



Foto. Helene Larsson Jönsson

Projekttitel: Biokolets inverkan på mikrobiella samhällen och effekt på olika jordtyper och grödor i ett tempererat klimat

SLU Partnerskap Alnarps projekt nr: 1585

Projektledare: Maria Karlsson

Författare till rapporten: Maria Karlsson

Fakultet: LTV

Institution: Biosystem och Teknologi

Projektid: 2025-01-07 till 2026-05-31

Projektpartners: Helene Larsson Jönsson och Skånefrö

Projektsammanfattning

Biokol är en produkt som blivit populär framför allt i urbana miljöer och används som jordförbättringsmedel, både av yrkes- och hobbyodlare. Men biokol har även en potential att användas i större utsträckning på åkermark. På grund av biokolets struktur gör den jorden porös och syrerik samt ökar jordens förmåga att hålla kvar vatten och näring under en längre tid vilket skulle kunna gynna mikroorganismerna som finns i jorden. Klimatförändringarnas tid är ett faktum där även vi på våra breddgrader erfar extremväder med långa perioder av torka. Här kan tillförsel av biokol vara en potentiell lösning för lantbruket med sin vattenhållande förmåga.

Här har vi undersökt om diversiteten av mikrobiella samhällen förändras när man tillsätter biokol till jorden. Vi har också undersökt om biokolen påverkar uppkomst och tillväxt av korn, raps och sockerbeta.

Projektet genomfördes under våren och hösten 2025. Försöket genomfördes i två delar och med två olika jordtyper. Vi gjorde ett groningsförsök och ett krukförsök med sandjord på våren och lerjord på hösten. Vi använde två olika typer av biokol, bioagropelletsbiokol och slambiokol (båda sorterna från Skånefrö) i tre olika koncentrationer (5, 10 och 25 vol %). Tre olika grödor såddes och som kontroll hade vi jord utan tillsatt biokol. Parametrar som analyserades var fukt (%) och tillväxt, färsk och torrsvikt i krukförsöket och uppkomst i groningsförsöket. Vid skörd togs även prov för DNA extraktion för vidare analys med Illumina sekvensering och analys av mikrobiella samhällen i jorden samt näringsanalys av jorden.

Resultatet för groningsexperimentet med den sandblandade jorden visade att slambiokol med koncentration 5 % hade en positiv inverkan på groning av raps och korn och hade grott på dag 3 efter sådd. Övriga behandlingar inklusive kontrollen började gro på dag 4 efter sådd utom slambiokol med koncentration 10 % och bioagropelletsbiokol med koncentration 25 % där vi såg uppkomst dag 6 efter sådd. I samtliga tråg var det raps och korn som kom upp först och sockerbetorna kom upp någon dag senare. Lerjorden visade inga skillnader på uppkomst mellan de olika behandlingarna. Raps och korn kom upp dag 4 efter sådd och dag 5 efter sådd började sockerbetorna att komma upp i samtliga tråg.

Krukförsöket visade inga skillnader på biomassan (färsksvikt och torrsvikt) mellan de olika biokolsbehandlingarna i vare sig sandjorden eller lerjorden.

Diversiteten av mikroorganismer visade inga skillnader mellan de olika behandlingarna för bakterierna. Däremot förekom *Olpidium* endast i krukor med raps och förekom i högre utsträckning i behandling med 25 % slambiokol.

Utifrån de studerade parametrarna i denna studie kan man säga att det inte finns några direkt negativa aspekter för användning av biokol i odling. Självklart är det beroende av vilken typ av biokol man vill använda och till vilken gröda. I dagsläget är biokol en dyr produkt och därför inte användbar för många lantbrukare. För att kunna ge generella råd måste mer forskning till inom detta och under en längre period.

