

# BIOHIILEN KÄYTTÖ SIIPIKARJATILOILLA

KUIVIKKEENA, HIILEN SIDONNASSA JA RAVINTEIDEN  
KIERRÄTYKSESSÄ

Kari Tiilikkala KT-Finnoserv Tmi



**HIILEKAS2- ja Biokaasuklinikka- hankkeiden  
taustakatsaus 2026**

## 1 Johdanto

Tämä on HIILEKAS2- ja Biokaasuklinkka- hankkeiden tilaama tietopaketti biohiilen käytöstä siipikarjatuotannossa. Asia on uusi eikä suomen kielistä ohjeistoa ole saatavilla. Maailmalla biohiilen käyttö karjataloudessa on tunnettu jo pitkään ja hiilen vaikutuksiin liittyviä tiedejulkaisuja on satoja. Ne ovat tämän taustakatsauksen tietoperustaa samoin kuin erimaissa julkaistut biohiilen käyttöoppaat.

Tietopaketti on tarkoitettu erityisesti niille, jotka aloittavat biohiilen käytön kanaloissa ja siipikarjatuotannossa. Painopiste on kuivikekäytössä, mutta muutakin tietoa on tarjolla. Olennaista on, että näillä tiedoilla pääsee alkuun. Esillä ovat yleisimmät biohiilen käyttötavat ja määrät sekä ravinnekierrätykseen ja biokaasutukseen liittyvät asiat. Biohiilen vaikutukset kerrotaan sillä tarkkuudella, joka riittää perusteeksi aloittaa biohiilen käyttö siipikarjatuotannossa.

Nyt tarvitaan yrittäjiä, joilla on halu ja kyky ottaa uudet hiilensidontatekniikat käyttöön. Samalla saadaan käytännön kokemuksia, joiden perusteella voidaan tehdä toimivat biohiilen käyttöohjeet koko karjataloudelle.

Biohiilen käytön vaikutukset näkyvät aikanaan eläinten terveytenä, tuotannon kannattavuuden lisääjänä, osana maatalouden hiilensidontaa sekä ravinteiden kierrätystä. Hyötyjä saadaan myös aluetalouteen sekä huoltovarmuuteen, jonka merkitys aletaan ymmärtää yhä paremmin monista syistä.

Tiedot on koonnut prof. emeritus Kari Tiilikkala, KT-Finnoserv Tmi, Tampere

## 2 Miten biohiiltä käytetään kuivikkeena

Biohiiltä on käytetty kuivikkeena kolmella tavalla. On mahdollista levittää imukykyinen hiili kerroksena muun materiaalin alle ennen kuivikkeen levitystä. Toinen ja yleinen tapa on sekoittaa biohiili kuivikkeeseen. Kolmas menetelmä on levittää biohiiltä kuivikkeen pintaan. Pohjalle levityksessä voi biohiiltä olla 10-30% kuivikkeen tilavuudesta ja kuivikkeeseen sekoitettaessa 10-20% tilavuudesta. Pintalevityksessä käyttömäärä on kansainvälisten suositusten mukaan ollut tasoa 1 kg biohiiltä yhdelle neliömetrille (viite1). Pintalevityksiä joudutaan uusimaan ajoittain, koska hiili peittyy lantaan nopeasti ja imuteho vähenne. Biohiilen lisäystapa on hyvä valita tilan omaan käytäntöön helpoiten yhdistettävällä tavalla.

Kaikissa levitystavoista olennaista on hallita pölyhaitat. Muuhun kuivikkeeseen sekoitettaessa pölyn sitominen on helpointa. Tärkeintä on käyttää hiiltä, jossa ei ole pölyä eli alle 1 mm hiilipartikkeleita. Pintalevityksessä osa biohiilestä tulee syödyksi ja siirtyy kuivikkeeseen ulosteiden mukana ravinteilla rikastettuna. Usein toistettava pintalevitys on työläin, mutta toisaalta eläimillä on silloin paras kontakti hiileen ja mahdollisiin terveysvaikutuksiin.

