

Notat

Podning af biokul	Ansvarlig	ræj
	Oprettet	18-12-2024
Projekt: 104201 – Mere biokul til landbrugsjord (AP 2.1)	Side	1 af 3

Baggrund

I en dansk kontekst er biokul først og fremmest en måde at lagre kulstof i jorden og derved modvirke udledning af drivhusgasser. Hvor det mest almindelige scenarie for udbringning af biokul på marken er en direkte tilførsel, hvor dyrkningseffekten alene afhænger af biokullets iboende egenskaber. I den forbindelse har vi endnu ikke set overbevisende positive effekter på afgrødernes vækst og udbytte. De samme erfaringer har man gjort sig i et i 4-årigt forsøg i Norge med 8 og 25 t biokul pr. ha fra elefantgræshalm (O'Toole et al.2018). Det er relativt store mængder af biokul og den højeste tildeling på 25 t pr. ha resulterede også i en bedre vandholdende evne på den siltholdige lerjord. Man fandt dog ikke nogen effekt på jordens stabilitet, porefordeling, mikrobiel biomasse (se figur herunder), C og N, respiration, udbytte (rug og vårbøg) gennem de fire år.

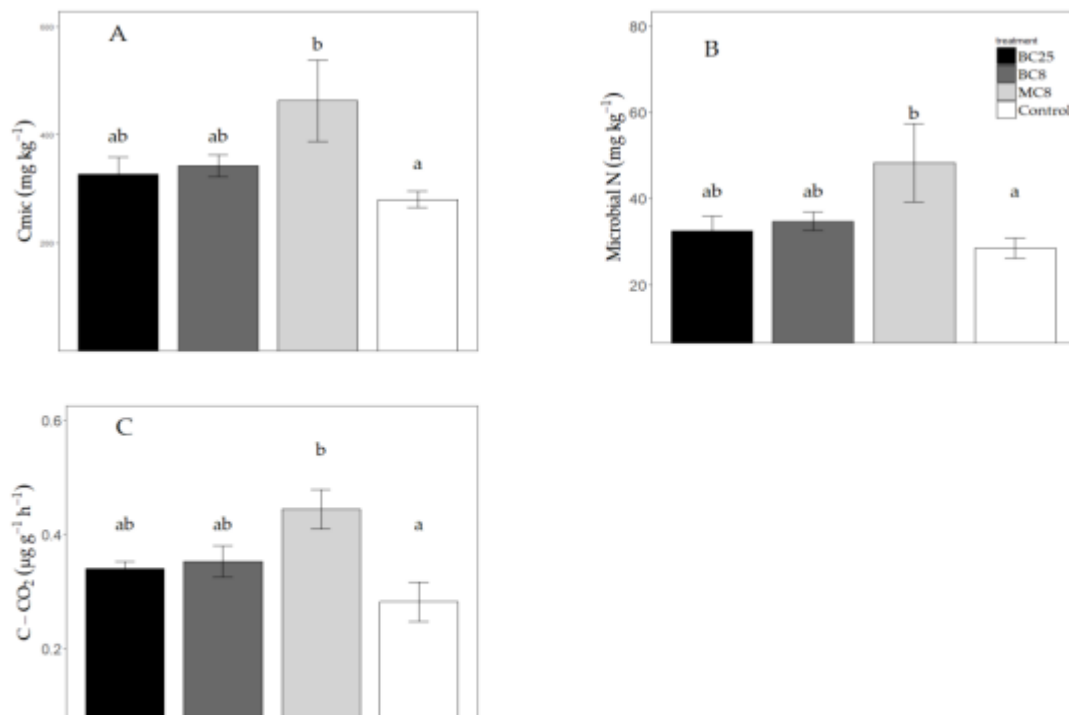


Figure 9. Microbial biomass C (A), microbial biomass N (B), and basal respiration (C) measured in soil samples from each treatment in 2012. \pm SE, $n = 4$. Different letters denote significance $p < 0.05$ between treatments and the control.

Figur fra O'Toole et al. 2018. Figuren viser en forøget mikrobiel aktivitet i behandlingen med halm fra elefantgræs. Mens der ikke synes at være en effekt ved tildelingen af biokul fra halmen.

Uden at kunne demonstrere en agronomisk signifikant effekt af biokul er det svært at forstille sig en bred adoption af brug af biokul blandt danske landmænd, medmindre der følger økonomisk kompensation med. Men, som de norske forskere også peger på, er det måske muligt at forbedre den agronomiske gevinst ved at pøde biokullet med f.eks. et gødningsprodukt.

Podning af biokul

I tilfældet med podning af biokul blander mig biokul med f.eks. et gødningsprodukt før man udbringer det til marken. Det kalder man i litteraturen *biochar-based fertilizer* (BCF) eller biokul baseret gødning.