Bakgrund

Biokol är en produkt som blivit populär framför allt i urbana miljöer och används som jordförbättringsmedel, både av yrkes- och hobbyodlare. Men biokol har även

en potential att användas i större utsträckning på åkermark. På grund av biokolets struktur gör den jorden porös och syrerik och ökar jordens förmåga att hålla kvar vatten och näring under en längre tid. Biokol framställs av organiska restprodukter så som park och trädgårdsavfall, träflis, avloppsslam, tång och alger som förbränns i en syrefri miljö. Denna process kallas för pyrolys. Givetvis varierar biokolets effekt och egenskaper beroende på vilket ursprung det organiska materialet hade. Gemensamt är dock att de är stabila och inte reagerar med sin omgivning. Den porösa strukturen ger en vattenhållande effekt. Den har också en hög näringshållande kapacitet pga den stora ytan vilket ger ett högt katjonsutbyte (Weber and Quicker, 2018). Med dess porösa struktur och små sprickbildningar ger den goda livsbetingelser för mikroorganismer. På grund av sin molekyllära konfiguration (starkt bundna kolatomer) är biokol kemiskt och biologiskt mer stabilt än sitt modermaterial, vilket gör det svårare att bryta ner. Det innebär att det kan förbli stabilt i marken i hundratals till tusentals år och är därför en viktig kolsänka (Sohi et al 2010). Ett ton producerad biokol beräknas motsvara 2,5 ton koldioxidekvivalenter.

Som nämnts tidigare har biokol näringshållande förmåga och det beror på den negativt laddade ytan på biokolet som lätt kan binda till sig positivt laddade joner som finns i marken så som ammonium, kalium, magnesium, kalcium och natrium. När det gäller kväve så immobiliseras det när man tillsätter biokolet till en jord vilket kan medföra näringsbrist hos växterna som man odlar. Detta kan medföra att man måste gödsla lite mer till grödan som odlas i anslutning till biokolstillförseln. Det höga pH-värdet som biokol har samt dess höga andel lösliga salter kan påverka vissa växter negativt (Wang et al. 2022). Olika typer av biokol har olika näringsinnehåll och dess näringsämnen har olika växttillgänglighet. Grödor från olika växtfamiljer har även olika förmåga att ta upp bunden växtnäring.

Mikroorganismer är en viktig aktör i jorden och odlingssubstrat och bidrar till förbättrad jordhälsa och produktivitet. Dessa mikroorganismer är involverade i många olika processer som att hjälpa till att cirkulera näring, bryta ned organiskt material och förbättra jordens struktur. Utsöndring av tillväxtfrämjande ämnen från mikroorganismerna skyddar mot olika växtsjukdomar (Kirchman 2018). Biokolets inverkan på mikrobiella samhällen är mycket varierande och visar både på att biokolet ökar artrikedom och diversitet, men kan också bidra till att diversitet minskar och den mikrobiella samhällsstrukturen förändras (Chen et al. 2015; Wang et al. 2021). Klimatförändringarnas tid är ett faktum där även vi på våra breddgrader erfar extremväder med långa perioder av torka. Här kan tillförsel av biokol vara en potentiell lösning för lantbruket med sin vattenhållande förmåga. Vidare så kan biokol tillsammans med traditionell gödsling bli en näringsbäare.

