



Biohiilien käyttö maatilalla

Priit Tammeorg

<http://biochar-hy.blogspot.com>



Maaperän hiilen parempi hallinta on ratkaisevan tärkeää!

- Suomen maatalous tuottaa nyt 16 M CO₂-eq, 28% kansallisista päästöistä
- Maatalouden päästöistä 75 % maaperästä

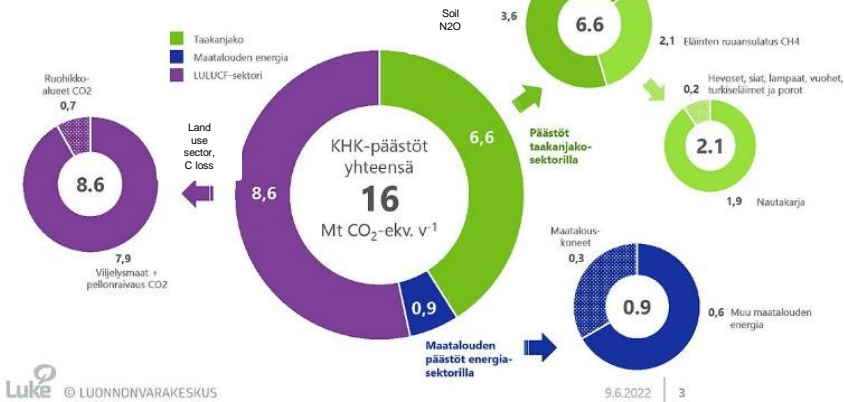


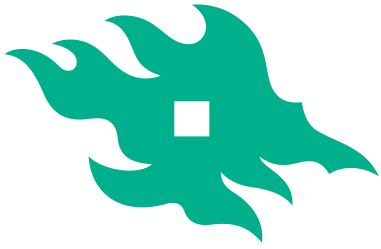
Maatalouden vähähiilisyystiekartta 2024

Ilmastoskenaariossa maatalouden päästöt alenevat kunnianhimoisimmillaan 42 % vuoteen 2035

Ilman merkittäviä muutoksia politiikassa maatalouden päästöt alenisivat 5 % vuoteen 2035.

Maataloudesta lähtöisin olevat KHK-päästöt 2019 Mt CO₂-ekv. v⁻¹





Kivennäismaiden **hiiliviljelyllä** on suuri soveltamispotentiaali

WAM2-skenaariossa kivennäismaiden hiilinielu kasvaa tasolle 0,45 Mt CO₂ ekv. eli näihin sitoutuisi 130 kg C/ha lisää hiiltä keskimäärin vuodessa vuoteen 2035 mennessä.

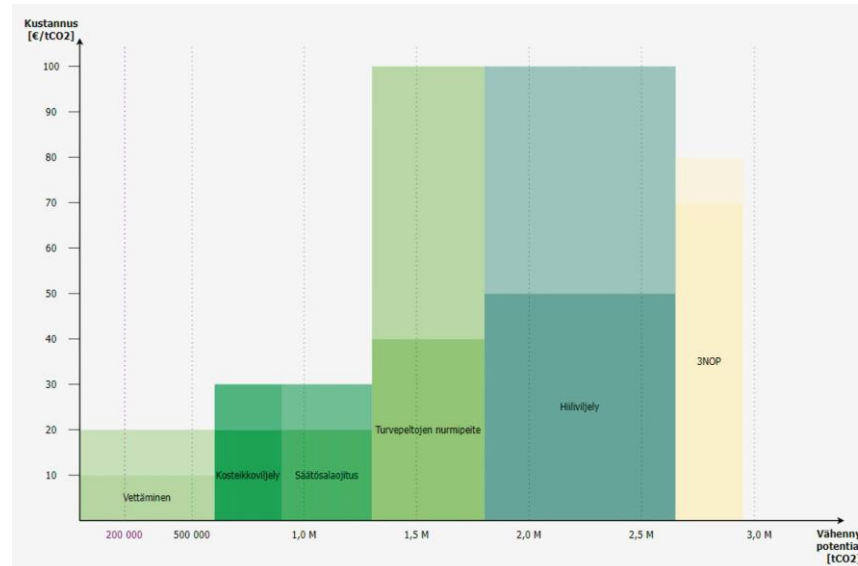
- biokaasu- ja monimuotoisuusnurmet
- palko- ja öljykasvien lisääminen
- satotasojen nousu

Kivennäismaiden hiilisyöte kasvaisi noin 20 % 2015-2035.

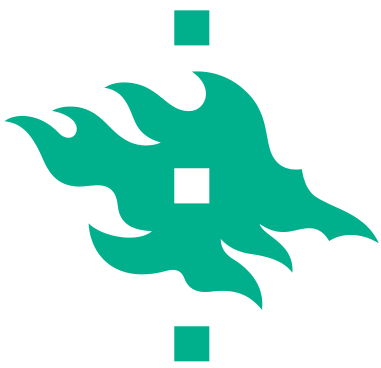
Nettovaikutus lähtötilanteeseen olisi noin 0,95 Mt CO₂ ekv./v

Biohiilien mahdollinen vaikutus näiden päälle!

Maatalouden vähähiilisyystiekartta 2024

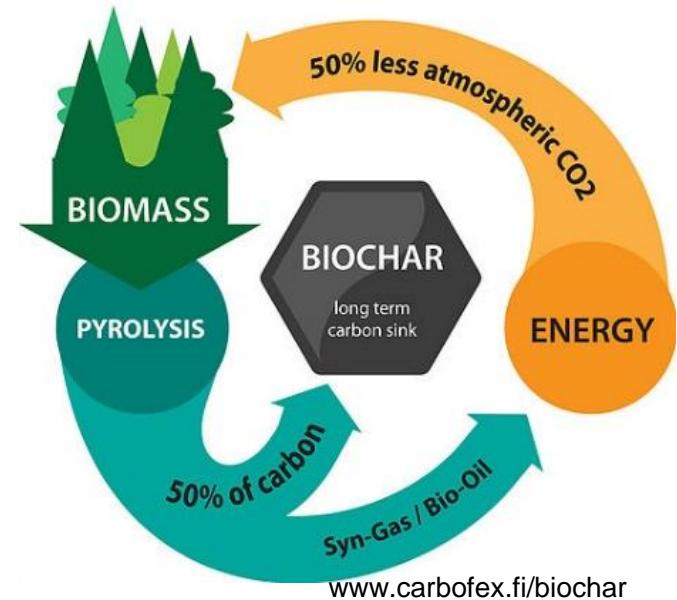


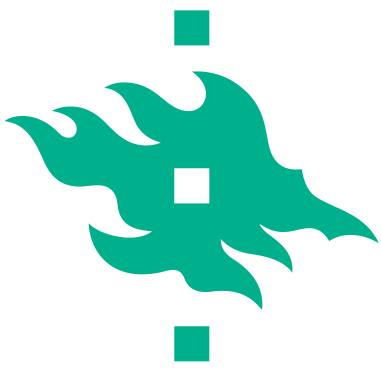
Eräiden maatalouden ilmastotoimenpiteitä järjestettynä päästövähennyksen kustannuksen ja suurimman mahdollisen toteuttamisaajuuden (WAM2-skenaario) mukaan. Päästövähennystoimenpiteiden hintahaitari on merkitty kuviossa haaleammalla värillä lattiahinnan päälle.



Biohiilet
Biohiilet (BH): kasvibiomassojen kuivatislauksella (pyrolyysillä) syntyneet hiilirikkaat materiaalit, **käyttö pitkäaikaisena hiilinieluna**

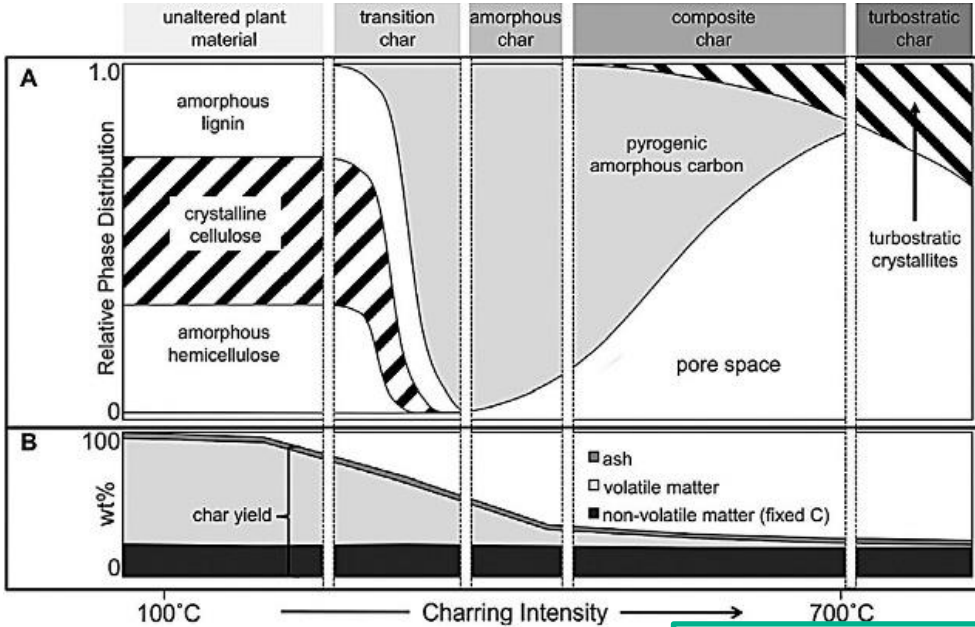
- Pyrolyysissä syntyy myös tisleitä, kaasuja sekä lämpöenergiaa
- **Hydrohiilet/märkähiilet ovat eri aineet (Hydrochars):** märkähiiltämällä tuotetut kiinteät massat
 - Alhaisempi hiilipitoisuus, aromaattisuus->vähemmän pysyviä





Pyrolyysi:

Biomassasta poistuu muut aineet, hiili muuttuu aromaattiseksi



Keiluweit et al. 2010

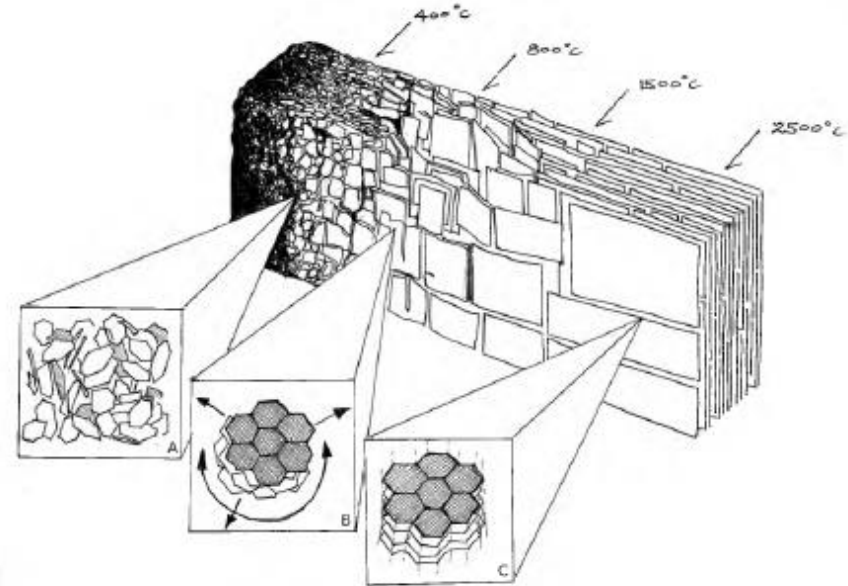
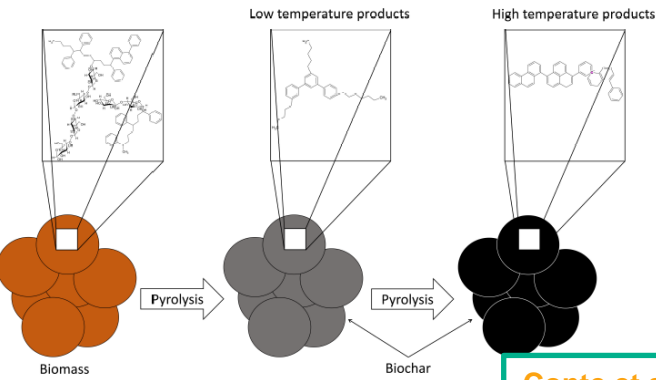