Muiden eläinten, kuin siipikarjan, kuivikekäytössä on omat tekniikkansa, joista on syytä tehdä omat käyttöohjeensa. Biohiilen vaikutukset eläimiin, ravinteisiin ja ympäristöön ovat samankaltaisia eläinlajista riippumatta.

## 3 Miksi biohiiltä kannattaa käyttää

### 3.1. Suorat vaikutukset

#### Biohiili alentaa kuivikkeen kosteuspitoisuutta

Biohiilen huokoisen rakenteen tärkein etu on se, että hiili pidättää nesteitä toimimalla sienen tavoin (2).

Parhaimmillaan kilo biohiiltä sitoo 5 litraa nestettä! Siipikarjatiloiissa biohiilen kosteudensääteilyominaisuudet voivat auttaa luomaan hyvän ympäristön eläimille, vähentäen stressitasoja ja parantaen yleistä terveyttä. Yhdistämällä biohiiltä kuivikemateriaaleihin saadaan kuivempi ja hygieenisempi alusta. Tehokas kuivaus vähentää tuotantotilojen tuuletuksen tarvetta, mutta HUOM! Ilmanvaihdesta ei silti saa tinkiä sillä biohiilillä ei koskaan yksistään riitä kosteuden poistoon kanalasta.

### **Biohiili imee ammoniakkia ja parantaa ilman laatua**

Kuivikkeesta vapautuva ammoniakki aiheuttaa suuren riskin kanoille. Biohiili voi vähentää ammoniakkipäästöjä pidättämällä tyypeä huokosissa ja hiilipartikkelien pinnoilla. Tämä vähentää ammoniakin myrkyllisyyttä, mikä hyödyttää siipikarjaa ja auttaa suojelemaan ympäristöä haitallisilta päästöiltä. Ammoniakkipitoisuuden lasku voi parantaa lintujen hyvinvointia ja edistää siten eläinhoidon tuottavuutta (3).

### **Biohiili vähentää mikrobipatogeenejä**

Koska biohiilellä on suuri pinta-ala ja huokoinen rakenne, se on ihanteellinen elinympäristö kuivikkeen hyödyllisille mikrobeille. Luomalla terveen tasapainon hyödylliseen mikrobistoon kuivikkeessa biohiili voi estää haitallisten patogeeneiden kasvua, vähentää niiden esiintymistä ja suojata siipikarjaa mahdollisilta taudeilta (4).

### **Biohiili edistää ruoansulatuskanavan terveyttä**

Osa kuivikkeen biohiilestä voi tulla syödyksi, mutta se ei ole ongelma, päinvastoin. Biohiilen läsnäolo ruoansulatuksessa parantaa kanojen ja siipikarjan terveyttä ja vähentää tautien esiintyvyyttä. Lisäksi biohiilellä on kyky sitoa mykotoksiineja (hoemyrkyjä) ja muita haitallisia aineita. Hiili suojaa siten lintuja mahdollisilta toksiineilta niiden ruokavaliossa (5). Kun linnun ruoansulatuskanava puhdistuu, sen suolistomikrobiomi on terveempi. Terve suolisto on avainasemassa ravinteiden imeytymisen ja ruoansulatuksen kannalta.

*HUOM! Biohiili ei ole vielä rehuissa hyväksyttävien lisäaineiden listalla Euroopassa eikä siten Suomessakaan (6).*

### **3.2. Hiilen laatu ratkaisee vaikutukset ja hyödyt**

Olennaisin peruste biohiilen käytössä kuivikkeena on sen erinomainen kyky pidättää nestettä sekä kaasuja (7). WHC eli vedenpidätyskykyä osoittava laatumittari on tärkein kuivikehiilen valintakriteeri (1). Yleensä biohiilen vedenpidätyskyky korreloi hiilen ominaispinta-alan kanssa. Suomessa esimerkiksi Carbofex Oy:n kuusesta valmistaman biohiilien WHC (veden pidätyskyky) luku oli saamani testituloksen mukaan 318 ja sen pinta-ala (BET arvo) oli 389 neliömetriä grammassa biohiiltä. Huonosti hiiltyneen biohiilen tai kovasta materiaalista valmistetun hiilen BET luku voi olla alle 10. Sellainen hiili ei sido vettä vaan on usein hydrofobista (vettä hylkivää). Sopii toki kelluvaksi katteeksi lietalantalaan muttei kuivikkeeksi, saati rehukäyttöön. EBC laatuluokat ovat: "Feed", "AgroOrganic", "Agro", "Urban", "ConsumerMaterials", and "BasicMaterials" (8)