Syfte

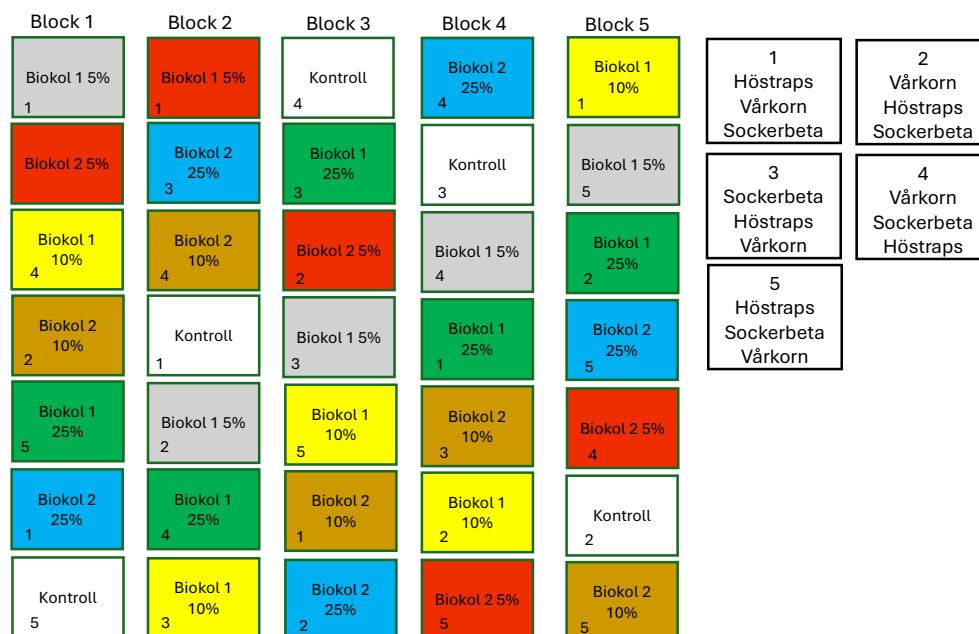
Föreliggande projekt syftar till att i växthus undersöka biokolets effekt på mikrobiella samhällen, och grödans gröningsförmåga och viabilitet. Målet är att få en bekräftelse på att biokol tillför positiva egenskaper till jorden och därmed gynnar mikrolivet, grödans tillväxt och minskad sjukdomsförekomst. För att nå målet, undersöker vi hur jordens kemiska egenskaper påverkas som pH, näringsammansättning samt dess vattenhållande effekt. För att kunna fastställa biokolets effekt på grödans viabilitet. Med metagenomik undersöker vi biokolets effekt på mikroorganismerna som finns i jorden där både bakterier och svampar kvantifieras och dess sammansättning och diversitet analyseras.

Metod

Projektet genomförs i samarbete med Skånefrö som bistod med två olika typer av biokol (biokol från växtdelar, bioagropelletsbiokol och slambiol). I rapporten kommer bioagropelletsbiokolen att definieras som biokol 1 och den slambaserade som biokol 2. Projektet genomfördes i ett randomiserat tråg- och krukförsök i växthus. Vi använde två olika jordtyper, en lätt sandjord från Borgeby och en lerjord från Lönnstorp. Biokolen applicerades i tre olika koncentrationer (5, 10 och 25 vol %), som kontroll hade vi krukor utan biokol.

Försöken delas in i två delar: Groningsstudie och tillväxtstudie.

Del 1. Groningsstudie: Vi studerade biokolets effekt på olika gröders groning. Försöket genomfördes i tråg där biokolet myllades ner lätt i ytskiktet. Vi valde grödor från tre olika växtfamiljer då dessa ofta har olika groningsbetingelser. Vi sådde 20 frön av raps, korn och sockerbeta i varje tråg och vi hade fem replikat av varje behandling (Figur 1). Uppkomsten registrerades dagligen under groningsperioden. Försöket avslutades när alla frön grott dvs 7 dagar efter sådd.



Figur 1. Schematisk uppställning av groningsförsöket. Numret i högra hörnet motsvarar ordningen på hur grödorna placerades i tråget.

Del 2. Krukförsök: Vi undersökte effekten av biokol på de mikrobiella samhällena i jorden. Vi mätte också fukt och tillväxt. Biokolen blandades ner i hela jordprofilen och 1,7g gödning (NPK 11-5-18) tillsattes i varje kruka. Vi använde samma grödor som i groningsförsöket och vi sådde 10 kornfrön på 3 cm djup, 5 rapsfrön på 1 cm djup och 7 betfrön på 2 cm djup. Sådden duschades och vi täckte odlingen med plast. När fröna grott gallrade vi korn till 7 plantor, raps och betor till 3 plantor. Fukt och tillväxt mättes en gång i veckan. Vid försökets slut skördades biomassan och vägdes för att sedan torkas för torrsvikt. Jordprov togs från varje kruka för näringsanalys (sprurway LMI) och för extraktion av DNA. Dessa prover skickades till LGC (Berlin) för Illumina sekvensering.