Normalvis producerer man BCF ved at blande fint formalet biokul med noget gødning for herefter at pel-
leter det på ny. Med denne metode har man fundet positive effekter på både kvælstofudnyttelse og ud-
bytte (Tisserant et al. 2020). Men også andre jordparametre som pH, kulstof, jordstruktur og jordens mi-
krobielle liv (Chew et al., 2020).

Biokul sammen med kvælstofgødning

I forhold til kvælstof influerer biokul to vigtige dynamikker som igen påvirker afgrødernes kvælstofudnyt-
telse, nemlig lattergasdannelse og nitratudvaskning. Biokul kan reducere lattergasemissioner, selvom
resultaterne på området ikke er entydige og derfor arbejdes der med at udbringe biokul sammen med
f.eks. gylle, hvilket både sørger for en fugtning af biokullet, samt en potentiel bedre kvælstofudnyttelse.
Interaktionen mellem biokul og kvælstofgødning forventes også at reducere udvaskningen af kvælstof og
derved forbedre kvælstofudnyttelsen (Guenet et al., 2021), hvilket skyldes at der sker en langsommere
frigivelse af kvælstof pga. binding til biokullet. Det tyder dog på, at dette er en begrænset effekt. Flere
studier har fundet en kvælstofbinding på under 20 gram kvælstof pr. kilo biokul (Zhang et al. 2020). Der
er også studier der har fundet et meget højere potentiale for binding og kvælstof og med den rette kvali-
tet af biokul vurderes 50 gram pr. kilo kvælstof at være realistisk (Tisserant et al. 2022). Det vil svare til
at der skal bruges 2500 kg biokul pr. ha som BCF sammen med kvælstofgødningen til en almindelig vår-
byg i Danmark.

Habitat for mikroorganismer

Biokul er generelt fremhævet som et lovende substrat for mikroorganismer pga. dets høje porøsitet, stort
overfladeareal, næringsindhold og stabilitet. Det betyder at når mikroorganismer introduceres sammen
med biokul, øges deres overlevelsesrate, hvilket forbedrer deres udbredelse i jorden inkl. rhizosfæren
(Bolan et al. 2023). Flere undersøgelser har også vist, at biokul kan bruges som et bæredygtigt substrat,
når det gælder formulering af mikrobielle inokulanter (Bolan et al. 2023).

For at udnytte biokuls fulde potentiale som mikrobielt bærer-substrat er der ifølge Bolan et al 2023 et be-
hov for mere viden. Særligt mere viden om biokuls overfladeegenskaber og hvordan råmateriale og py-
rolysebetingelser påvirker disse. Der er også behov for at undersøge mikroorganismers overlevelse un-
der opbevaring, transport og markanvendelse sammen med biokul. Det er også vigtigt at identificere de
mikroorganismer, der bedst udnytter biokul som levested. Endelig bør der forskes i muligheden for at im-
mobilisere mikrobielle enzymer på biokul.

Forbedret phytoremediering

Biokul har en dokumenteret effekt på binding og derved tilbageholdelse af toksiske elementer som arse-
nik, cadmium og bly (Antón-Herrero et al. 2021), men også toksiske organiske stoffer, og er derfor blevet
undersøgt som mulig teknik til at rense forurenede jord. En jordforurening er kompleks at løse, hvor en af
metoderne hertil er phytoremediering, hvor planter og deres associerede mikroorganismer kan hjælpe
med at nedbryde nogle af de toksiske organiske stoffer. Dog kan effektiviteten af sådan mikrobe-assiste-
ret phytoremediering begrænses af f.eks. meget høje koncentrationer af toksiner, mangel på nærings-
stoffer og levesteder for mikroberne (Xiang et al. 2022). Netop her kan biokul spille en rolle ved at fun-
gere som bæremateriale for mikroorganismer og tilføre næringsstoffer og stabilisere de forurenede stof-
fer i jorden. Derved skabes en synergieffekt mellem mikroorganismer, planter og biokul, der måske kan
løse nogle af de barrierer phytoremediering kan have.

Binding til plantebeskyttelsesmidler

Et tema der har fået stigende interesse i Danmark er hvordan biokul interagerer med plantebeskyttelses-
midler. F.eks. har en undersøgelse fra Alabama vist, at biokul kan påvirke herbicidernes effektivitet i
sandede jorde. Resultaterne viser, at biokul reducerer herbicidernes virkning, hvilket medførte højere
overlevelse og større biomasse hos visse ukrudtsarter, som *Ipomoea lacunosa* (snerleart), mens effek-
ten på *Eleusine indica* (almindelig fingerhirse) forblev uændret (billede 2). Disse fund tyder på, at biokul
kan have betydelige konsekvenser for ukrudtsbekæmpelse og herbicidstrategier i landbruget. Der er dog

begrænset viden om dette fænomen under danske forhold, og fremtidige nationale studier er nødvendige for at dokumentere en mulig effekt. Dette kan få stor betydning for, hvordan og hvornår biokul anvendes i landbrugspraksis.