Reuhiilellä on korkein laatuvaatimus, seuraavaksi korkein on luomutuotannossa käytettävällä biohiilellä. Maanparannuksessa ja kuivikekäytössä noudatetaan alhaisinta laatutasoa. Olennaisinta laadun arvioinnissa on tietää mistä raaka-aineesta ja miten biohiili on tehty sekä mitä laatu tietoja hiilen valmistaja tarjoaa. Vedenpidätyskykyä kuvaava arvo WHC ei aina ilmoiteta, joten se pitää aina vaatia hiiltä hankittaessa. Mitä suurempi luku sitä parempaa hiili on kuivikkeena. On hyvä tietää, että yleensä raaka-aine vaikuttaa eniten siihen, miten hyvin biohiili imee nesteitä (9). Nopeasti kasvaneista puista saadaan yleensä hyvää kuivikehiiltä.

Toinen tärkeä kriteeri biohiilen valinnassa on sen partikkelikoko. Kansainvälisissä suosituksissa hyvän kuivikehiilen raekoko on 2-5 mm. Joukossa voi olla vähän suurempiakin (20 mm) partikkeleja, mutta EI alle 1 mm kokoista pölyä. Pöly haittaa kuivikkeen levitystä ja tarttuu kuivana myös eläimiin. Pintalevityksessä pölyhaitta pitää tarvittaessa eliminoida biohiilen kostuttamisella ennen levitystä. Isot partikkelit (20 mm) ylläpitävät kuivikkeen rakennetta ilmapana ja vähentävät siten ammoniakkin haihtumista kuivikkeesta kanoja ympäröivään ilmaan.

Biohiilen hankinnassa olennaista on aina varmistaa biohiilen alkuperä, raaka-aine, hiilen tekijä sekä laatuun liittyvät mittaustiedot. Tuotetietojen vertaaminen EBC sertifikaatin vaatimuksiin on aina tarpeen, kun hankkii biohiiltä uudelta toimittajalta.

### **3.3. Ympäristövaikutukset ovat positiivisia kanalassa, varastoinnissa ja pellossakin**

Hajut kanaloissa ja niiden läheisyydessä ovat usein ongelma, jota voidaan vähentää biohiilen käytöllä (10). Samalla vähennetään myös kaasupäästöjä kanalasta ilmakehään (11).

Typipäästöt lantavarastoissa vähentävät ravinteiden kuivikkeen lannoitusarvoa. Osan hävikistä voi eliminoida sitomalla typen biohiileen jo kuivikkeen käytön aikana (12). Samalla tavalla peltoon lisätty biohiili vähentää ammoniakki- ja metaanipäästöjä ruokamullasta (13). Myös biohiilen vedenpidätyskyky jatkuu pellossa, jossa hiili säilyy satoja vuosia (14). Vettä pidättävä maa vähentää myös ravinteiden huuhtoutumisriskiä ja on siten osa viljelyn kannattavuuden parantamista sekä vesistöjen suojelua (15).

Pitkällä aikavälillä olennaista on, että biohiili parantaa ravinteiden luontaista kiertoa maassa ja imeytymistä kasveihin, kun maan mikrobisto toimii hyvin (16). Biohiilen lisääminen maahan on hyväksytty myös yhdeksi viralliseksi pysyvän hiilensidonnan teknologiaksi Euroopassa (17). Aika näyttää miten hiilensidonta tulee osaksi maatalouden tukipolitiikkaa.