Resultat

Groningsexperiment

Resultatet för groningsexperimentet med den sandblandade jorden visade att slambiokol med koncentration 5 % hade en positiv inverkan på groning av raps och korn och hade grott på dag 3 efter sådd. Övriga behandlingar inklusive kontrollen började gro på dag 4 efter sådd utom slambiokol med koncentration 10 % och plantbaserad biokol med koncentration 25 % där vi såg uppkomst dag 6 efter sådd. I samtliga tråg var det raps och korn som kom upp först och sockerbetorna kom upp någon dag senare. För lerjorden visade inga skillnader på uppkomst mellan de olika behandlingarna. Raps och korn kom upp dag 4 efter sådd och dag 5 efter sådd började sockerbetorna att komma upp i samtliga tråg. Att sockerbetsfröna grodde lite senare beror på att de är senare och behöver mer tid.

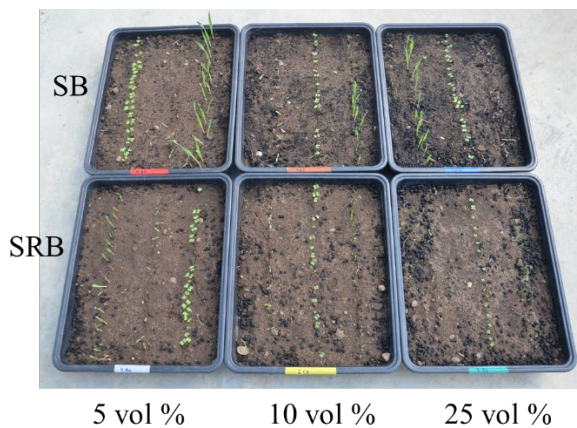
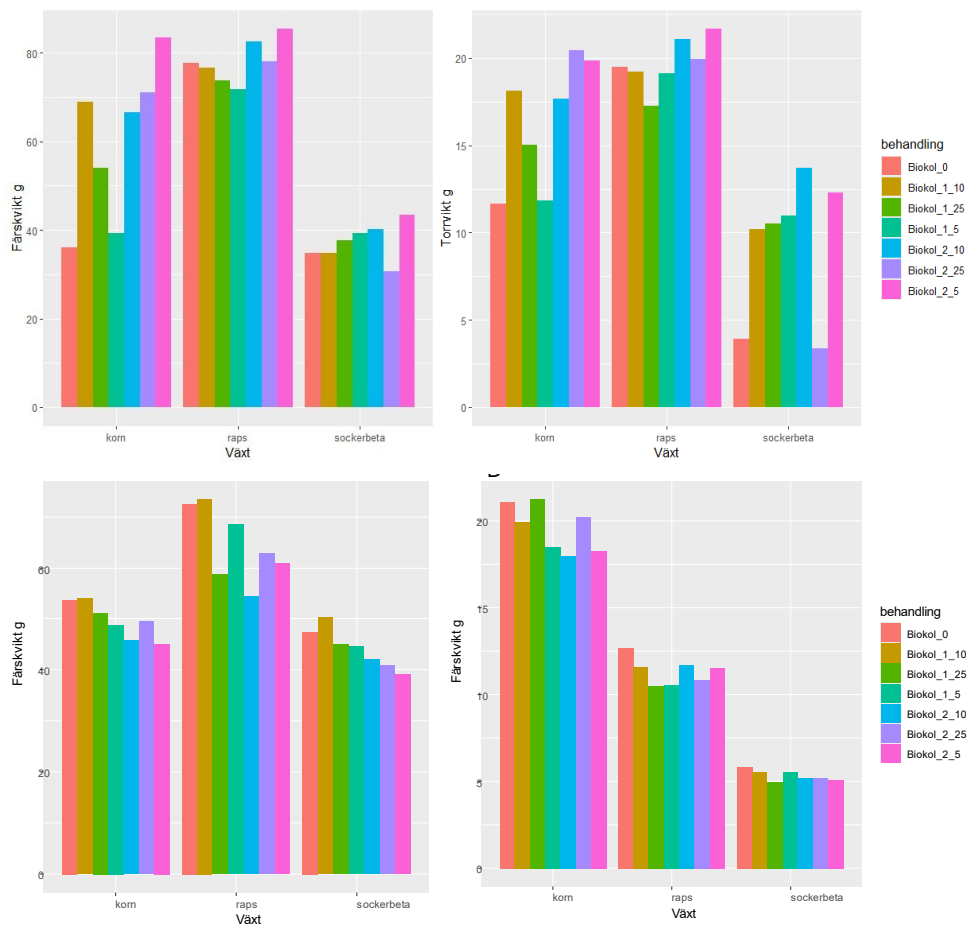


