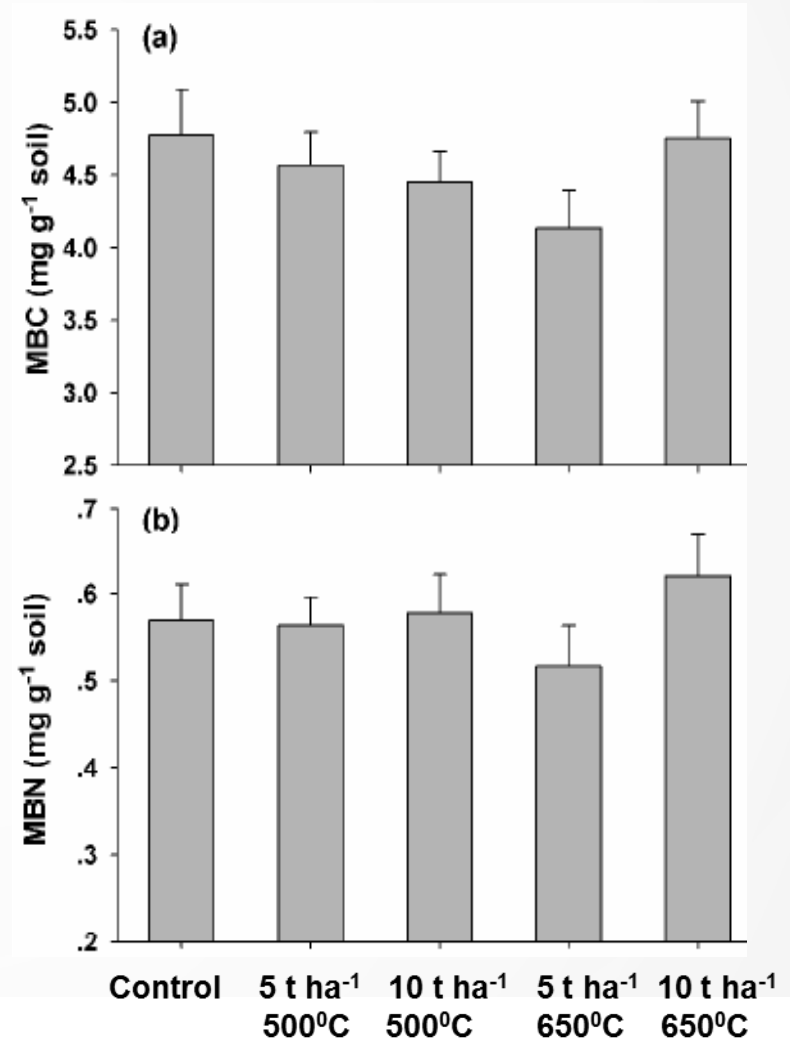
- ❑ Maan pH korkeampi biohiilikoealoilla kuin kontrollikoealoilla
- ❑ Korkeampi pH 10 t ha⁻¹ biohiilikäsittelyssä kuin 5 t ha⁻¹ biohiilikäsittelyssä