Figure 5.1 Biochar carbon structure relative to highest treatment temperature. Inset (a): Increased degree of aromatic carbon, highly disordered in amorphous mass. Inset (b): Growing sheets of turbostratic aromatic carbon. Inset (c): Structure becomes graphitic with order in the third direction



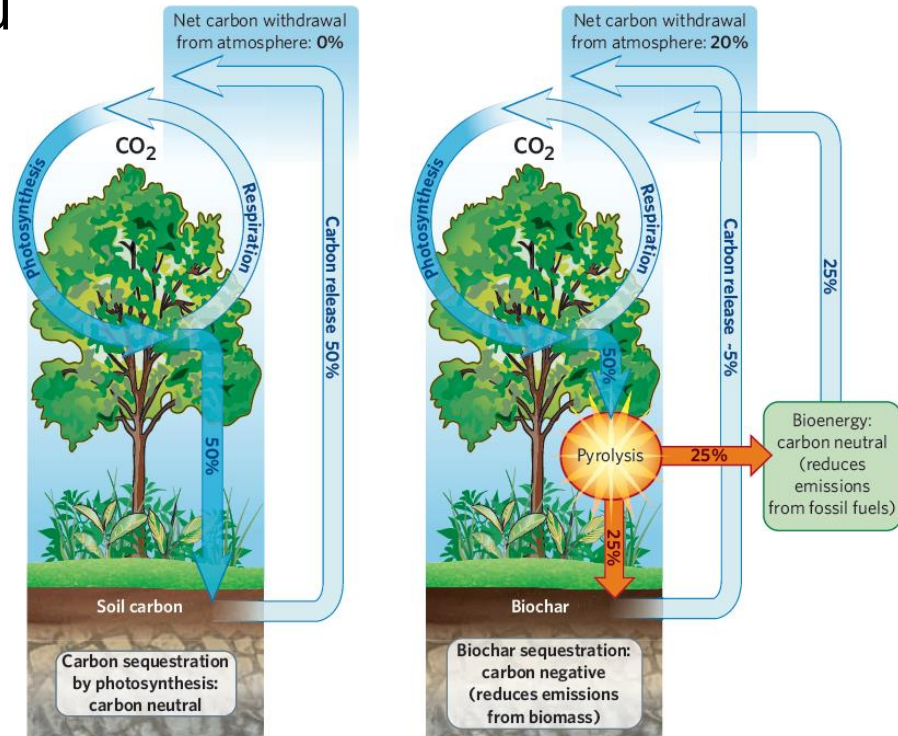
Conte et al. 2021

Chia et al. 2015

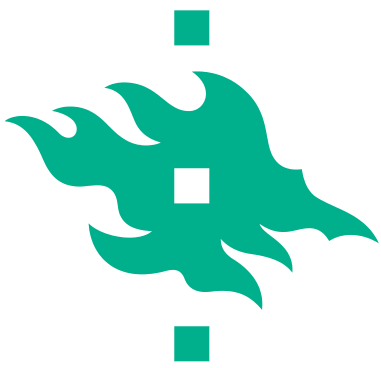


Hiilinielu johtuu pysyvyydestä: Maahan lisättynä kestää hajotusta

- Biomassaan yhteyttämisellä sidottu CO₂ palaa muutaman vuoden kuluttua ilmakehään
- Biohiilen muodossa n. 20% hiilestä sidottu maahan vuosisadoiksi
- **Hiilensidonta ... 1.8 Gt C v⁻¹**
(Woolf et al. 2010, 2016)
- **Vaihtoehtoiset orgaanista hiiltä maahan lisäävät menetelmät max ... 1.5 Gt C vuodessa**



Lehmann 2007



Biohiiliä on lisätty maahan jo vuosituhsansia

• Esimerkkejä:

- **Terra preta tummat maat** Amazoniassa (3000 v sitten; Smith 1980)
- **Kytö** Suomessa ja naapurimaissa (1460 v sitten; Ahokas 2012).

- Näissä enemmän hiiltä, korkeampi maan pH, ravinteet ja vedenpidätyskyky

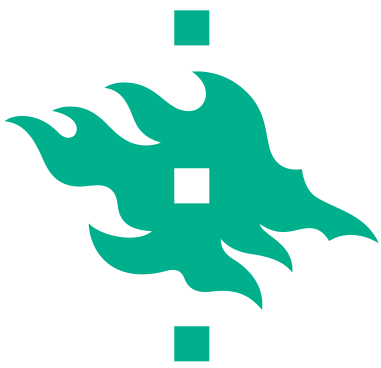
- Korkeammat sadot



A nutrient-poor *Oxisol* transformed into fertile *terra preta*. Photos: Bruno Glaser.



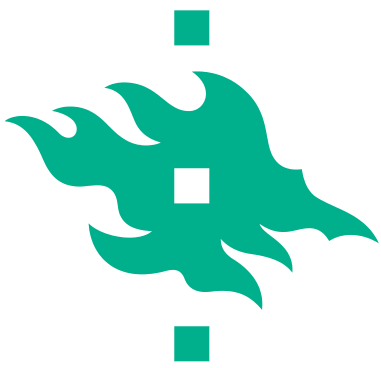
➔ Saammeko aikaan uutta *terra pretaa*?



Hiilensidonta ja ympäristöhyödyt inspiroivat tutkimusta ja kehitystyötä maailmanlaajuisesti



Kävijöitä 121:sta maasta
biochar-hy.blogspot.fi



Biohiilien tuotanto: liekinalainen pyrolyysi/ panosretortit/jatkuvatoimiset

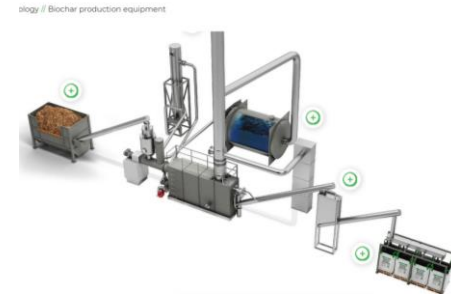
Type	Feedstock Type, kg biochar produced per time	Emissions of CO and NOx HHT of biochar	Production of heat (th) electricity (el)	Ease of use	Estimated cost and lifetime
Stoves	Dry wood & ag. waste, 0.5–1 kg in 3 cook sessions/day	300–5000 ppm HHT 350-500°C	2–10kW th	Easy to operate	\$10–300 1–5years
Batch Kilns Portable/transportable	Wet or dry wood & ag residues, 10–1000 kgs in 4–24 h	100–5000 ppm HHT 350-600°C	50–200kW th	Easy to operate, or needs 1–3 days of training	\$100–\$500,000 2–10years
Batch Kilns Fixed	Wet or dry wood & ag. residues 100–2000 kg/8–24h	100–5000 ppm HHT 350-700°C	50–200kW th	Load/Unloading hard. Requires skilled operator	\$2000–\$60000 2–10years
Continuous Kilns Portable/transportable	Wet or dry wood & ag. residues 100–300 kg/h	100–1000 ppm HHT 350-600°C	200–500kW th 20–100kW el	Requires a fair degree of skill	\$60000–\$500000 3–10years
Continuous kilns fixed	Wet or dry wood & ag. residues 200–10,000 kg/h	50–1000 ppm HHT 350-800°C	200–4000kW th 50–1000 kW el	Requires a high degree of skill	\$350k–\$10m without electricity

Joseph & Taylor 2024

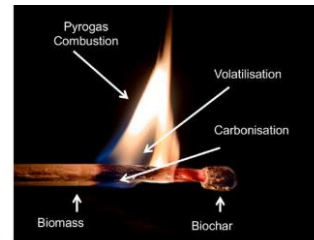
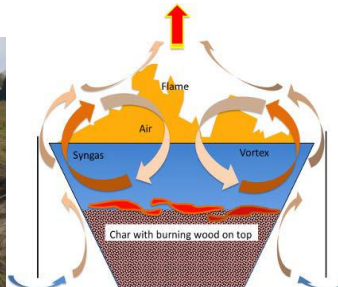
Panosretortit



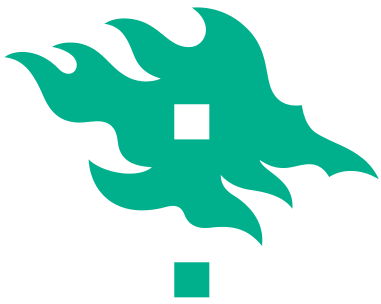
Carbofex Oy jatkuvatoiminen



Liekinalainen pyrolyysi



⇒ Erilaiset ominaisuudet



Ruotsissa useita tilamittakaavan laitteita



Nordic Biochar Map

Lindeborg farm & eco-retreat (near Nyköping)



2018-

- Genesis: While building an eco-retreat, looked for the 'best' way to stay warm in winter. Heard about biochar from a friend. Applied for Klimatklivet grant.
- Producing biochar since winter 2017/2018
- Our Biomaccon machine runs during the col half of the year, using wood pellets. It heat three buildings, totally about 650 m²
- We use the biochar produced in our own eco gardens and we also sell some to soil making actors
- We had many problems keeping the machine running but now it is a bit more stable thanks to the greenhouse (built in 2019), which makes it easier to run it when outdoor temperatures are rising during winter.