Bild 1. Uppkomst i sandjord. Översta raden är slambiokol och understa raden är bioagropelletsbiokol.
Foto. Helene Larsson Jönsson

Krukförsök

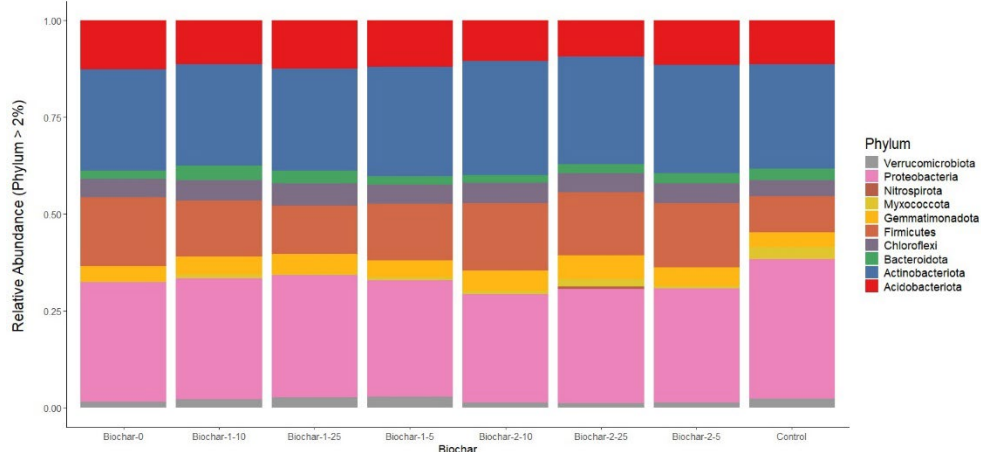
Krukförsöket visade inga signifikanta skillnader på biomassan (färskvikt och torrsvikt) mellan de olika biokolsbehandlingarna i vare sig sandjorden eller lerjorden (Figur 2).



Figur 2. Biomassan från krukförsöket. (A) Färskvikt sandjord (B) Torrsvikt sandjord (C) Färskvikt lerjord (D) Torrsvikt lerjord. Biokol_0 = krukor utan biokol. Siffrorna efter biokolsnamnet motsvarar biokolskoncentrationen i volymprocent.