## **4. Rehukäyttö on oma lukunsa.**

Biohiiltä käytetään paljon rehuna maalimanlaajuisesti (18)(19), muttei vielä Suomessa. Perustiedot rehun lisäaineeksi sopivasta biohiilestä löytyvät eurooppalaisesta EBC- ohjeistosta (vuodelta 2021) [https://www.european-biochar.org/media/doc/2/ebc-feed\\_9-3.pdf](https://www.european-biochar.org/media/doc/2/ebc-feed_9-3.pdf). EBC-FeedPlus laatuinen biohiili täyttää kaikki EU:n ja EFTA:n eläinten ruokintaan ja maatalousmaan käyttöön liittyvät määräykset. Sitä voidaan käyttää kaikissa kotieläintuotannoissa ja myös levittää maaperään (20). Biohiilen käytöstä säilörehussa on saatu hyviä kokemuksia ainakin tutkimusolosuhteissa (21).

Kokemustiedon lisääntyessä biohiilen ns. kaskadi käyttö (materiaalin kertaantuva käyttö) muodostunee taloudellisesti kannattavimmaksi käytettäväksi karjataloudessa. Silloin panostuksesta biohiilen saadaan suurin kokonaishyöty eläinhoidossa, ravinteiden kierrätyksessä sekä biokaasun valmistuksessa. Monen käyttövaiheen kautta peltoon päätyvä biohiili on tehokas tapa parantaa ruokamullan terveyttä ja hiilivaroja (22).

## **5. Kuivikekäytössä ei riskejä eläimille**

Biohiilen turvallisuudesta on julkaistu paljon tieteellisiä tutkimuksia, jotka osoittavat, että kuivikkeiden biohiilestä ei ole haittaa eläimille. Ei edes biohiilen pintalevityksestä, jossa kerta-annos oli 1 kg/m<sup>2</sup> ja kokonaismäärä 5 kg/m<sup>2</sup> koko kasvatusjakson aikana (1).

Olennaista on pölyn hallinta aivan kuten kuivan turpeen käytössäkin!

## **6. Biohiileen imeytettyjen ravinteiden käytössä on monia mahdollisuuksia**

Biohiilipitoisen lannan käsittely ei periaatteessa poikkea mitenkään muiden kuivikelantojen käytöstä. Kompostoinnissa biohiilestä on monia etuja prosessin nopeuttajana ja päästöjen vähentäjänä. Typpi pysyy

hyvin kompostissa ja muuttuu kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Samalla lisätään mikrobitoimintaa, joka parantaa pellon terveyttä ja toimivuutta. Kuivikkeen jalostaminen biokaasuksi ja lannoitteiksi on tehokas tapa maksimoida hiilipitoisen kuivikkeen hyödyt ja minimoida haitallisten kaasujen pääsy ilmaan (23). Lopputuotteena voivat olla orgaaniset lannoitteet, joilla korvataan yhä kalliimmiksi tulevat mineraalilannoitteet (ks. Hiilekas2 -hankesivusto).

Kanaloista saatavan kuivikkeen käytöstä biokaasun tuotantoon on julkaistu erittäin lupaavia tuloksia. Biohiili tasapainottaa korkean typpipitoisuuden vaikutuksia kaasutusprosessin aikana (24) (25). Pääravinteet säilyvät hyvin kaasutuksen rejekteissä kuten HIILEKAS2 -hankkeen piloteissa on jo todettu.

## **7. Ravinteet kiertoon ja kasveille, ei vesistöön eikä kaasuina ilmaan**

Lannoitteiden hinnan jatkuva nousu ja typen riittämättömyys ovat tulleet maatalouden ja jopa huoltovarmuuden uhaksi. On hyvä muistaa, että siipikarjatuotannon kuivikkeissa on erittäin korkeat typpipitoisuudet 1,7 – 14 g/l. Biohiilipitoinen kanalan kuivike on täten parhaimpia orgaanisten lannoitteiden raaka-aineita! Siipikarjatuottajien ja biokaasulaitosten hyvällä yhteistyöllä on mahdollisuus kehittää merkittävää orgaanisten lannoitteiden tuotantoa. Se on hyvä ottaa mukaan investointipäätöksiä tehtäessä. On näyttöä myös siitä, että biohiilen imeytyneet ravinteet eivät huuhtoudu pellostä yhtä helposti kuin vesiliukoiset kemikaalit (26).