Referencer

O'Toole, A., Moni, C., Weldon, S., Schols, A., Carnol, M., Bosman, B., Rasse, D., 2018. *Miscanthus biochar had limited effects on soil physical properties, microbial biomass, and grain yield in a four-year field experiment in Norway*. Agriculture 8, 171. <https://doi.org/10.3390/agriculture8110171>.

Chew, J., Zhu, L., Nielsen, S., Graber, E., Mitchell, D.R.G., Horvat, J., Mohammed, M., Liu, M., van Zwieten, L., Donne, S., Munroe, P., Taherymoosavi, S., Pace, B., Rawal, A., Hook, J., Marjo, C., Thomas, D.S., Pan, G., Li, L., Bian, R., McBeath, A., Bird, M., Thomas, T., Husson, O., Solaiman, Z., Joseph, S., Fan, X., 2020. *Biochar based fertilizer: supercharging root membrane potential and biomass yield of rice*. Sci. Total Environ. 713, 136431 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136431>.

Alexandre Tisserant, Marjorie Morales, Otavio Cavalett, Adam O'Toole, Simon Weldon, Daniel P. Rasse, Francesco Cherubini, Life-cycle assessment to unravel co-benefits and trade-offs of large-scale biochar deployment in Norwegian agriculture, 2022. Resources, Conservation and Recycling, Volume 179, 106030, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106030>.

Guenet, B., Gabrielle, B., Chenu, C., Arrouays, D., Balesdent, J., Bernoux, M., Bruni, E., Caliman, J.-P., Cardinael, R., Chen, S., Ciais, P., Desbois, D., Fouche, J., Frank, S., Henault, C., Lugato, E., Naipal, V., Nesme, T., Obersteiner, M., Pellerin, S., Powlson, D.S., Rasse, D.P., Rees, F., Soussana, J.-F., Su, Y., Tian, H., Valin, H., Zhou, F., 2021. *Can N₂O emissions offset the benefits from soil organic carbon storage?* Glob. Chang. Biol. 27, 237–256. <https://doi.org/10.1111/gcb.15342>

Zhang, M., Song, G., Gelardi, D.L., Huang, L., Khan, E., Mašek, O., Parikh, S.J., Ok, Y.S., 2020. *Evaluating biochar and its modifications for the removal of ammonium, nitrate, and phosphate in water*. Water Res. 186, 116303 <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116303>.

Antón-Herrero, Rafael, Vega-Jara, Liliana, Garcia-Delgado, Carlos, Mayans, Begoña, Camacho-Arévalo, Raquel, Moreno-Jiménez, Eduardo Plaza, César, Eymar, Enrique, 2021. *Synergistic effects of biochar and biostimulants on nutrient and toxic element uptake by pepper in contaminated soils*. 102. 10.1002/jsfa.11343. Journal of the Science of Food and Agriculture

Leilei Xiang, Jean Damascene Harindintwali, Fang Wang, Marc Redmile-Gordon, Scott X. Chang, Yuhao Fu, Chao He, Bertrand Muhoza, Ferdi Brahushi, Nanthi Bolan, Xin Jiang, Yong Sik Ok, Jörg Rinklebe, Andreas Schaeffer, Yong-guan Zhu, James M. Tiedje, and Baoshan Xing, 2022. *Integrating Biochar, Bacteria, and Plants for Sustainable Remediation of Soils Contaminated with Organic Pollutants*. Environmental Science & Technology 2022 56 (23), 16546-16566. DOI: 10.1021/acs.est.2c02976

Shiv Bolan, Deyi Hou, Liuwei Wang, Lauren Hale, Dilfuza Egamberdieva, Priit Tammeorg, Rui Li, Bing Wang, Jiaping Xu, Ting Wang, Hongwen Sun, Lokesh P. Padhye, Hailong Wang, Kadambot H.M. Siddique, Jörg Rinklebe, M.B. Kirkham, Nanthi Bolan, 2023. The potential of biochar as a microbial carrier for agricultural and environmental applications. Science of The Total Environment. Volume 886. 163968, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163968>.

Purohit, N. N., Auburn University, Graduate Student Assistant; Ghosh, R. K., Auburn University, Post-doctorate; Feng, Y., Auburn University, Professor; Prior, S., USDA-ARS NSDL, Plant Physiologist; Maity, A., Auburn University, Assistant Professor. (2024). Influence of Biochar-Herbicide Interactions on Weed Control Efficacy in Sandy Soil in Alabama. Poster presentation. Sub-topics: Weed Science.