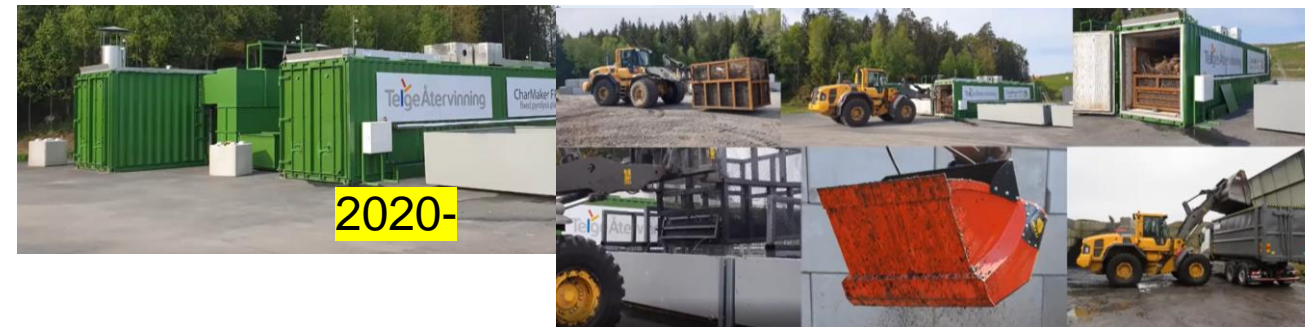


Veg Tech biokol

2019-

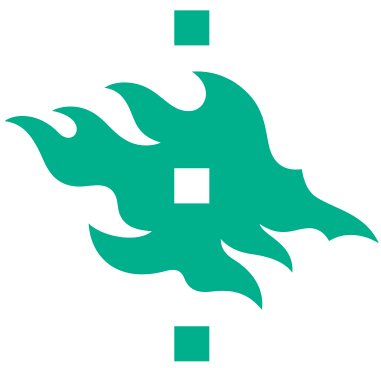


Azzi ym. 2022 esitys



2020-

Laitteiston valinnassa keskeistä arvioita lämmöntarve ja biohiilen käyttökohde, samoin biomassan+työvoiman saatavuus

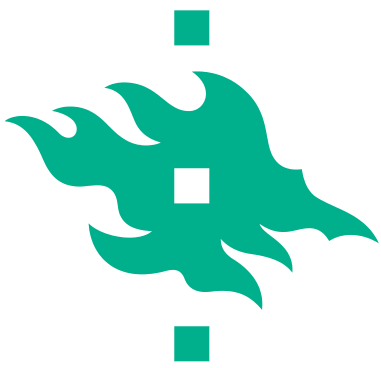


Biohiilet ovat erilaisia: ainakin **EBC** ja IBI **sertifiointi**

- **Class I (Feed+), II (AgroOrganic), III (Agro), IV (Urban), V (Consumer/BasicMaterials)**
- 1. Raaka-aineet
 - Lista sallituista
- 2. Kemialliset ominaisuudet
 - C 35-95%
 - O/C < 0.4
 - H/C_{org} < 0.7
- 3. Haitta-aineet
 - PAH: 8 EFSA PAH 1 g t⁻¹ , BasicMaterials 4 g t⁻¹ ; 16 EPA PAH < 6 (I -III) g t⁻¹
 - PCB < 0.2 g t⁻¹
 - Raskasmetallit



EBC yhteensopiva EU rehu- ja lannoitelainsäädännön kanssa



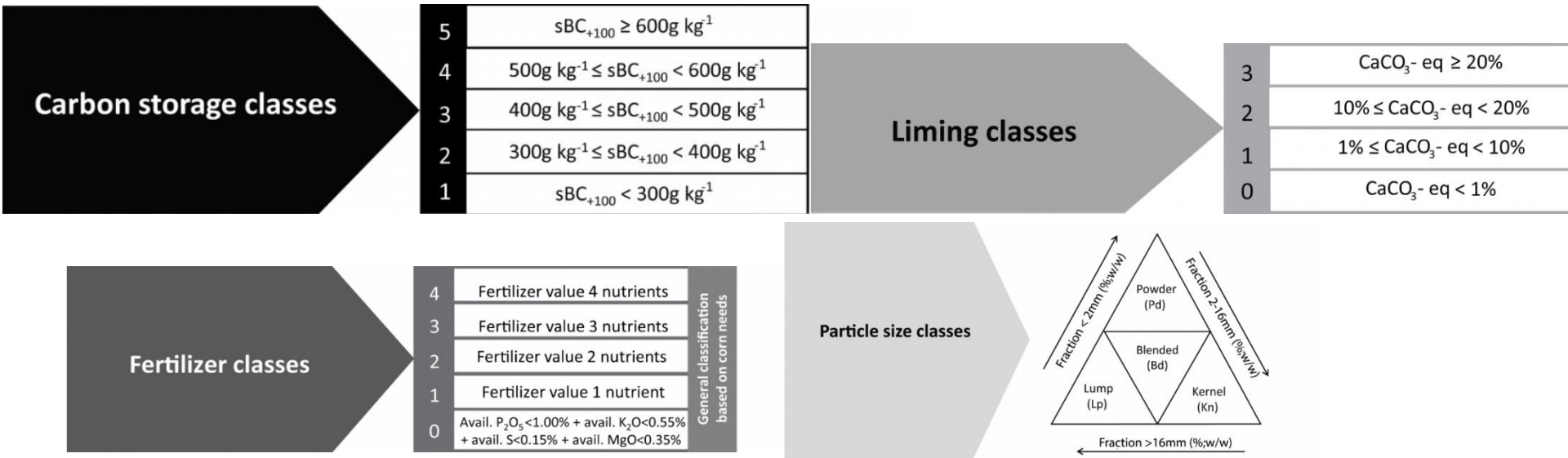
Seuraava vaihe: minkälaisia vaikutuksia biohiilet saavat aikaiseksi?



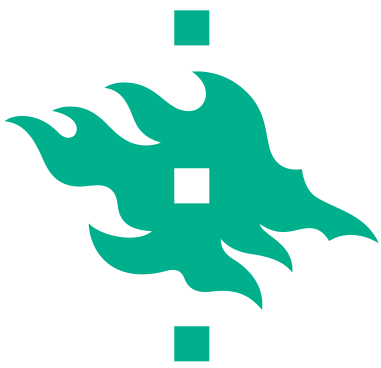
RESOURCES

Biochar Classification Tool

The IBI Biochar Classification Tool classifies biochars to assist consumers who are assessing the potential impacts of using a specific biochar in a particular soil or cropping system.



IBI Biochar classification tool



Pysyvyyden vaikuttaa sekä **BH** ominaisuudet että **ympäristöolot** arviointiin mittauksia sekä mallinnuksia

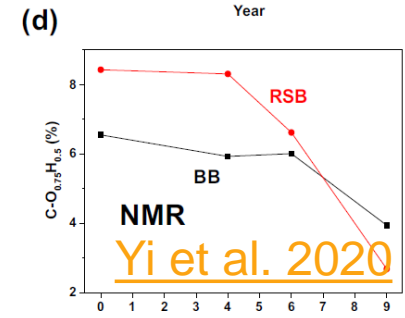
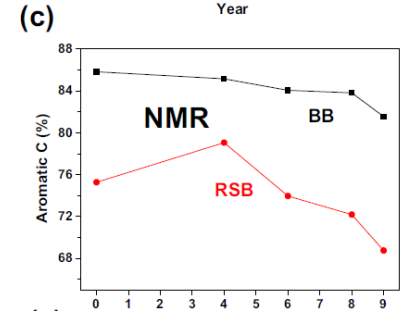
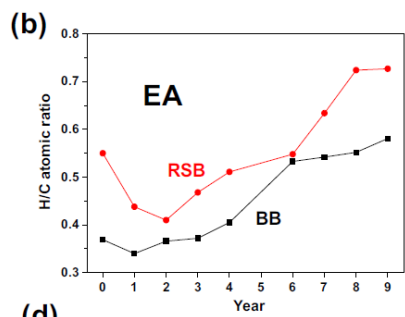
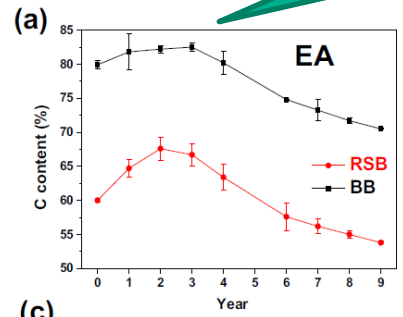
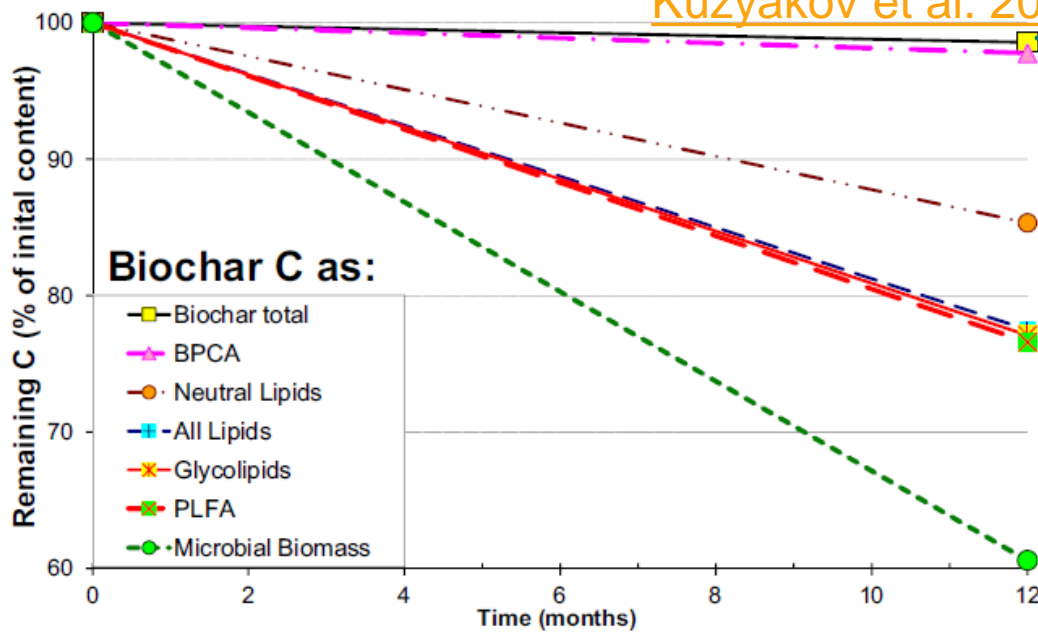
menetelmien vertailu
Leng et al. 2019

- Muhituskokeiden perusteella mallinnus
- Pisin 8,5 v: **raiheinä-BH pysyisi pellossa 4000 v**

Kuzyakov et al. 2014

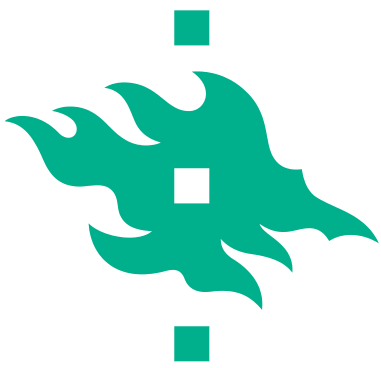
Suurin osa BH hiilestä aromaattisia ja pysyviä, muhituskoe labrassa