Ravinnetilanteen ohella peltojemme vedenpidätyskyvyn lisääminen biohiilen avulla tulee vuosi vuodelta tärkeämmäksi sitä mukaa, kun ilmaston ääri-ilmiöt, pitkät kuivuusjaksot ja toistuvat rankkasateet, lisääntyvät (27).

Biohiiltä sisältävän kuivikkeen käyttö lannoitteena tai kaasulaitosten rejektituotannossa tuo mahdollisuuden valmistautua siihen, että peltomaiden hiilivaroja aletaan mitata koko Euroopassa. Peltomaiden terveystilan seuraaminen on uuden lain mukaan rahoitettava kansallisesti, ei viljelijöiden rahoilla (28) (29).

## **8. Biohiilen käytön taloudellisuuteen vaikuttavia tekijöitä**

Biohiilen käytön kannattavuus edellyttää viljelyn ja eläintuotannon kokonaisuuksien tarkastelua ja biohiiltä niiden osana (30)

Tällä hetkellä olennaisin asia on biohiilen hinta ja sopivan hiilen saatavuus. Hiilekas- ja Hiilekas2- hankkeet ovat julkaisseet saatavuuteen ja hintoihin liittyvää tietoa sekä kannattavuuslaskelmia. Olennaista yrityskohtaisen kannattavuuden laskennassa on kustannusten lisäksi arvioida tehostetun ravinnekierrätyksen ja hiilen sidonnan arvo omassa viljelyssä. Peltojen kasvukunnon säilytys ja paraneminen pitkällä aikavälillä voivat olla ratkaisevia syitä ottaa biohiili käyttöön kuivikkeena, kaasutuksessa ja karjataloudessa laajemminkin. Investointeja suunniteltaessa yhteistyön mallia voi ottaa esim. Kiertoravinne Oy:n toiminnasta.

## **9. Lisää tietoa biohiilestä**

**Parhaat suomenkieliset perustiedot** biohiilestä löytyvät Bioenergia ry:n tietopankista:

<https://www.bioenergia.fi/biohiili/>

**Uusimmat Eurooppalaiset biohiilen laatutiedot** voi tallentaa EBC:n sivuilta: 'European Biochar Certificate – Guidelines for a Sustainable Production of Biochar.' Carbon Standards International (CSI), Frick, Switzerland.

Linkki: <http://carbon-standards.com/ebc> .

**Hiilekas- hankkeiden** tuottamaa käytännön tietoa on julkaistu kahden peräkkäin toteutetun hankkeen sivustoilta: [https://issuu.com/kaustisenseutu/docs/hiilekas\\_-\\_infovihkonen](https://issuu.com/kaustisenseutu/docs/hiilekas_-_infovihkonen) ja

<https://kaustisenseutu.fi/kaustisen-seutukunta/hanketoiminta/omat-hankkeet/hiilekas-2/>

**Biokaasutuksen tiedot on julkaistu BIOKAASUKLINIKKA sivustolla** <https://kaustisenseutu.fi/kaustisen-seutukunta/hanketoiminta/omat-hankkeet/biokaasuklinikka/> ja tietopalvelu löytyy täältä: [kaustisenseutu.fi/biokaasuklinikka](https://kaustisenseutu.fi/biokaasuklinikka)

**Kansainvälinen kirjallisuuskatsaus** biohiilen terveysvaikutuksista löytyy kokoomateoksesta: Mohsen Kazemi 2025. Biochar in Animal Agriculture: Enhancing Health, Efficiency and Environmental Sustainability. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/vms3.70629>

**Australialainen Biohiilen käyttöohje viljelijöille:** <https://kaustisenseutu.fi/site/assets/files/12289/farmers-guide-draft-for-comment-current-website-file-1.pdf>. Ohjeistossa on hyvää yleistietoa biohiilen moninaisista käyttömahdollisuuksista karjataloudessa ja maanviljelyssä.