Metagenom sandjord

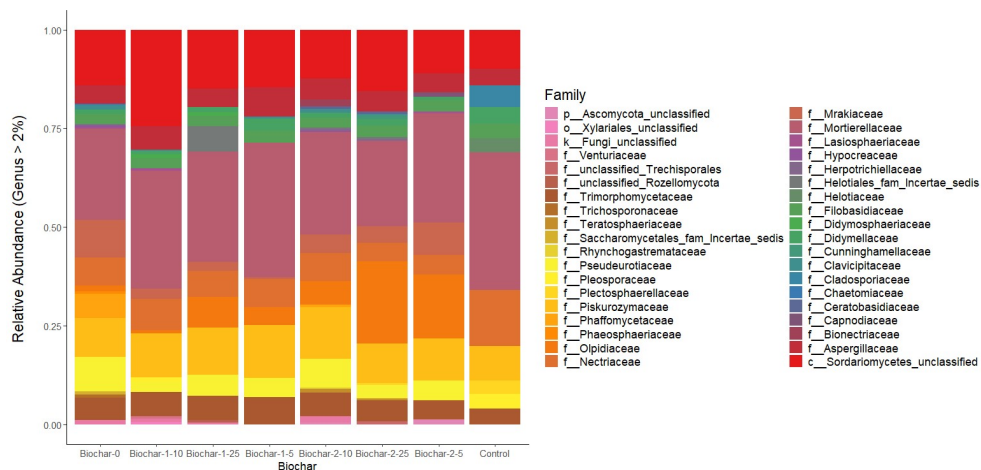
Analys av metagenomet genomfördes från fylum till genus (bakterier och svampar). Gränsen sattes till > 2% vid analys av den relativa abundansen. Den relativa abundansen för metagenomet på sandjorden visad inga skillnader mellan de olika behandlingarna. För bakterierna dominerade fylumen *Proteobacteria* och *Actinobacteriota*, följt av *Firmicutes* och *Acidobacteriota* (Figur 3). På familjenivå är det jämnt fördelat mellan *Gammaproteobacteria*, *Alphaproteobacteria*, *Bacilli*, *Actinobacteria* och *Acidobacteria*.



Figur 3. Relativa abundansen på fylumnivå av bakterier från sandjorden.

Vid analys av svampsamhällen var det inga större skillnader mellan de olika behandlingarna. Ascomycota förekom mest i alla behandlingarna (50 %) följt av Basidiomycota och Mortierellomycota. I slambiol förekom Olpidomycota i högre andel än i de övriga behandlingarna och det kunde kopplas till rapsen. På genusnivå fann vi att Olpidium förekom i högre andel i krukorna med slambiolol och koncentration 25 % (Figur 4). Vid djupare analys kunde detta kopplas till krukorna med raps.

Alphadiversiteten i detta fall med fokus på artrikedom Chao1 visade inga signifikanta skillnader mellan de olika biokolsbehandlingarna.



Figur 4. Relativa abundansen på genusnivå av svampar från sandjorden.

Metagenom lerjord

Vid analys av de bakteriella samhällen av lerjorden var mönstret det samma som för sandjorden. Det fanns inga större skillnader mellan de olika behandlingarna. Det dominerande fylumen var *Actinobacteria* och *Crenarchaeota* följt av *Firmicutes* och *Proteobacteria*. På familj och genusnivå var resultaten det samma som för sandjorden.

Vid analys av svamparna visade det samma resultat som för sandjorden dvs. att *Ascomycota* förekom mest i alla behandlingarna följt av *Basidiomycota* och *Mortierellomycota*. *Olpidomycota* förekom mest i de behandlingarna med slambiokol. Även här visade analys av Chao1 (artrikedom) inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna.

Tillgänglig växtnäring

Spurway-analysen som visar mängden lättillgänglig växtnäring, visade att det för de flesta växtnäringsämnen skedde en ökning av tillgängligheten eller var oförändrat. De olika biokolen hade olika inverkan på tillgängligheten och för tex Ca ökade tillgängligheten med ökad mängd slambiokol, men för K så ökade tillgängligheten med ökad mängd bioagropelletsbiokol. För lerjorden skedde en viss minskning av tillgängligheten av N med tillsats av biokol.

