



SUOSITUKSET BIOHIILILLE MAAPERÄKÄYTÖSSÄ

BIOENERGIA RY
bioenergia.fi/biohiili



29.11.2024

SUOSITUKSEN TAUSTA

Tämä suositus perustuu Bioenergia ry:n ja Carbons Finland Oy:n toteuttaman ja maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman ravinnekierrätyksen kokeiluohjelman (RKKO) rahoittaman hankkeen puitteissa järjestettyihin biohiilen laatutyöryhmän keskusteluihin kevään ja syksyn 2024 aikana.

Kirjoitustyöstä ovat vastanneet Niina Välinen ja Hannes Tuohiniitty, Bioenergia ry.

Työryhmän työhön ovat osallistuneet tai muuten arvokkaita kommentteja antaneet:

Anna Yrjönen, Carbofex Oy
Annakaisa Elo, LAB
Annika Sormunen, GRK Suomi Oy
Anu Riikonen, Viherympäristöliitto
Antti Korhonen, Karelian paju Oy
Christoph Gareis, HSY
Elina Regårdh, WSP Oy
Elis Hirvonen, Puhki Oy
Esko Salo, VTT
Hannamajja Fontell, Novarbo Oy
Heikki Sonninen, Torrec Oy
Iiro Tiilikainen, Joensuu Biocoal Oy
Juha Solio, Xamk

Jussi Kankainen, Kekkilä-BVB Oy
Kim Yrjälä, Helsingin yliopisto
Linda Röman, HSY
Maija Hakala, GRK Suomi Oy
Markku Ala-Pantti, HSY
Markku Latva-Koivisto, HSY
Markku Suutari, Carbons Finland Oy
Niko Salovaara, Karelian paju Oy
Pekka Järvenpää, Carbo Culture Oy
Priit Tammeorg, Helsingin yliopisto
Tuomo Leppänen, SoilCare
Tanja Hyttinen, Biolan Oy

Bioenergia ry kiittää kaikkia työhön panoksensa antaneita!

Suosituksista on toivottu, sillä biohiilen maaperäkäyttö on viime aikoina lisääntynyt. Kasvuvaiheessa olevan toimialan käytännöt ovat kuitenkin vasta muotoutumassa.

Tämä suositus koskee ainoastaan biohiilen käyttöä maaperässä. Muussa käyttötarkoituksessa on syytä selvittää sopiva laatu ja käyttötavat erikseen.



Suositus on nimensä mukaisesti ei-sitova ja ohjeellinen näkemys maaperäkäyttöön sopivasta biohiilestä. Suosituksessa on otettu huomioon lannoitevalmistelainsäädännön asettamat vaatimukset biohiilelle.

Suosituksen johtopäätökset ovat kirjoitushetkellä parhaan saatavilla olevan tiedon ja käytännön kokemusten mukaisia. Bioenergia ry sekä työhön osallistuneet eivät vastaa suosituksen mahdollisista virheellisistä tiedoista tai virheellisestä käytöstä.

Suositusta pyritään päivittämään tieteellisen tiedon ja lainsäädännön kehittyessä.