**Biohiilen lataaminen biokaasulaitoksen rejekteissä olevilla ravinteilla:**

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.126431>

## **10. Tietojen tarkkuudessa ja luotettavuudessa on vaihtelua**

*Käyttämieni julkaisujen vertailussa luotettavimpia ovat ne, jotka liittyvät biohiilen vedenpidätyskykyyn ja hiilen pysyvään sidontaan. Myös maan viljavuuden parannukseen ja ravinteiden sidontaan/lannoitusvaikutukseen liittyvien tietojen luotettavuus on hyvä. Eläinten kasvuun ja metaanipäästöihin liittyvissä tiedoissa on vaihtelua. Suurin epävarmuus liittyy biohiilen vaikutukseen eläinten tauteihin. Tautitilanteet vaihtelevat tapauskohtaisesti paljon, joten myös biohiilen terveysvaikutuksiin liittyvissä tuloksissa on eroja. Käytön kannattavuustiedot ovat hajanaisia ja riippuvat täysin biohiilen tarjontaketjun toimivuudesta, biohiilen suorista vaikutuksista eläinten hoidossa sekä ravinteiden käytön ja hiilensidonnan kokonaishyödyistä.*

### **Lopuksi**

Ratkaisevaa uuden tekniikan käyttöönotossa ovat yritysten välinen yhteistyö ja hyviin kokemuksiin perustuvan tiedon jakaminen. Biohiilen käyttöönotto karjataloudessa voi olla nopeaakin, jos maataloutemme hiilensidontaa vauhditetaan konkreettisesti samalla tavalla kuin esimerkiksi Tanskassa tehdään (31). Lannoitteiden hintakehitys ja huoltovarmuuden lisäämistarve vauhdittavat omalta osaltaan karjataloudessa saatavien ravinteiden tehokasta talteenottoa ja käyttöä. Biohiili on todennäköisesti pian tärkeä osa - paitsi hiilen pysyvää sidontaa - myös osa ravinnekierrätystä.

**Viitteet:** tekstissä numeroidut viitteet ja julkaisujen linkit

- 1..Linhoss JE 2019. Evaluation of Biochar as a Litter Amendment for Commercial Broiler Production. <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfz071>
2. Liu Z ym. 2017. Biochar particle size, shape, and porosity act together to influence soil water properties. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179079>
3. Linhoss JE 2025. Effects of biochar application methods on ammonia (NH<sub>3</sub>) volatilization from used broiler litter. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2025.100614>
4. Guerreiro JF ym. 2025. Biochar supplementation affects the microbiome of recycled manure solids for cow bedding: A metagenomic analysis. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25616>
5. Guerreiro JF ym 2025. Biochar in Animal Agriculture: Enhancing Health, Efficiency and Environmental Sustainability. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12519883/>