5 v jälkeen nopeampi lasku kiinalaisessa 9-v kentäkokeessa



Yi et al. 2020

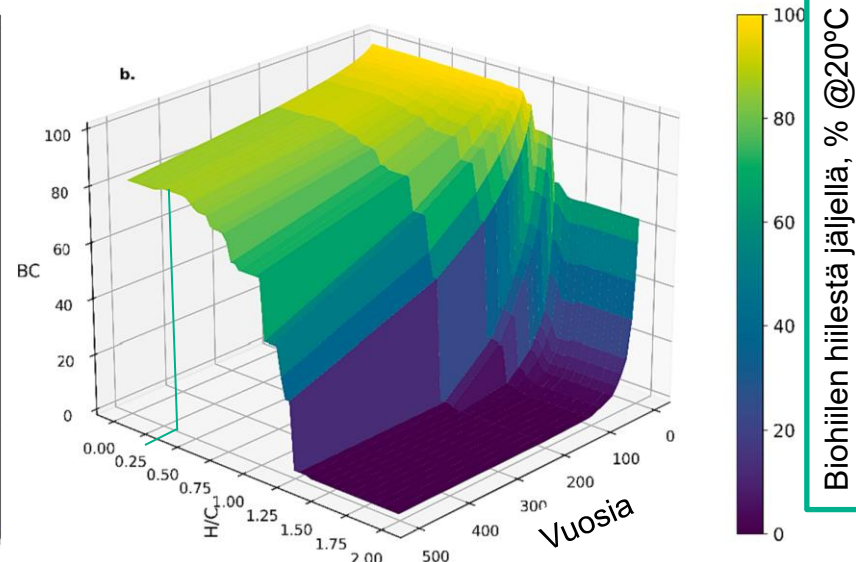
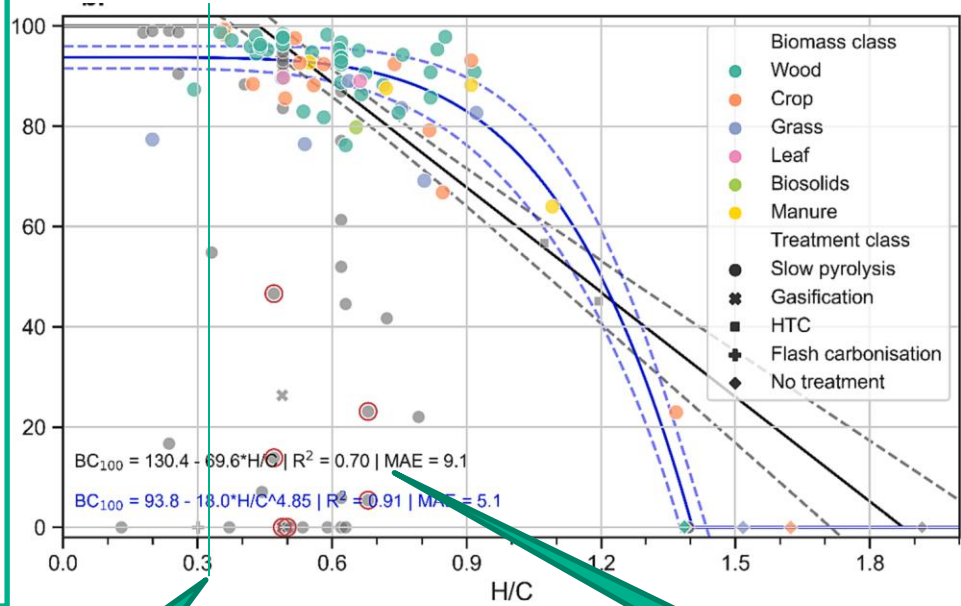
Fig. 6. The percentage of C remaining by decomposition of individual biochar compounds during one year of incubation under optimal conditions. The values are presented as relative data (from 100% of each compound class at time 0) because of the compounds have very different content in the initial biochar. The points present average values for soil and loess and were calculated assuming the same decomposition rate during 3.5 years.



Pysyvyyden vaikuttaa sekä BH ominaisuudet että ympäristöolot arviointiin mittauksia sekä mallinnuksia

- H/C_{org} ja O/C helppoja, korreloi aromaattisuuden kanssa hyvin
- NMR, BPCA kalliimpia ja monimutkaisempia

100 v jälkeen maasta löytyvän biohiilen hiilen %, 2-poolinen potenssimalli @20°C



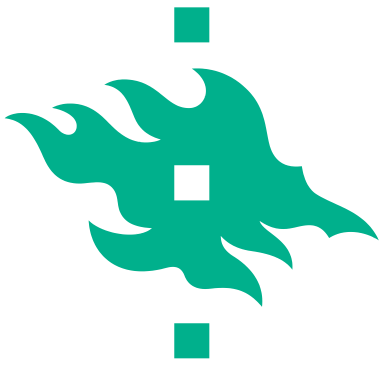
N. 90% hiilestä maassa 100 v jälkeen

UNIVERSITETI HELSINKI

Priit Tammeorg

Yhtälöiden avulla pystyy arvioimaan kyseisen BH pysyvyyden

Azzi et al. 2024



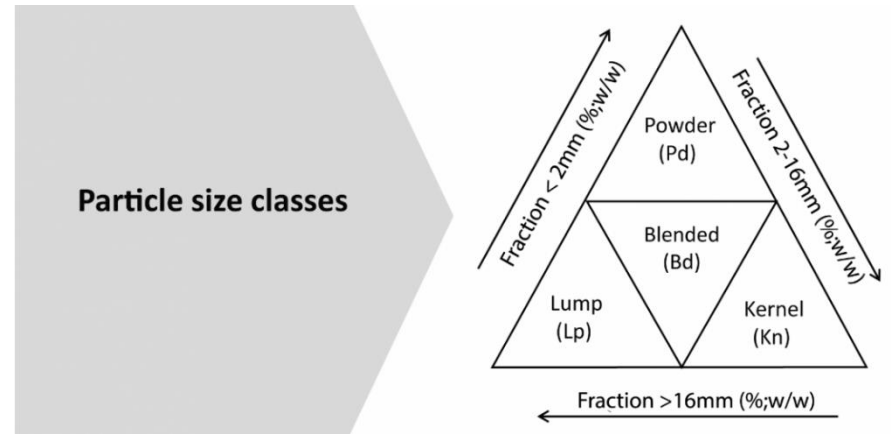
Partikkelikokojakauma käyttökohteen perusteella

- „isot partikkelit parantavat maan ilmavuutta ja vedenjohtavuutta“

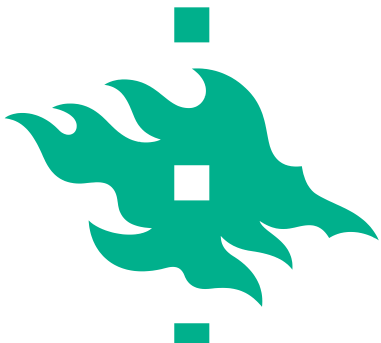
Lehmann & Joseph 2015, p. 178

- „...hiekkamailla soveltuvat paremmin pienemmät partikkelit ja savimaille isommat“

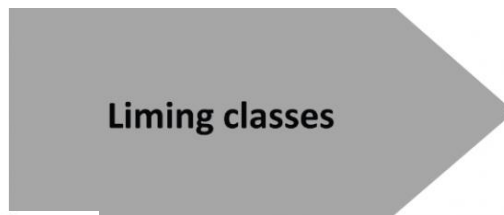
Lehmann & Joseph 2015, p. 555



Maaperän vedenpidätyskyky kasvaa enemmän maissa joissa vähän luontaista hiiltä



Kalkitusvaikutus riippuu raaka-aineesta



3	CaCO ₃ - eq ≥ 20%
2	10% ≤ CaCO ₃ - eq < 20%
1	1% ≤ CaCO ₃ - eq < 10%
0	CaCO ₃ - eq < 1%

Table 8.8 The values of H/C_{org} , pH, ash content and CaCO₃ equivalences (CaCO₃-eq) of biochars produced from different feedstocks and different highest heating temperatures (HHT)

Class	Feedstock	HHT (°C)	H/C _{org} (mol mol ⁻¹)	pH (H ₂ O)	Ash content (%)	CaCO ₃ -eq (%)	Ref.
0	Eucalyptus (wood)	400	0.56	6.9	3.5	-0.9	1
0	Eucalyptus (wood)	400a	0.52	7.7	3.7	-0.3	1
0	Sawdust	450	n.d.	5.9	1.2	0.5	2
0	Pine (wood)	400	0.71	6.9	3.7	0.7	3
0	Eucalyptus (wood)	550	0.37	8.8	3.3	0.7	1
1	Pine (wood)	550	0.55	7.9	4.1	1.8	3
1	Cow manure	550a	0.62	8.9	75.7	4.3	1
1	Poplar (wood)	550	0.56	8.8	6.5	6.6	3
1	Poultry litter	550a	0.48	10.3	44.4	8.6	1
1	Willow (wood)	400	0.63	7.5	5.7	9.4	3
2	Corn stover	350	0.68	8.9	9.8	11.0	5
2	Poultry litter	550	n.d.	9.6	41.3	13.0	2
2	Biosolids + wood chips	550	0.41	8.0	51.1	15.1	4
2	Food waste	600	n.d.	11.3	59.8	17.0	2
2	Manure + wood chips	450	0.54	10.0	38.4	17.9	4
3	Paper mill waste	550	0.32	8.2	n.d.	29.0	6
3	Tomato green waste	550	n.d.	12.1	56.2	33.0	7
3	Paper sludge	550a	n.d.	9.2	65.4	40.9	1
3	Paper mill waste	400	n.d.	8.0	51.6	67.0	2
3	Paper mill waste	500	n.d.	9.6	56.3	80.0	2

Puupohjaisilla alle 10% kalkin vaikutuksesta

Lehmann & Joseph 2024, p. 232

^a'a' stands for activated; 'n.d.' stands for not determined.

Sources: ¹Singh et al (2010), ²Krull et al (2012), ³Calvelo-Pereira et al (2011), ⁴Wang et al (2012a), ⁵Herath et al (2013);

⁶Van Zwieten et al (2010); ⁷Smider and Singh (2014)

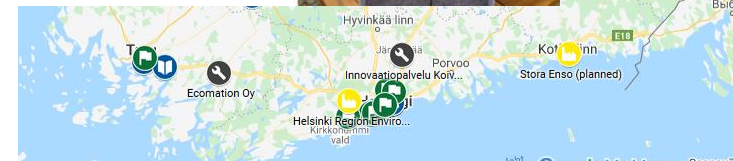
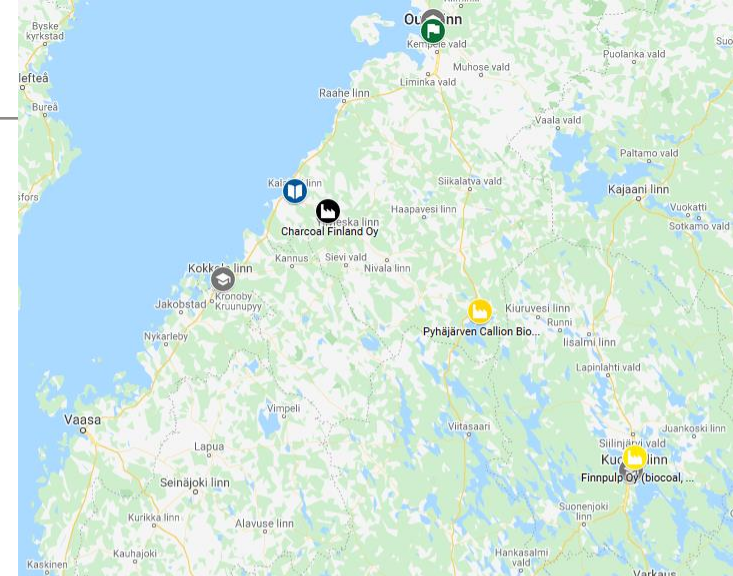


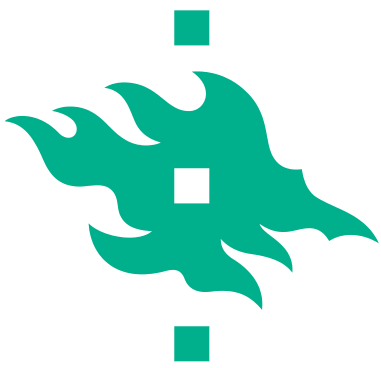
Biohiilikohteita ja kokeiluja ympäri maata

- Suurin osa pienen mittakaavan pilottikokeita liittyen vesien puhdistukseen
- Mahdollinen markkina tilalla tuotetulle biohiilelle
- Hankkeita kaupungeissa vuodesta 2016

[Suomen Biohiilikartta](#) (ei päivityksiä 2021 jälkeen):

Jälkiseuranta ja -viestintä tärkeä: mikä toimi, mikä ei?