Mikrobibiomassa

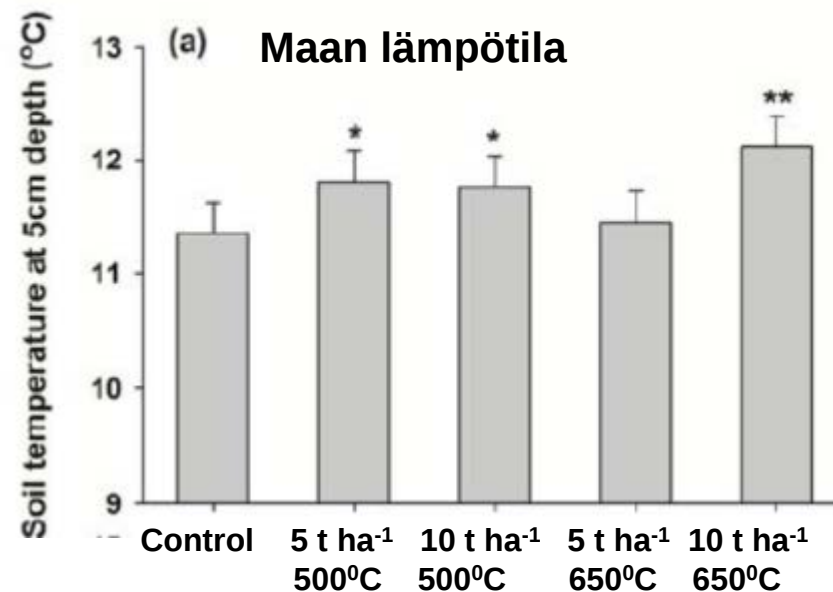
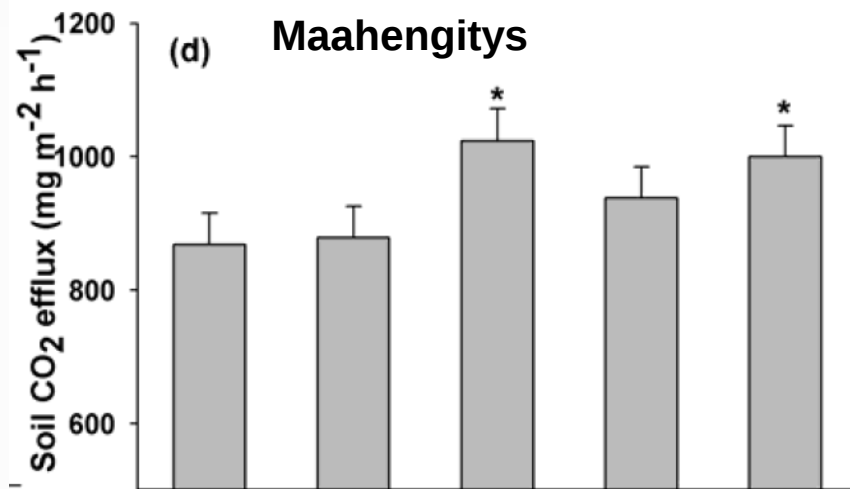
- ❑ Biohiilikäsittelyllä ei ollut vaikutusta mikrobibiomassaan sitoutuneen hiilen ja typen määriin



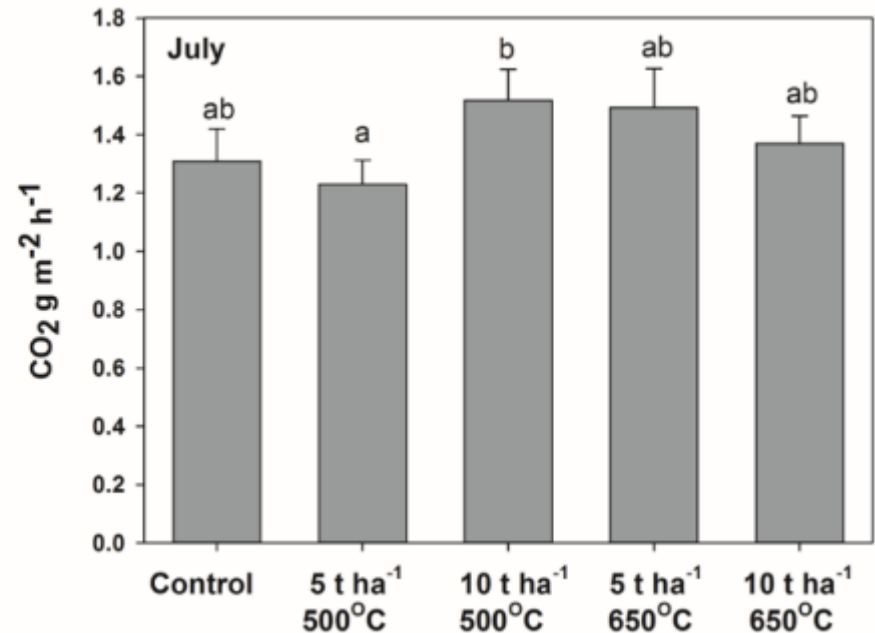
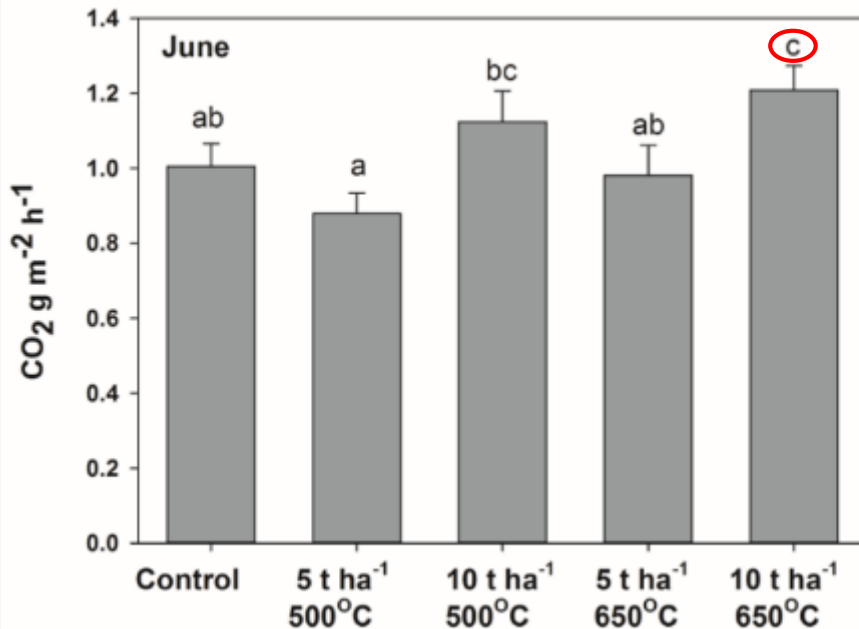