6. Ruokavirasto, Rehun lisäaineiden rekisteri. <https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/rehut/tietoa-rehuista/rehun-lisaaineet/rehun-lisaaineiden-rekisteri/>
7. EBC (2012) 'European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar.' European Biochar Foun. [https://www.european-biochar.org/media/doc/2/version\\_en\\_9\\_1.pdf](https://www.european-biochar.org/media/doc/2/version_en_9_1.pdf)
8. EBC 2022, Guidelines for a Sustainable Production of Biochar. Version 10.1 from 10th Jan 2022, 2022. [https://www.carbon-standards.com/docs/e71c07d0d6cfe1767107d54e743c90e2\\_version\\_en\\_10\\_1.pdf](https://www.carbon-standards.com/docs/e71c07d0d6cfe1767107d54e743c90e2_version_en_10_1.pdf)
9. Hyväluoma J 2018. Effects of pyrolysis temperature on the hydrologically relevant porosity of willow biochar <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165237018303188?via%3Dihub>
10. Jinho Shin 2015. Evaluating the Odor Mitigation Effects of Biochar-Enhanced Bedding Materials in a Simulated Bedded Pack Dairy Barn Environment: A Laboratory-Scale Study. <https://doi.org/10.3390/app15116361>
11. Linhoss JE 2026. Effects of biochar application methods on ammonia (NH<sub>3</sub>) volatilization from used broiler litter. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz071>
12. Khagendra RB ym. 2023. The effect of biochar and acid activated biochar on ammonia emissions during manure storage <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120815>
13. Kalu S. 2022. Potential of biochar to reduce greenhouse gas emissions and increase nitrogen use efficiency in boreal arable soils. Frontiers in Environmental Science. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.914766>
14. Karhu K. ym. 2011. Biochar addition to agricultural soil increased CH<sub>4</sub> uptake and water holding capacity Results from a short-term pilot field study. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.12.005>
15. Karhu K. ym. 2021. Potential of biochar soil amendments to reduce N leaching in boreal field conditions estimated using the resin bag method. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107452>
16. Bolan S. ym 2024. Biochar modulating soil biological health: A review <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38157897/>
17. European commission, Directorate-General for Climate Action 2026. EU sets world's first voluntary standard for permanent carbon removals. [https://climate.ec.europa.eu/news-other-reads/news/eu-sets-worlds-first-voluntary-standard-permanent-carbon-removals-2026-02-03\\_en](https://climate.ec.europa.eu/news-other-reads/news/eu-sets-worlds-first-voluntary-standard-permanent-carbon-removals-2026-02-03_en)
18. Parathy S. Nair 2023. Beneficial impacts of biochar as a potential feed additive in animal husbandry. [http://dx.doi.org/10.18006/2023.11\(3\).479.499](http://dx.doi.org/10.18006/2023.11(3).479.499)
19. Schmidt H-P. 2019. The use of biochar in animal feeding <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31396445/>
20. Yrjälä K. 2024 Biohiili: lainsäädäntö. Bioenergia ry:n julkaisu 6/2024.. <https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2024/12/Biohiili-lainsaadanto-2024.pdf>21.
21. Pereira RC 2014. Assessment of the influence of biochar on rumen and silage fermentation: A laboratory-scale experiment. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840114002247>
22. Schmidt H-P ym. 2019. The use of biochar in animal feeding. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6679646/>
23. Lehtoranta S. ym. 2020. Vaihtoehtoja kestävämpään turkiseläinten lannan hyödyntämiseen. [https://www.researchgate.net/publication/344085403\\_Vaihtoehtoja\\_kestavampaan\\_turkiselainten\\_lannan\\_hyodyntamiseen](https://www.researchgate.net/publication/344085403_Vaihtoehtoja_kestavampaan_turkiselainten_lannan_hyodyntamiseen)

24. Linas Jurgutis 2020. Biogas production from chicken manure at different organic loading rates in a mesophilic full scale anaerobic digestion plant.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953420302270>
25. Collins B.A.2023. The influence of biochar position in a leach bed system anaerobically digesting chicken litter. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723011921?via%3Dihub>
26. Kalu Subin 2022. Long-term effects of biochars as a soil amendment in boreal agricultural soils.  
<http://hdl.handle.net/10138/345732>
27. Valonia: Raportit ja selvitykset 2025. Maatalouden kuivuudesta ja rankkasateista tehtyjen ilmastoriskiarvioiden tuloksia <https://valonia.fi/materiaali/maatalouden-kuivuudesta-ja-rankkasateista-tehtyjen-ilmastoriskiarvioiden-tuloksia/>
28. European commission. Soil Monitoring Law. The EU's Soil Monitoring Law protects and restores soils, ensuring that they are used sustainably. [https://environment.ec.europa.eu/topics/soil-health/soil-monitoring-law\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/soil-health/soil-monitoring-law_en)
29. Maa- ja metsätalousministeriö 2023. EU:n maankäyttösektorin hiilinielutavoite vuodelle 2030 kiristyy. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410837/eu-n-maankayttosektorin-hiilinielutavoite-vuodelle-2030-kiristyy>
30. Mohsen Kazemi 2025. Biochar in Animal Agriculture: Enhancing Health, Efficiency and Environmental Sustainability. Sustainability. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/vms3.70629>
31. Hougaard I-M 2024. Enacting biochar as a climate solution in Denmark.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901123003003>