Biochar Carbon Pump: täydentää mikrobi- ja mineraali- hiilipumppuja

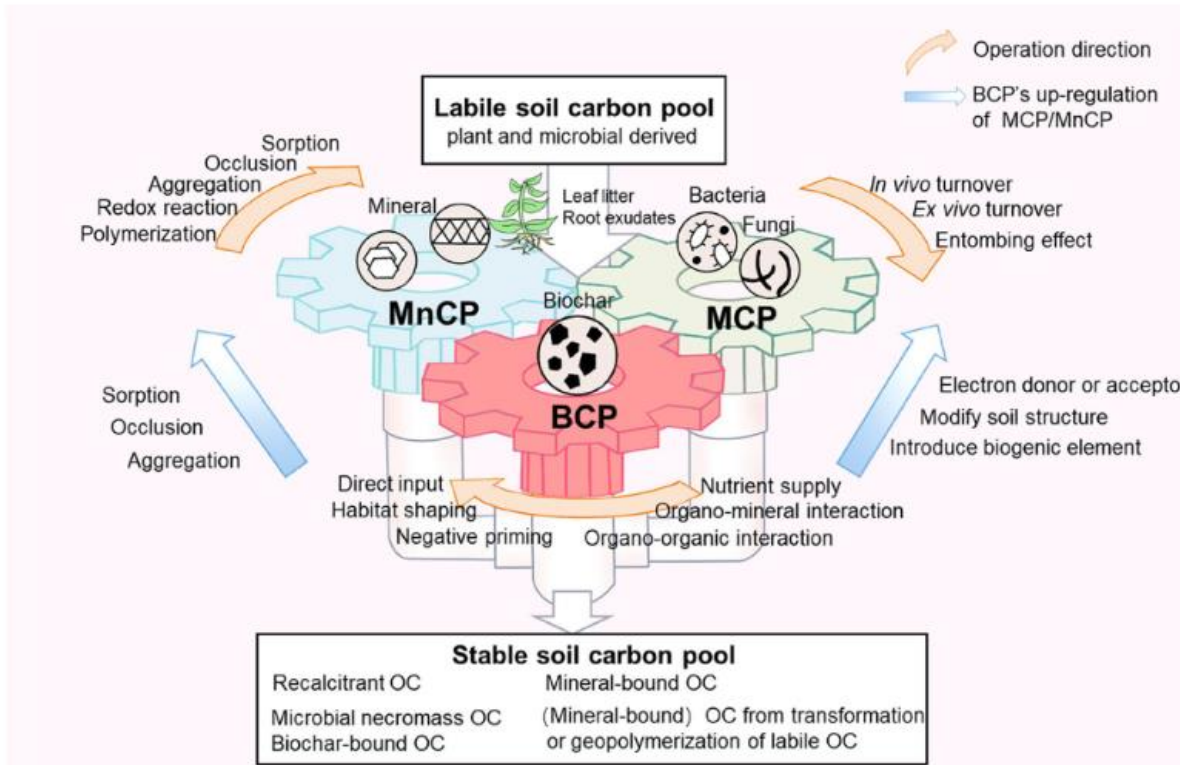
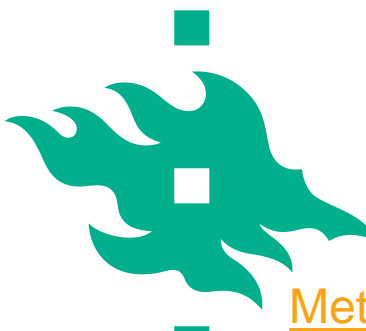


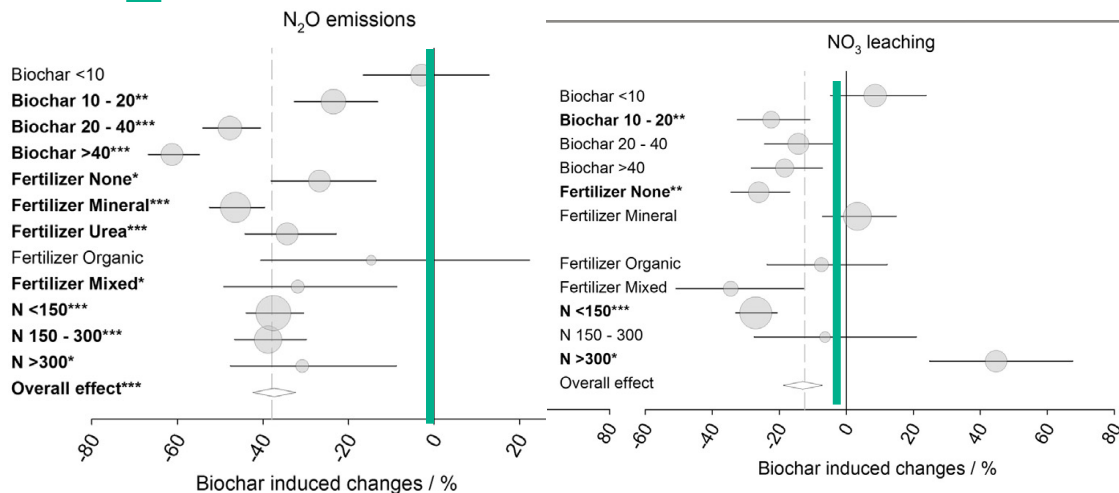
Fig. 1 Conceptual framework illustrating how biochar carbon pump (BCP) boosts the persistence and accumulation of organic carbon in soils through stabilization of native and exogenous carbon, and regulation of the microbial carbon pump (MCP) and mineral carbon pump (MnCP)

[Chen et al. 2024.](#)



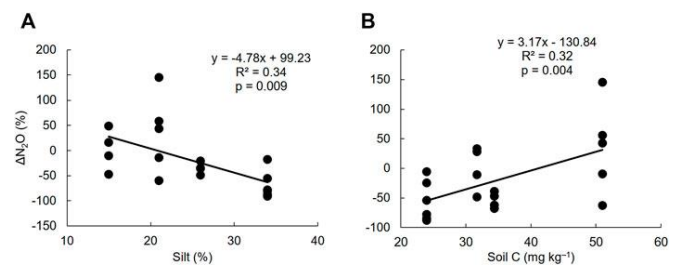
Huokoiset biohiilet voivat vähentää ravinteiden hävikkiä maaperästä

Meta-analysis by Borchard et al. 2019



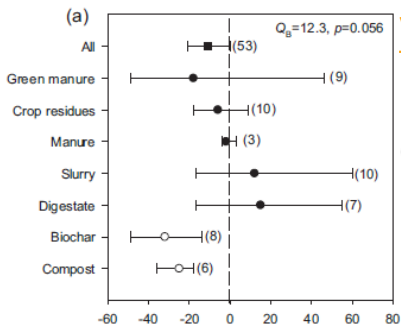
Biohiilet vähensivät N₂O-päästöjä enemmän maassa, jonka lähtökohtainen multavuus pienempi ja silttipitoisuus korkeampi

Biochar effects on N₂O emissions, soil NO₃ - concentration post-study, and NO₃ - leaching during study affected by soil amendments (i.e. biochar application rate [Mg ha⁻¹], fertilizer type and N application rate [kg ha⁻¹]). Data are shown as estimated mean effects and their lower and upper confidence intervals (95%). Circle size indicates number of observations. Solid vertical line indicates mean of control treatments and dashed vertical line indicates mean of overall effect. Probability levels are indicated by asterisks (***) for P b 0.001; ** for P b 0.01, and * for P b 0.05).



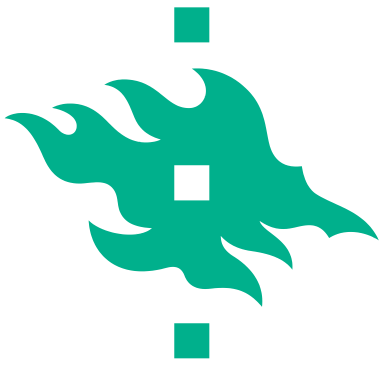
N₂O päästöt **-38%**, NO₃⁻ huuhtouma **-13%**

Kalu et al. 2022



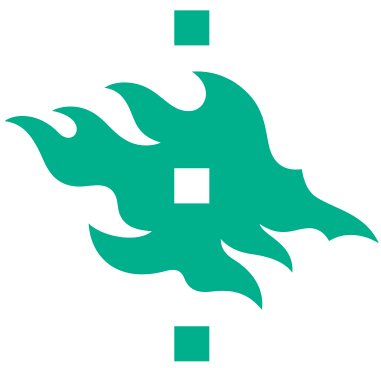
Valkaman ym. (2024) mukaan maanparannusaineista nimenomaan biohiilellä tehokkain vaikutus dityppioksidipäästöjen vähentämiseen

Pitkä-aikaisvaikutukset?