Helsingissä 29.11.2024,

Hannes Tuohiniitty ja Niina Välinen, Bioenergia ry



BIOHIILIEN LAATUTEKIJÖITÄ

- Luokitus:** Perustuen maa- ja metsätalousministeriön asetukseen lannoitevalmisteista (964/2023)
Tuoteluokka: 3A Orgaaninen maanparannusaine,
Aineosaluokka: 9 Pyrolyysihilli
- Minimiarvot:** Asetuksen mukaisesti biohiilien laatuvaatimukset ovat:
→ H/C_{org} -suhde < 0,7
→ 16 EPA PAH enintään 6 mg/kg
- Rekisteröinnit:** Tuotettujen hiilien tulee olla REACH-asetuksen mukaan rekisteröity, mihin liittyy joitain poikkeuksia¹. Biohiiltä sisältävän ja markkinoille lannoitetuotteena toimittavan yrityksen tulee hakeutua Ruokaviraston lannoitevalmisteiden valvontarekisteriin.
- Sertifiointi:** Euroopan biohiilisertifikaatti (EBC) on vapaaehtoinen biohiilien tuotantoon liittyvä kaupallinen sertifiointijärjestelmä. Maaperäkäyttöön soveltuvia EBC:n laatuluokkia ovat Urban², AgroOrganic- ja Agro.
- Suosituksen mukaisesti voidaan käyttää myös sertifioimatonta biohiiltä, kun muut tässä mainitut kriteerit ja lainsäädännön vaatimukset täyttyvät.
- Raaka-aineet:**³ Standardin SFS-EN ISO 17225-1:2021 mukaiseen A ja B polttoaineluokkaan kuuluva puu-, kasvi-, hedelmä- ja vesibiomassa sekä näiden seokset. Käytettäessä raakapuuta suositellaan PEFC- tai FSC-sertifioitua puuta.
Yhdyskuntajätevedenpuhdistamoliete, saostus- ja umpisäiliöliete, muu kiinteistökohtainen tai maatilojen yhteisen jätevedenkäsittelyjärjestelmän liete ja kuivakäymäläjäte sekä muu jätevedenpuhdistamoliete

¹ Tukes ohjeistaa REACH-rekisteröinnistä: <https://tukes.fi/tietoa-tukesista/usein-kysytyt-kysymykset/kemikaalit#:~:text=Biohiilien%20valmistuksessa%20k%C3%A4ytetty%20prosessi%2C%20kuten,a setuksen%20soveltamisalaan%20ja%20on%20rekister%C3%B6it%C3%A4v%C3%A4>

² EBCn Urban-luokassa ei ole PAH-vaatimusta, mutta se pitää kuitenkin määrittää. Sen tulee alittaa lannoitevalmistelainsäädännöstä raja-arvo.

³ Ruokaviraston ylläpitämä lannoitevalmisteiden kansalliseen ainesosaluetteloon voi tulla hakemuksien perusteella uusia hyväksyttäviä raaka-aineita. Ajantasainen tieto löytyy: <https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/ainesosaluettelo/>



HIILTÄMISLÄMPÖTILAN MERKITYS

Puupohjaisten biohiilien tuotannossa hiiltämislämpötilalla on merkitys biohiilen ominaisuuksiin. Puun huokokset avautuvat yli 380 °C:n lämpötilassa, jonka myötä syntyvät avoimet makro-, ja mesohuokokset, jotka sitovat hyvin vettä.

Matalammassa lämpötilassa syntyy ns. **pehmythiiltä**, missä biohiileen jää enemmän haihtuvia aineita, funktionaalisia ryhmiä sekä vesiliukoisia ravinteita. Nämä ominaisuudet ja korkeampi kationinvaihtokapasiteetti edesauttavat kasvien kasvua.

Korkeammassa lämpötilassa, noin yli 550 °C valmistetut biohiilet ovat ns. **kovahiiltä**. Niiden pH ja pinta-alana ilmoitettava huokostilavuus ovat korkeampia. Kovahiilien adsorptiokyky on suurempi kuin pehmythiilien. (Joseph & Taylor, 2024)

Maaperässä käytettävien lietehiilien tuotannossa hiiltämislämpötilan tulee olla yli 500 °C astetta 5 minuutin ajan (Maa- ja metsätalousministeriön asetus 964/2023). Lietehiilien ravinnepitoisuudet ovat puupohjaisia biohiiliä luontaisesti korkeammat (Sarvi ym., 2023), mutta huokoisuus merkittävästi pienempi ja huokosjakauma erilainen (Turunen ym., 2021).

TAULUKKO 1: Hiiltämislämpötilan vaikutuksia puuperäisten biohiilien ominaisuuksiin (mm., Joseph & Taylor, 2024).

	Matalan lämpötilan biohiilet	Korkean lämpötilan biohiilet
Hiiltämislämpötila⁴	≤ 550 °C	≥ 550 °C
Ominaisuuksia	Korkea kationinvaihtokapasiteetti (KVK), orgaanisia funktionaalisia ryhmiä, korkea tuhkapitoisuus	Alhainen 16 EPA PAH, korkea BET-huokoisuus, korkea vedensidontakyky, biohiilen pysyvyys korkeampi
Ravinteet	Vesiliukoisia ravinteita itse hiilessä,	Vähän ravinteita, hyvä ravinteiden sidontakyky

⁴ Hiiltämislämpötila tarkoittaa reaktorin keskimääräistä lämpötilaa hiiltämisen hetkellä.