Maahengitys, 1. kesä (1-4 kk käsittelystä)

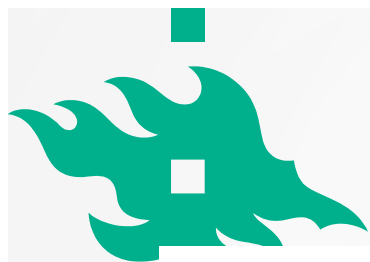
- ☐ Maahengitys suurempi 10 t ha⁻¹ biohiilikäsittelyssä kuin kontrollialueilla
- ☐ Ensimmäisien kuukausien aikana biohiilikäsittely lisäsi maahengitystä keskimäärin 11%
- ☐ Biohiilikoealoilla maan lämpötila oli korkeampi (0.1-0.5°C) kuin kontrollialueilla
- ☐ Kun maan lämpötila oli kovariaattina analyyseissä, käsittelyjen välillä ei ollut eroa.
→ Suurentunut maahengitys johtui maan lämpenemisestä biohiilen lisäyksen jälkeen



Maahengitys, 2. kesä (13-14 kk käsittelystä)



- ☐ Toisena kesänä maahengityksessä ei ollut nähtävissä selvää vastetta biohiilikäsittelyyn
- ☐ Vain kesäkuussa 10 t ha⁻¹ biohiilikoealoilla (650°C) oli merkitsevästi korkeampi CO₂ vuo verrattuna kontrollialueisiin. Maan lämpötila ei eronnut merkitsevästi käsittelyjen välillä enää 2. kesänä.
- ☐ Biohiilen pyrolyysilämpötila ei vaikuttanut maahengitykseen



Samanlaisia tuloksia myös Itävallassa. Biohiilen lisäyksen jälkeen maahengitys suurenee, mutta vaikutus katoaa ensimmäisen kuukauden aikana