Kenttäkokeet Viikissä vuodesta 2010 kaikkien Suomen eniten viljeltyjen viljelykasvien kanssa





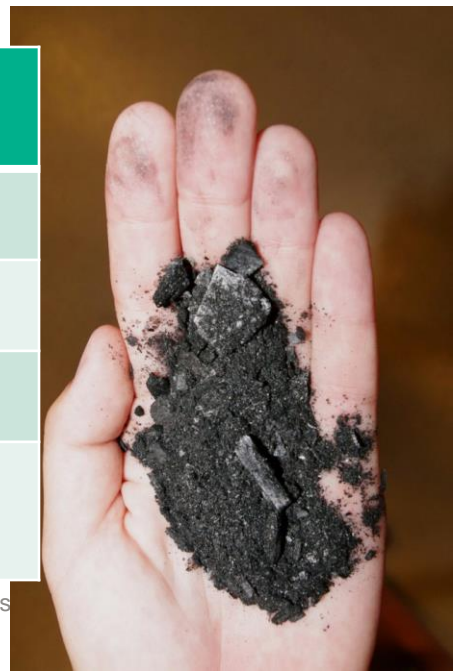
Havupuubiohiilet (ei-aktivoitu)

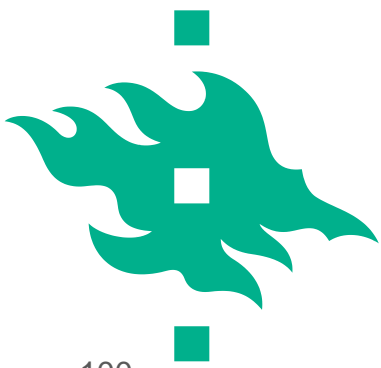
lisätty 2010 (Viljava Stagnosol)
tai 2011 (ravinneriukka Umbrisol)

Preseco OY,
nyk. Carbofex Oy

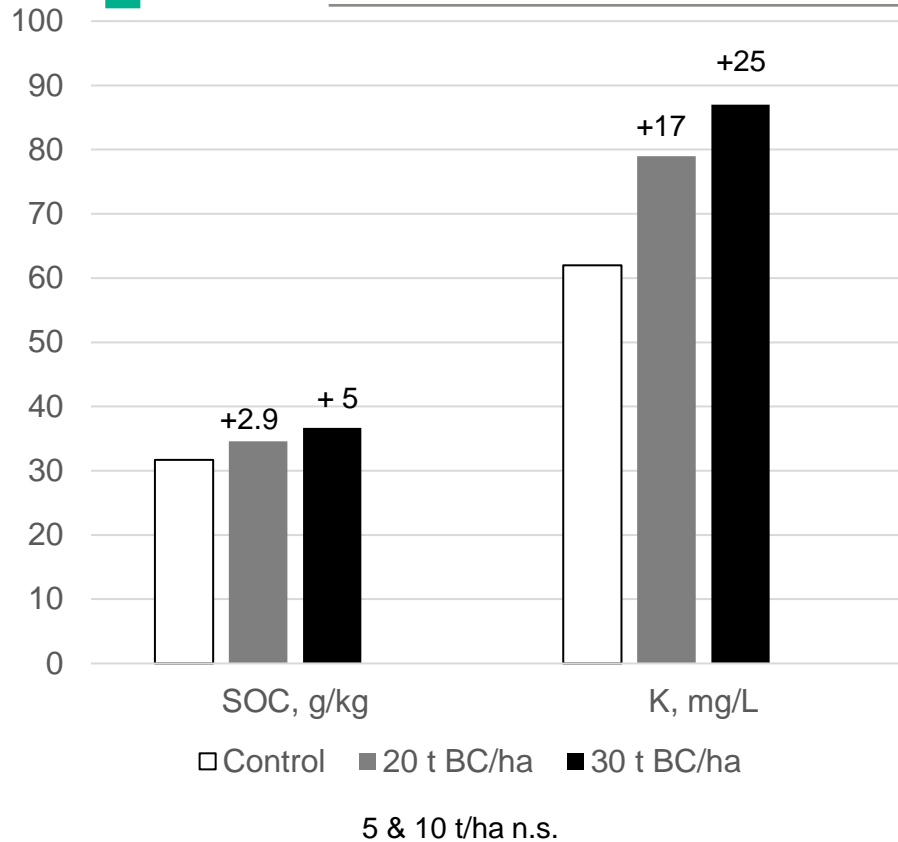
- **Pyrolyysi lpt 550 °C** (10-15 min)
- **> 88% partikkeleista < 5 mm**
- **Kostutettiin ennen lisäystä** (20-33%)

Ominaisuus	Stagnosol	Umbrisol
Raaka-aine	Kuusen ja männyn hake	Kuusihake
Ominaispinta-ala, m ² g ⁻¹	34	265
C, % ka	87	88
Merkittäviä määriä ravinteitä biohiilissä	K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al	





Biohiilet nostivat maaperän C ja K pitoisuutta, samoin vedenpidätyskykyä

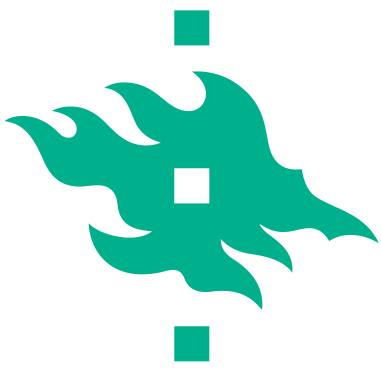


- **Ei-merkitseviä muutoksia:**

pH, Viljavuus-Ca, -P, -Mg, -S, kok. N

- Korkea lähtökohtainen maaperän C (3,2-3,4%) ja pH (6.5)
- BH kulkeutuminen syvempiin maakerrokseen (näytteet 0-20 cm)
- Jyrsintä, äestys, kyntö

Vaikutukset riippuvaisia lisäsmääristä- ja laimenivat vuosien saatossa



Pitkä-aikais lannoitusvaikutuksia P, K, S, Cu ja Fe suhteen

- BH omat ravinteet
- Yhdysvaikutukset maaperän ravinteiden kanssa

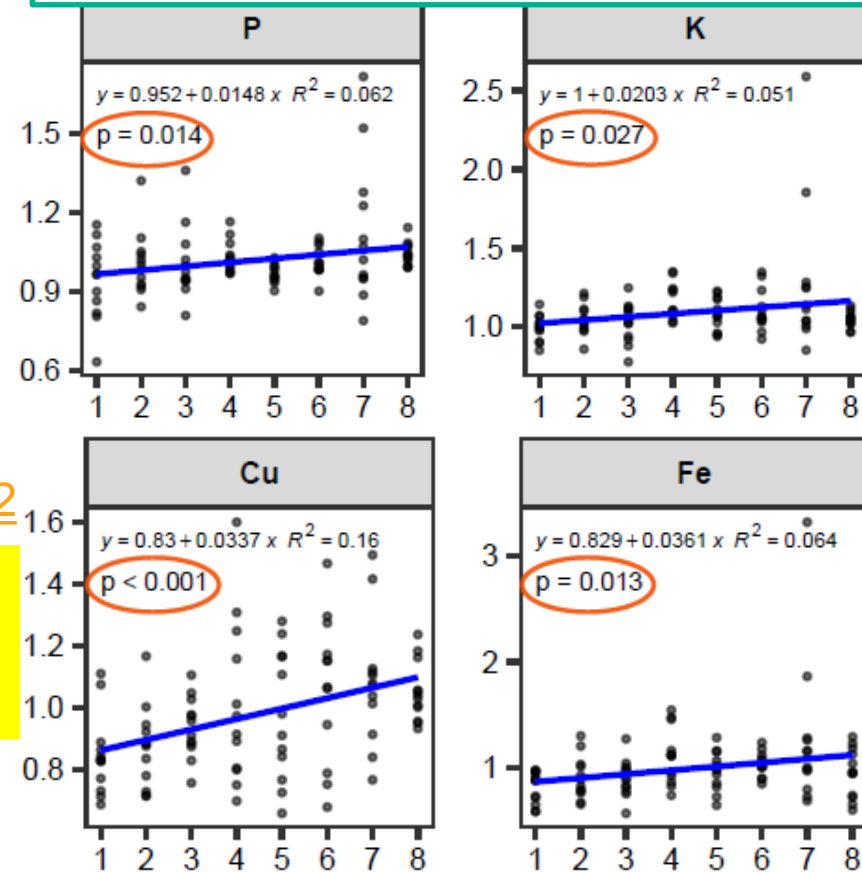
Potential of Biochar to Reduce Greenhouse Gas Emissions and Increase Nitrogen Use Efficiency in Boreal Arable Soils in the Long-Term

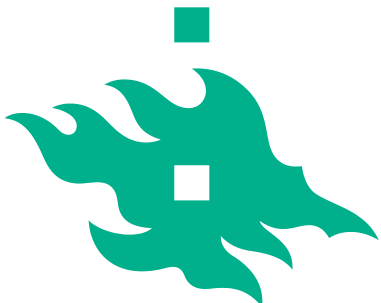
Subin Kalu^{1,2*}, Liisa Kulmala^{3,4}, Jure Zrim¹, Kenneth Peltokangas^{1,3,4}, Priit Tammeorg¹, Kimmo Rasa⁵, Barbara Kitzler⁶, Mari Pihlatie^{1,4,7} and Kristiina Karhu^{2,8}

[Kalu et al. 2022](#)

Biohiilet lisäsivät ohran satoa 65 prosenttia ja vähensivät karkearakenteisen maan CH₄- ja N₂O-päästöjä 7v lisäyksen jälkeen

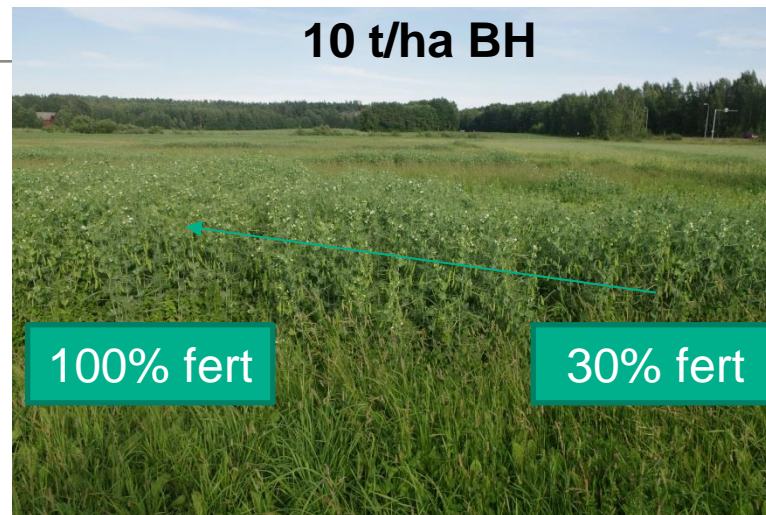
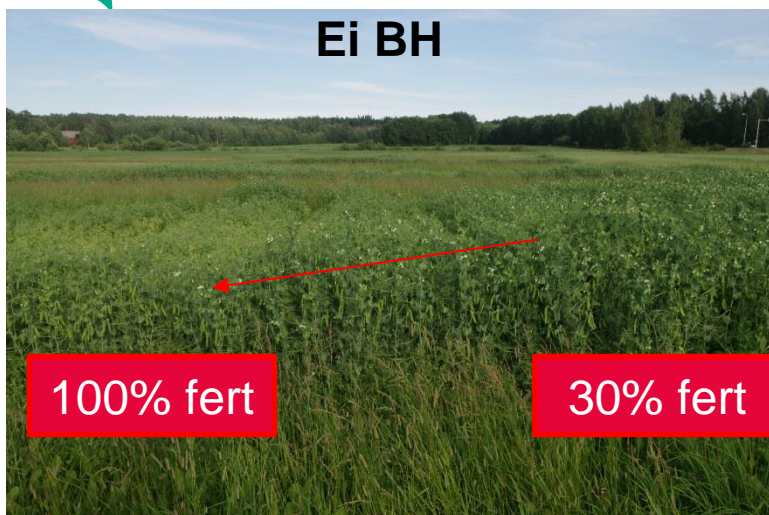
BH vaikutus kasvien biomassan ravinnepitoisuuksiin yli vuosien, Stagnosol



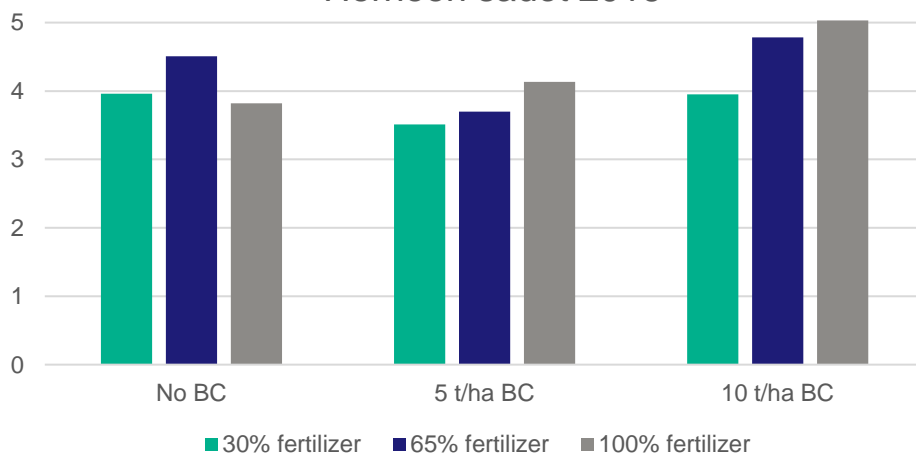


Biohiilet pelloissa

Vaikutukset riippuvat myös esikasveista: hyvät tulokset 7. kasvukautena herneen kanssa nurmen jälkeen



Herneen sadot 2016



N-sidonta? Mikrobiologia?