Mahdollisia käyttöalueita	Maaperäkäyttö, kompostointi, eläintilojen lietteeseen sekoitus, lietealaiden kattaminen	Ympäristörakentaminen, esim. kasvualustat ja hulevesi- ja muut vesien suodatusratkaisut
----------------------------------	---	---

Biohiilialan edistämishanke

www.bioenergia.fi/biohiili

Hanke on saanut rahoitusta Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelmasta Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksesta.



LAATUSUOSITUKSET – JA KRITEERIT

Maaperässä käytettävien biohiilien tulee täyttää vähintään seuraavat laatukriteerit:

- H/C_{org} -suhde $< 0,7$
- 16 EPA PAH:it < 6 mg/kg

Orgaanisen hiilen pitoisuus (C_{org} %) on suositeltavaa ilmoittaa pakkauksessa tai toimitusasiakirjoissa. Mikäli laatukriteerien mukainen H/C_{org} -suhde täyttyy, on orgaanisen hiilen pitoisuudella merkitys lähinnä määrittäessä käyttömääriä.

Tuotteessa on suositeltavaa kertoa sisältääkö fyysinen biohiili hiilenpoistoa osoittavan ilmastoyksikön⁵ (carbon credit) osin tai kokonaisuudessaan.

LAATUOMINAISUUDET ERI KÄYTTÖKOhteissa

Maataloudessa tärkeimmät biohiilien ominaisuudet ovat ravinteiden sitomiskyky ja typpipäästöjen vähentäminen kompostoinnissa, lietteessä ja maaperässä. Lietteen ja lannan kautta maahan vietävä biohiilimäärä on suhteellisen pieni, verrattuna esimerkiksi kasvualustoissa olevaan biohiilen osuuteen. Näin ollen vedensidontakyky ei ole ensisijainen tavoite ja pehmeämpi hiili soveltuu käyttöön.

Viherrakentamisessa tärkeimmät biohiilien ominaisuudet ovat huokoisuus, veden- ja ravinteiden sidontakyky. Näihin vaikuttavat erityisesti biohiilien raekoko.

Biosuodatuksessa korkean lämpötilan kovahiilien suurempi huokoisuus parantaa biohiilien adsorptio-ominaisuuksia.

Tutkimustieto käytettävän biohiilen *karkeusasteen* vaikutuksista on vielä toistaiseksi puutteellista, jotta voidaan antaa yksiselitteisiä suosituksia. Yleisesti ottaen isompi, > 2 mm palakoko lisää vedenjohtavuutta ja pieni, < 2 mm palakoko puolestaan parantaa maan vedenpidätyskykyä (Elo ym., 2023).

Biohiiliä käyttäessä on syytä kiinnittää huomiota, onko hienoin hiilipöly poistettu vai mukana. Sillä on merkitystä lajittumisen ja työturvallisuuden kannalta.

⁵ Käytetystä termistä tarkemmin julkaisussa Laine et al, 2023.



KÄYTTÖSUOSITUKSET BIOHIILILLE

Maatalous	
Käyttöalueet:	Suoralevitys pellolle, kuivikekäyttö, lannan kompostointi, lisäys eläinperäiseen lietteeseen ja biokaasulietteeseen / rejektiin, lietetankin peittäminen ⁶ .
Laatusuositus:	Matalamman hiiltämislämpötilan, mutta korkean kationinvaihtokapasiteetin biohiiliä lannan ja lietteen joukkoon. Lietetankkien kattamiseen ja, kuivikkeisiin >550 °C.
Karkeus:	Lantaan, lietteeseen Ø 0-2 mm, lietesäiliön kattamiseen >10 mm peltokäytössä
Käyttömäärät:	Käsittelemättömien biohiilien levitys tehdään pellolle kasvien juurien syvyydelle. Meta-analyysien pohjalta maailmanlaajuisista aineistoista maatalouden sadonlisien suhteen optimilisäysmäärä on välillä 5–20 tonnia biohiiltä hehtaarille (Elo ym., 2023, s.27). Lisääminen lietteen joukkoon 0,5–1 %-tilavuus, lantakompostiin 3 %-tilavuus, lietetankin päälle 5–10 cm kerros
Esikäsittelyt:	Biohiilet suositellaan ravinnekäsiteltäväksi minimissään 2–4 viikkoa (Joseph & Taylor, 2024) etukäteen (pl. lietesäiliön kattamisessa). Pintakemiaan vaikuttavilla erillisillä käsittelymenetelmillä voidaan lisätä liukoisen fosforin sidontaa. Tutkimusten (mm. Luo ym., 2022) perusteella mm magnesium ja rautarikasteiset biohiilet parantavat fosforin sidontaa.