Viktor J. Bruckman et al. / Energy Procedia 76 (2015) 381 – 387

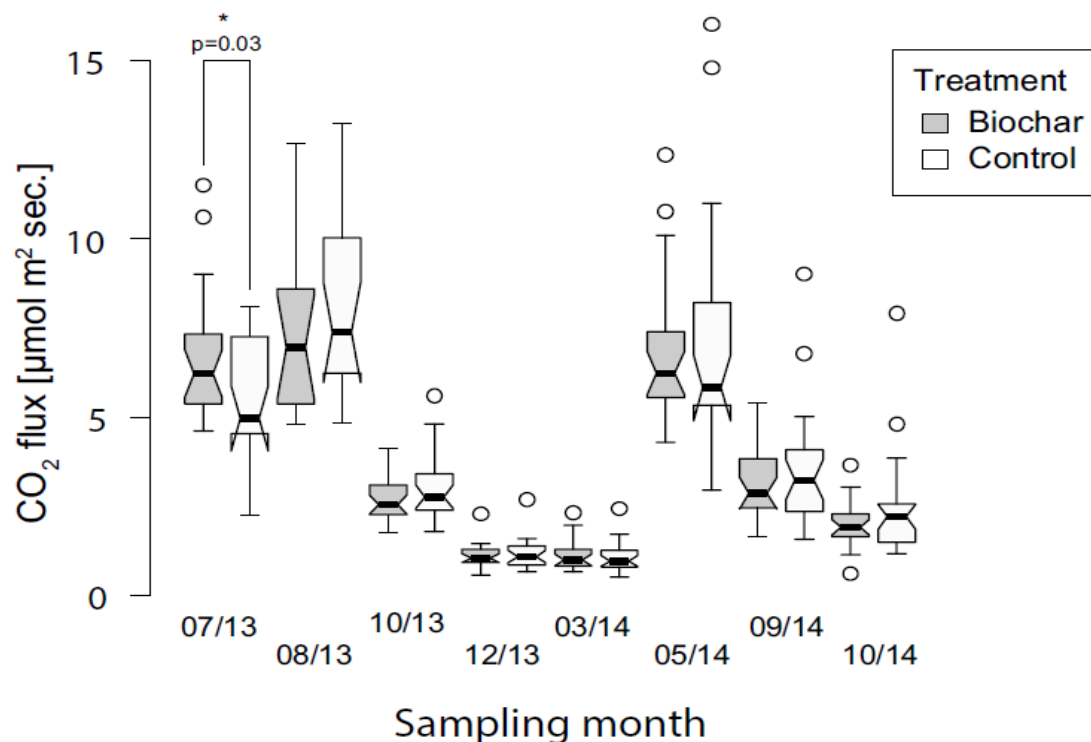
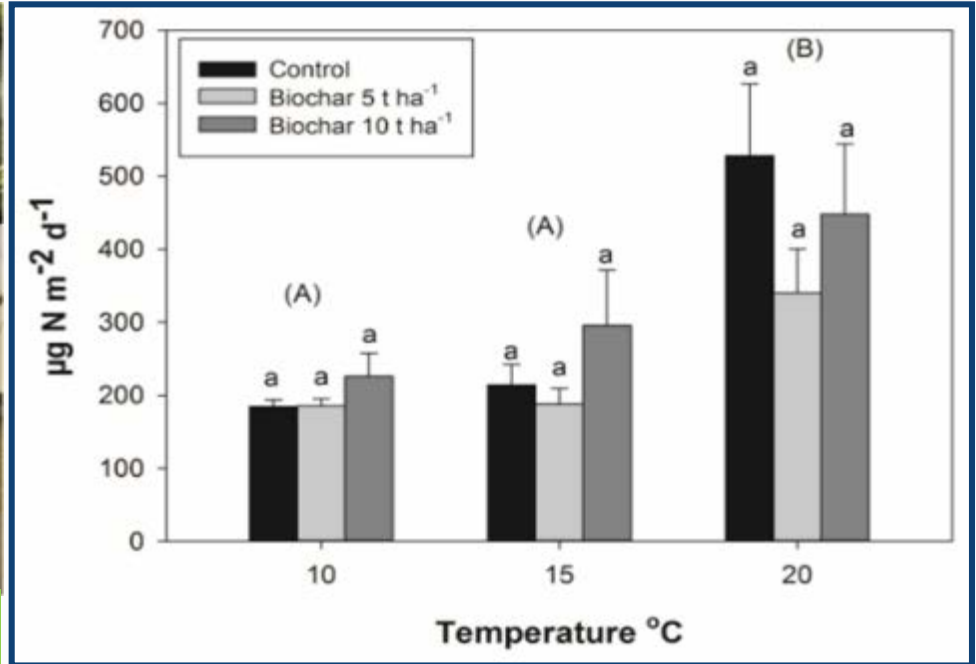
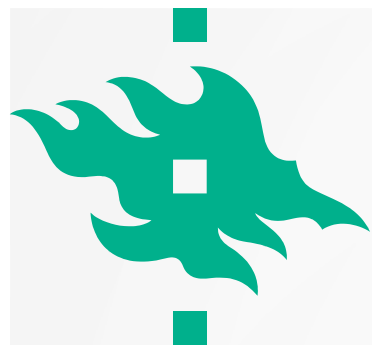