**Mielenkiintoisia trendejä
(+33%), mutta satoerot
ei tilastollisesti
merkitseviä**



Jatkojalostus: aktivointi/ravinteilla lataus

Tehoa myös pienillä käyttömäärillä

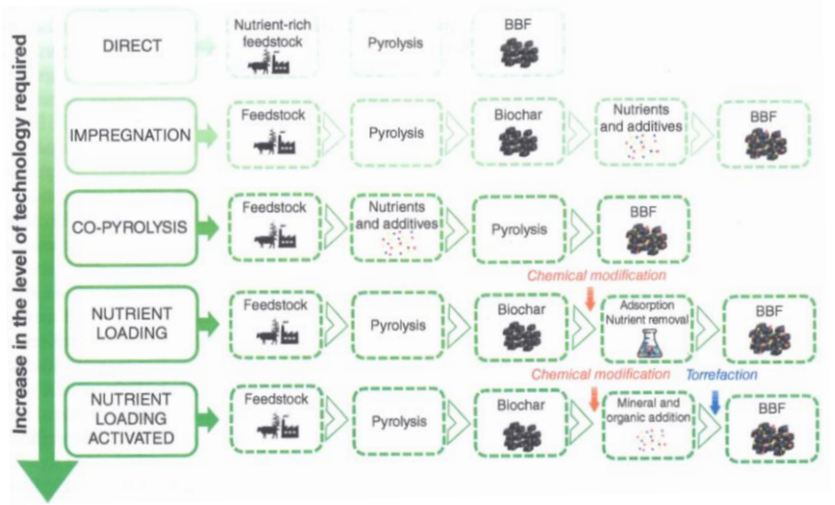


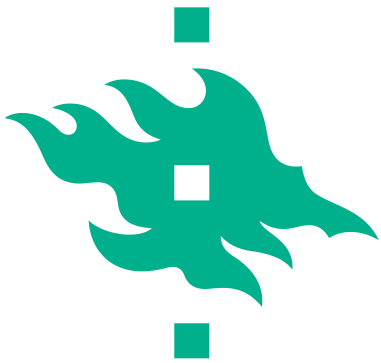
Table 26.1 Main mechanisms of nutrient release from biochar-based fertilizers depending on the production method

Mechanism of nutrient release	BBF production method				
	Direct	Impregnation	Co-pyrolysis	Nutrient loading	Nutrient loading activated
Physisorption, chemisorption		✓		✓	
Electrostatic attraction				✓	
Diffusion	✓	✓	✓		✓
Dissolution	✓	✓	✓		✓
Precipitation				✓	
Ion exchange				✓	✓
Pore filling		✓			✓

Table 26.2 Biochar-based fertilizers by different methods and effects on crop productivity

BBF	Study	Crop type	BBF preparation method	Crop productivity response (%)*	References
NPK	Field	Sorghum	Mixed thermal treatment	-4	Blackwell et al, 2015
PK	Pot	Sugarcane	Mixed granulation	+18	Borges et al, 2020
P	Pot	Grass; maize; common bean	Co-pyrolysis	-1	Cameiro et al, 2021
NP	Field	Maize	Co-pyrolysis, impregnation and baking	+10	Chen et al, 2021
N	Pot	Maize	Solid mixture impregnation	+4	Dil et al, 2014
NPK	Field	Rice	Coating	+8	Dong et al, 2020
N	Pot	Rapeseed	Coating	+25	Jia et al, 2021
NPK N	Field	Maize	Solid physical mixture	+1	Kamau et al, 2019
N	Pot	Maize	Impregnation and encapsulating/coating	+17	Khajavi-shojaei and Moezzi, 2020
N	Pot	Oilseed rape	Impregnation	+9	Liao et al, 2020
P	Pot	Maize	Co-pyrolysis	-18	Lustosa Filho et al, 2019
P	Pot	Grass	Co-pyrolysis	+10	Lustosa Filho et al, 2020
P	Pot	Maize	Nutrient-loaded adsorbent	+36	Mosa et al, 2018
P	Pot	Maize	Nutrient-loaded adsorbent	+19	Nardis et al, 2020
N	Field	Maize	Solid physical mixture	+4	Peng et al, 2021
P	Pot	Millet	Mixed granulation/coating	+3	Pogorzelski et al, 2020
N	Field	Maize	Mixed granulation	+9	Puga et al, 2020a
NPK	Field	Rice	Mixed granulation	+21	Qian et al, 2014
P	Pot	Maize	Mixed granulation	+2	Santos et al, 2019
N	Pot	Maize	Mixed granulation	+14	Shi et al, 2020
NPK	Field	Tea	Mixing, extruding, Granulating	+20	Yang et al, 2021
NPK	Field	Green pepper	Impregnation	+16	Yao et al, 2015
S	Pot	Maize	Impregnation	+24	Zhang et al, 2017
N	Field	Tobacco	Impregnation and granulating	+1	Zhang et al, 2021a
N	Field	Maize	Mixed granulation	+5	Zheng et al, 2017

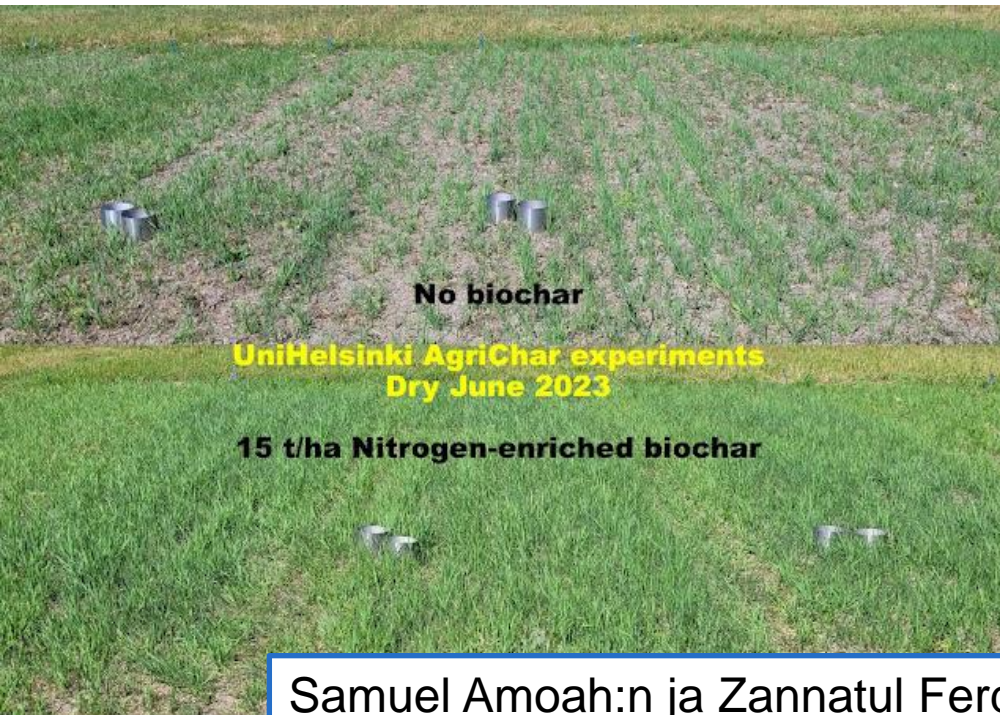
Note
* Calculated as the average of all the treatments (when more than 1 has been tested) compared with the fertilized control (conventional fertilizer)



2023 alkaen tutkimme parasta tapa **aktivoida biohiiliä** Suomen oloissa



- Ohran ja härkävavun poutastressi pienempi
- Lierojen määrässä ei eroja
- Seuraamme sadonmuodostuksen lisäksi kasvihuonekaasujen päästöjä ja vaikutuksia maaperän eliöihin



Kaskadikäyttö maataloudessa

55 uses of biochar (Schmidt 2012)

1. Rehulisa-
aine



2. Kuivikelisäys



Lietelannan
lisäaine

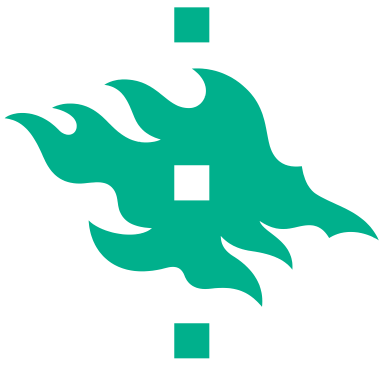
3. Lannan
kompostointi



4
Maanparannus

**Rehukäyttöön vain
rehuluokan biohiilet!**

**Tutkimustuloksia koko
kaskadikäytöstä
vielä vähän**



Biohiilet rehujen seassa turvallisia

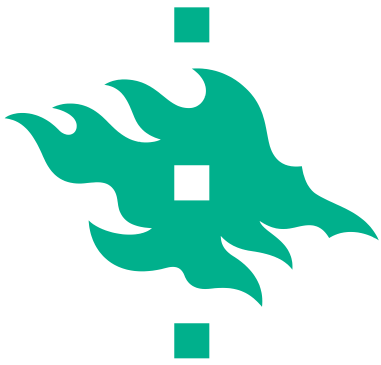


- Tropiikissa 0-5% lisäys labrassa vähensi metaanin päästöjä, lisäsi kokonaiskaasujen päästöjä, mutta eläinkokeissa vähensi syöntiä ja vaikutuksia metaanin ei havaittu

Pohjoisia tuloksia:

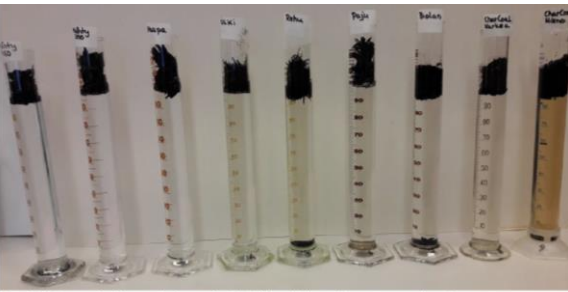
Meta-analyysi Qomariyah et al. 2023

- 2 HY:n labrakoetta
 - Ei vaikutusta metaanin tuotantoon (Konkiova 2024)
- LUKEn kokeet:
 - Labrassa -10% vähennys CH₄ tuotantoon (punalevillä -30+%) *Stefanski & Rinne 2024*
 - Eläimillä ei vaikutusta (0,2% BH lehmille) *Vattulainen et al. 2024*
- 3 Kanadan eläinkoetta, kymmeniä lihakarjan lehmiä, 3v
 - Ei vaikutusta syöntiin eikä CH₄ päästöihin



Biohiilet lietealtaissa tehokkaat, erityisesti jos happokäsitelty

Hiilen kellutuskokeet



Kuva 3. Eri materiaaleista valmistettujen biohiilien kelluvuuden testaus vedessä.