⁶ Esimerkiksi Viaene et al, 2023



Ympäristörakentaminen

Käyttöalueet:	Ympäristörakentaminen, hulevesi- ja muut vesien suodatusratkaisut, nurmikot, golfkentät, istutukset, kantavat ja muut kasvualustat.
Laatusuositus:	Hiiltämislämpötila yli 380 °C ja korkean korkean kationivaihdon (jos tieto saatavilla) biohiiliä, koska biohiilien tulee sitoa ravinteita pitkävaikutteiseen käyttöön. Korkean vedensidonnan laadut kohteisiin, missä biohiilien tulee tasata ja lisätä kasvualustan vedenpidätystä. >550 °C laadut kohteisiin, missä biohiilien tulee sitoa maaperästä tai vedestä haitta-aineita.
Käyttömäärät:	Nurmikot 20–50 litraa /100 m ² , kasvualustat 10 tilavuus-%. Kantavat kasvualustat 10–20 tilavuus-%.
Esikäsittelyt:	Biohiilet suositellaan ravinnekäsiteltäväksi etukäteen. Biohiilet lisätään kompostimultaan tai ravinnepitoisiin kasvualustasekoituksiin. Vaikutusajasta ei ole yksiselitteistä suositusta, mutta tutkimuksissa ja kokeissa on ravinteiden annettu latautua yleensä 1–4 viikkoa.

Biosuodatus

Käyttöalueet:	Hule- ja muiden vesien suodatusrakenteet, eroosiosuojaus ja muut vesien suojausrakenteet.
Laatusuositus:	Hiiltämislämpötila > 550 °C korkea huokoisuus Biohiilien sopivimmasta karkeudesta tutkimus ei anna yksiselitteistä suositusta. Suodatuskokeita ja pilotteja on tehty yleensä 1–10 mm raekoolla (Elo ym., 2023 & Kakaei Lafdani ym., 2020).
Esikäsittely:	Pintakemiaan vaikuttavilla erillisillä käsittelymenetelmillä voidaan lisätä suodatuksen tehoa eri aineisiin. Tutkimusten (mm. Luo ym., 2022 & Tomzyk, ym., 2023) perusteella käsittelymahdollisuudet ovat moninaiset.
Jälkikäyttö:	Suodatuksessa käytetyt biohiilet voidaan jatkokäyttää maanparannuksessa, mikäli niiden raskasmetalli ja muut haitta-ainepitoisuudet alittavat lannoitevalmisteasetuksen ja EBCn raja-arvot suunnittelussa käyttöluokassa.



LÄHDELUETTELO

EBC, Euroopan biohiilisertifikaatti. 2023. Linkki: www.european-biochar.org/en/certificate. Viitattu 24.10.2024.

Elo, A., Hagner, M., Kainulainen, A., Kuoppamäki, K., Laulumaa, P., Männistö, A., Nuotio, A-K., Riikonen, A., Salo, E., Tammeorg, P. & Tiilikkala, K. 2023. Biohiiliopas viher- ja ympäristösuunnitteluun, -rakentamiseen ja kunnossapitoon. Viherympäristöliiton julkaisu, Nro 73, Viherympäristöliitto ry. Linkki: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/10138/564490/1/Biohiiliopas.pdf>. Viitattu: 21.11.2024.