Fig. 3. Total soil respiration (R_s) observations until 15 months after biochar amendment on the forest soil surface (10 Mg ha^{-1}). No significant difference was observed despite immediately (2 weeks) after amendment.

Biologinen typen sidonta

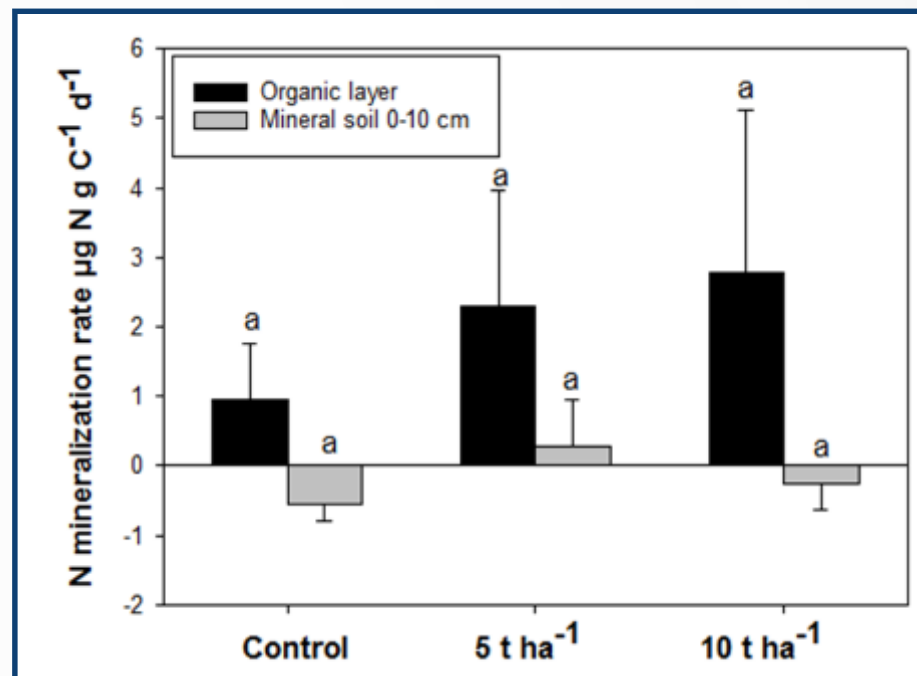


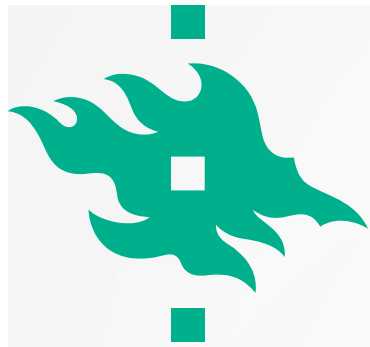
- ☐ Biohiilen lisäys ei vaikuttanut biologisen typen sidonnan määrään
- ☐ Typen sidonta suurinta 20°C lämpötilassa.
- ☐ Vuositasolla mitatut typen sidontamäärät vastaavat 0.5 kg ha⁻¹