Table 6
NH₃ emissions reduction efficiency (RE %) of different floating-covers used in the experiment in comparison to the reference slurry. Negative values represent higher emissions from the floating-cover treatments than the reference slurry.

	30 days	40 days	61 days	113 days
Miscanthus (MB)	-9	-7	-1	4
Activated Miscanthus (AMB)	51	39	32	25
Digestate (DB)	5	7	10	14
Activated digestate (ADB)	37	31	31	28
LECA	16	21	22	21

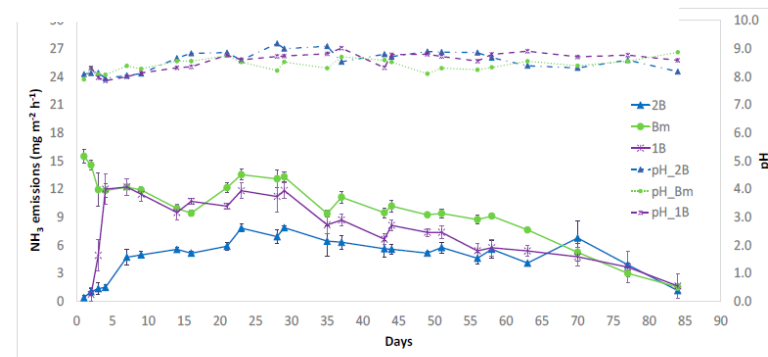


Figure 2. NH₃ emission rates and pH as function of time for 2B (2 cm biochar layer), 1B (1 cm biochar layer) and Bm (biochar mixed with digestate).

- Biohiilikatteella voidaan pienentää varastoinninaikainen ammoniakkihävikki puoleen kattamattoman säiliön hävikistä (65 % lietteen alkuperäisestä kokonaistyyppisällöstä vrt 33% biohiilellä)

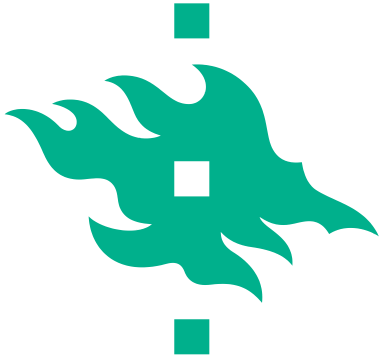
LUKE:n PYSTI-hankkeen kokeet 1-3 vkoa

- 5% fosforihapolla aktivoitu pajubiohiilen 7 mm kerros vähensi nautalietteen ammoniakkihävikkiä, tavallisella pajuBH-lla ei vaikutusta, saavikoe

Baral ym. 2023

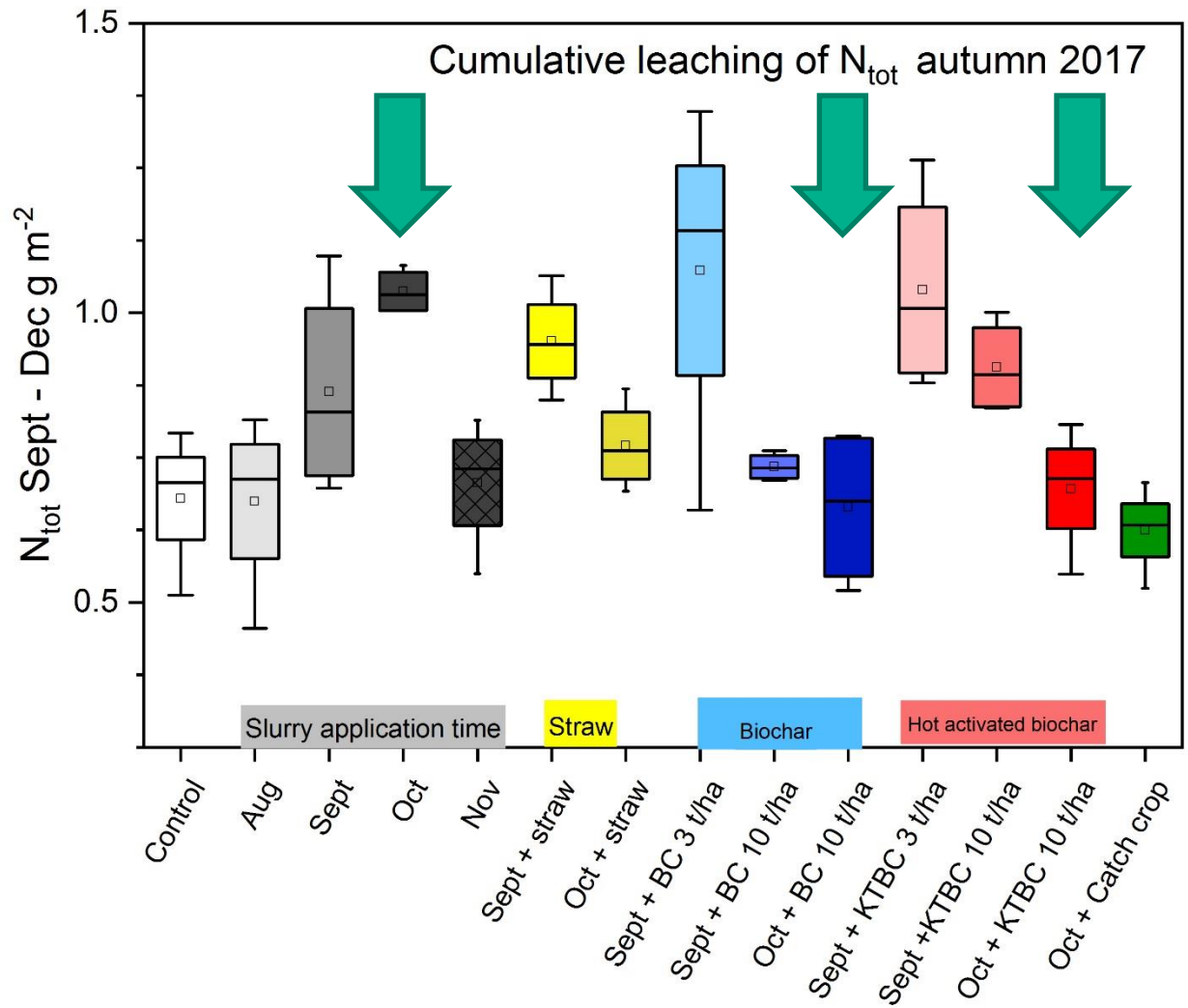
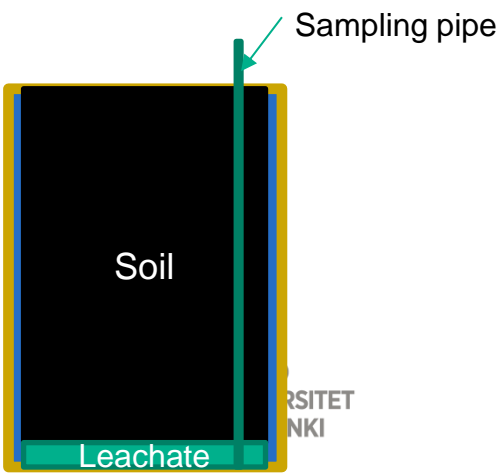
- Vähintään 2 cm kerros suositeltava, sekapuuBH vähensi 43% ammoniakkihävikkiä italialaisessa laboratorionkokeessa

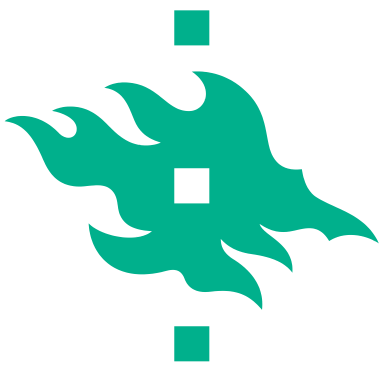
Di Perta ym. 2024



Biohiilellisen lietelannan levityksessä **pienempi N huuhtoutuminen**

<https://soilprotection.earth/projects/organic-fertilisers-eng/>





Biohiili savirappauksissa auttaa tasamaan kosteusoloja



- 50% biohiiltä, 30% hiekkaa ja 20% savea



Puupohjaiset biohiilet turvallisia hiilensidontaan Suomen pelloilla ja parantamaan maan ravinne- ja vesitaloutta

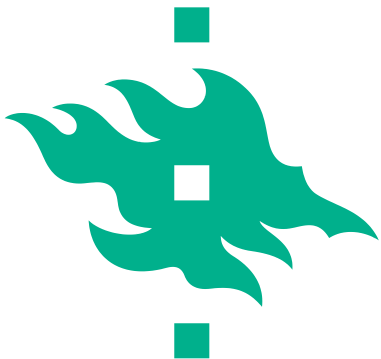
- Erityisesti hiili ja kalium
 - Biohiili liikkuu vuosien saatossa syvempiin maankerrokseen
- Edesauttaa ravinteiden ottoa pitkässä juoksussa
 - Multavilla mailla ei merkitseviä sadonlisäyksiä odotettavissa
- Vähetävät N ja P hävikkiä maista

Kohti parasta käytäntöä:

Lataus ravinteilla, aktivointi

Biohiilisuodattimet vähentää ravinteiden päästöjä

Kaskadikäyttö: rehulisäyksestä->lannan kautta peltoon



Tutkimus jatkuu

<http://biochar-hy.blogspot.com/>



NIEMI-SÄÄTIÖ

TAH TIINA JA ANTTI
HERLININ SÄÄTIÖ

MAJ JA TOR NESSLINGIN SÄÄTIÖ

KULTTUURIPÄÄSTÖN
SÄÄTIÖ
Finnish Cultural
Foundation

ANTTI VIHURI
FOUNDAATION
JÄRVI

AGFOREE

EMIL AALTOSEN SÄÄTIÖ

OLVI-SÄÄTIÖ

HiLIFE
HELSINKI INSTITUTE OF LIFE SCIENCE

Tiura
foundation

Kiitoksia!

Priit Tammeorg

PÖLLUMAJANDUSE REGISTRITE
JA INFORMATSIOONI AMET