IBI (International Biochar Initiative). 2024. Biochar Classification Tool. Linkki: <https://biochar-international.org/resources/biochar-classification-tool>. Viitattu 24.10.2024.

Joseph, S. & Taylor, P. 2024. Farmer's guide to the production, use, and application of biochar, ANZBIG (Australia New Zealand Biochar Industry Group). Linkki: <https://anzbig.org/farmers-guide-2024/#:~:text=A%20Farmer%27s%20Guide%201%20.%20Principles%20of%20biomass,o n%20crop%20production%20and%20soil%20properties%20More%20items>. Viitattu 24.10.2024.

Kakaei Lafdani, E., Saarela, T., Laurén, A., Pumpanen, J. & Palviainen, M. 2020. Purification of forest clear-cut runoff water using biochar: A meso-scale laboratory column experiment. Water (Basel), vol. 12, no. 2, 478. Linkki: <https://doi.org/10.3390/w12020478>. Viitattu: 28.11.2024.

Laine, A., Ahonen, H., Pakkala, A., Laininen, J., Kuloovesi, K. & Mäntylä, I. 2023. Opas vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden hyviin käytäntöihin: Vapaaehtoisten ilmastotekojen edistäminen ilmastoyksiköillä. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:3. Saatavilla: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164604>. Viitattu 19.11.2024

Leng, L., Xiong, Q. ym. 2021 An overview on engineering the surface area and porosity of biochar, Science of The Total Environment, Volume 763, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144204>. Viitattu: 13.11.2024

Luo, D., Wang, L., Nan, H., Cao, Y., Wang, H., Kumar, T. V., & Wang, C. (2023). Phosphorus adsorption by functionalized biochar: a review. Environmental Chemistry Letters, 21(1), 497-524. Linkki: https://pure.sruc.ac.uk/ws/files/54381790/s10311_022_01519_5.pdf. Viitattu: 21.11.2024.

Biohiilialan edistämishanke

www.bioenergia.fi/biohiili

Hanke on saanut rahoitusta
Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelmasta
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksesta.



Maa- ja metsätalousministeriö. 2023. Asetus lannoitevalmisteista 964/2023. Linkki: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230964>. Viitattu 24.10.2024.

Sarvi, M., Kainulainen, A., Malk, V., Kaseva, J., Rasa, K. Industrial pilot scale slow pyrolysis reduces the content of organic contaminants in sewage sludge, Waste Management, Volume 171, 2023, Pages 95-104. Linkki: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.08.018>. Viitattu: 21.11.2024.

Tomczyk, A., Kondracki, B. & Szewczuk-Karpisz, K. 2023. Chemical modification of biochars as a method to improve its surface properties and efficiency in removing xenobiotics from aqueous media, Chemosphere, Volume 312, Part 1, 2023. Linkki: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137238>. Viitattu 21.11.2024.

Tukes. 2024. Usein kysytyt kysymykset kemikaaleista. Linkki: <https://tukes.fi/tietoa-tukesista/usein-kysytyt-kysymykset/kemikaalit#:~:text=Biohiilen%20valmistuksessa%20k%C3%A4ytetty%20prosessi%2C%20kuten,asetuksen%20soveltamisalaan%20ja%20on%20rekister%C3%B6it%C3%A4v%C3%A4>. Viitattu: 13.11.2024

Turunen, M. Hyväluoma, J., Keskinen, R., Kaseva, J., Nikama, J., Reunamo, A. & Rasa, K. 2021. Pore structure of wastewater sludge chars and their water retention impacts in different soils, Biosystems Engineering, Volume 206, 2021, Pages 6-18, Linkki: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.03.010>. Viitattu: 21.11.2024

Viaene, J. Peiren, N., Vandamme, D, Lataf, A. Cuypers, A., Jozefczak, M. & Vandecasteele, B. 2023. Biochar amendment to cattle slurry reduces NH₃ emissions during storage without risk of higher NH₃ emissions after soil application of the solid fraction, Waste Management, Volume 167, 2023. Linkki: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.023>. Viitattu 19.11.2024.

Weber, K. & Quicker, P. 2018. Properties of biochar, Fuel, Volume 217, 2018, Linkki: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.12.054>. Viitattu: 13.11.2024