Biohiilen vaikutus typen mineralisaatioon

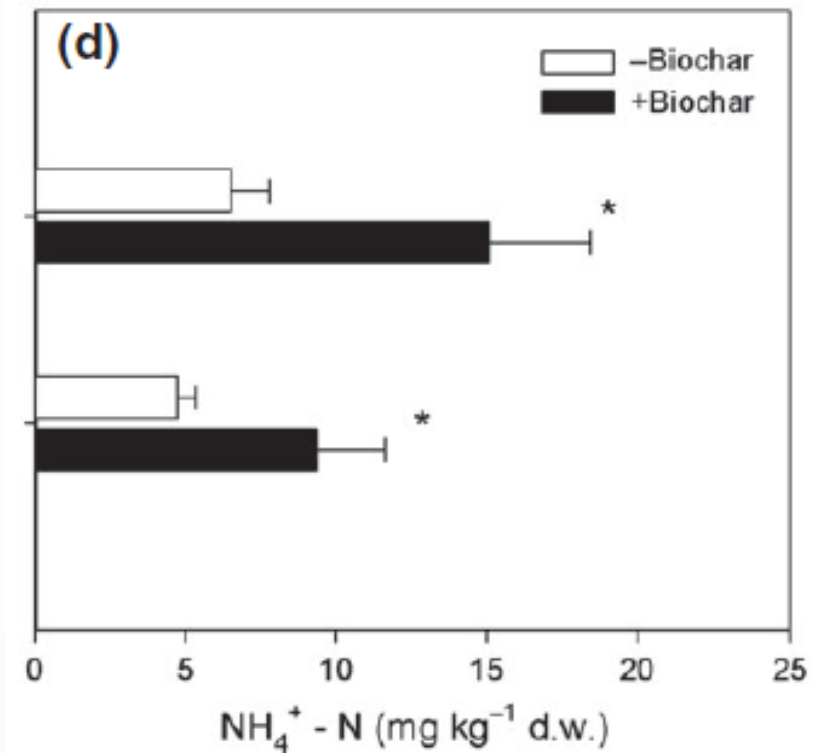
- ☐ Biohiilikäsittely ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi typen mineralisaatioon, ammonifikaatioon eikä nitrifikaatioon
- ☐ Humuskerroksessa keskimääräiset typen mineralisaationopeudet kasvoivat lisätyn biohiilimäärän myötä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (hajonta suurta)



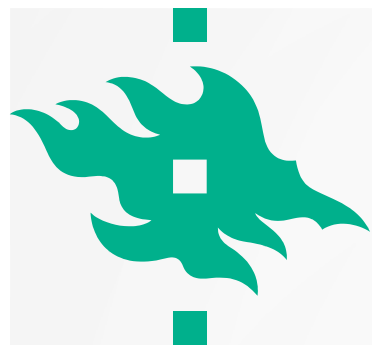


Biohiili ja typen saatavuus

- Ruotsalainen tutkimus:
Biohiilen sekoittaminen
maahan (10 t ha^{-1}) nuoressa
mäntymetsässä lisäsi maan
ammonium pitoisuuksia ja
typen mineralisaatiota
maassa
- Biohiilen lisääminen maahan
voi lisätä kasveille
käyttökelpoisen typen
määrää maaperässä



Gundale et al. 2015, GCB Bioenergy



Biohiili ja puuston kasvu

- ☐ Mittaamme kenttäkokeellamme puuston kasvua ja tynen ottoa
- ☐ Käynnissä hanke ”Biohiili – uusi tapa parantaa metsäpuiden taimien kasvatuksen ja metsänuudistamisen ympäristöystävällisyyttä ja tehokkuutta” Egle Köster/Helsingin yliopisto.
Rahoittaja: Marjatta ja Eino Kollin säätiö
- ☐ Parantaako biohiilen lisäys männyn, kuusen ja koivun taimien kasvua taimitarhoilla ja parantaako taimien selviytymistä istutuksen jälkeen.
- ☐ Voidaanko biohiiltä käyttämällä vähentää kalkituksen, lannoituksen ja kastelun tarvetta taimitarhoilla