Diskussion

Det stora intresset för produktion av biokol är för att biokol är en potentiell kolsänka och kan bidra till att minska klimatförändringarna (Mishra and Mohanty 2022). Därför är produktion av biokol för samhället fördelaktig och kan tänkas öka och då behövs också lämpliga användningsområden. En möjlig användning är att använda biokol i olika primärproduktionssystem, till exempel inom växt- och djurproduktion (Li et al. 2024; Schmidt et al. 2019). Inom växtodlingen har användningen av biokol undersökts ingående men inte så mycket på våra breddgrader. De studier som gjorts rapporterar en generell positiv effekt på avkastning, där man sammanställt experimentella data från 360 vetenskapligt granskade studier (Li et al., 2024). Vår studie visade ingen signifikant positiv effekt på att öka avkastningen/biomassan i krukförsöket men vi kunde se att biomassan för korn som vuxit i sandjord och med tillsatt biokol 2 hade högre biomassa än kontrollen och biokol 1. Den här effekten fanns inte på lerjorden. Groningsexperimentet på sandjord visade att slambiokol med koncentration 5 % hade en positiv effekt på groningen av raps och korn. Det är svårt att sja om vad det beror på och en aspekt kan vara fukt, en annan pH och konduktivitet. Men inget av det avviker från de övriga behandlingarna. Vad som påverkar groningsprocessen både positivt och negativt är artspezifikt. Högt pH och hög konduktivitet kan påverka groningsprocessen men är artspezifikt (Heslop-Harrison 2024).

Effekterna av biokol på mikrobiella samhällen har rapporterats med varierat resultat. Det nuvarande intresset för markhälsa understryker behovet av att skaffa kunskap om biokols inverkan på markens mikrobiella samhällen, och tillförsel av biokol till marken har visat sig förändra förekomsten och sammansättningen hos dessa samhällen både positivt och negativt (Wang and Ni, 2024; Yin et al., 2021; Yan et al., 2022; Yang and Wu 2020, Karlsson et al. 2025). Vi fann inga skillnader i sammansättningen av de mikrobiella samhällena mellan de olika behandlingarna av biokol, vilket i sig är positivt.

Referenser

Heslop-Harrison, J. 2024. germination. Encyclopedia Britannica.
<https://www.britannica.com/science/germination>.

Karlsson, M.E., Larsson Jönsson, H., Hultberg, M. 2025. Inclusion of biochar in mushroom substrate influences microbial community composition of the substrate and elemental composition of the fruiting bodies, *Science of The Total Environment*, Volume 968,178914, ISSN 0048-9697,
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178914>.

Li, X., Wu, D., Liu, X., Huang, Y., Cai, A., Xu, H., Ran, J., Xiao J, Zhang W. 2024. A global dataset of biochar application effects on crop yield, soil properties, and greenhouse gas emission. *Sci Data* 11, 57. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02867-9>.

Mishra, R.K., Kaustubha Mohanty, K. 2022. Pyrolysis of low-value waste sawdust over low-cost catalysts: physicochemical characterization of pyrolytic oil and value-added biochar. *Biofuel Research Journal* 36:1736-1749.

Schmidt, H-P., Hagemann, N., Draper, K., Kammann, C. 2019. The use of biochar in animal feeding. *PeerJ* 7:e7373 DOI 10.7717/peerj.7373.

Wang, J., Xiong, Z. & Kuzyakov, Y., 2016. Biochar stability in soil: meta-analysis of decomposition and priming effects. *GCB Bioenergy*.

8(3), pp 512–523. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12266>.

Wang, C.Y., Ni, J. 2024. Plant-soil hydraulic interaction and rhizosphere bacterial community under biochar and CO₂ enrichment, *Science of The Total Environment*, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174943>.

Yan, H., Cong, M., Hu, Y., Qiu, C., Yang, Z., Tang, G., Xu, W., Zhu, X., Sun, X., Jia, H. 2022. Biochar-mediated changes in the microbial communities of rhizosphere soil alter the architecture of maize roots. *Front. Microbiol.* 13:1023444. doi: 10.3389/fmicb.2022.1023444.

Yang, Y., Wu, P. 2020. Soil bacterial community varies but fungal community stabilizes along five vertical climate zones. *Catena* 195:104841. doi: 10.1016/j.catena.2020.104841.

Yin, Q., Liu, J., Liu, G., Yang, X., Li, X., Zhang, Y., et al. (2021). Effects of biochar application for four consecutive years on microbial community structure of tobacco cinnamon soil. *J. Agric. Sci. Technol.* 23, 176–185. doi: 10.13304/j.nykjdb.2019.0505.