Puuston kasvu – meta-analyysi

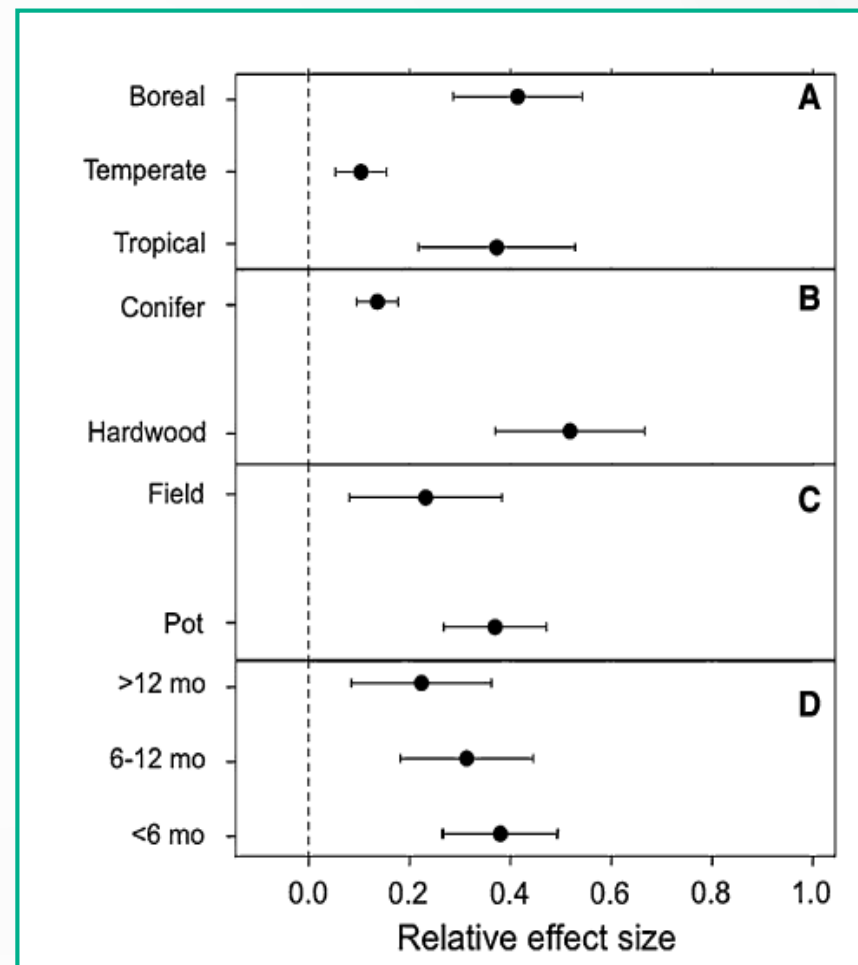
❑ Keskimäärin 41 % lisäys biomassassa

❑ Kasvuvasteet:

- i. boreaaliset ja trooppiset metsät > lauhkea vyöhyke
- ii. Nuoret puut > vanhat puut
- iii. Lehtipuut > havupuut

❑ Hajonta suurta (biohiilen ominaisuudet vaihtelevat suuresti riippuen lähtömateriaalista ja pyrolyysilämpötilasta)

❑ Vähän kenttäkokeita ja tutkimuksia boreaalisissa metsissä!

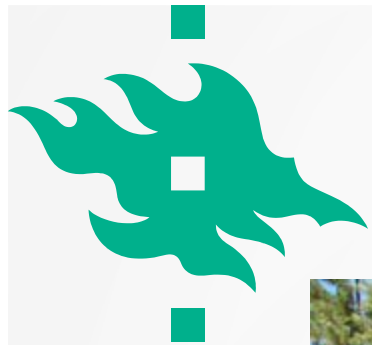


(Thomas & Gale 2015. *New Forests*)



Johtopäätökset

- ❑ 5–10 t ha⁻¹ puubiohiilen lisäys boreaaliseen metsään ei näyttäisi aiheuttavan suuria tai pitkäaikaisia muutoksia maahengityksessä tai uhkaa maassa jo oleville hiilivarastoille
- ❑ Biohiili ei vaikuta haitallisesti maan mikrobibiomassaan tai tärkeisiin typen kierron prosesseihin, ainakaan lyhyellä aikavälillä
- ❑ Biohiili on lupaava hiilensidonta- ja ilmastonmuutoksen hillintäkeino metsissämme
- ❑ Suomessa on paljon hakkuutähteitä ja energiapuuta biohiilen raaka-aineeksi. Tuotantoprosessien optimointi: mahdollisimman korkea energiasaanto ja mahdollisimman hyvä säilyvyys maaperässä.
- ❑ Enemmän pitkäaikaisia kenttäkokeita tarvitaan



KIITOS!

